PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL

DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL

“DISEÑO DE UNA CICLOVÍA EN LA CIUDAD DE TENA”

RODRÍGUEZ TERÁN BERTHA PAULINA

DIRECTOR: ING. GUSTAVO YÁNEZ CAJAS

QUITO, 2021

DEDICATORIA

La finalización de esta etapa la dedico a Dios quien me ha sabido iluminar a lo largo de toda mi vida y me ha bendecido poniéndome ángeles en mi camino.

A mis padres Luis y Moraima quienes me dieron la oportunidad de estudiar la carrera que me apasiona, con su ejemplo de perseverancia y lucha me han enseñado que todo es posible y han sabido guiarme con amor a lo largo de las diferentes etapas de mi vida.

A mis abuelitos Bertha y José Antonio que son mis ángeles, Rebeca y Ernesto quienes con amor han sabido estar a mi lado bendiciéndome, apoyándome constantemente y festejando mis logros aunque sean pequeños.

A mis hermanas Liz, Ruddy, Andrea y mis sobrinos Berni y Emanuel que han sabido alegrarme la vida y a Miguel quien supo sostenerme y apoyarme a lo largo de toda la carrera con amor. Gracias, sin ustedes esto no habría sido posible.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la PUCE por todas las personas buenas que tuve la oportunidad de conocer, profesores que a más de impartir conocimiento, nos inspiran a ser mejores, volar alto y comernos el mundo.

Al Ing. Gustavo Yánez quien supo creer en mí sin conocerme y me ayudó cuando más lo necesité, por su calidad humana y sus conocimientos gracias por ser el director de este trabajo de disertación.

De manera especial también agradezco a los ingenieros Gonzalo Moya y Patricio Castro quienes en calidad de lectores supieron brindarme sus conocimientos y apoyo para lograr una investigación de valor para mi ciudad, así como también expreso mi eterna gratitud al Ing. Fredi Paredes quien supo guiarme a lo largo de este último año y siempre estuvo disponible para solventar mis dudas por más pequeñas que fueran.

.

RESUMEN

En este trabajo de titulación se presenta una propuesta de ciclovía urbana en la ciudad de Tena con el objetivo de fomentar sistemas de transporte alternativos que sean amigables con el medio ambiente, para lo cual se realizó un análisis de movilidad de la población de Tena en el cual participaron 479 personas y un estudio de factibilidad ante la implementación de ciclovías urbanas en la ciudad, para el diseño geométrico de esta se utilizó normativa nacional e internacional como la Guía para el Desarrollo de Instalaciones para Bicicletas publicada por la AASHTO en 2012, el Plan Estratégico Nacional de Ciclovías publicado por el MTOP en 2015, la Guía de Ciclo-Infraestructura para Ciudades Colombianas publicada por el Ministerio de Transporte en 2016 y el Manual Integral de Movilidad Ciclista para Ciudades Mexicanas publicado por el Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo en 2011, entre otros. Como resultado se obtuvo el diseño de una ciclovía que tiene una longitud de 9.097 km que en su mayoría está compuesta por carril bicicleta de ancho 1.50 m y se ajusta al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2021-2023 de la ciudad de Tena, y se tiene proyectado que alrededor de 350 personas se movilizarán a través de esta cada hora al tener un alto nivel de aceptación del 75% por parte de la ciudadanía.

ABSTRACT

In this research, a proposal for an urban bikeway in the city of Tena is presented with the aim of promoting alternative and eco-friendly transport systems, for which a population mobility analysis in Tena was carried out that included 479 people, also a feasibility study to consider the implementation of urban bicycle lanes in the city, the geometric design of this urban bicycle urban bikeway was designed following national and international standards such as the Guide for the Development of Bicycle Facilities published by the AASHTO in 2012, Plan Estratégico Nacional de Ciclovías published by the MTOP in 2015, Guía de Ciclo-Infraestructura para Ciudades Colombianas published by the Ministerio de Transporte in 2016 and Manual Integral de Movilidad Ciclista para Ciudades Mexicanas published by Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo in 2011, among others. As a result, was designed an urban bikeway that has a length of 9.097 km, which is mostly composed of a 1.50 m wide bicycle lane and conforms to the 2021-2023 Territorial Development and Planning Plan of the city of Tena and has projected that around 350 people will mobilize through this every hour to have a high level of acceptance of 75% by citizen

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN I
ABSTRACT II
1. CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN 1
1.1. Planteamiento del problema 2
1.2. Justificación 3
1.3. Objetivos 4
1.3.1. Objetivo General 4
1.3.2. Objetivos Específicos 4
1.4. Alcance 4
1.5. Marco Conceptual 5
2. CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA 8
2.1. Estudio del sitio 8
2.1.1. Ubicación política y geográfica 8
2.1.2. Demografía 9
2.1.3. Medios de transporte 13
2.2. Encuesta de movilidad 16
2.2.1. Tipos de encuesta 17
2.2.2. Encuestas de preferencias 18
2.3. Ciclovía 21
2.3.1. Tipos de ciclovía 21
2.3.2. Características de una ciclovía 26
2.3.3. Requisitos mínimos para ciclovías 28
3. CAPÍTULO 3: DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA CICLOVÍA 44
3.1. Recolección de datos 44
3.1.1. Elaboración de encuesta de movilidad 45
3.1.2. Aplicación de encuestas piloto 48
3.1.3. Encuesta definitiva 49
3.1.4. Selección y tamaño de la muestra 58
3.1.5. Puntos de muestreo 59
3.1.6. Aplicación de encuesta definitiva 60
3.2. Análisis de resultados 60

3.2.1. Análisis de demanda 79
3.3. Diseño geométrico 81
3.3.1. Trazado de rutas 81
3.3.2. Estudio de factibilidad de alternativas y selección de ruta 90
3.3.3. Diseño Geométrico 99
3.3.4. Selección tipo de ciclovía 105
3.4. Diseño de Intersecciones 113
3.4.1. Análisis de intersecciones 114
3.5. Señalización Horizontal 122
3.6. Señalización Vertical 124
3.7. Parqueaderos 130
4. CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 135
4.1. Conclusiones 135
4.2. Recomendaciones 136
BIBLIOGRAFÍA 138

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Ubicación espacial del cantón Tena en el mapa político de Ecuador 8
Figura 2.2. Parroquias que conforman el cantón Tena 9
Figura 2.3. Proyección poblacional del cantón Tena 10
Figura 2.4. Distribución poblacional por parroquias 11
Figura 2.5.Distribución de población por género en el cantón Tena 13
Figura 2.6. Carril bicicleta en Gonyang, Korea 22
Figura 2.7. Carril bicicleta en Gonyang, Korea 23
Figura 2.8. Ciclovía compartida con vehículos motorizados en Arizona 23
Figura 2.9. Ciclovía compartida en aceras en Gonyang, Korea 24
Figura 2.10. Ciclovía segregada en Gonyang, Korea 25
Figura 2.11. Ciclovía en espaldón vía Pifo-Papallacta 25
Figura 2.12. Volumen de tráfico vs Velocidad 27
Figura 2.13. Vista frontal conjunto bicicleta-ciclista 29
Figura 2.14. Vista lateral conjunto bicicleta-ciclista 29
Figura 2.15. Espacio de resguardo con bordillo para ciclovía de 1 y 2 carriles 31
Figura 2.16. Espacio de resguardo con mobiliario urbano 31
Figura 2.17. Espacio de resguardo en estacionamientos en línea o cordón 32
Figura 2.18. Espacio de resguardo estacionamientos en batería 32
Figura 2.19. Carril bicicleta junto a estacionamiento en línea 33
Figura 2.20. Carril compartido en vías con ancho menor a 3 m 33
Figura 2.21. Carriles compartidos en vías de ancho mayor a 3 m 34
Figura 2.22. Principales símbolos de señalización horizontal 40
Figura 2.23. Dimensión estándar de pictogramas señalización horizontal 41
Figura 3.24. Puntos de recolección de datos 44
Figura 3.25. Distribución de encuestados por género 61
Figura 3.26. Distribución de encuestados por edad 62
Figura 3.27. Distribución de encuestados por situación laboral 63
Figura 3.28. Principal medio de transporte de los encuestados 64
Figura 3.29. Distribución de principal medio de transporte según edad 65
Figura 3.30. Principal motivo de viaje de los encuestados 66
Figura 3.31. Tiempo de viaje de los encuestados 67
Figura 3.32. Distribución de distancia de recorrida a diario por los encuestados 68
Figura 3.33. Posesión de auto propio 69
Figura 3.34. Posesión de bicicleta 69
Figura 3.35. Posesión de bicicleta según edad 70
Figura 3.36. Personas que se han desplazado por la ciudad usando bicicleta 70
Figura 3.37. Frecuencia de uso de bicicleta 71
Figura 3.38. Dificultad para combinar bicicleta y otros medios de transporte 72
Figura 3.39. Uso de bicicleta en Tena 72
Figura 3.40. Porqué no utilizan la bicicleta con frecuencia 73
Figura 3.41. Como transitan los usuarios de bicicleta 74
Figura 3.42. Personas que quieren usar bicicleta 74
Figura 3.43. Personas que usarían ciclovía si esta se implementa en Tena 75
Figura 3.44. Bicicleta como medio de transporte diario 75

Figura 3.45. Bicicleta como medio de transporte diario según edad....76
Figura 3.46. Implementación de parqueaderos para bicicleta en la ciudad....77
Figura 3.47. Seguridad con separación física tránsito vehicular de ciclovía....77
Figura 3.48. Seguridad con ciclovía sólo con señalización horizontal....78
Figura 3.49. Bicicleta en calles principales o secundarias....78
Figura 3.50. Ruta 1....87
Figura 3.51. Ruta 2....89
Figura 3.52. Diseño de redondeles....115
Figura 3.53. Intersección redondel Jumandy....115
Figura 3.54. Intersección Av. Jumandy - Av. Tamiahurco....116
Figura 3.55. Trayectoria giros a la izquierda....117
Figura 3.56. Intersección Av. Muyuna - Av. Jumandy....118
Figura 3.57. Intersección Av. Muyuna - Juan Montalvo - Las Palmas....119
Figura 3.58. Intersección Abdón Calderón - García Moreno....119
Figura 3.59. Intersección García Moreno – Olmedo....120
Figura 3.60. Intersección García Moreno - Puente Carrozable....121
Figura 3.61. Dimensiones de áreas de espera ciclista....122
Figura 3.62. Ubicación transversal pictograma carril compartido....123
Figura 3.63. Señalización Cruce de Ciclistas....124

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Proyección poblacional del cantón Tena 9
Tabla 2.2: Crecimiento poblacional de parroquias del cantón Tena 11
Tabla 2.3: Parámetros para la implementación de ciclovías 26
Tabla 2.4: Características técnicas según el tipo de ciclovía 28
Tabla 2.5: Ancho mínimo de carril 30
Tabla 2.6: Dimensiones por espacio de resguardo 30
Tabla 2.7: Espacio de resguardo para estacionamientos 32
Tabla 2.8: Velocidad de diseño de ciclovías según jerarquización vial 34
Tabla 2.9: Distancia mínima de colocación lateral de Señalización Vertical 36
Tabla 2.10: Señalización reguladora según tipo de ciclovía RC1- Prioridad de paso 36
Tabla 2.11: Señalización reguladora según tipo de ciclovía RC2-Movimiento y circulación 37
Tabla 2.12: Señalización reguladora rige movimiento y circulación 37
Tabla 2.13: Señalización de advertencia rige movimiento y circulación (continuación) 38
Tabla 2.14: Señalización preventiva para los usuarios de la vía 38
Tabla 2.15: Señalización preventiva para los usuarios de la vía (continuación) 39
Tabla 2.16: Ubicación de pictogramas según tipo de infraestructura ciclista 40
Tabla 2.17: Dispositivos complementarios de señalización horizontal 42
Tabla 2.18: Detalle de especificaciones de iluminación 43
Tabla 3.19: Valores de z_α correspondiente a niveles de confianza 59
Tabla 3.20: Encuestas realizadas en puntos de muestreo 60
Tabla 3.21: Población de Napo en función de edad censo 2010 80
Tabla 3.22 Matriz de evaluación de requerimientos para la construcción de una ciclovía 90
Tabla 3.23: Evaluación Ruta 1 93
Tabla 3.24: Evaluación Ruta 2 95
Tabla 3.25: Características de rutas propuestas 97
Tabla 3.26: Pendientes máximas y su longitud 97
Tabla 3.27: Ancho mínimo de calles según la ruta 98
Tabla 3.28: Velocidad de diseño vs velocidad de operación 100
Tabla 3.29: Velocidad de diseño en función de la pendiente de descenso 101
Tabla 3.30: Detalle de perfil longitudinal de la ciclovía 102
Tabla 3.31: Tipo de ciclovía según jerarquía vial, velocidad y volumen de circulación 108
Tabla 3.32: Descripción de vías de la cicloruta 109
Tabla 3.33: Tipo de infraestructura ciclista establecida en la ruta 110
Tabla 3.34: Manejo de intersecciones según jerarquización vial 114
Tabla 3.35: Señalización vertical de la ciclovía 125
Tabla 3.36: Ubicación de señalización vertical 126
Tabla 3.37: Requisitos ubicación de parqueaderos 131

1. CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

El caos en la movilidad es una de las problemáticas más relevantes presentes en las grandes ciudades a nivel mundial como Moscú, Estambul, Bogotá, Ciudad de México, Sao Paulo, entre otras, (Bravo, 2019) esto se debe a que no se realizó un estudio de planificación de crecimiento de las ciudades, sus sistemas de transporte no son sostenibles a largo plazo y además no se pensó que iban a crecer de forma acelerada, es así que este problema tiene tintes multidimensionales que obedecen al contexto económico, social, cultural e incluso político de la sociedad lo que ocasiona como consecuencia en los seres humanos niveles de estrés elevados, largos tiempos de viaje, varias horas en atascos vehiculares y estilos de vida sedentarios.

Esta problemática ha tratado de ser solucionada desde los gobiernos en mando de diferentes países del mundo, es así que durante los últimos 20 años, los gobiernos nacionales, estatales y locales de Europa Occidental, América del Norte y Australia han promovido el uso de la bicicleta para aumentar la sostenibilidad de los sistemas de transporte (Pucher & Buehler, 2012). En América Latina y para ser más específicos en Ecuador el crecimiento de las ciudades se da de forma desordenada, es así que desde el 2010 en Ecuador se obliga a los gobiernos autónomos descentralizados provinciales, cantonales y parroquiales realizar planes de desarrollo y ordenamiento territorial PDOT de la mano de la Ley de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo (Benabent & Vivanco, 2019) las cuales son herramientas realmente útiles para planificar el crecimiento ordenado de las ciudades y su proyección hacia el futuro.

Tena es una ciudad en constante desarrollo, sin embargo es una de las ciudades que ha tenido este crecimiento desordenado donde no ha existido un ordenamiento de uso de suelo, sin embargo por las políticas públicas y los diferentes PDOT que se han creado en los últimos 10 años se ha tratado de organizar a la ciudad, dentro de este proceso de planificación es importante

que se proyecte a futuro el sistema de transporte de tal forma que cuente con diferentes alternativas como una ciclovía urbana; ya que la ciudad cuenta con ciclovías perimetrales las cuales son utilizadas principalmente para recreación y esparcimiento, sin embargo no existe una cicloruta urbana que permita el desplazamiento de los ciclistas de forma segura dentro de la ciudad.

1.1. Planteamiento del problema

El transporte motorizado para movilizarse dentro de las ciudades está sobrevalorado debido a que el desarrollo urbano en grandes ciudades ha llevado a descentralizar los sitios más frecuentados. A pesar de esto, el parque automotor ha crecido exponencialmente a nivel mundial, causando una serie de problemas como: tráfico, contaminación, retrasos, sedentarismo. Por otro lado, el sistema de transporte público se ha visto reducido debido a la emergencia sanitaria por el Covid-19 enfermedad que ha azotado a todo el mundo, esta pandemia ha marcado un precedente en la forma de movilidad de las personas, así como en su estilo de vida y el transporte público es uno de los principales focos de contagio, sin embargo no todos los ecuatorianos cuentan con un medio de transporte privado; según el Anuario de Estadísticas de Transporte (ANET) hasta el año 2018 se registraron 2.4 millones de vehículos matriculados de los cuáles el 91.1% corresponden a uso particular (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2019).

En base a todos estos problemas que invaden el sistema de movilidad a nivel mundial nace la oportunidad de posicionar a la bicicleta como medio de transporte alternativo con el fin de aprovechar el distanciamiento natural que éste proporciona, además de ser amigable con el medio ambiente y sostenible en el tiempo es una excelente opción frente a los medios de

transporte motorizados; para que ésta sea eficiente dentro de una ciudad es necesario que exista una ciclovía que garantice la seguridad de los ciclistas y fomente su uso.

Esta investigación tiene como objetivo proporcionar una nueva alternativa de transporte a los tenenses, para lo cual se recaudará información suficiente por medio de encuestas a los potenciales usuarios para evaluar su aceptación ante esta propuesta y así poder trazar una ruta que permita una movilidad eficiente en bicicleta. A partir de información topográfica proporcionada por el GAD Municipal de Tena se realizará el diseño geométrico de la misma.

1.2. Justificación

Actualmente debido a todo el caos que se genera dentro del sistema de transporte motorizado ha comenzado a surgir al rededor del mundo la necesidad de otras alternativas de movilidad, una de ellas es la bicicleta que es un transporte compatible con el medio ambiente y adaptable al estilo de vida de la mayoría de las personas.

Por esto es necesario que una ciudad cuente con una ciclovía que inspire seguridad en los ciclistas y fomente el uso de la bicicleta cómo uno de los principales medios de transporte. Cuando una ciudad se convierte en ciclo-inclusiva la calidad de vida de las personas mejora, el caos en la movilidad, tiempos de viaje y emisiones de CO_2 se reducen, éstos son apenas algunos beneficios que trae la implantación de ciclovías en las ciudades (Buehler & Dill, 2015).

Además, el contexto en el que se desarrolla esta investigación es una pandemia a nivel mundial que ha limitado el uso de transporte público por esto es necesario adelantarse al futuro porque cuando se viva la "nueva normalidad" no será suficiente el transporte público debido que se mantendrán normas de distanciamiento físico y la cantidad de unidades no suplirá toda la demanda, en ese momento contar con medios de transporte alternativos va a ser necesario y esta

necesidad puede ser suplida por una ciclovía que conecte los puntos con mayor densidad poblacional.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

- Proponer el diseño geométrico de una ciclovía en la ciudad de Tena.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Levantar información general acerca de la ciudad de estudio para el diseño de encuestas.
- Analizar la factibilidad de implantación de una ciclovía en Tena por medio de encuestas.
- Determinar la ruta más eficiente que conecte los puntos con mayor densidad poblacional.
- Definir el diseño geométrico de la ciclovía que garantice la seguridad de los usuarios por medio del cumplimiento de normas y especificaciones.

1.4. Alcance

Esta investigación centra sus esfuerzos en desarrollar el diseño geométrico y la selección de ruta de una ciclovía urbana en la ciudad de Tena que garantice la seguridad de los ciclistas, ofrezca un alto nivel de servicio para que logre posicionarse como un transporte alternativo ya que un estudio estadounidense de Buehler y Pucher realizado en el 2011 confirmó que las ciudades con muchas ciclovías tienen tasas de desplazamiento en bicicleta significativamente más altas que las ciudades con pocas ciclovías (Lin & Yu, 2012).

La ciclovía a diseñar cumplirá los estándares de calidad y normas que establece el Volumen 2 del manual NEVI en la sección 2A.204 CICLOVÍAS, el Reglamento Técnico Ecuatoriano PRT INEN 004 "Señalización Vial. Parte 6. Ciclovías y la tesis elaborada por Ruffo Villa Guía técnica para el diseño y construcción de ciclovías para zonas de ampliación futura de las ciudades medianas del Ecuador con el fin de brindar una ciclovía cómoda y segura para los usuarios.

Se estudiarán posibles alternativas de rutas, al compararlas y seleccionar la ruta más eficiente se priorizará la comodidad y seguridad del ciclista. La ruta escogida básicamente intenta satisfacer las necesidades diarias de viaje de los ciudadanos de Tena sin afectar negativamente los sistemas de transporte existentes tomando en cuenta a los potenciales usuarios de bicicleta como a los no usuarios que son peatones, pasajeros de buses y conductores de vehículos en general que si bien es cierto no utilizan la ciclovía, se pueden ver afectados durante sus viajes, sus opiniones se conocerán por medio de encuestas que se aplicarán para conocer sus diferentes posiciones ante esta nueva alternativa de transporte (Lin & Yu, 2012).

1.5. Marco Conceptual

Bicicleta: Vehículo no motorizado individual propulsado por la fuerza del usuario.

Caos en movilidad: Fenómeno que ocurre a causa de factores sociales, culturales y económicos que dificulta el desplazamiento de las personas en zonas urbanas o periféricas.

Carril: Espacio en que se divide la calzada limitada por señalización longitudinal que permite la circulación de medios de transporte motorizados y no motorizados.

Ciclista: Individuo que se desplaza en bicicleta.

Ciclovía: Vía por la cual puede circular un ciclista de forma segura.

Ciudad ciclo-inclusiva: Ciudad que cuenta con infraestructura que permite la convivencia en armonía de la bicicleta, promueve su uso y los ciudadanos entienden su importancia (BID, 2016).

Diseño geométrico: Proceso de correlacionar elementos físicos de la vía con las condiciones de operación de los vehículos y las características del terreno (Chocontá, 1998).

Distanciamiento físico: Significa estar físicamente separado. La OMS recomienda mantener una distancia de al menos un metro con los demás. Es una medida general que todas las personas deberían adoptar incluso si se encuentran bien y no han tenido una exposición conocida a la COVID-19. (OMS, 2020).

Emisiones de CO2: Gases dañinos que son liberados hacia la atmósfera durante la combustión de combustibles fósiles y de expresa en toneladas de CO2 emitidas. (OMS, 2008).

Encuesta de movilidad: Recopilación de datos sobre el comportamiento de individuos en términos de movilidad.

Estudio de factibilidad: Fase de proyecto donde se compara alternativas y se selecciona la mejor.

Nueva normalidad: Un mundo más saludable, más seguro y mejor preparado (Adhanom, 2020).

Pandemia: Propagación de una nueva enfermedad (OMS, 2009).

Parque automotor: El parque automotor corresponde a todos los vehículos inscritos (matriculados) que existen en un año, menos las bajas producidas (vehículos sacados de circulación). Se incluyen vehículos de pasajeros, autobuses, camiones y camionetas. También se conoce con los nombres de parque automotriz, parque vehicular y parque de vehículos (CEPAL, 2014).

Retrasos: Viajes que duran más tiempo del contemplado o que se tardan más tiempo en llegar.

Ruta: Es un camino establecido que pasar por lugares determinados.

Sedentarismo: Poca agitación o movimiento (OMS, 2002).

Tiempo de viaje: Tiempo que toma en llegar desde un punto a otro.

Transporte motorizado: Cualquier medio de transporte propulsado por motor

Transporte no motorizado: Medio de transporte propulsado por la fuerza de una persona o un animal.

Transporte sostenible: Capacidad de satisfacer las necesidades de movilidad de una sociedad de manera menos dañina para el medio ambiente sin afectar las necesidades de movilidad de las futuras generaciones (Rodrigue, J. 2020).

2. CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Estudio del sitio

2.1.1. Ubicación política y geográfica

La ciudad San Juan de los dos ríos de Tena, forma parte del cantón que lleva su mismo nombre, está situada a una altitud de 510 msnm es capital de la provincia de Napo. Su ubicación es muy relevante dentro del contexto local ya que es la provincia amazónica más cercana a la capital ecuatoriana Quito, y su delimitación al norte con Sucumbíos, al sur con Pastaza, al oeste con Pichincha, Cotopaxi y Tungurahua y al este con la Provincia de Orellana ha hecho de esta una conexión importante para el transporte y comercialización de productos (GADPNAPO, 2014).



Figura 2.1. Ubicación espacial del cantón Tena en el mapa político de Ecuador
Fuente: J. Vaca, 2018

Tena tiene una extensión de 3 904.3 km2 y se conforma de 8 parroquias entre urbanas y rurales

que son: Ahuano, Muyuna, Puerto Misahuallí, Pano, Puerto Napo, Chonta Punta, Tálag y Tena.



Figura 2.2. Parroquias que conforman el cantón Tena

Fuente: GADMT, 2016

Los límites del cantón son: Norte: Cantón Archidona (Napo) y cantón Loreto (Orellana). Sur: Provincia de Tungurahua, provincia de Pastaza y cantón Carlos Julio Arosemena Tola (Napo) Este: Provincia de Orellana. Oeste: Provincias de Cotopaxi y Tungurahua. (GAPN, 2014)

2.1.2. Demografía

En base a las proyecciones realizadas con información del INEC en los censos de 1990, 2001 y 2010 se ha logrado determinar el crecimiento de la población del cantón Tena hasta el año 2020.

Tabla 2.1:
Proyección poblacional del cantón Tena

Año	Población
2010	62 766
2011	64 333
2012	65 946
2013	67 571
2014	69 202
2015	70 845
2016	72 499
2017	74 158
2018	75 826
2019	77 502
2020	79 182

Fuente: INEC, 2019

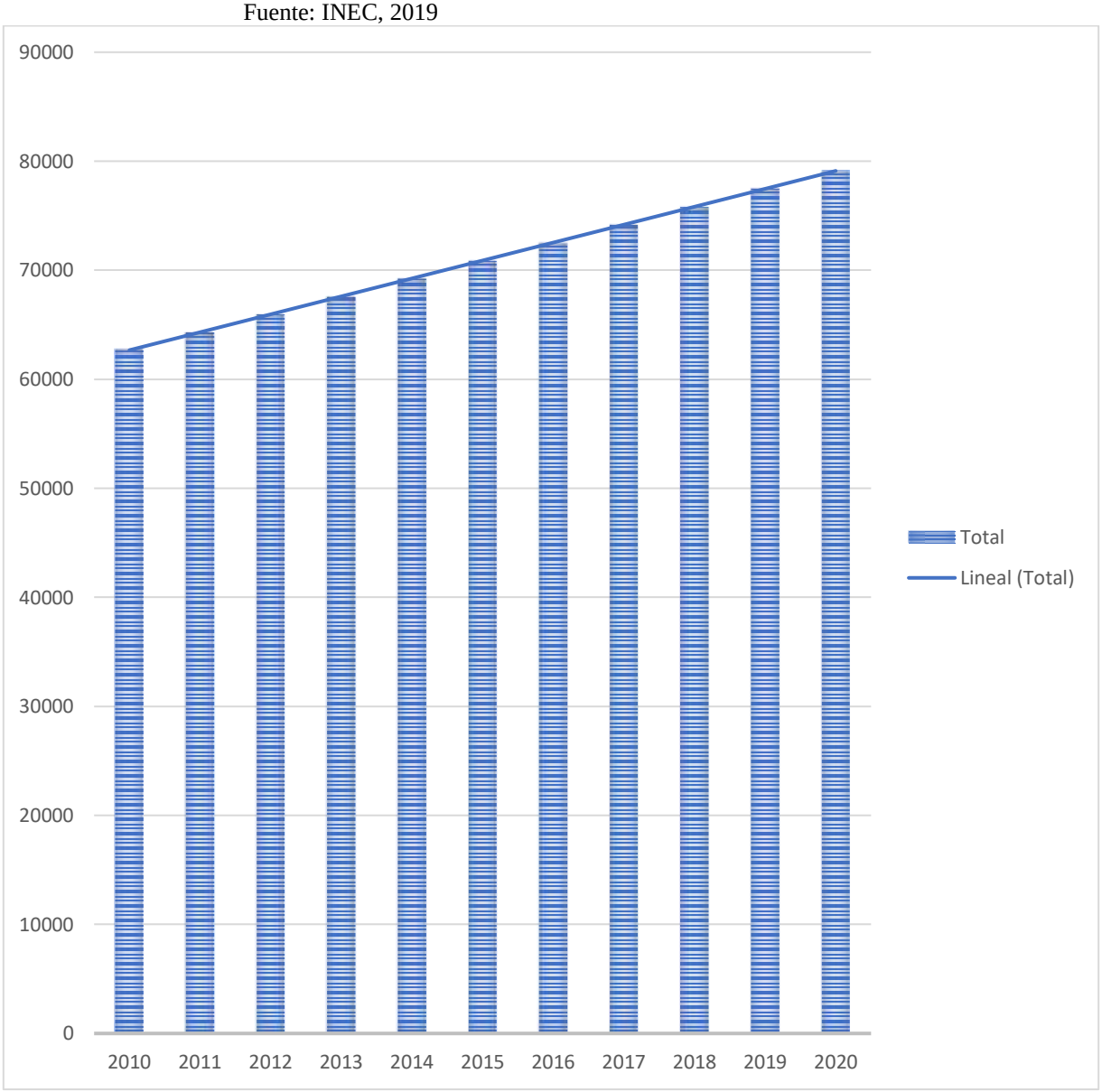


Figura 2.3. Proyección poblacional del cantón Tena
Fuente: INEC, 2019

Según la Tabla 2.1 y la Figura 2.3, se puede observar el crecimiento población en el cantón Tena, durante los últimos 10 años analizando un periodo que inicia desde 2010 hasta 2020. Aquí se ha logrado proyectar un incremento poblacional de 16 416 personas en un período, es decir aproximadamente 1 600 personas por cada año.

Parroquias	2001	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ahuano	5 579	5 752	5 895	6 043	6 192	6 342	6 492	6 644	6 796	6 449	7 102	7 256
Chonta Punta	6 687	6 894	7 066	7 243	7 422	7 601	7 782	7 963	8 145	8 329	8 513	8 697
Pano	1 392	1 435	1 472	1 508	1 545	1 582	1 620	1 658	1 696	1 734	1 772	1 810
Puerto Misahuallí	5 127	5 286	5 418	5 554	5 690	5 828	5 966	6 105	6 245	6 386	6 527	6 668
Puerto Napo	5 393	5 560	5 699	5 842	5 986	6 130	6 276	6 422	6 569	6 117	6 885	7 014
Talag	2 768	2 854	2 925	2 2998	3 072	3 146	3 221	3 296	3 872	3 448	3 524	3 600
Tena	33 934	34 958	35 859	36 758	37 664	38 573	39 488	40 410	41 335	42 265	43 199	44 135

Tabla 2.2: Crecimiento poblacional de parroquias del cantón Tena
*Nota: El cantón Tena actualmente se encuentra conformado por 8 parroquias, sin embargo estos datos pertenecen a 7 parroquias ya que la parroquia de Muyuna se creó en el año 2011 bajo la Ordenanza 004-2011 y los datos para este análisis datan del censo de los años 2001 y 2010 donde Muyuna aún no era declarada una parroquia

Fuente: INEC, 2019

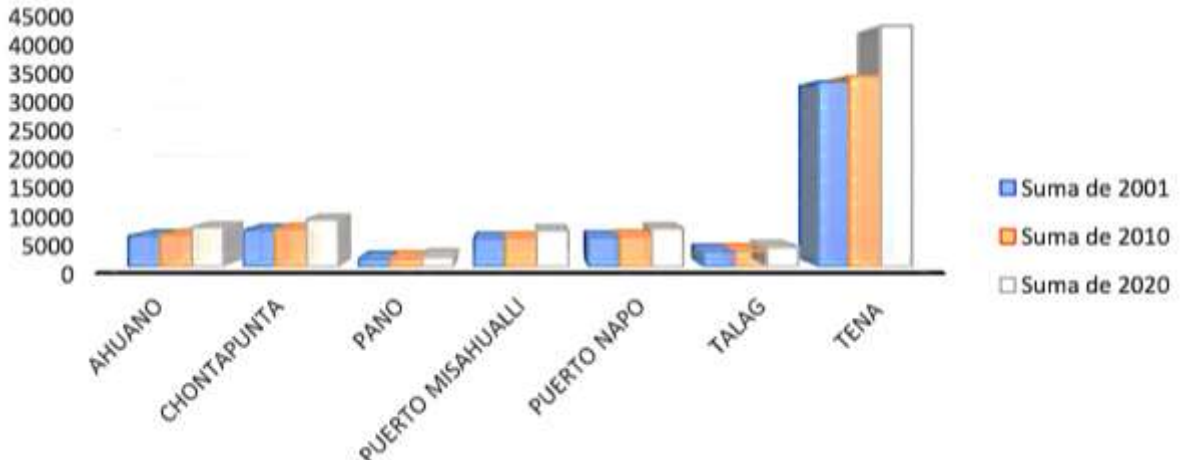


Figura 2.4. Distribución poblacional por parroquias
Fuente: INEC, 2019

Con base en la Tabla 2.1 y Figura 2.4, se puede observar que la distribución de población en las parroquias del cantón Tena no es homogénea y en su mayoría se concentra en la cabecera cantonal y capital provincial Tena.

Este comportamiento responde a la calidad de vida que las personas tienen en la ciudad de Tena ya que cuentan con buena cobertura de servicios básicos, transporte y ofrece mayores oportunidades de empleo, también se logra inferir que el crecimiento en las parroquias rurales Ahuano, Chonta Punta, Pano, Puerto Misahuallí, Puerto Napo y Tena ha sido aproximadamente uniforme en 20 años, mientras que en la parroquia urbana Tena durante los primeros 10 años de análisis también tuvo un pequeño crecimiento, sin embargo en el siguiente periodo de análisis hay un notable aumento de población.

Existen una gran variedad de factores que tienen el poder de interfieren en el crecimiento demográfico de una ciudad, en la ciudad de Tena, uno de estos es la educación universitaria ya que dentro de la provincia existen pocas universidades en las cuales su oferta académica es limitada, lo que obliga a los estudiantes a desplazarse hacia otras ciudades para continuar con su formación educativa.

Sin embargo, el 16 de diciembre del 2013 se creó la Universidad Regional IKIAM lo cual generó el efecto contrario, desde el inicio de clases en esta universidad en 2014 con 150 estudiantes (Ikiam, 2017), actualmente jóvenes de otras provincias se mudan a la ciudad de Tena para continuar con sus estudios lo que en parte explica el crecimiento poblacional del segundo periodo de análisis de la Figura 2.4.

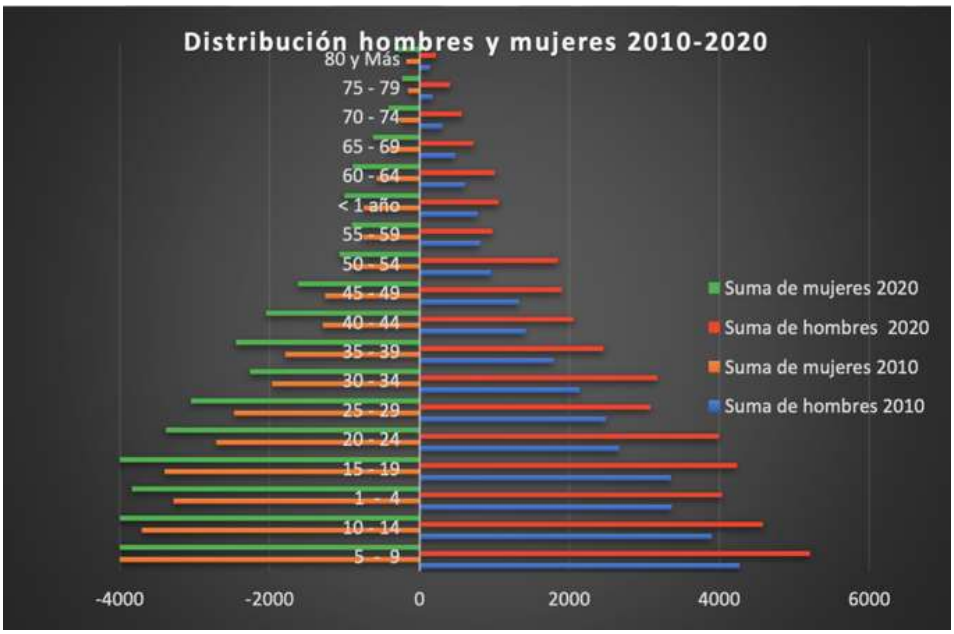


Figura 2.5.Distribución de población por género en el cantón Tena
Fuente: UPFYOT, 2019

En esta figura de distribución de población es evidente que en número los hombres superan a las mujeres y según el INEC, en el cantón Tena por cada 104 hombres hay 100 mujeres, también se puede observar que hay un notable aumento de población masculina en el año 2020 a diferencia del año 2010 (NEC, 2019 & GADMT, 2020).

2.1.3. Medios de transporte

2.1.3.1. Transporte público

Actualmente la ciudad de Tena tiene serios problemas de congestión de tránsito durante las horas pico, específicamente en la entrada y salida de clases 07:00, 12:00-13:00 así como también en los horarios administrativos en las instituciones laborales 08:00 y 17:00, por lo cual es necesario establecer estrategias que mitiguen este problema que es muy común en las ciudades de crecimiento acelerado, una de estas es la implementación de medios de transporte alternativos como las bicicletas, sin embargo existe una deficiencia de redes viales apta para movilidad sustentable y alternativa como ciclovías.

2.1.3.2. Transporte Interprovincial

En la ciudad de Tena se encuentra un terminal terrestre que tiene alrededor de 50 años en funcionamiento y no abastece la demanda ni el nivel de confort de los usuarios, es por eso que se encuentra en construcción un nuevo terminal interprovincial, este sistema abarca las siguientes cooperativas de transporte:

- Cooperativa de Transportes y Turismo Baños
- Expreso Baños
- Cooperativa Amazonas
- Expreso Baños
- Flota Pelileo
- Cooperativa de Transporte Sangay
- Jumandy
- Cooperativa de Transportes Riobamba

En medio de la emergencia sanitaria que se ha vivido a lo largo del año 2020, el servicio de transporte interprovincial se mantuvo suspendido, sin embargo a partir del 03 de septiembre el transporte público interprovincial en la Terminal Terrestre de Tena fue autorizado con un aforo máximo establecido del 75% de su capacidad total siguiendo los protocolos de "Reactivación y operación del servicio de transporte público interprovincial e intraprovincial durante la semaforización" (COE NAPO, 2020).

2.1.3.3. Transporte intercantonal

En cuanto corresponde al transporte intercantonal, la Cooperativa de Transportes Expreso Napo desde hace 40 años mantiene una comunicación activa entre los cantones Tena y Archidona, siendo esta la ruta intercantonal donde existe la mayor afluencia de viajes porque los usuarios

frecuentes se desplazan por motivos de estudios, trabajo y diligencias personales entre estos cantones ya que es una ruta de aproximadamente 9,73 km con una duración en transporte público de 25 minutos (GADMA, 2017).

2.1.3.4. Transporte urbano

Son 4 las cooperativas que ofrecen transporte urbano e interparroquial dentro del cantón Tena, éstas son:

- Compañía de Transporte Urbano Transguacamayos S.A.
- Río Pano Cía Ltda.
- Cooperativa de Transporte Jumandy.
- Centinela del Tena.

La tarifa normal para los usuarios es USD 0.30 (treinta centavos de dólar de los Estados Unidos de América), mientras que la tarifa especial para personas con discapacidad, estudiantes, niños, adolescentes hasta los 16 años y personas de 65 años es de USD 0.15 (quince centavos de dólar de los Estados Unidos de América).

En base al análisis de las propuestas establecidas en el PDOT (2014-2019) se ha podido identificar una relación entre la oferta y demanda del transporte público en el cantón Tena, llegando a la conclusión que el sistema de transporte no requiere un incremento de unidades sino una redistribución de rutas y aumento de frecuencias, sin embargo, es necesario mejorar el servicio de transporte inter parroquial dentro del cantón (PDOT, 2020).

En el contexto de la pandemia que ha sufrido el mundo desde el 30 de enero del 2020 donde la OMS declara una emergencia internacional de salud pública (CNN Español, 2020) el transporte público en Tena se mantuvo clausurado hasta el 15 de junio del 2020, a partir de esa fecha el transporte urbano circula a un 50% de su capacidad, esta limitante de la mano del número de

unidades no satisface la actual demanda de los usuarios de este medio de transporte lo que se ha convertido en un problema.

2.1.3.5. Ciclovías existentes

La ciudad de Tena cuenta con 6 redes de ciclovías establecidas, éstas son:

- Ruta: Tena – Alto Pano – Calvario – Muyuna – Tena. (35 km)
- Ruta: Tena – Wayrayaku – Atacapi – Ikiam -Muyuna – Tena. (12 km)
- Ruta: Tena - Pto. Napo – Pto. Misahuallí – Pto. Napo – Tena. (53 km)
- Ruta: Misahuallí – Ceibo milenario -Misahuallí. (8 km)
- Ruta: Tena – Ongota – San Pablo – Archidona – Tena (30 km)
- Ruta: Tena – Ongota – Barrio Las Hierbitas. (8km)

Sin embargo, estas rutas son perimetrales, su principal uso es recreativo y turístico, por tanto la bicicleta en la ciudad de Tena aún no es considerada un medio de transporte, pero esta variedad de rutas sugiere que existen potenciales usuarios de este medio de transporte alternativo, sin embargo al no contar con la infraestructura necesaria que garantice la seguridad de los usuarios dentro del perímetro urbano de Tena éstos no pueden desplazarse a lo largo de la ciudad para realizar sus actividades diarias.

2.2. Encuesta de movilidad

Esta herramienta de investigación se utiliza para investigar comportamientos, tendencias y preferencias dentro de estudios de movilidad, es así que con el fin de conocer la posición de los pobladores frente a la propuesta de implementar una ciclovía urbana y conocer la movilidad en la ciudad de Tena, se aplicarán encuestas a los potenciales usuarios y no usuarios de la ciclovía ya que es importante conocer las opiniones del entorno completo alrededor del que se desenvuelve la

investigación, por los malestares que puede causar a los conductores de transporte público como

privado y beneficios en términos de movilidad.

2.2.1. Tipos de encuesta

- Entrevistas y cuestionarios:

Son cuestionarios elaborados de forma cuidadosa, se llevan a cabo con una persona a la vez, es decir la recolección de información es individual, esta herramienta permite obtener información detallada al realizar preguntas acorde a la evolución de la entrevista (Pribyl, 1994).

- Panel:

Consta en repetir la misma encuesta más de una vez, en los paneles de encuesta largos el periodo de encuesta a encuesta es de años, mientras que en paneles cortos es un periodo de días, por ejemplo 3 días sucesivos (Ortúzar, Armoogum, Madre & Potier, 2011). Esto permite obtener información en dos momentos diferentes de las mismas personas para conocer su evolución registrando las variaciones de una variable a lo largo del tiempo, sin embargo este método absorbe varios recursos como tiempo y dinero (Pribyl, 1994).

- Encuesta telefónica:

Es un método eficiente y de bajo costo, sin embargo, no se logra obtener información detallada y además los sujetos de investigación no siempre responden (Pribyl, 1994).

- Cuestionarios por correo:

La información en este método no se obtiene fácilmente, además carecen de respuesta libre limitando así la recolección de información. Según estudios la tasa de respuesta a los cuestionarios por correo es baja (Pribyl, 1994).

2.2.2. Encuestas de preferencias

En un estudio realizado en Singapur para la elección de rutas de servicios de transporte, se utilizó la metodología de preferencia revelada (RP) y preferencia declarada (SP) por su versatilidad ya que para los usuarios de sistemas de transporte, la decisión de qué camino tomar se basa en las relaciones de atributos como el tiempo de viaje y otros factores (Lam & Xie, 2002).

Los atributos significativos de los modelos analizados en este estudio indicaron que la elección de la ruta de tránsito es un proceso de toma de decisiones de varios criterios. Esto sugiere que la manera más frecuente de asignación de rutas de tránsito en muchos modelos de planificación basados en un solo criterio, como el tiempo mínimo, puede no ser apropiada en situaciones de elección (Lam & Xie, 2002).

Es así que la combinación entre estas dos modalidades de encuesta RP y SP logran recabar la información suficiente y necesaria para conocer la posición de los potenciales usuarios ante una alternativa ficticia, que en este caso es una cicloruta urbana y a su vez, permite recolectar información acerca de su situación actual en torno a sus patrones de movilidad y medio de transporte utilizado (Ortúzar, 2021).

2.2.2.1. Encuestas de preferencias declaradas

Este tipo de encuestas busca establecer una situación imaginaria y presentársela a los encuestados, para así lograr conocer cuál sería su posición o comportamiento frente a esta propuesta hipotética (Ortúzar, 2021). En este caso sería la implementación de una nueva alternativa de transporte que actualmente no existe, es decir, una ciclovía urbana.

Es importante señalar que el escenario imaginario debe plantearse con claridad y detalle en función de los atributos que son relevantes para esta investigación, de forma que se pueda conocer una reacción real de la población ante este escenario.

Sin embargo, existirán ciertos sesgos que definan las respuestas de la población encuestada, según el curso de Introducción a los modelos de demanda de transporte de la Pontificia Universidad Católica de Chile éstos son (Ortúzar, 2021):

- Sesgo de afirmación
- Sesgo de racionalización
- Sesgo de política
- Sesgo de no restricción

Estos sesgos muchas veces son responsables de alterar la confiabilidad de los resultados obtenidos en encuestas. Afortunadamente se los puede evitar escogiendo un buen enfoque de la población encuestada, en este caso la muestra no se limita a personas que sólo utilicen el servicio de transporte público sino a conductores de vehículos particulares, además las preguntas elaboradas deben ser claras y concisas para lo cual se realiza una prueba piloto donde se pueden detectar errores de semánticos dentro de las preguntas al ser una fase de prueba, se identifican las correcciones pertinentes para así obtener la información necesaria sin persuadir al encuestado a contestar lo que nosotros queremos oír (Ortúzar, 2021).

Hay tres formas de llevar a cabo una encuesta de preferencias declaradas, estas se definen por la forma de recolectar información y son:

- Elección: Consiste en presentar una serie de opciones descritas detalladamente para que así la persona entrevistada pueda escoger una de estas (Ortúzar, 2021).
- Ranking: Se presenta al sujeto encuestado una serie de opciones y éste de acuerdo a su percepción debe ordenarlas de mejor a peor, este tipo de entrevista tiene sus pros y contras ya que le toma más tiempo al entrevistado ordenar las alternativas en lugar de elegir solo una además que resulta compleja la tabulación de la información, sin

embargo se logra obtener información que resulta importante como el nivel de acogida que tiene cada alternativa lo cual es de gran interés para futuras investigaciones (Ortúzar, 2021).

- Escalamiento: Se plantean opciones al encuestado y en base a una escala de medición este debe manifestar su opinión, por ejemplo, si absolutamente elige una opción sobre otra, si tal vez la elegiría o si le dan igual las opciones planteadas, obteniendo de esta manera más información para futuras investigaciones (Ortúzar, 2021).

2.2.2.2. Encuestas de preferencias reveladas

Estas encuestas tienen como propósito conocer la situación actual de las personas, es decir su comportamiento real, en términos de movilidad estas encuestas se han utilizado en los últimos años para registrar los viajes realizados durante un periodo de días de una familia, entre sus principales utilidades está (Ortúzar, 2021):

- Estimar modelos de generación de viajes: conocer puntos de partida y puntos de llegada.
- Estimar la partición modal de viajes: descubrir en qué se basa la elección del medio de transporte de las personas.
- Distribución de longitudes de viajes: conocer los lugares más frecuentes de viaje, así como cuánto tiempo permanecen en un vehículo los encuestados.

La información más común recabada de estas encuestas es saber cuánto viajan los sujetos de estudios y cómo viajan lo cual es información básica para la generación de modelos de demanda de transporte (Ortúzar, 2021).

Por otro lado, dentro de las encuestas de preferencias reveladas se encuentran las encuestas de interceptación que tienen como propósito la generación de matrices de viajes que se realizan a

personas que se encuentran en movimiento, es decir se detiene a los sujetos en un semáforo, una terminal e incluso un aeropuerto. La información obtenida de este tipo de encuesta es el origen y destino de viaje, su motivo y además la información básica de los sujetos como sexo, edad, formación e incluso los ingresos del encuestado (Ortúzar, 2021).

2.3. Ciclovía

Se define como ciclovía, cicloruta o ciclo pista a la infraestructura destinada a la circulación de bicicletas en su conjunto con la señalización vertical y horizontal de la misma y los dispositivos complementarios que pueden o no formar parte de la misma. Las instalaciones para bicicletas, como las ciclovías, se consideran bienes públicos y tienen valor económico. Generalmente, eso no se considera en un análisis tradicional porque implica un valor no de mercado que es difícil de estimar. (Lee, Han & Shin, 2020).

2.3.1. Tipos de ciclovía

Existen tres tipos de ciclovía que se clasifican en función a su ubicación dentro del sistema vial, siendo estos: carril exclusivo para bicicleta, ciclovía compartida con peatones y ciclovía en espaldón de vía.

Los distintos tipos de carriles para bicicletas tienen diferentes niveles de riesgos y comodidad para los ciclistas, costos de construcción y mantenimiento y anchos de vía (Shui & Szeto, 2020). A continuación, se presentan resultados de algunos estudios de preferencias realizados alrededor del mundo:

- El ciclismo en aceras compartidas como una política explicita de la ciudad aumenta el uso de bicicletas (Lee, Han & Shin, 2020).
- La mayoría de los estudios de preferencia declarada (SP) que analizaron tanto los carriles para bicicletas como los carriles para bicicletas encontraron que los ciclistas

más experimentados preferían los carriles en la calle a los carriles para bicicletas (Pucher, Buehler y Seinen, 2011 ; Stinson y Bhat, 2003 ; Tilahun, Levinson y Krizek, 2007) (Lee, Han & Shin, 2020).

- Varios estudios encontraron una preferencia de los carriles exclusivos para bicicletas sobre los carriles entre ciclistas y no ciclistas (Broach, Dill y Gliebe, 2012; Kang y Fricker, 2013; Mitra, Ziemba y Hess, 2017; Wardman, Tight y Page, 2007) (Lee, Han & Shin, 2020).

2.3.1.1. Carril bicicleta

El carril de bicicleta se caracteriza por ser parte de la calzada como un carril preferencial destinada al uso exclusivo de bicicletas.

Muchos estudios han demostrado que este es el tipo de ciclovía que prefieren los ciclistas más experimentados ya que deben lidiar con otros vehículos en movimiento, para el diseño de estas ciclovías es necesario tener en cuenta la velocidad de circulación permitida para los vehículos motorizados ya que representan un peligro inminente hacia el ciclista.



Figura 2.6. Carril bicicleta en Gonyang, Korea
Fuente: Lee, Han & Shin, 2020



Figura 2.7. Carril bicicleta en Gonyang, Korea
Fuente: Lee, Han & Shin, 2020

2.3.1.2. Ciclovía compartida

Dentro de la ciclovía compartida se tienen dos subdivisiones que son las ciclovías compartidas con los vehículos y las ciclovías compartidas con los peatones dentro de las aceras.



Figura 2.8. Ciclovía compartida con vehículos motorizados en Arizona
Fuente: MTOP, 2015

La ciclovía compartida en la calzada no requiere un carril exclusivo, sin embargo, es necesario contar con señalización vertical y horizontal, especialmente los pictogramas pintados en la

calzada y límites de velocidad establecidos para los vehículos ya que ésta es una de las ciclovías con mayor riesgo de accidentes.



Figura 2.9. Ciclovía compartida en aceras en Gonyang, Korea
Fuente: Lee, Han & Shin, 2020

Las ciclovías compartidas en aceras significan un riesgo notable para el peatón por lo cual es necesario establecer un límite de velocidad al ciclista para reducir el riesgo de posibles accidentes, para la división de la calzada es necesario utilizar pintura epóxica o adoquines de color diferente para que así cada usuario respete y pueda identificar su espacio.

2.3.1.3. Ciclovía segregada

Este tipo de ciclovías es el más seguro para los usuarios de bicicleta ya que se encuentra separado totalmente de la calzada en la vía urbana, así como también de los peatones, los únicos medios de transporte que circulan por esta vía exclusiva son bicicletas, scooters y patinetas.

Sin embargo, su implantación dentro de un sistema de transporte resulta bastante complejo por el espacio que esta demanda, además su implantación como una ciclovía urbana es bastante compleja ya que dentro de una ciudad que está en constante crecimiento es muy difícil establecer

una vía únicamente para bicicletas que satisfaga las necesidades de transporte diario de la población.



Figura 2.10. Ciclovía segregada en Gonyang, Korea
Fuente: Lee, Han & Shin, 2020

2.3.1.4. Ciclovía en espaldón

Este tipo de ciclovías corresponde a un carril de bicicleta de un solo sentido acoplado al espaldón de las carreteras, en este caso cada carril de bicicleta tiene el mismo sentido al carril del cuál el espaldón es parte, para que su implementación sea óptima este debe estar adaptado de bandas sonoras laterales de tal forma que se logre garantizar la seguridad de los usuarios (MTOP, 2015).



Figura 2.11. Ciclovía en espaldón vía Pifo-Papallacta
Fuente: MTOP, 2015

2.3.2. Características de una ciclovía

Una ciclovía correctamente concebida debe brindar confort y garantizar seguridad al usuario por medio del cumplimiento de las especificaciones técnicas establecidas en este caso dentro del Plan Estratégico Nacional de Ciclovías creado por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP) en el año 2015 que tiene como campo de aplicación todas las vías, espacios públicos y privados de carácter urbano o rural en Ecuador (MTOP, 2015).

Por otro lado, un punto indispensable a considerar es la ruta de la ciclovía, es necesario que ésta cumpla las necesidades de movilidad y a su vez no influya de manera negativa en el flujo de tránsito vehicular.

Tabla 2.3: Parámetros para la implementación de ciclovías

Parámetro	Característica
Seguridad	Velocidad promedio de la vía; Flujo de la vía; Tipo de infraestructura de la ciclovía; Señalización y Ancho de la vía.
Técnicos y Económicos	Pendientes máximas de la vía; Demanda de usuarios y Conectividad.
Sociales	Beneficios para la salud; Fortalecimiento del turismo.
Ambientales	Disminución del transporte motorizado

Fuente: MTOP, 2015

Para escoger el tipo de ciclovía que se puede implementar se necesita conocer la velocidad a la que circulan los vehículos en la vía, así como el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) que transcurre en esa vía. Para eso se tiene el siguiente gráfico basado en el Manual Nacional de Bicicletas de Irlanda elaborado en el 2011.

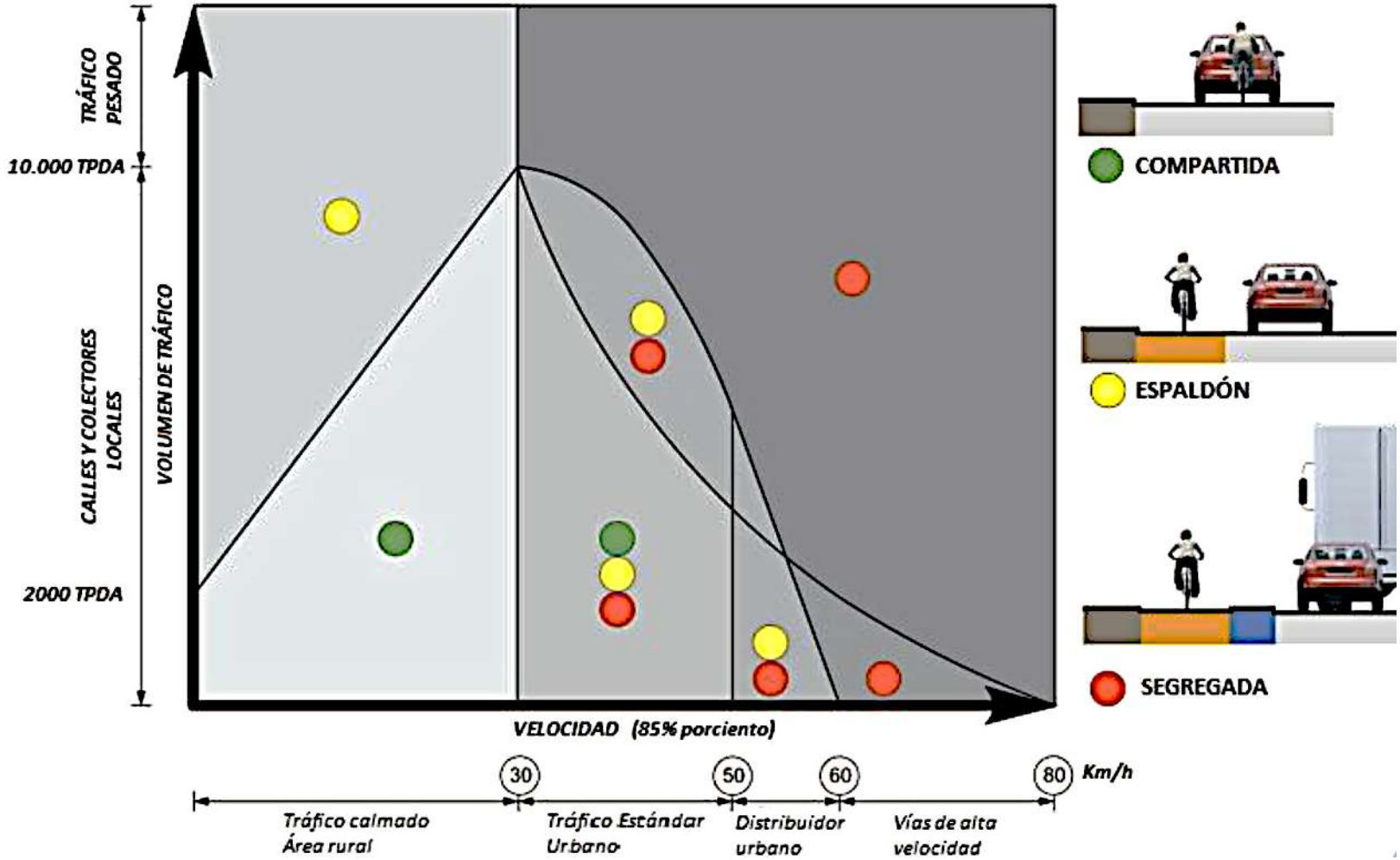


Figura 2.12. Volumen de tráfico vs Velocidad
Fuente: NTA, 2011

2.3.2.1. Características técnicas para ciclovías

Las características técnicas para el diseño de ciclovías se basan en torno a ciertos parámetros establecidos por el MTOP

Tabla 2.4: Características técnicas según el tipo de ciclovía

Tipo de carril	Especificación
Carril bicicleta	Velocidad máxima: 50 km/h. Ancho mínimo de carril bicicleta unidireccional: 1.20 m.
Ciclovía compartida	<u>Opción 1:</u> Velocidad máxima: 30 km/h. Ancho de carril: hasta 3 m. Marcas de pavimento: se colocarán en el centro del carril. Figura 2.20 <u>Opción 2:</u> Velocidad máxima: 50 km/h Ancho de carril: mayor a 3 m. Marcas de pavimento: se colocarán al costado derecho del carril. Figura 2.21
Ciclovía segregada	Se puede implementar en todas las vías del país. Excepto autopistas.
Ciclovía en espaldón	Velocidad máxima: 90 km/h. Ancho mínimo de espaldón: 1.20 m (ideal 1,50 m).

Fuente: MTOP, 2015

2.3.3. Requisitos mínimos para ciclovías

Los requisitos mínimos para las ciclovías se basan en el Plan Estratégico Nacional de Ciclovías donde se establecen los mínimos a considerar para garantizar la seguridad del ciclista, así como también el nivel de servicio de la ciclovía.

2.3.3.1. Tamaño estándar bicicleta-ciclista

El tamaño estándar del conjunto bicicleta-ciclista es de 0.75 – 1.00 m en vista frontal como se muestra en la Figura 2.13 y en vista lateral el ancho estándar es de 1.70 – 1.90 m que depende básicamente del modelo de la bicicleta y en altura las medidas van desde 1.70 m hasta 1.90 m, que depende de la altura del ciclista, así como también del modelo de bicicleta como se indica en la Figura 2.14 (MTOP, 2015).

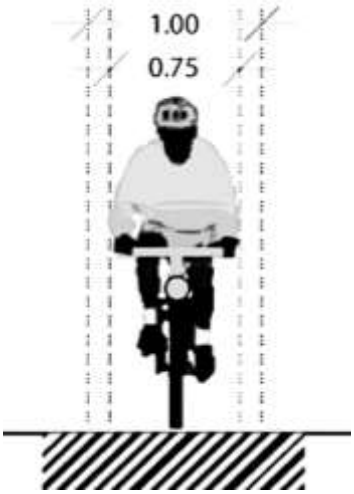


Figura 2.13. Vista frontal conjunto bicicleta-ciclista
Fuente: MTOP, 2015

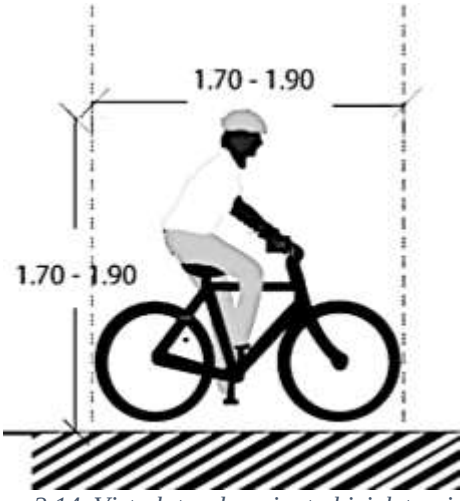


Figura 2.14. Vista lateral conjunto bicicleta-ciclista
Fuente: MTOP, 2015

2.3.3.2. Ancho mínimo de carril

Este parámetro depende del sentido de circulación de la ciclovía y si ésta permite adelantar a otro ciclista, así como también del número de carriles con los que cuenta, además en ciertas situaciones es necesario contar con espacios de resguardo de los elementos que rodean la ciclovía, estos pueden ser bordillos superiores a 50 mm, obstáculos de mobiliario urbano como árboles, bancas, muros, guardavías, entre otros (MTOP, 2015).

A continuación, se presenta una tabla que resume las dimensiones de la vía de circulación bicicleta-ciclista.

Tabla 2.5: Ancho mínimo de carril

Número de carriles	Característica	Ancho mínimo
1	No permite adelantamientos.	1.20 m
	Sí permite adelantamientos y circulación en paralelo.	1.50 m
2	Permite la circulación en dos sentidos.	2.20 – 2.50 m

Fuente: MTOP, 2015

Tabla 2.6: Dimensiones por espacio de resguardo

Elemento	Descripción	Ancho mínimo
Bordillo	Bordillo con altura superior a 50 mm	0.20 m (a cada lado de la ciclovía) Figura 2.15
Mobiliario urbano	Obstáculos o elementos discontinuos como: bancas, árboles, muros, guardavías.	0.40 m (a cada lado de la ciclovía) Figura 2.16

Fuente: MTOP, 2015

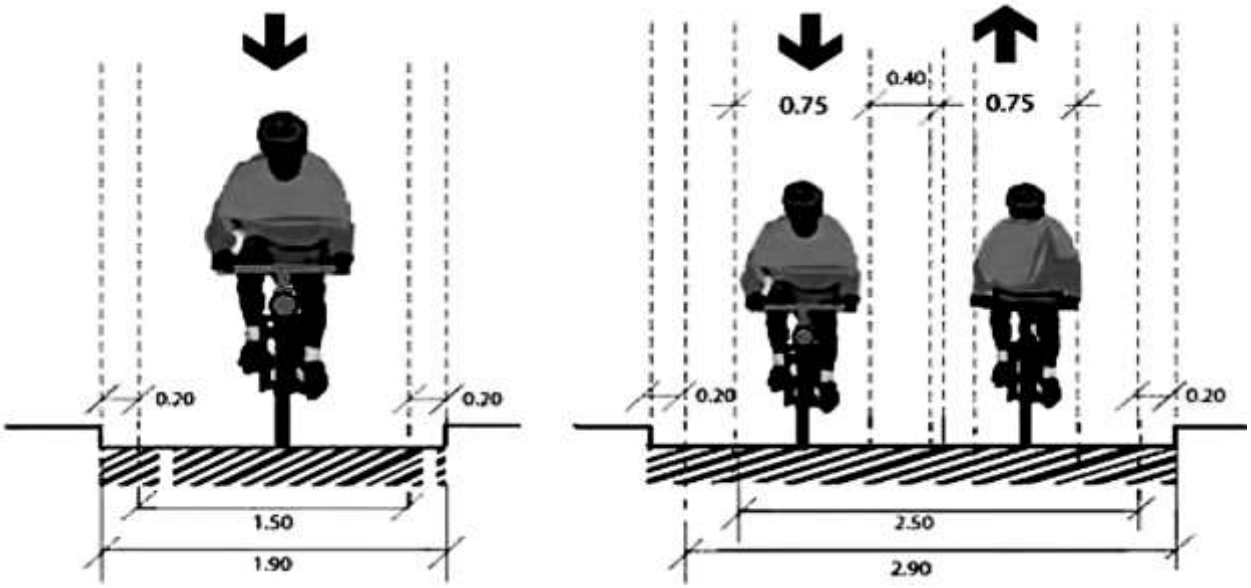


Figura 2.15. Espacio de resguardo con bordillo para ciclovía de 1 y 2 carriles
Fuente: MTOP, 2015

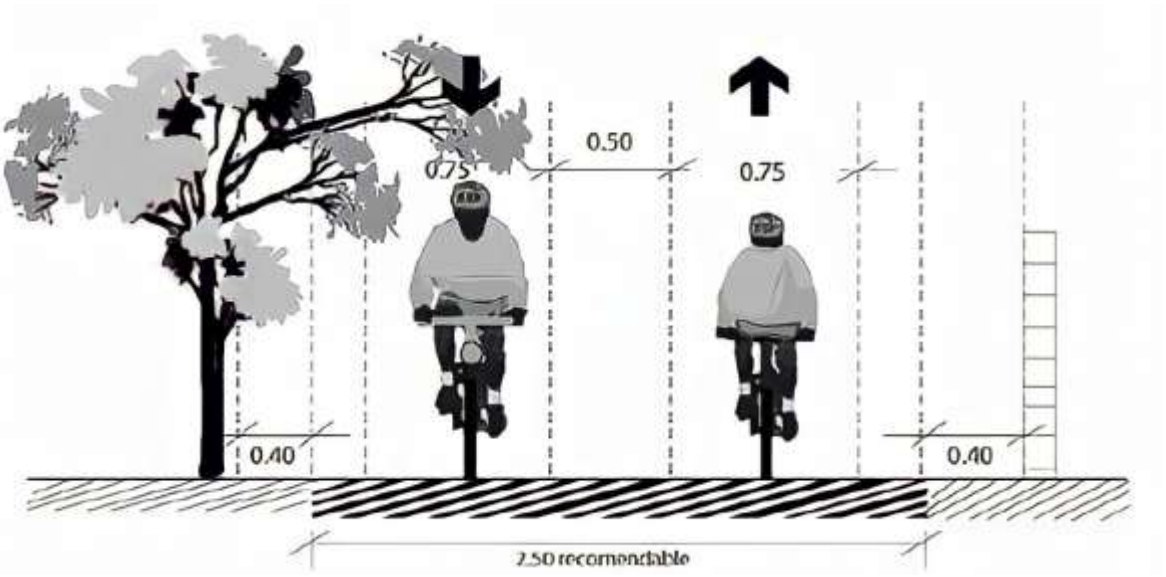


Figura 2.16. Espacio de resguardo con mobiliario urbano
Fuente: MTOP, 2015

2.3.3.3. Espacio de resguardo para ciclovías en estacionamientos

En caso de que el trazado de la ciclovía pase por lugares de estacionamiento, será necesario guardar un espacio de resguardo para que la puerta de los vehículos se pueda abrir cuando el estacionamiento en línea o cordón y cuando el estacionamiento sea en batería para que la parte delantera los autos no interfiera con el flujo de los ciclistas.

Tabla 2.7: Espacio de resguardo para estacionamientos

Tipo de Estacionamiento	Espacio mínimo
Línea o cordón	0.70 m (medidos desde el bordillo) Figura 2.17
Batería	1.00 m (medidos desde el bordillo) Figura 2.18

Fuente: MTOP, 2015

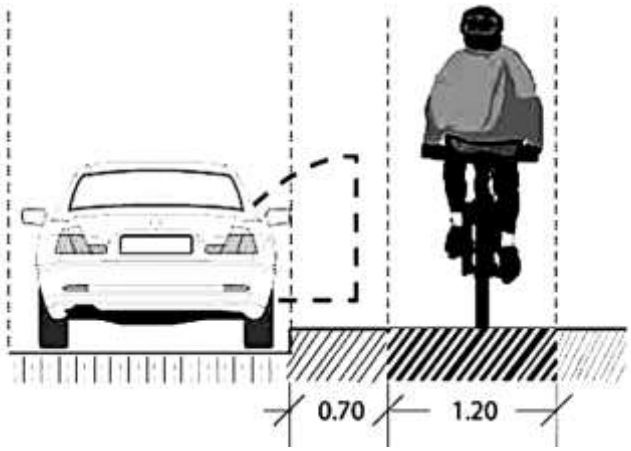


Figura 2.17. Espacio de resguardo en estacionamientos en línea o cordón
Fuente: MTOP, 2015

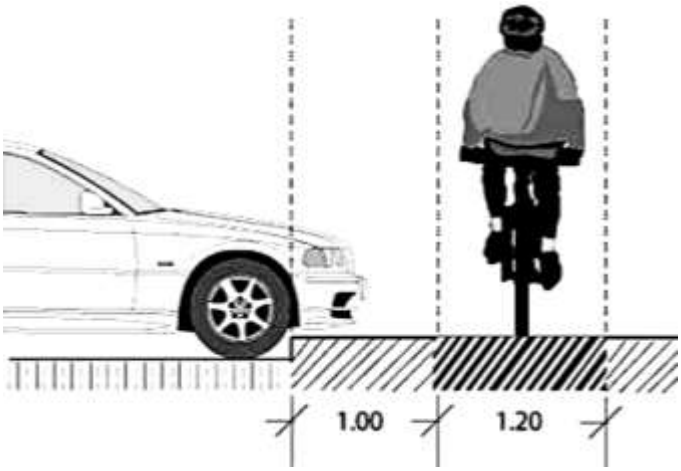


Figura 2.18. Espacio de resguardo estacionamientos en batería
Fuente: MTOP, 2015

distancia mínima de 0.50 m entre el carril bicicleta y la zona de estacionamiento como se muestra a continuación en la Figura 2.19 (MTOP, 2015)

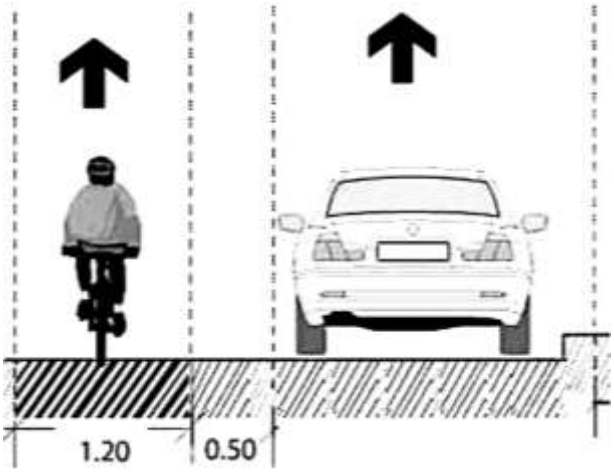


Figura 2.19. Carril bicicleta junto a estacionamiento en línea
Fuente: MTOP, 2015

2.3.3.4. Espacio para carriles compartidos

Si los carriles tienen un ancho menor a 3 m, el ciclista puede desplazarse en todo el carril Figura 2.20, si los carriles tienen un ancho mayor a 3 m debe utilizar únicamente el extremo derecho Figura 2.21. A su vez será necesario que la calzada cuente con señalización horizontal que establezca el uso compartido de la vía.

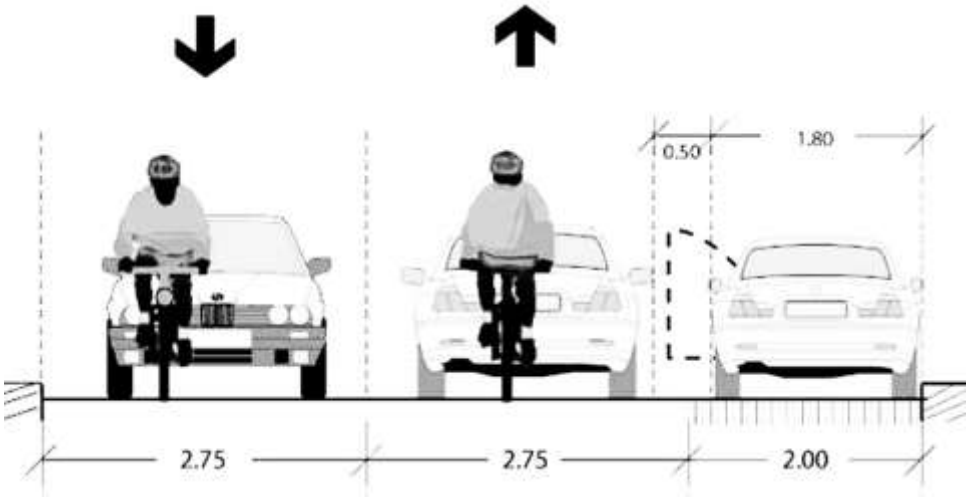


Figura 2.20. Carril compartido en vías con ancho menor a 3 m
Fuente: NEC, 2011

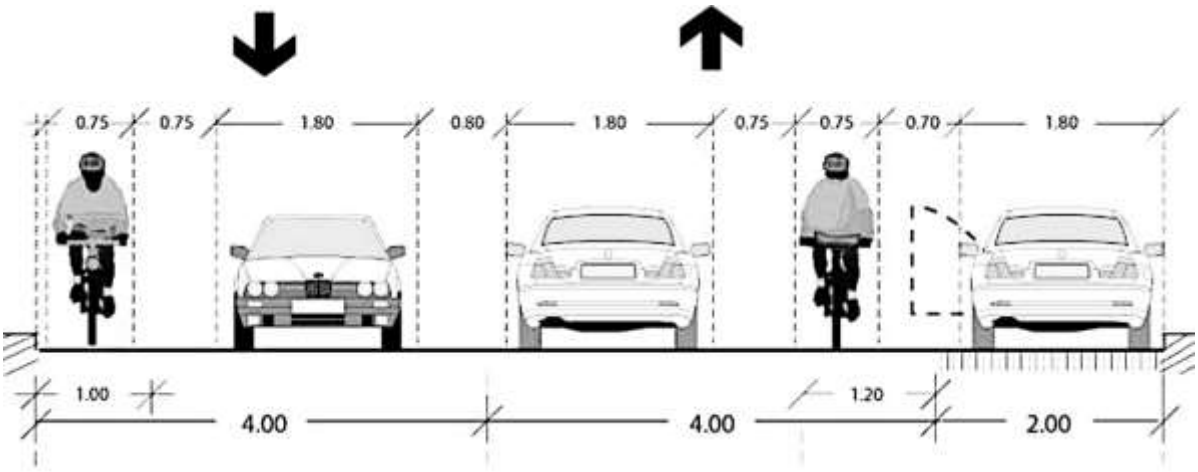


Figura 2.21. Carriles compartidos en vías de ancho mayor a 3 m
Fuente: NEC, 2011

2.3.3.5. Velocidad de diseño para ciclovía

En base a esta velocidad se realiza el diseño geométrico de los elementos de la ciclovía como peraltes y radios de curvatura, para establecerla, es necesario conocer a qué velocidad se desplaza un ciclista, según el *Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas* en zonas urbanas donde predomina una topografía plana, los ciclistas se desplazan a una velocidad entre 15 – 20 km/h, en caso de existir pendientes ascendentes ésta puede disminuir hasta 10 km/h, mientas que en descensos los ciclistas alcanzas velocidades de 40 km/h. Por otro lado, en zonas interurbanas la velocidad media del ciclista está entre 25 – 30 km/h en topografía plana que puede llegar incluso a velocidades mayores a los 50 km/h.

En el caso de Ecuador, se presenta la tabla 2.8 donde se especifica la velocidad de ciclistas en función del tipo de vía donde esté establecida la ciclovía.

Tabla 2.8: Velocidad de diseño de ciclovías según jerarquización vial

Jerarquización vial	Velocidad máxima (km/h)
Vía principal de conexión	≤ 35
Vía colectora	≤ 25
Vía local	≤ 20
Calle residencial	≤ 20

Fuente: Uvidia, 2014

Estas velocidades de diseño son aplicables según el perfil longitudinal del terreno, funcionan para pendientes de hasta el 10%, su uso en pendientes mayores no sería eficiente debido al esfuerzo físico que se realiza en desniveles muy pronunciados (Uvidia, 2014).

2.3.3.6. Señalización de ciclovía

Uno de los elementos básicos que logra garantizar la seguridad de vida de los ciclistas es la señalización, se ha demostrado que logra reducir las posibilidades de accidentes de tránsito. Al hablar de ciclovías, el propósito de la señalización es informar a los conductores de vehículos motorizados la presencia de ciclistas en la vía (INEN, 2011).

En Ecuador la autoridad competente en esta área es la Agencia Nacional de Tránsito (ANT) y cuenta con señales regulatorias, preventivas e informativas que están normadas bajo el Reglamento INEN NTE 004 parte 6: Ciclovías establecido en 2011.

- Señales regulatorias (R): Regulan la circulación del tránsito, el incumplimiento de estas tiene como consecuencia una infracción de tránsito (INEN, 2011).
- Señales preventivas (P): Advierten a los conductores sobre elementos inesperados o peligrosos en el trayecto de la misma (INEN, 2011).
- Señares de informativas (I): Se caracterizan por entregar información acerca de distancias, rutas, cambios de dirección, sitios turísticos y destinos (INEN, 2011).

2.3.3.7. Señalización vertical

La señalización vertical consta de elementos que se colocan sobre la vía con el uso de placas fijadas sobre postes, su propósito es informar y advertir a los usuarios y no usuarios (conductores de vehículos no motorizados y peatones) de la ciclovía las normas para una correcta conviencia entre los diferentes medios de transporte por medio del uso de simbología y texto (INEN, 2011).

En la Tabla 2.9 se puede observar la distancia a la que deben ubicarse los postes de señalización vertical.

Tabla 2.9: Distancia mínima de colocación lateral de Señalización Vertical

Zonas urbanas	Ciclovías con aceras	0.40 – 1.00 m
	Ciclovías con bordillos en parterres o islas de tránsito	0.50 – 1.00 m
Zonas rurales	Ciclovías en carreteras	0.60 – 1.00 m (medidos desde el borde del espaldón o borde externo de la cuneta)

Fuente: INEN, 2011

Tabla 2.10: Señalización reguladora según tipo de ciclovía RC1- Prioridad de paso

Tipo de ciclovía	Señalización
Carril compartido	
Carril compartido entre buses y bicicletas	
Carril bicicleta junto a carril exclusivo de transporte público	

Fuente: INEN, 2011

Tabla 2.11: Señalización reguladora según tipo de ciclovía RC2-Movimiento y circulación

Tipo de ciclovía	Señalización
Ciclovía segregada	
Ciclovía en espaldón	
Carril bicicleta	

Fuente: INEN, 2011

La señalización que se muestra a continuación en la Tabla 2.12 rige el movimiento y circulación de todos los usuarios de las vías con el propósito de precautelar la seguridad del ciclista.

Tabla 2.12: Señalización reguladora rige movimiento y circulación

Descripción	Señalización
Pare	
Ceda el paso	

Tabla 2.13: Señalización de advertencia rige movimiento y circulación (continuación)

Descripción	Señalización
No entre	
No rebasar	

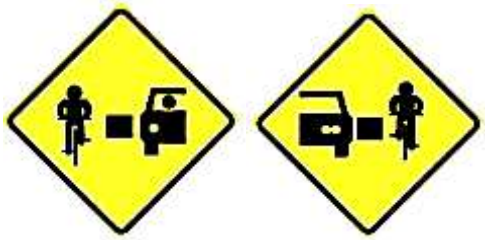
Fuente: INEN, 2011

A continuación, se indican las señales preventivas que tienen por objetivo aportar a la seguridad vial, sin embargo, no deben ser colocadas de manera repetitiva ya que esto puede disminuir su efectividad (INEN, 2011).

Tabla 2.14: Señalización preventiva para los usuarios de la vía

Descripción	Señalización
Vía resbalosa	
Descenso pronunciado	

Tabla 2.15: Señalización preventiva para los usuarios de la vía (continuación)

Descripción	Señalización
Precaución de apertura de puertas	
Entrada y salida de vehículos	
Ciclistas en la vía	
Cruce de bicicletas al virar	

Fuente: INEN, 2011

2.3.3.8. Señalización horizontal

La señalización horizontal tiene como propósito la regularización de la circulación, así como también prevenir o dirigir a los usuarios de la vía.

Los pictogramas se realizan con los colores blanco, amarillo y verde como se detalla a continuación:

- Blanco: Con este se define los carriles de tránsito, se pinta flechas, símbolos, mensajes viales, líneas de pare y ceda el paso (INEN, 2011).
- Amarillo: Es utilizado para diferenciar el sentido de los (INEN, 2011).
- Verde: Este color es opcional se utiliza para señalar los espacios de seguridad, cruces de ciclistas en intersecciones o en zonas donde el ciclista debe ser más visibilizado (INEN, 2011).

Los pictogramas en el pavimento deben estar ubicados en cada inicio y fin de las intersecciones de la ciclovía y su ubicación dependerá de la infraestructura ciclista.

Tabla 2.16: Ubicación de pictogramas según tipo de infraestructura ciclista

Infraestructura ciclista	Ubicación de pictogramas
Vías compartidas con ancho mayor a 3m	Inicio y fin de cada intersección. Cada 50 m.
Ciclovías segregadas	Inicio y fin de cada intersección. Cada 100 m.
Carril bicicleta	
Otra infraestructura ciclista dentro del perímetro urbano	
Ciclovías rurales	Inicio y fin de cada intersección. Cada 250 m. Cada 100 m (en zonas que atraviesen poblados).

Fuente: INEN, 2011

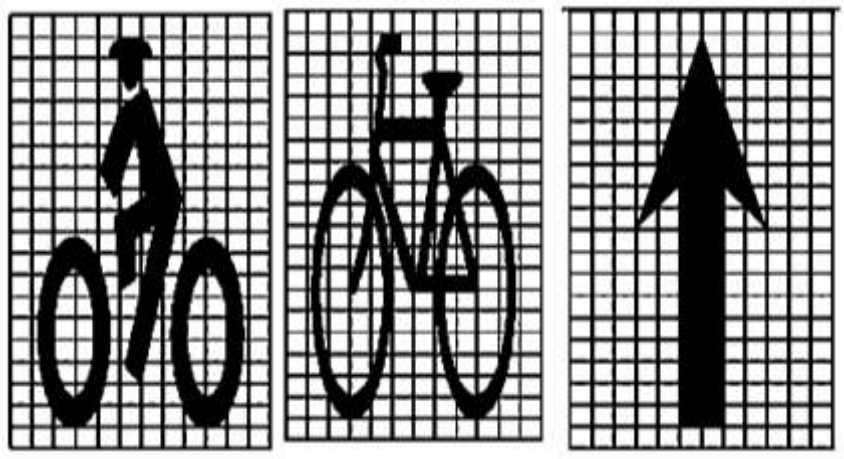


Figura 2.22. Principales símbolos de señalización horizontal
Fuente: AASHTO, 2012

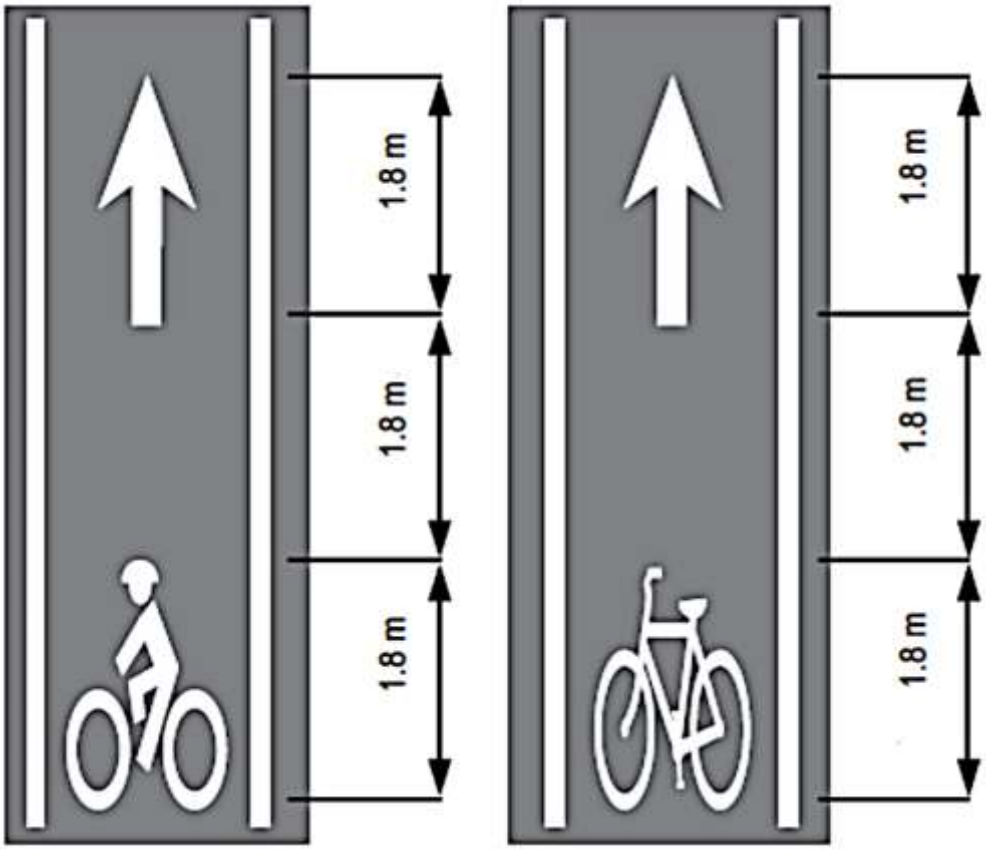


Figura 2.23. Dimensión estándar de pictogramas señalización horizontal
Fuente: INEN, 2011

En adición a los pictogramas pintados sobre la calzada, también se puede implementar dispositivos complementarios que incrementan la seguridad vial en la ruta, estos son: separadores, semaforización e iluminación y deben ser ubicados tomando en cuenta las dimensiones mínimas de separación entre la ciclovía y los objetos de mobiliario urbano de tal forma que no se vea comprometida la circulación del ciclista y evite que vehículos motorizados invadan esta zona exclusiva (INEN, 2011).

Tabla 2.17: Dispositivos complementarios de señalización horizontal

Dispositivo complementario		Descripción	Imagen
Separadores viales	Separadores tipo tachones	Colocación: cada 25 cm. Dimensiones: Alto: 4 cm Ancho: 20 cm Largo: 12 cm Capacidad: 27 toneladas ± 50 toneladas	
	Separadores tipo encarrilador	Colocación: cada 30 cm. Dimensiones: Alto: 8.5 cm Ancho: 15 cm Largo: 40 cm Capacidad: 27 toneladas ± 50 toneladas	
	Separadores viales tipo delineador de carril exclusivo	Colocación: cada 30 cm. Dimensiones: Alto: 10 cm Ancho: 15 cm Largo: 30 cm Capacidad: 27 toneladas ± 50 toneladas	
	Separadores viales tipo delineador abatible	Colocación: en intersecciones Dimensiones: Alto: 75 cm Diámetro: 7.5 - 10 cm Ancho de base: 10 - 20 cm Capacidad: 350 impactos a 45 km/h	
Semaforización		Colocación: en toda intersección semaforizada. Altura máxima: 3.50 m Deben estar sincronizados con los semáforos vehiculares, dejando de 3 a 5 segundos para el arranque.	

Fuente: INEN, 2011

Un parámetro importante en la señalización de una ciclovía es la iluminación, esto posibilita que los usuarios de esta puedan desplazarse por la noche, ya que permite al ciclista observar la textura de la vía, los cambios de dirección de la misma y los posibles obstáculos que se puedan atravesar. Además de que el ciclista pueda observar, es importante que pueda ser observado por los demás usuarios de la vía ya que no todas las bicicletas cuentan con el mismo sistema de alumbrado (INEN, 2011).

Las especificaciones de iluminación exclusiva para ciclovías deben ubicarse como lo indica la Tabla 2.18.

Tabla 2.18: Detalle de especificaciones de iluminación

Iluminación	Especificación
Puntos de luz	Altura: 4 – 5 m
Postes o farolas	Depende de la localización de la ciclovía Separación: 20 – 40 m Separación: 30 m (zonas arboladas) Separación: 40 m (zonas descampadas)

Fuente: INEN, 2011

3. CAPÍTULO 3: DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA CICLOVÍA

3.1. Recolección de datos

Para conocer la aceptación y saber qué porcentaje de la población de Tena usaría una ciclovía urbana, se aplicará una encuesta de preferencias, conformada por preguntas de preferencias declaradas y preferencias reveladas.

Es necesaria la delimitación de un cordón externo que defina el área de interés y a partir de ésta se tiene que hacer una zonificación que permita representar los viajes de manera especial, los puntos donde se realizarán las encuentras se muestran en la Figura 3.24:



Figura 3.24. Puntos de recolección de datos

3.1.1. Elaboración de encuesta de movilidad

Para la elaboración de la encuesta de movilidad, es importante preguntarse ¿qué información necesito recabar? En esta investigación se busca conocer la situación actual de la población frente a movilidad urbana, para esto es necesario preguntar a la población acerca de su medio de transporte más frecuente, la distancia que recorren a diario, el principal motivo por el cual se desplazan, conocer si tienen vehículos propios, si poseen bicicleta, la frecuencia de su uso, para qué la utilizan y cómo se desplazan con esta por la ciudad. Por otro lado, es importante conocer la opinión de la ciudadanía frente a la hipotética implementación de una ciclovía dentro de la ciudad como una nueva alternativa de movilización, saber si la usarían e incluso si podría llegar a convertirse en su medio de transporte diario, el tipo de ciclovía que preferirían y por dónde se sentirían más cómodos circulando en bicicleta. Esta encuesta está basada en la tesis *Metodología de estudio de preferencias declaradas y reveladas para la implementación del sistema de bicicleta pública en una ciudad* desarrollada por el Arq. Julio Chiriboga en el año 2014 (Chiriboga, 2014) y en la *Encuesta para potenciales usuarios de bicicletas usuarios de bicicleta y red de ciclovías emergentes del DMQ* realizada por la secretaría de movilidad del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) en el 2020 (DMQ, 2020). Se realizó un primer borrador que después de la revisión, observaciones por parte del Director de esta tesis Ing. Gustavo Yánez fue aprobado.

3.1.1.1. Encuestas de preferencias reveladas

A continuación, se presentan las 14 preguntas que describirán la situación actual de la población con respecto a sus patrones de movilidad.

1. Datos personales	Sexo	Femenino			
		Masculino			
		Otro			
	Edad	12-18 años		18-25 años	
		25-35 años		35-45 años	
		45-55 años		Mayor a 55 años	
	Situación Laboral	Trabaja		Ama de casa	
		Jubilado		Estudiante	
		Otro			
2.¿Cuál es su principal modo de transporte?	Bus		Automóvil		
	A pie		Bicicleta		
	Taxi		Transporte escolar/institucional		
	Motocicleta		Otro		
3. ¿Cuál es su principal motivo de viaje?	Trabajo		Estudio		
	Compras		Salud		
	Diversión		Diligencias personales		
	Otro				
4. ¿Cuánto duró su viaje desde su casa hasta aquí?	10 – 20 min		20 – 30 min		
	30 – 40 min		40 – 50 min		
	50 – 60 min		Más de 1 hora		
5. ¿Qué distancia aproximada se desplaza a diario?	Menos de 1 km		1 – 3 km		
	3 – 5 km		5 – 7 km		
	7 – 9 km		Más de 9 km		
6. ¿Tiene auto propio?	SI		NO		
7. ¿Tiene bicicleta? *(Si la respuesta es NO, vaya a la pregunta 15)*	SI		NO		
8. ¿Ha utilizado la bicicleta para transportarse a través de la ciudad?	SI		NO		
9. ¿Con qué frecuencia utiliza la bicicleta?	Todos los días		Casi siempre		
	Fines de semana		Tres veces por semana		
	Nunca		Vacaciones/Feriados		
10. ¿Cuál cree que es la mayor dificultad de combinar la bicicleta con otros medios de transporte?	No permiten subirla a los buses				
	No permiten subirla a los taxis				
	Miedo a perder mi bicicleta				

11. Actualmente utiliza la bicicleta como *(puede seleccionar más de 1)*	Deporte		Medio de Transporte	
	Recreación		Otro	
12. ¿Por qué no utiliza la bicicleta con frecuencia? *(puede seleccionar más de 1)*	Por inseguridad vial			
	No hay vías exclusivas			
	No hay parqueaderos adecuados			
	Falta de costumbre			
	Miedo a sufrir un accidente			
	Miedo a sufrir un robo			
	Sufrir un percance mecánico			
13. Cuando circula en bicicleta ¿por dónde lo hace?	Vereda			
	Calzada			
	Ambos			
14. Cuando circula en bicicleta ¿respeta las señales de tránsito?	Siempre			
	A veces			
	Nunca			

3.1.1.2. Encuestas de preferencias declaradas

Estas son las preguntas que lograrán describir cuál sería el comportamiento de la población de Tena si se implementaría una ciclovía urbana en la ciudad, así como también se puede conocer cuál sería el tipo de ciclovía con la que se sientan más seguros.

15. ¿Quisiera usar bicicleta?	SI		NO	
16. ¿Si el municipio de Tena implementa una ciclovía urbana la usaría?	SI		NO	
17. ¿Estaría dispuesto a usar la bicicleta como medio de transporte diario?	SI		NO	
18. ¿Piensa usted que los lugares más frecuentados de la ciudad deberían contar con parqueaderos para bicicletas?	SI		NO	
19. ¿Se sentiría seguro/a en una ciclovía separada del tránsito vehicular con elementos físicos?	SI		NO	
20. ¿Se sentiría seguro/a en una ciclovía separada del tránsito vehicular únicamente con pintura y señales horizontales?	SI		NO	
21. ¿Preferiría usar la bicicleta en vías principales o secundarias?	Principales		Secundarias	

3.1.2. Aplicación de encuestas piloto

Con el propósito de tener una encuesta con preguntas claras, coherentes y bien redactadas que no produzcan inconvenientes de comprensión o lleguen a persuadir las respuestas de los encuestados con sesgos que pueden reducir la fiabilidad de las mismas, se ha establecido esta fase de encuestas piloto, donde se tomará una muestra de 10 personas al azar que serán los primeros en responder esta encuesta y se realizará un feedback donde ellos podrán expresar su opinión ante la misma, en caso de que sea necesario re formular las preguntas o incluso agregar alguna pregunta que consideren importante.

Después de haber aplicado esta encuesta piloto a 20 personas al azar que representa aproximadamente el 5% de la muestra, estas no tuvieron ningún inconveniente en entender las preguntas planteadas, sin embargo, se pudo notar que ahora por la pandemia es más difícil que accedan a responder una encuesta en la calle, por lo tanto, se procederá a crear una encuesta en línea con la herramienta de formularios de Google.

El formulario de encuesta aprobado pertenece a una encuesta de interceptación ya que se detiene a personas en la calle a que la respondan y una de las preguntas es *¿Cuánto tiempo le tomó llegar desde su casa hasta aquí?* Esta es una pregunta que no puede ser agregada a la encuesta online porque esta se realizaría a gente que en su mayoría se encuentra en sus hogares, por tal motivo para la encuesta online esta se cambiará por *¿Cuánto tiempo dura su viaje diario hacia colegio/trabajo/universidad? (en condiciones normales antes de la pandemia)* logrando de esta manera obtener información que tiene matices de la realidad que el mundo está viviendo actualmente, de la mano con los patrones de viaje de las personas antes de la pandemia, lo que será de gran ayuda al tener información que servirá para proyectar el diseño de la ciclovía desde un mundo bajo pandemia a un mundo "normal" que se vivirá a largo plazo.

3.1.3. Encuesta definitiva

Una vez finalizada la fase de aplicación de encuestas piloto, se presentan los formularios oficiales que se utilizarán como herramienta de recolección de información en las calles de la ciudad de Tena, así como también vía online que podrá ser llevado a cabo desde casa.

3.1.3.1. Encuesta presencial

ENCUESTA DE MOVILIDAD PARA LA CIUDAD DE TENA

No. Encuesta: Fecha de encuesta: Hora de encuesta:

Punto de muestreo	Parque lineal		Terminal Terrestre		
	Parada de buses comidas típicas		GADM Tena		
	Av. 15 de Noviembre		Puente peatonal		
	Parque Central		GADP Napo		
	Otro				
1. Datos personales	Sexo	Femenino			
		Masculino			
		Otro			
	Edad	12-18 años		18-25 años	
		25-35 años		35-45 años	
		45-55 años		Mayor a 55 años	
	Situación Laboral	Trabaja		Ama de casa	
		Jubilado		Estudiante	
		Otro			
2. ¿Cuál es su principal modo de transporte?	Bus		Automóvil		
	A pie		Bicicleta		
	Taxi		Transporte escolar/institucional		
	Motocicleta		Otro		
3. ¿Cuál es su principal motivo de viaje?	Trabajo		Estudio		
	Compras		Salud		
	Diversión		Diligencias personales		
	Otro				
4. ¿Cuánto duró su viaje desde su casa hasta aquí?	10 – 20 min		20 – 30 min		
	30 – 40 min		40 – 50 min		
	50 – 60 min		Más de 1 hora		

5. ¿Qué distancia aproximada se desplaza a diario?	Menos de 1 km		1 – 3 km		
	3 – 5 km		5 – 7 km		
	7 – 9 km		Más de 9 km		
6. ¿Tiene auto propio?	SI		NO		
7. ¿Tiene bicicleta? *(Si la respuesta es NO, vaya a la pregunta 15)*	SI		NO		
8. ¿Ha utilizado la bicicleta para transportarse a través de la ciudad?	SI		NO		
9. ¿Con qué frecuencia utiliza la bicicleta?	Todos los días		Casi siempre		
	Fines de semana		Tres veces por semana		
	Nunca		Vacaciones/Feriados		
10. ¿Cuál cree que es la mayor dificultad de combinar la bicicleta con otros medios de transporte?	No permiten subirla a los buses				
	No permiten subirla a los taxis				
	Miedo a perder mi bicicleta				
	Miedo a dañar mi bicicleta				
11. Actualmente utiliza la bicicleta como *(puede seleccionar más de 1)*	Deporte		Medio de Transporte		
	Recreación		Otro		
12. ¿Por qué no utiliza la bicicleta con frecuencia? *(puede seleccionar más de 1)*	Por inseguridad vial				
	No hay vías exclusivas				
	No hay parqueaderos adecuados				
	Falta de costumbre				
	Miedo a sufrir un accidente				
	Miedo a sufrir un robo				
	Sufrir un percance mecánico				
13. Cuando circula en bicicleta ¿por dónde lo hace?	Vereda				
	Calzada				
	Ambos				
14. Cuando circula en bicicleta ¿respeta las señales de tránsito?	Siempre				
	A veces				
	Nunca				
15. ¿Quisiera usar bicicleta?	SI		NO		
16. ¿Se sentiría seguro/a en una ciclovía separada del tránsito vehicular con elementos físicos?	SI		NO		
17. ¿Se sentiría seguro/a en una ciclovía separada del tránsito vehicular únicamente con pintura y señales horizontales?	SI		NO		
18. ¿Preferiría usar la bicicleta en vías principales o secundarias?	Principales		Secundarias		

19.¿Si el municipio de Tena implementa una ciclovía urbana la usaría?	SI		NO	
20. ¿Estaría dispuesto a usar la bicicleta como medio de transporte diario?	SI		NO	
21. ¿Piensa usted que los lugares más frecuentados de la ciudad deberían contar con parqueaderos para bicicletas?	SI		NO	

3.1.3.2. Encuesta online



Encuesta de Movilidad para la ciudad de Tena

Hola! este es un cuestionario que forma parte de mi tesis para graduarme como Ingeniera Civil de la PUCE, mi proyecto de disertación es el Diseño Geométrico de una Ciclovía en la ciudad de Tena, con el fin de promover la movilidad sustentable con el uso de bicicletas, garantizar la seguridad de los ciclistas, mejorar la calidad de vida de las personas ofreciendo una nueva alternativa para desplazarse dentro de la ciudad.

1. ¿Cuántos años tiene? *

- ◯ 12 - 18 años
- ◯ 18 - 25 años
- ◯ 25 - 35 años
- ◯ 35 - 45 años
- ◯ 45 - 55 años
- ◯ Mayor a 55 años

2. Género *

- ◯ Femenino
- ◯ Masculino
- ◯ Otro

3. ¿Cuál es su situación laboral? *

- ◯ Trabaja
- ◯ Estudiante
- ◯ Ama de casa
- ◯ Jubilado
- ◯ Otro

4. ¿Cuál es su principal modo de transporte? *

- ◯ Bus
- ◯ A pie
- ◯ Automóvil
- ◯ Bicicleta
- ◯ Taxi
- ◯ Motocicleta
- ◯ Transporte escolar/institucional
- ◯ Otro

5. ¿Cuál es su principal motivo de viaje? *

- Trabajo
- Estudio
- Compras
- Salud
- Diversión
- Diligencias personales
- Otro

6. ¿Cuánto tiempo dura su viaje diario hacia colegio/trabajo/universidad? (en condiciones normales antes de la pandemia) *

- 10 - 20 min
- 20 - 30 min
- 30 - 40 min
- 40 - 50 min
- 50 - 60 min
- Más de 1 hora

7. ¿Qué distancia aproximada se desplaza a diario? (en condiciones normales antes de la pandemia) *

- Menos de 1 km
- 1 - 3 km
- 3 - 5 km
- 5 - 7 km

- ◯ 7 - 9 km
- ◯ Más de 9 km

8. ¿Tiene auto propio? *

- ◯ Sí
- ◯ No

9. ¿Tiene bicicleta? (Si la respuesta es NO, diríjase a la pregunta 17) *

- ◯ Sí
- ◯ No

10. ¿Ha utilizado la bicicleta para transportarse a través de la ciudad?

- ◯ Sí
- ◯ No

11. ¿Con qué frecuencia utiliza la bicicleta?

- ◯ Todos los días
- ◯ Casi siempre
- ◯ Tres veces por semana
- ◯ Fines de semana
- ◯ Vacaciones/Feriados
- ◯ Nunca

12. ¿Cuál cree que es la mayor dificultad de combinar la bicicleta con otros medios de transporte?

- ◯ No permiten subirla a los buses
- ◯ No permiten subirla a los taxis
- ◯ Miedo a perder mi bicicleta
- ◯ Miedo a dañar mi bicicleta

13. Actualmente utiliza la bicicleta como (puede seleccionar más de 1)

- ☐ Deporte
- ☐ Recreación
- ☐ Medio de Transporte
- ☐ Otro

14. ¿Por qué no utiliza la bicicleta con frecuencia? (puede seleccionar más de 1)

- ☐ Por inseguridad vial
- ☐ No hay vías exclusivas
- ☐ No hay parqueaderos adecuados
- ☐ Falta de costumbre
- ☐ Miedo a sufrir un accidente
- ☐ Miedo a sufrir un robo
- ☐ Sufrir un percance mecánico

15. Cuando circula en bicicleta ¿por dónde lo hace?

- ◯ Vereda
- ◯ Calzada
- ◯ Ambos

16. Cuando circula en bicicleta ¿respeta las señales de tránsito?

- ◯ Siempre
- ◯ A veces
- ◯ Nunca

17. ¿Quisiera usar bicicleta? *

- ◯ Sí
- ◯ No

18. Si el municipio de Tena implementa una ciclovía urbana la usaría? *

- ◯ Sí
- ◯ No

19. ¿Estaría dispuesto a usar la bicicleta como medio de transporte diario? *

- ◯ Sí
- ◯ No

20. ¿Piensa usted que los lugares más frecuentados de la ciudad deberian contar con parqueaderos para bicicletas? *

- ◯ Sí
- ◯ No

21. ¿Se sentiría seguro/a en una ciclovía separada del tránsito vehicular con elementos físicos? *

- ◯ Sí
- ◯ No

22. ¿Se sentiría seguro/a en una ciclovia separada del tránsito vehicular únicamente con pintura y señales horizontales? *

- ◯ Sí
- ◯ No

23. ¿Preferiría usar la bicicleta en vías principales o secundarias? *

- ◯ Principales
- ◯ Secundarias

3.1.4. Selección y tamaño de la muestra

Para seleccionar el tamaño de la muestra, es necesario aplicar fórmulas estadísticas, en este caso se utilizará el libro *Estadística 4ta Edición* escrito por Murray R. Spiegel y Larry J. Stephens.

Para que la muestra a calcular sea representativa y logre reflejar el comportamiento de todos los habitantes de la ciudad, es necesario definir un nivel de confianza y un margen de error que son establecidos por el investigador en función del estudio que se está realizando. Analizar una muestra y no a toda la población es una metodología eficiente y confiable siempre y cuando esté bien realizada ya que no consume tantos recursos; existen dos tipos de población, finita e infinita, en este caso la población de la ciudadanía de Tena se considera una población de tipo finita.

Como se puede observar en la Tabla 2.2 según las proyecciones realizadas por el INEN, la ciudad de Tena hasta en el 2020 tendría una población de 44.135 personas. La fórmula para utilizar en este estudio es tomada del libro de Estadística anteriormente mencionado:

$$n = \frac{N * {z_\propto}^2 * p * q}{E^2 * (N-1) + {z_\propto}^2 * p * q} \qquad \text{(Ecuación 3.1)}$$

Dónde:

n: Tamaño de muestra

N: Tamaño de población o universo que se busca reducir

E: Error máximo aceptado

p: Probabilidad de que el evento ocurra (éxito)

p = (1 - p): Probabilidad de que el evento no ocurra (fracaso)

z_α*:* Valor correspondiente al límite de confianza

En esta investigación, el límite o nivel de confianza es del 95% Tabla 3.19, y el margen de error corresponde al 5%, por otro lado, al no contar información previa de investigaciones similares a la misma población, los valores de p y q corresponderán al 50%.

Tabla 3.19: Valores de z_α correspondiente a niveles de confianza

Nivel de confianza	99.73%	99%	98%	96%	95.45%	95%	90%	80%
z_α	3.00	2.58	2.33	2.05	2.00	1.96	1.645	1.28

Fuente: Spiegel, Stephens & Gómez Castillo, 2009

$$n = \frac{44135 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.05^2 * (44135 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 380.85$$

$$n = 381 \text{ habitantes}$$

3.1.5. Puntos de muestreo

Para definir los puntos de muestreo donde se recolectará la información, es necesario por medio de observación determinar de los sitios más concurridos, en el contexto que se desarrolla esta investigación es importante resaltar que en la ciudad de Tena actualmente se ha tratado de evitar que en espacios públicos exista aglomeraciones de personas, sin embargo, existen lugares que por su naturaleza serán más concurridos estos son:

- Parque lineal
- Sector Terminal Terrestre
- Estación de buses urbanos en el centro de la ciudad
- Avenida 15 de Noviembre
- Puente peatonal
- Parque central

- GADM Tena
- GADP Napo

Por otro lado, la encuesta online se ha difundido mediante redes sociales con ayuda del departamento de comunicación de la Alcaldía de Tena y con el apoyo de la Unidad Educativa Fiscomisional San José se ha logrado recolectar información de sus estudiantes dentro de un espacio en las clases virtuales para presentar la encuesta a los estudiantes y estos puedan responderla.

3.1.6. Aplicación de encuesta definitiva

La encuesta se logró aplicar exitosamente a 479 ciudadanos de Tena, de este total 288 encuestas se realizaron de manera presencial y 191 de forma online cumpliendo así el tamaño de muestra establecido que es de 380 habitantes. Los resultados de esta se presentan en la siguiente sección.

3.2. Análisis de resultados

A continuación, se presenta el análisis de la información recolectada mediante la encuesta de movilidad aplicada en la ciudad de Tena.

Tabla 3.20: Encuestas realizadas en puntos de muestreo

Lugar de muestreo	Cantidad
Parque Lineal	106
Parada de buses comidas típicas	1
Av. 15 de Noviembre	39
Parque Central	40
Terminal Terrestre	1
GADM Tena	32
Puente Peatonal	27
GADP Napo	39
Otro	3
Online	191
	479

En la Tabla 3.20 se muestran los lugares donde se aplicó la encuesta y el número de encuestados, así como también la cantidad de respuestas que se obtuvo a partir de la modalidad online de encuesta.

Por otro lado, en la Figura 3.25 se puede observar que la distribución de la población encuestada en términos de género es muy pareja, lo que incrementa el nivel de confiabilidad de los resultados obtenidos, sin embargo, en esta investigación el género no es un parámetro relativo dentro del análisis de los resultados sino se tomará en cuenta la edad.

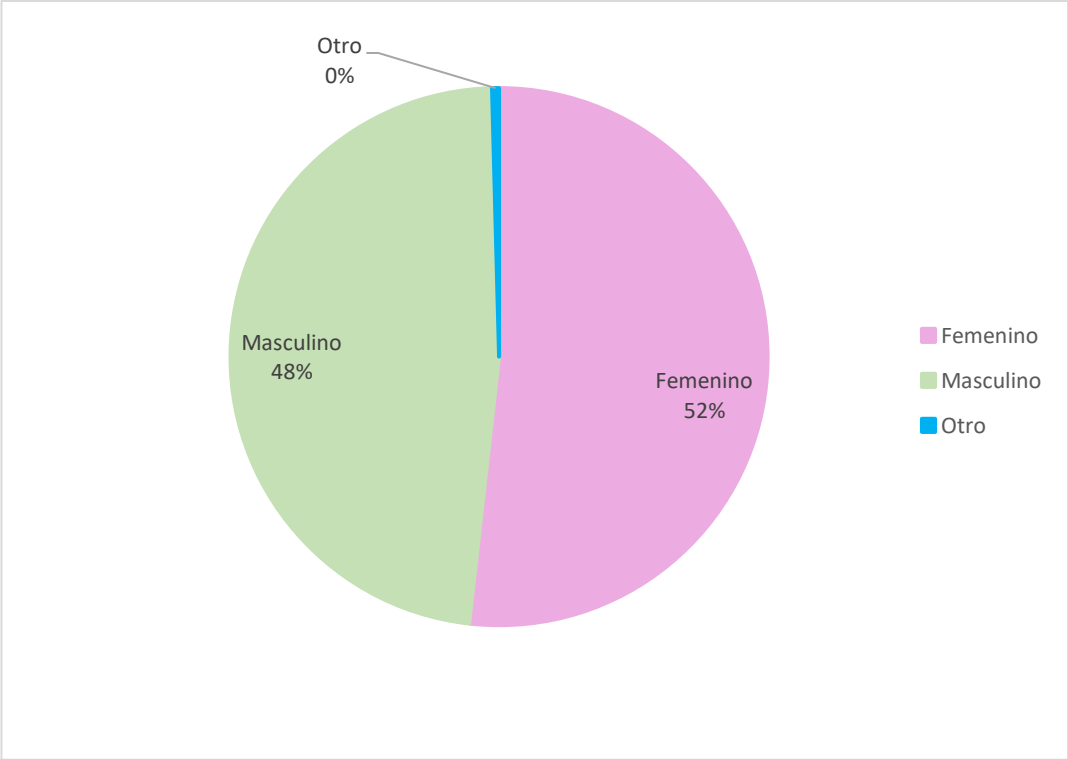


Figura 3.25. Distribución de encuestados por género

Se puede observar en la Figura 3.26 que la distribución por edad de la población no es uniforme ya que los encuestados del rango de 45-55 años y mayores a 55 años suelen contar con un medio de transporte propio como auto y motocicleta o prefieren utilizar el transporte público por lo que la bicicleta no podría llegar a convertirse en su principal modo de transporte.

Los potenciales usuarios de bicicleta se encuentran en un rango de edad de 12-45 años y entre estos existe una distribución más uniforme ya que son quienes están en la condición y cuentan con las habilidades para optar por un nuevo medio de transporte, es decir vehículos no motorizados como bicicleta o incluso scooter que podrían llegar a posicionarse como su principal medio de transporte siempre y cuando exista una infraestructura adecuada que así lo permita.

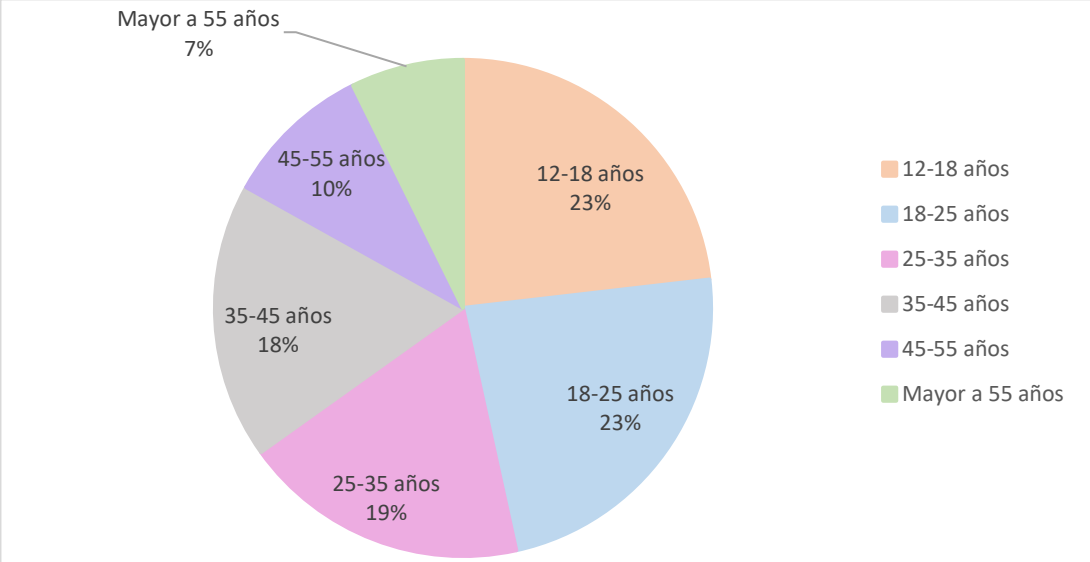


Figura 3.26. Distribución de encuestados por edad

En la Figura 3.27 se aprecia la situación laboral de la población encuesta donde la mayoría de estos estudian y trabajan en la misma proporción representando así el 92% de los encuestados, mientras que el 8% restante es representado por amas de casa, jubilados y otro.

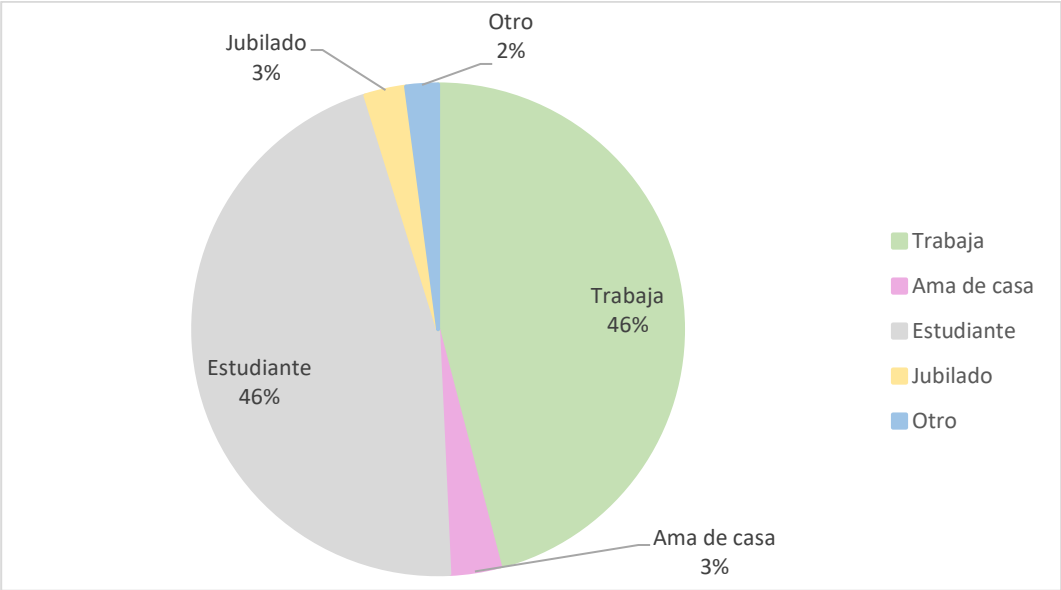


Figura 3.27. Distribución de encuestados por situación laboral

En la Figura 3.28 se muestra la situación actual y real de la población encuestada frente a su principal modo de transporte, como se puede observar la mayor parte de los encuestados se concentran en servicio de transporte público y automóvil siendo este último el más utilizado. A continuación, se encuentra desplazarse a pie lo cual es coherente en una ciudad pequeña, seguido de esto se encuentra el taxi y la motocicleta, la bicicleta es el sexto medio de transporte de una lista de 8 lo que representa la situación actual de la bicicleta frente a otros medios de transporte disponibles en la ciudad, el motivo por el cual es tan poco utilizada la bicicleta se describe en la Figura 3.39.

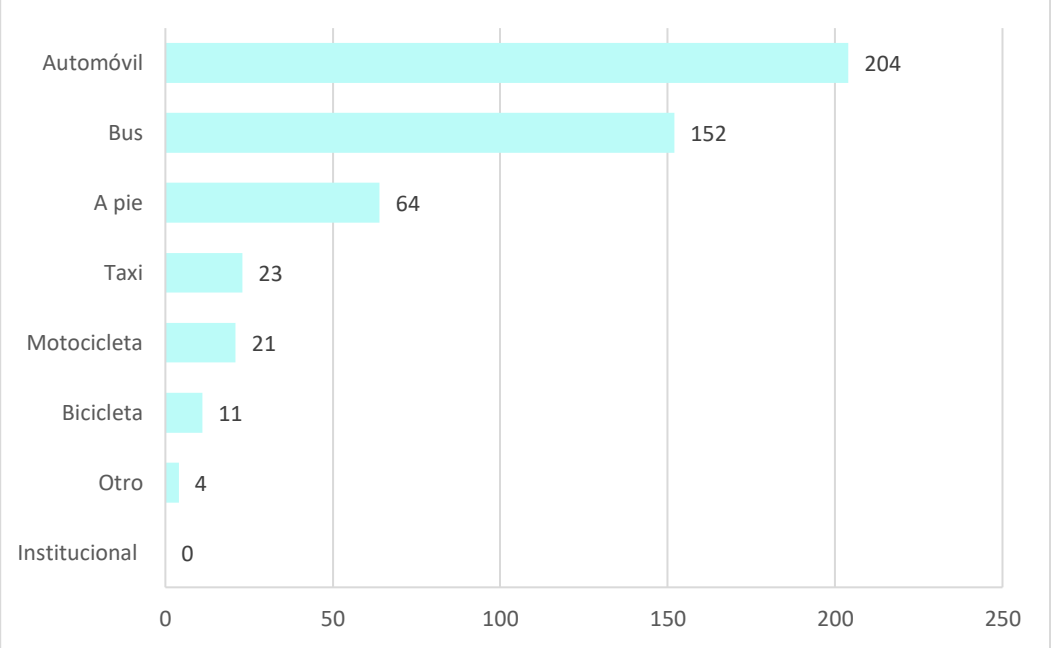


Figura 3.28. Principal medio de transporte de los encuestados

En relación con lo mencionado anteriormente, este análisis se realizaría en función a la edad de los encuestados, es así que en la Figura 3.29 se presenta cuál es el principal medio de transporte en función de la edad.

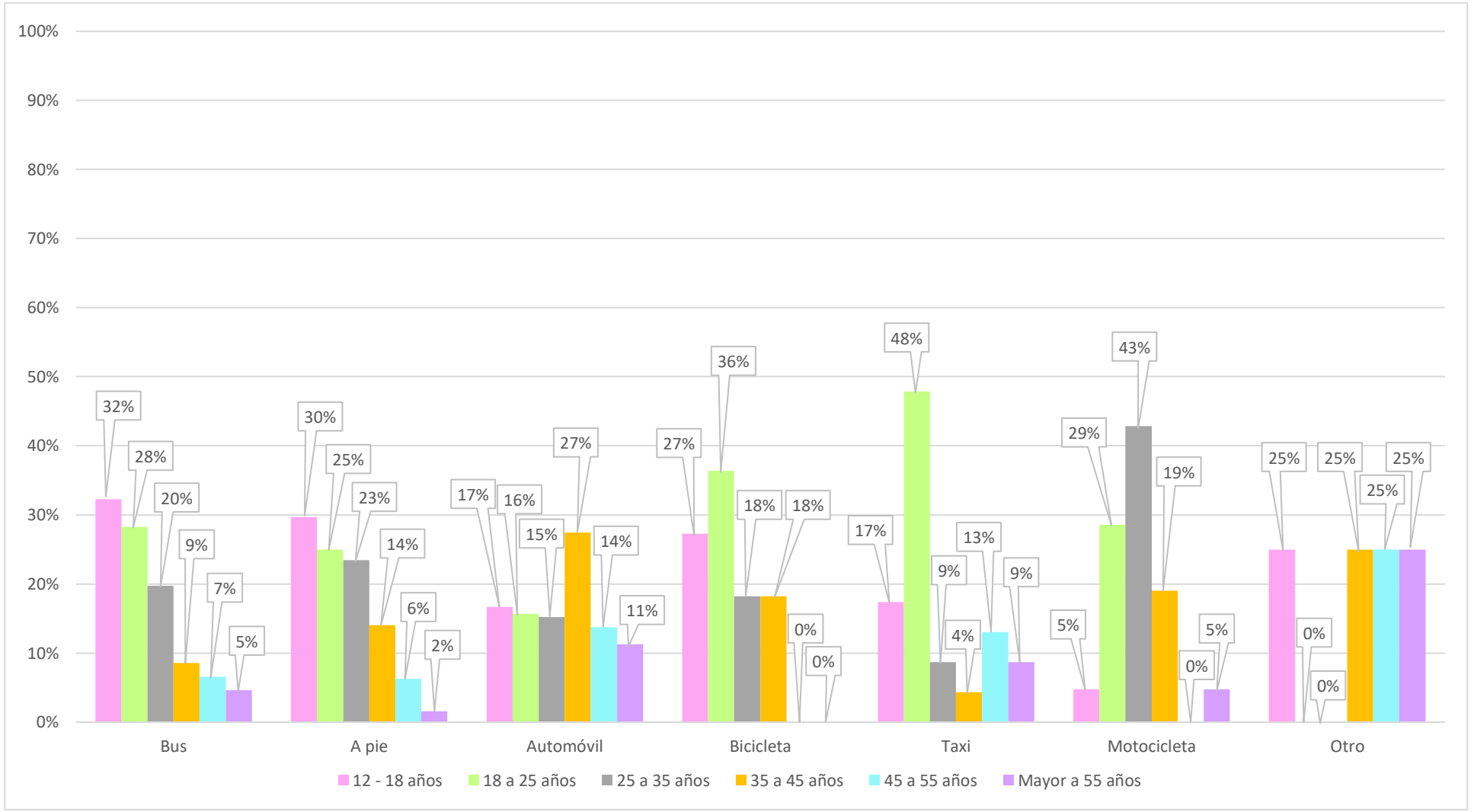


Figura 3.29. Distribución de principal medio de transporte según edad

Como se puede observar en la Figura 3.29 de los encuestados, quienes más utilizan el bus y viajan a pie son los que se encuentran en el rango de edad de 12 a 18 años, mientras que el automóvil es más utilizado por las personas de entre 35 a 45 años, los encuestados de 18 a 25 años son quienes más utilizan la bicicleta y taxi, por otro lado, las personas de 25 a 35 años son los mayores usuarios de motocicleta.

El principal motivo por el que viajan los encuestados se observa en la Figura 3.30, la mayoría de los encuestados dentro de la ciudad viajan por trabajo lo que representa un 38%, seguido por estudio que representa el 21%, siendo diversión el 14%, diligencias personales 13%, a esto le siguen compras con el 7% y otros con el 4%.

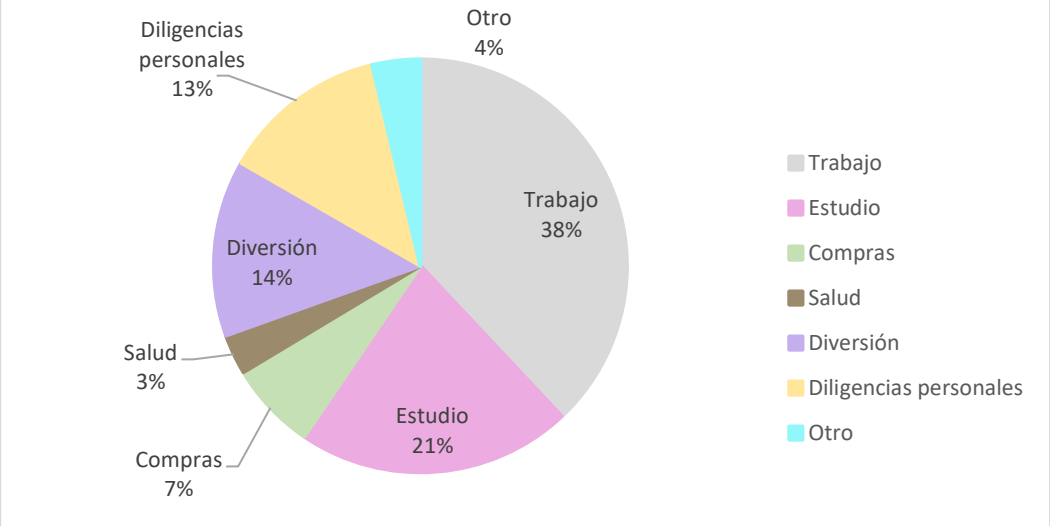


Figura 3.30. Principal motivo de viaje de los encuestados

En la Figura 3.3! se puede observar que el tiempo de viaje de los encuestados hasta los diferentes puntos de muestreo que se establecieron, lugar de estudio o trabajo el viaje del 70% de la población encuestada tiene una duración de 10-20 minutos esto se debe a que la ciudad es relativamente pequeña, estos cortos tiempos de viaje dan paso a que la bicicleta sea una buena alternativa de medio de transporte, sin embargo, actualmente no sería la mejor opción al no contar con ciclorutas.

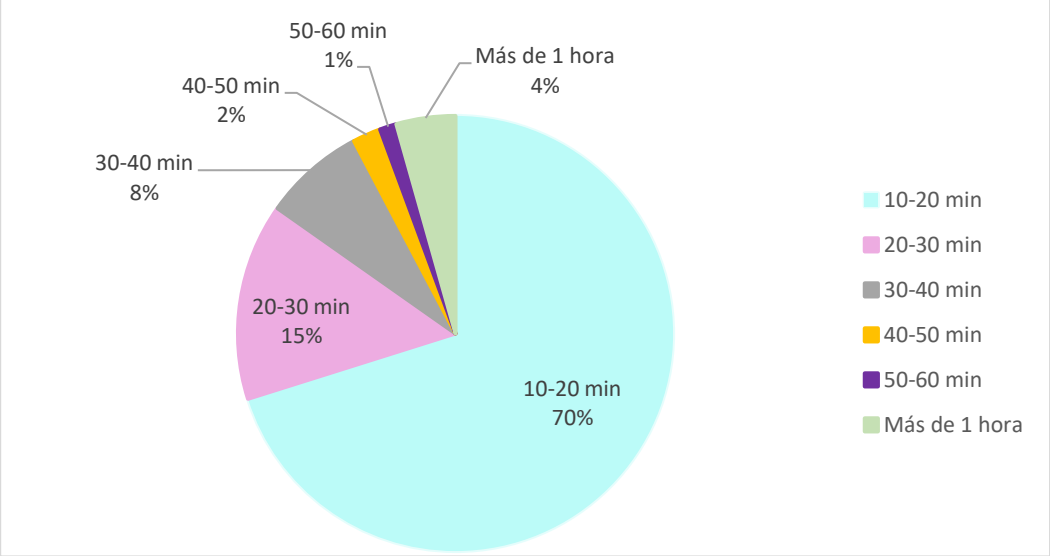


Figura 3.31. Tiempo de viaje de los encuestados

El 40% de los encuestados en su día a día recorren en promedio una distancia de 1 a 3 km representado en la Figura 3.32, lo cual va acorde al tiempo de viaje de los encuestados que en su mayoría es de 10 a 20 minutos como se indica en la Figura 3.30, el 19% de los encuestados viaja una distancia de 3 a 5 km, el 14% se desplaza menos de 1 km a diario, esto quiere decir que el 73% de la población recorre menos de 5 km en 1 día lo que representa distancias relativamente cortas que fácilmente se podrían recorrer en bicicleta. Por otro lado, el 13% de los encuestados se desplaza más de 9 km en el día, 8% de 5 a 7 km diarios y el 6% de 7 a 9 km.

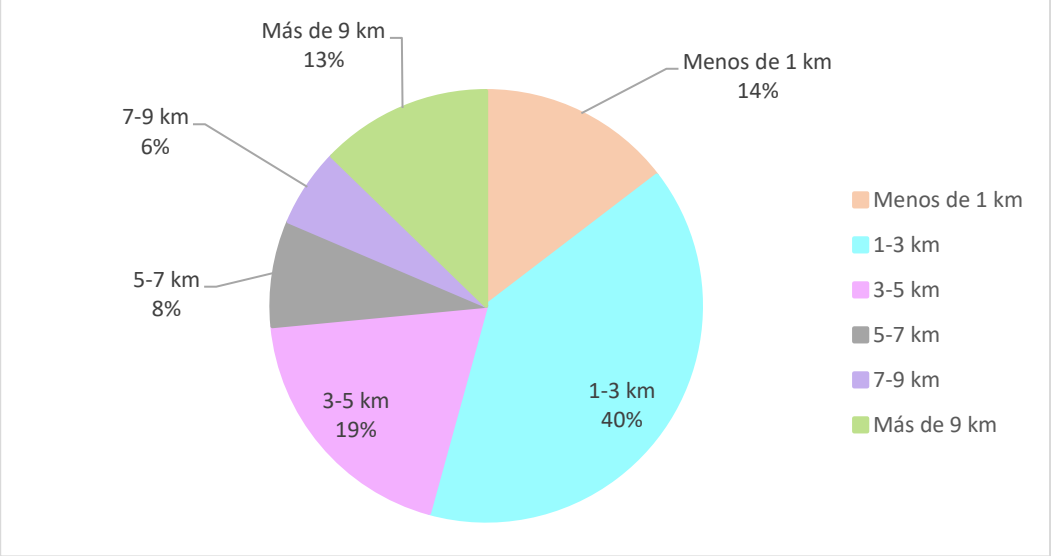


Figura 3.32. Distribución de distancia de recorrida a diario por los encuestados

En la ciudad de Tena el 48% de las personas encuestadas cuentan con vehículo propio, esta información es bastante relevante en la investigación ya que en la realidad es poco probable que personas quienes cuentan con un vehículo a su disposición opten por utilizar vehículos no motorizados, a menos que se establezcan políticas públicas desde mandos superiores como el cobro de peajes, establecimiento de un sistema de parqueaderos en la ciudad de alto costo o restricciones de movilidad vehicular.

Por lo tanto, al no contar la ciudad de Tena con ninguna de las medidas anteriormente mencionadas, los potenciales usuarios de otros medios de transporte serían las personas que no tienen vehículo lo que representa el 52% de la población.

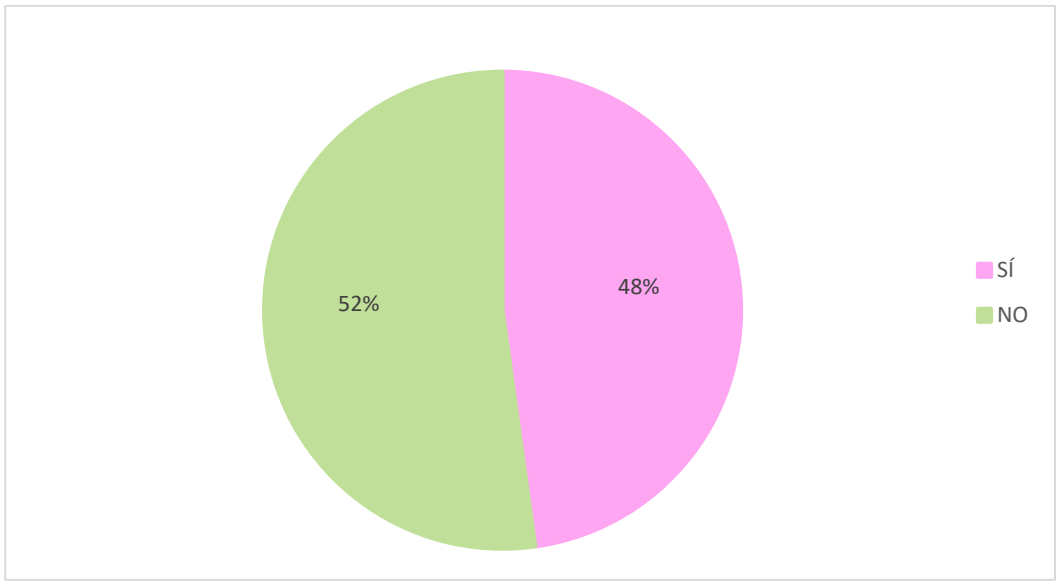


Figura 3.33. Posesión de auto propio

Acerca de la posesión de bicicleta, en la Figura 3.34 se puede observar que la mayoría de los encuestados no tienen bicicleta siendo el 54% de la población frente a un 46% que sí tiene bicicleta.

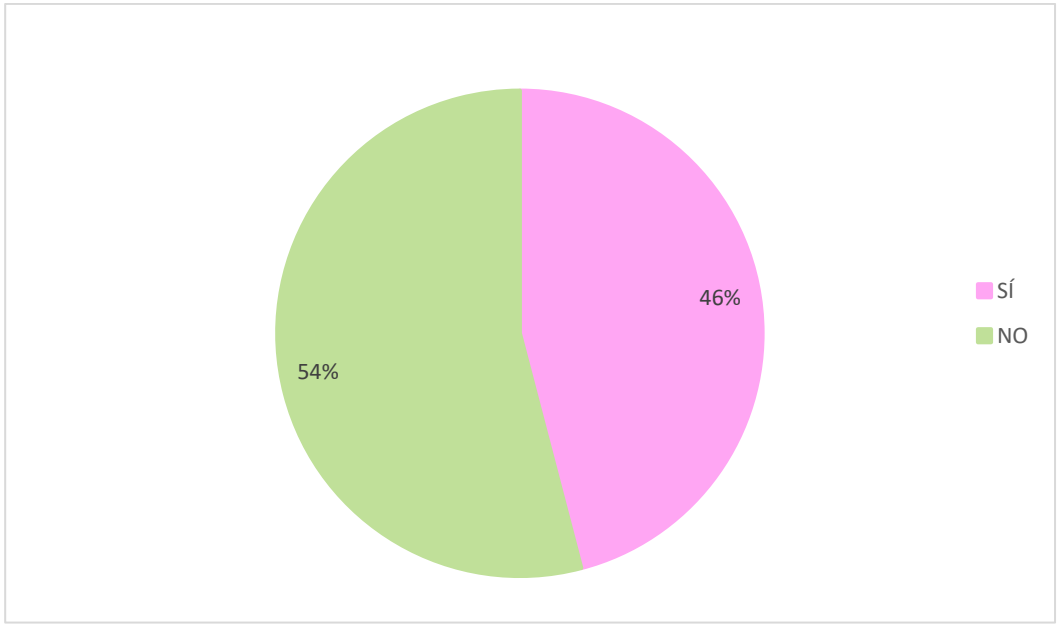


Figura 3.34. Posesión de bicicleta

Por otro lado, es relevante analizar las respuestas de las personas que respondieron que sí tienen bicicleta según la edad de la población lo que se refleja en la Figura 3.35 donde se puede apreciar

que quienes tienen bicicleta en su mayoría se encuentran en edad de 12 a 35 años, a partir de los 35 a 45 años este número empieza a decaer drásticamente y empieza a disminuir considerablemente desde los 45 años.

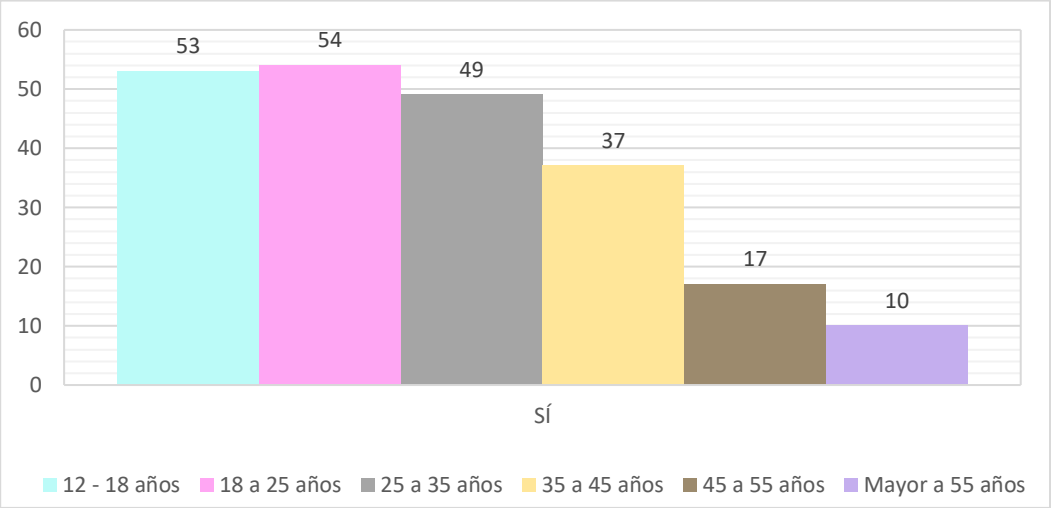


Figura 3.35. Posesión de bicicleta según edad

A los encuestados que sí tienen bicicleta se les preguntó si la habían utilizado para desplazarse dentro de la ciudad como medio de transporte, a esto, 78% contestó que sí mientras el 22% nunca ha utilizado la bicicleta en la ciudad como se indica en la Figura 3.35.

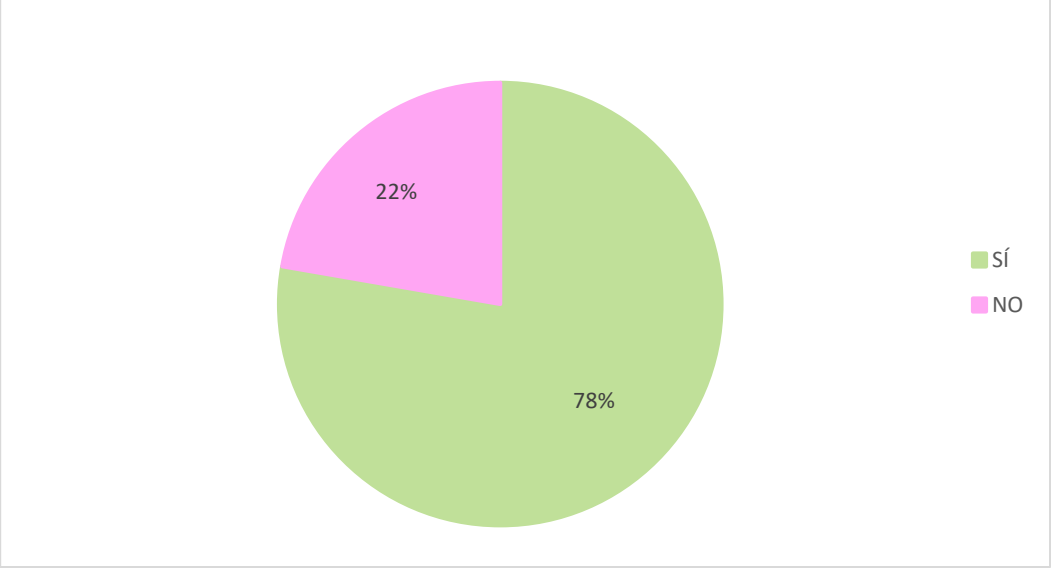


Figura 3.36. Personas que se han desplazado por la ciudad usando bicicleta

A continuación, se presenta la frecuencia con la que la población encuestada utiliza la bicicleta en la Figura 3.37 donde se puede apreciar que la mayoría de los encuestados utilizan la bicicleta en vacaciones/feriados y en fines de semana.

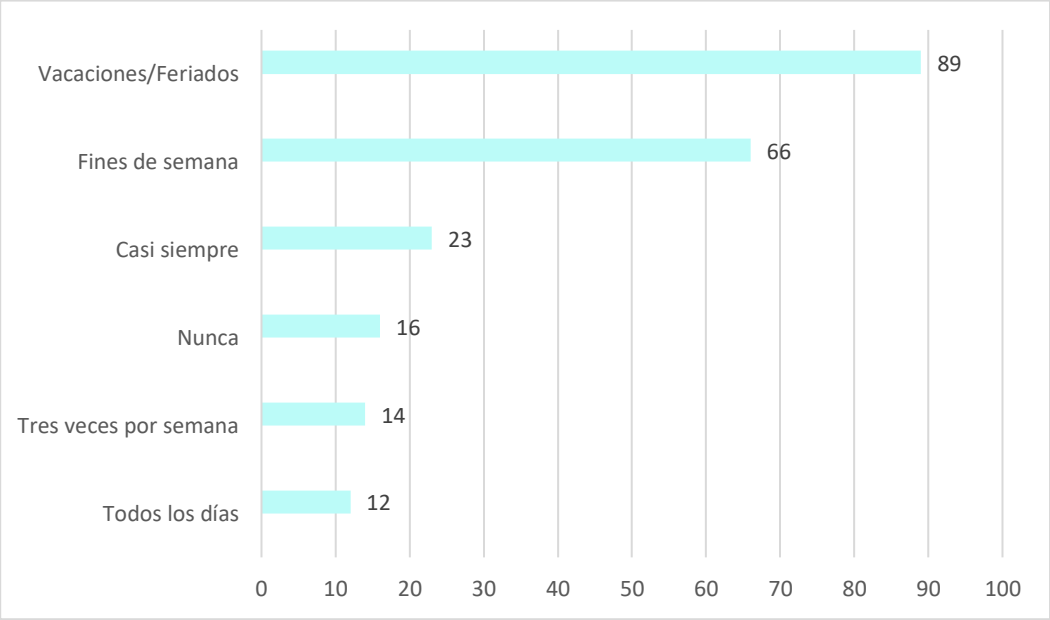


Figura 3.37. Frecuencia de uso de bicicleta

Existen varios factores que influyen en la decisión de las personas para utilizar un vehículo como medio de transporte, entre estos principalmente se encuentra la infraestructura y la conectividad, por este último nos referimos a la capacidad de enlace con otro medio de transporte como buses o taxis, es así que en la Figura 3.38 se presenta como mayor dificultad para combinar la bicicleta con otro medio de transporte y utilizarla con más frecuencia el que no permiten subirla en los buses y el miedo a perder su bicicleta.

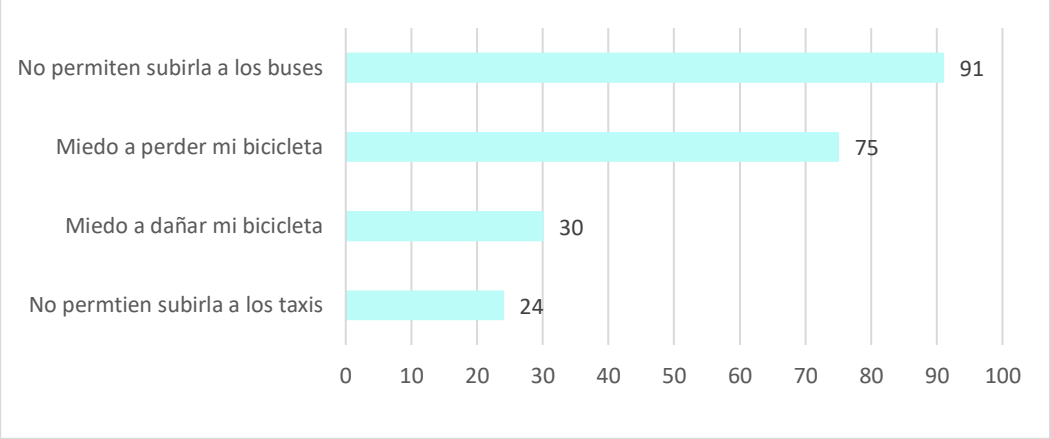


Figura 3.38. Dificultad para combinar bicicleta y otros medios de transporte

En la figura 3.39 se puede observar el uso que se le da a la bicicleta por los ciudadanos de la ciudad de Tena. Como se puede observar el principal uso de esta es deporte que representa el 41% y recreación 36% esto va de la mano con la información recolectada que se muestra en la Figura 3.37 donde la bicicleta es más utilizada en vacaciones/feriados y fines de semana cuando las personas tienen más tiempo libre, en este punto se puede interpretar que la bicicleta claramente no es considerada como medio de transporte en Tena, sino más bien como una herramienta de diversión en momentos de ocio.

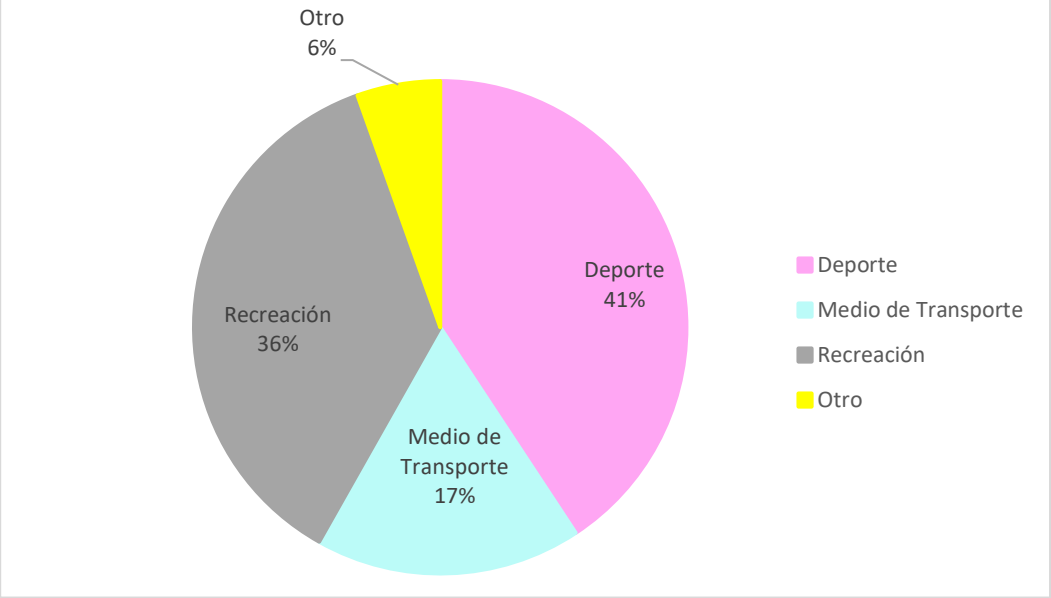


Figura 3.39. Uso de bicicleta en Tena

Es importante conocer las razones por las cuales en la ciudad de Tena el uso de vehículos no motorizados como medio de transporte no ha sido una opción en los últimos años, en la Figura 3.40 se puede observar que el principal motivo es por inseguridad vial ya que no existe infraestructura adecuada que logre garantizar la seguridad de los usuarios de bicicletas o scooters, a esta le sigue el hecho de no contar con vías exclusivas, la falta de costumbre, la inexistencia de parqueaderos seguros para bicicleta.

Desde esta investigación afortunadamente se puede llegar a solucionar 5 de estas 7 razones, ya que, al contar con una ciclovía diseñada bajo estándares, un trazado adecuado, otorgándole prioridad vial al ciclista, vías exclusivas y la incorporación de parqueaderos estratégicamente ubicados.

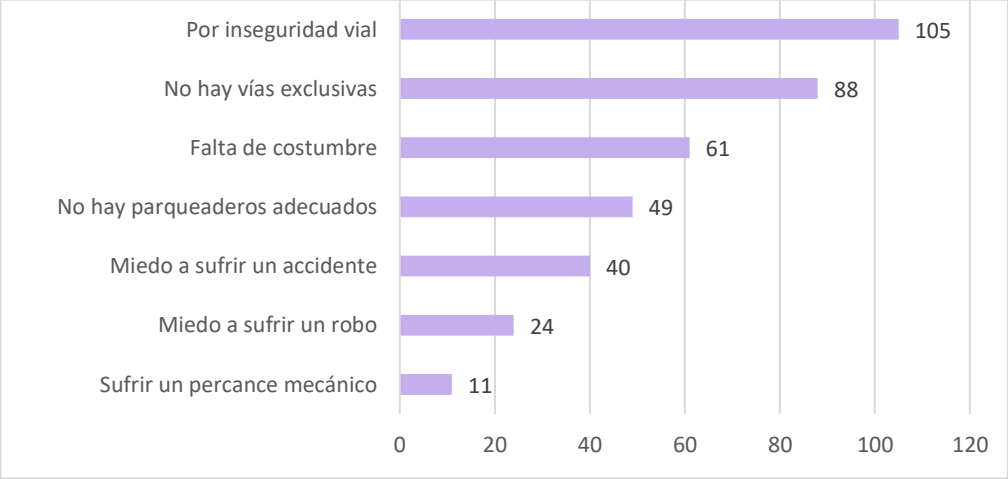


Figura 3.40. Porqué no utilizan la bicicleta con frecuencia

A la población de estudio que sí tiene bicicleta y la ha utilizado se le preguntó por dónde transita dentro de la ciudad al no existir vías exclusivas, a esto la mayoría representada por un 67% respondió que utiliza vereda y calzada a la vez, seguido de un 18% que utiliza exclusivamente calzada y un 15% exclusivamente vereda. Esta información es relevante ya que el invadir veredas que son únicamente para uso de peatones resulta peligroso porque se pueden producir accidentes además que no es cómodo para ciclista ni para el peatón.

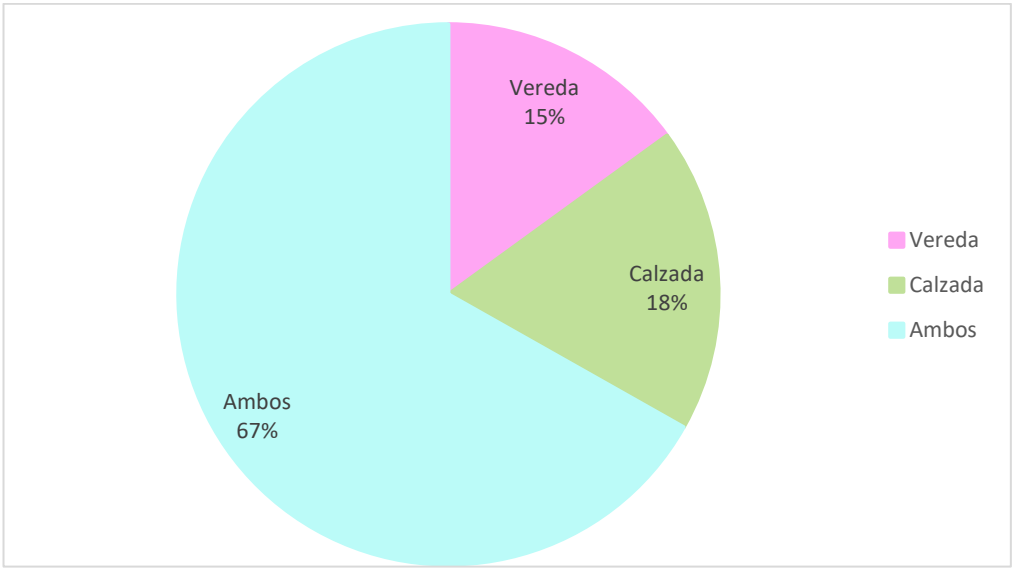


Figura 3.41. Como transitan los usuarios de bicicleta

Pareció bastante importante para esta investigación preguntar a toda la población si estos querían utilizar bicicleta, independientemente de tenerla o no a lo que el 90% de los encuestados respondió que sí como se puede apreciar en la Figura 3.42, sin embargo, esta pregunta no revela de qué forma estos quieren utilizar la bicicleta, por lo que la implementación de una ciclovía urbana sugiere que se utilicen vehículos no motorizados como medio de transporte diario para que de una u otra forma se dé un uso adecuado de la misma, lo que se analiza en la Figura 3.44.

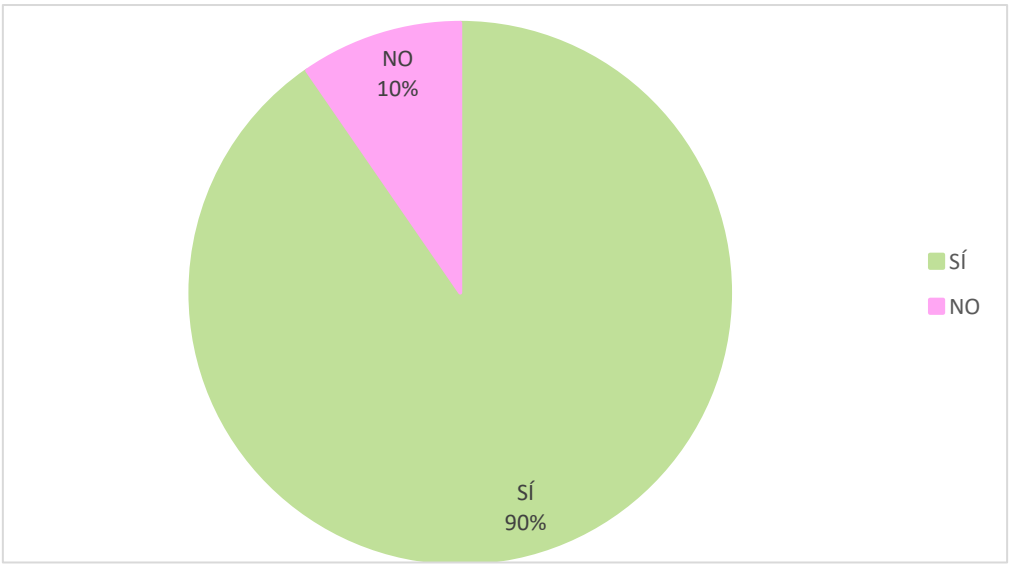


Figura 3.42. Personas que quieren usar bicicleta

Para complementar la información obtenida, se preguntó a la población si utilizan una ciclovía urbana implementada por el municipio de Tena, a esto la mayoría de encuestados respondió que sí, lo que representa el 91% como se indica en la Figura 3.43.

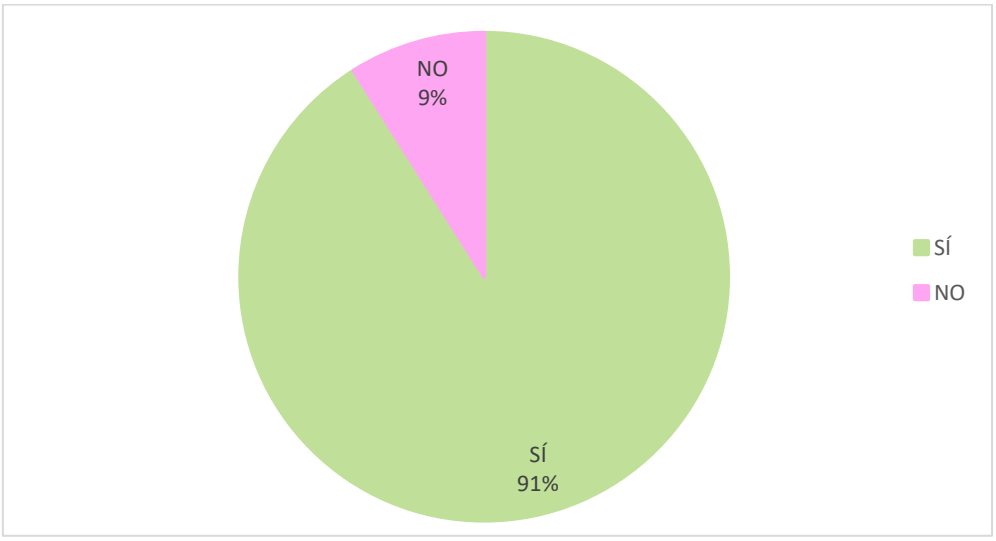


Figura 3.43. Personas que usarían ciclovía si esta se implementa en Tena

Se preguntó también a la población si utilizarían la bicicleta como un medio de transporte diario, como se puede observar en la Figura 3.44 el 75% respondió que sí lo que es bastante significativo en una ciudad donde apenas el 46% de la población tiene bicicleta y que no cuenta con infraestructura necesaria para su uso.

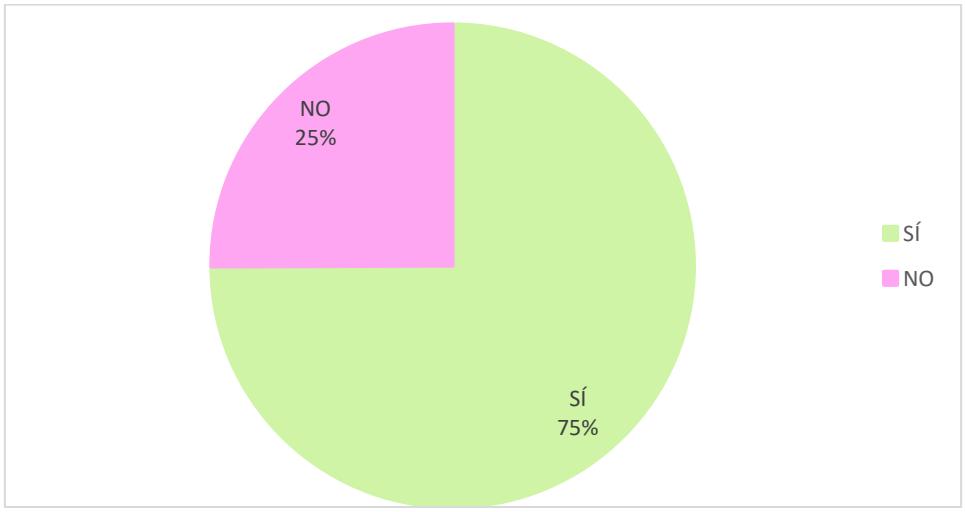


Figura 3.44. Bicicleta como medio de transporte diario

Es relevante analizar la respuesta de la población acerca del uso de bicicleta como medio de transporte diario en función de la edad, es así que la información recolectada sería más valiosa al lograr definir un target específico al cual dirigirse para incentivar aún más su uso de este medio de transporte y a su vez realizar charlas sobre seguridad vial enfocadas hacia ellos. En la Figura 3.45 quienes están dispuestos a usar la bicicleta como medio de transporte diario se encuentran en un rango de edad de 12 a 25 años.

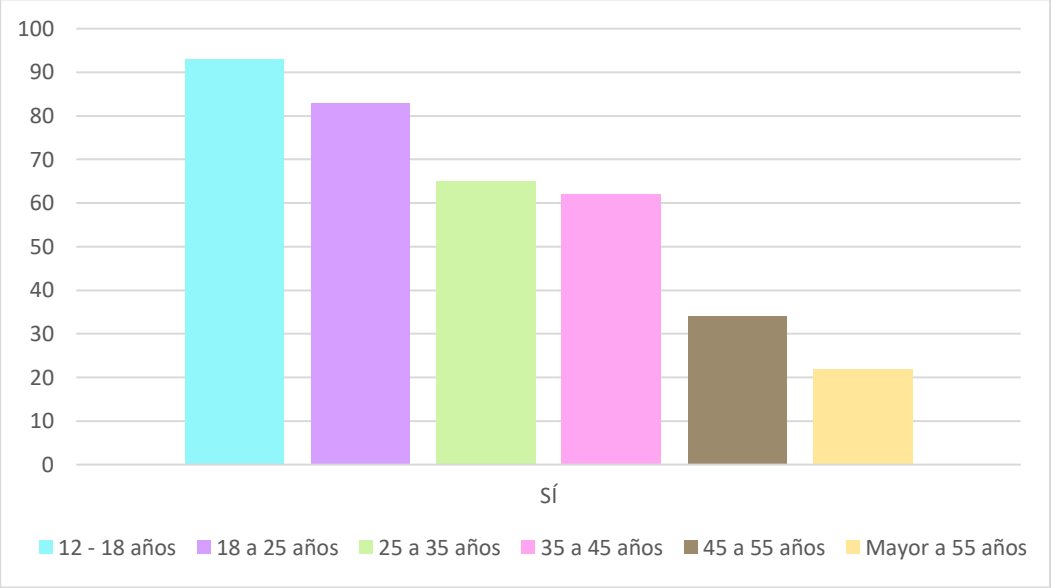


Figura 3.45. Bicicleta como medio de transporte diario según edad

Por otro lado, se preguntó a la población acerca de elementos que componen una ciclovía, en este caso, si estos pensaban que los lugares que son más frecuentados dentro de la ciudad deberían contar con parqueaderos adecuados para bicicletas, el 97% respondió que sí como se puede observar en la Figura 3.46.

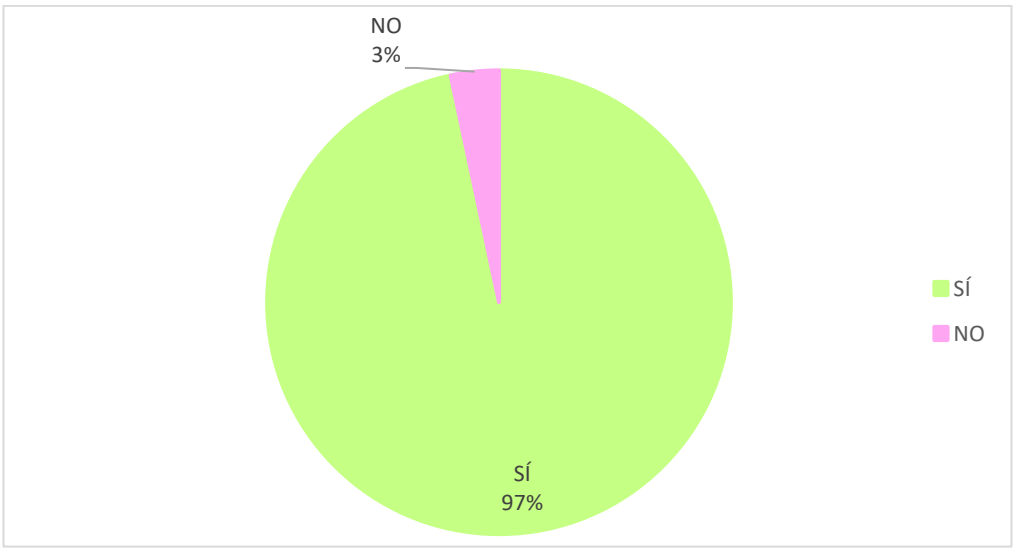


Figura 3.46. Implementación de parqueaderos para bicicleta en la ciudad

Otro elemento por el cual se preguntó a la ciudadanía son los elementos de separación físicos que se indican en la Tabla 2.17 si ellos se sentirían seguros con una ciclovía que separe el tráfico vehicular motorizado de la ciclovía a lo que el 96% respondió que sí como se indica en la Figura 3.47, por otro lado, también se preguntó si se sentirían seguros únicamente con señalización horizontal a lo que el 66% respondió que sí como se puede observar en la Figura 3.48.

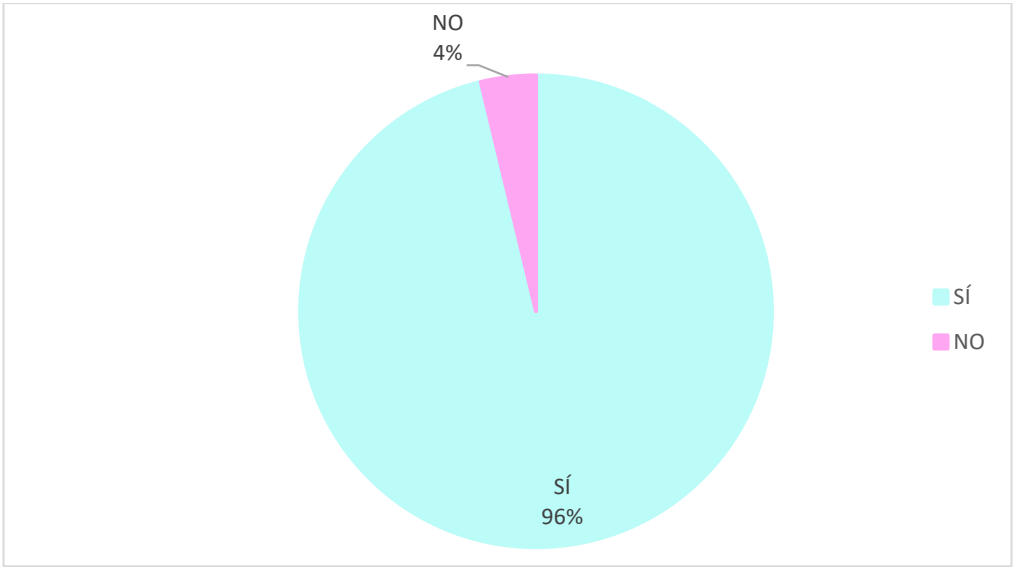


Figura 3.47. Seguridad con separación física tránsito vehicular de ciclovía

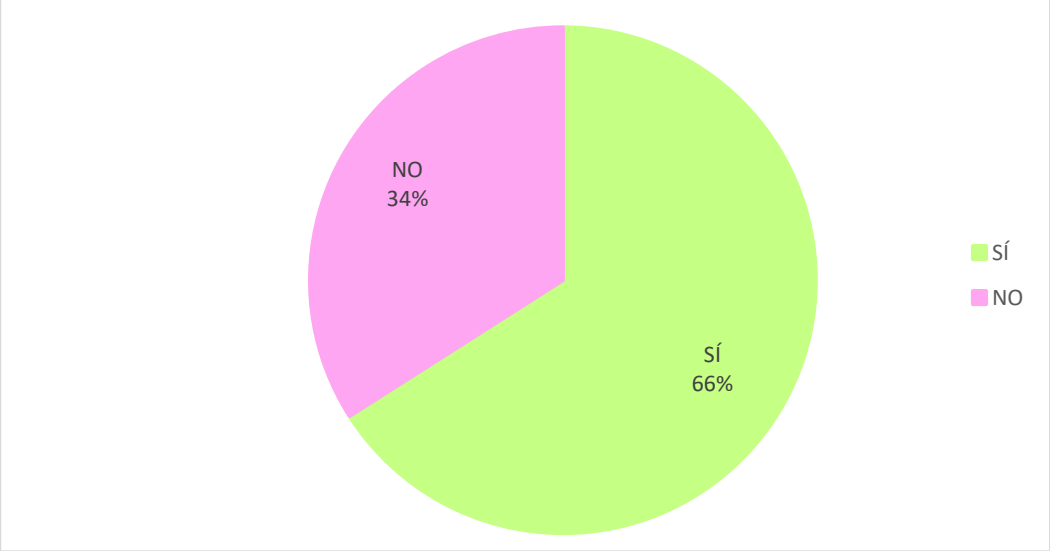


Figura 3.48. Seguridad con ciclovía sólo con señalización horizontal

Se preguntó a la población por donde se sentirían más cómodos utilizando bicicleta a lo que se tiene una respuesta bastante dividida ya que el 51% preferiría utilizar bicicleta en calles secundarias, mientras que el 49% en calles principales. Esta información obtenida permite determinar que fácilmente la ruta a diseñarse puede combinar calles principales y secundarias siempre y cuando estas cumplan con los requisitos mínimos para garantizar la seguridad de los ciclistas.

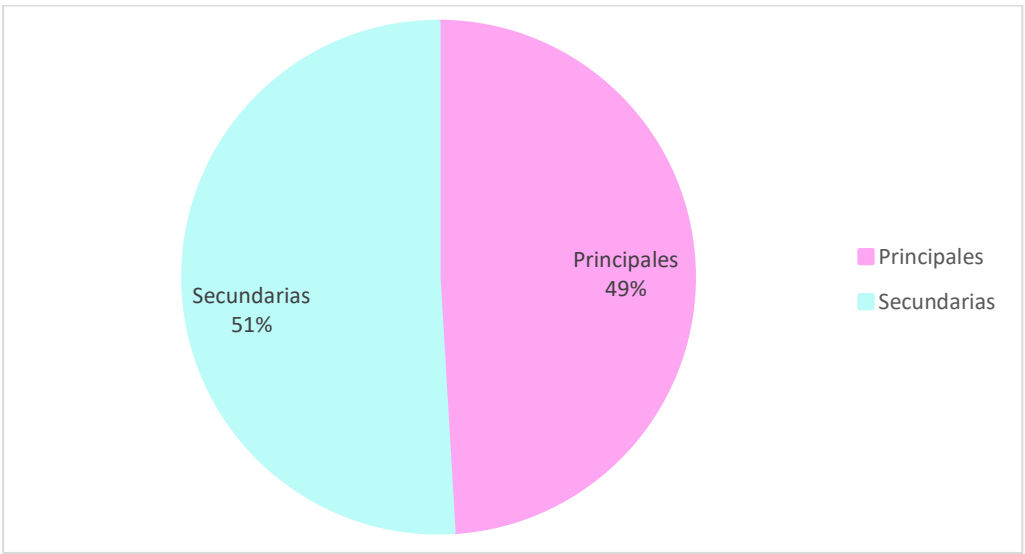


Figura 3.49. Bicicleta en calles principales o secundarias

Según un Estudio realizado por Buehler y Dill Los estudios de preferencia declarada y revelada sugieren que puede existir una jerarquía de preferencias de ciclistas y no ciclistas, favoreciendo separados sobre el ciclismo en carreteras con tráfico, particularmente con altos volúmenes de tráfico motorizado en rápido movimiento (R. Buehler & J. Dill, 2015).

3.2.1. Análisis de demanda

Se puede calcular la cantidad de personas que usarán bicicleta partiendo del principal medio de transporte donde el 49.80% de la población se moviliza mediante buses, taxis y a pie ya que según lo mencionado anteriormente quienes principalmente suelen movilizarse mediante vehículo propio es poco probable hagan de la bicicleta su medio de transporte habitual.

Este 49.8% representan a 22 021 personas que serían los potenciales usuarios de la misma, sin embargo, es necesario hacer un ajuste con el fin de reducir la población excluyendo a menores 10 años y mayores de 60 años, para esto se asume que los datos presentados en la Tabla 3.21 que corresponde a la distribución de la población por edad en la provincia de Napo son similares a la ciudad de Tena ya que se desconoce esa información, con lo cual se logra reducir el 35% de la población descartando así a personas quienes realmente no harían uso de la bicicleta como medio de transporte diario, lo que da como resultado un valor de 14 300 potenciales usuarios.

Tabla 3.21: Población de Napo en función de edad censo 2010

Rango de edad	2010	%
De 95 y más años	38	0.0
De 90 a 94 años	82	0.1
De 85 a 89 años	164	0.2
De 80 a 84 años	386	0.4
De 75 a 79 años	649	0.6
De 70 a 74 años	1 078	1.0
De 65 a 69 años	1 699	1.6
De 60 a 64 años	2 097	2.0
De 55 a 59 años	2 771	2.7
De 50 a 54 años	3 250	3.1
De 45 a 49 años	4 457	4.3
De 40 a 44 años	4 771	4.6
De 35 a 39 años	6 091	5.9
De 30 a 34 años	6 973	6.7
De 25 a 29 años	8 347	8.0
De 20 a 24 años	8 862	8.5
De 15 a 19 años	11 307	10.9
De 10 a 14 años	13 023	12.6
De 5 a 9 años	14 028	13.5
De 0 a 4 años	13 624	13.1
Total	103 697	100.0

Fuente: INEN, 2010

Sin embargo, sería utópico pensar que todas esas personas van a movilizarse en uno solo día, es así que de acuerdo la frecuencia de buses y las líneas del transporte, alrededor de 12 500 personas se movilizan a diario, 6 250 personas se movilizan en bus, a pie, en taxi, según las encuestas realizadas el 75% de la población analizada utilizaría la bicicleta como medio de transporte diario, es así que se tendrían 4 690 ciclistas al día, es decir que cada hora se movilizarían 335 personas por la ciclovía diseñada.

3.3. Diseño geométrico

3.3.1. Trazado de rutas

Para realizar el proceso de trazado de rutas es necesario definir a los potenciales usuarios ya que un grupo de ciclistas no es homogéneo, se diferencian según sus necesidades y motivos de viaje que según *la Guía de Ciclo-Infraestructura para Ciudades Colombianas* (Ministerio de Transporte de Colombia, 2016) estos son:

- Ciclista frecuente: su principal motivo de viaje es trabajo, estudio u otros para lo cual utiliza bicicletas convencionales.
- Ciclista recreativo: utiliza la bicicleta para recorrer parques o caminos novedosos de forma recreativa para salir de la rutina.
- Cicloturista: usa la bicicleta como un medio de transporte para recorrer la ciudad conociendo los lugares más emblemáticos realizando largos recorridos.
- Ciclista deportivo de carretera: utiliza la bicicleta principalmente en vías interurbanas con el fin de realizar deporte.
- Ciclista de montaña: usa la bicicleta con un objetivo deportivo en zonas alejadas de la ciudad.

La clasificación de los usuarios es un factor importante porque define las necesidades que deben ser satisfechas por la ciclovía a diseñar en base a sus requerimientos de confort y seguridad (Ministerio de transporte de Colombia, 2016).

El usuario diseño en base al cual se diseñará la ciclovía en la ciudad de Tena es un ciclista frecuente ya que el objetivo de esta es ofrecer un sistema de transporte alternativo a la ciudadanía, el perfil de este usuario es básicamente una persona que tiene como motivo principal de viaje: trabajo, estudio, compras o diligencias personales que según las encuestas realizadas

el 40 % de la población se desplaza alrededor de 1 a 3 km de viaje con velocidades que van desde 15 km/h hasta 30 km/h. Sin embargo, el ciclista frecuente se puede llegar a segmentar en base a la edad y experiencia (Ministerio de transporte de Colombia, 2016).

El trazo de las ciclorutas según la sección *2.5.Criterios de calidad en el trazo de la red* del Tomo III: Red de Movilidad en Bicicleta del Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas, la sección *2.4.1.3.Requisitos básicos de las cilorredes* de la Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas y la sección *2.5.Planificación de redes de transporte de bicicletas* de la cuarta edición de la Guía para el Desarrollo de Instalaciones para Bicicletas publicada el 2012 por la AASHTO -American Association of State Highway and Transportation Officials- coinciden en que el trazado debe dar como resultado una ruta coherente, directa, segura y atractiva como se muestra en la Figura 3.49.



Figura 3.49. Requisitos de ciclorutas
Fuente: Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas, 2016

- Coherencia

Las rutas deben ser continuas y consistentes, por tanto, debe ser adecuada para todos los usuarios desde los que tienen menos experiencia hasta los más experimentados, debe satisfacer los

objetivos de conectividad entre origen-destino y mantener una relación lógica entre sus diferentes tramos.

- Rutas directas

Al momento de ofrecer a la ciudadanía un sistema de transporte alternativo este tiene que ser atractivo y otorgarles beneficios frente a otros medios de transporte para así fomentar su uso, es así que las rutas deben ser cortas y directas de tal forma que los usuarios puedan cumplir con sus recorridos en menor tiempo, con pocos desvíos y un mínimo número de intersecciones.

- Comodidad

Para que una ruta sea cómoda se debe ver el entorno completo de la misma, el viaje por esta debe ser ameno para llamar la atención de potenciales usuarios, esto se logra con pavimento uniforme, ancho de carril acorde al ciclista, minimización de paradas y elementos de protección en la vía. Por otro lado, uno de los factores más importantes es el esfuerzo físico de los usuarios al viajar por esa ruta lo que se describe por las altas pendientes del terreno que pueden ser identificadas y evitadas en el proceso de trazado de ruta.

- Atractividad

El decir que una ruta es atractiva depende mucho de los diferentes puntos de vista de cada usuario, sin embargo, existe ciertos parámetros que en general logran llamar la atención de los usuarios que son un paisaje agradable, un entorno que genere seguridad con bajos niveles de tránsito y facilidad de conectividad con el transporte público.

- Seguridad

La seguridad es uno los requisitos más importantes al trazar una ruta ya que está compuesta por varios escenarios que pueden ser clasificados como seguridad vial y seguridad ciudadana.

En cuanto a la seguridad vial en la jerarquía de usuarios y acorde a su vulnerabilidad los ciclistas se encuentras después de los peatones, es decir que son uno de los usuarios más vulnerables dentro del sistema trasporte ya que por lo general comparten calzada con los vehículos motorizados y no poseen ningún tipo de amortiguamiento que los proteja de accidentes, este riesgo inminente puede ser reducido mediante el diseño de la ciclovía, la señalización vertical y horizontal, implementación de elementos de protección, el trazado de la ruta y el diseño de intersecciones.

Por otro lado, la seguridad ciudadana se basa en los delitos que puedan sufrir los ciclistas a lo largo de su recorrido por lo cual el trazado de la ruta debe hacerse por áreas seguras, es decir, lugares donde exista gran afluencia de gente y buena iluminación que garantice la seguridad de los usuarios tanto como sea posible desde la perspectiva del diseño.

Uno de los desafíos más grandes al realizar el trazado de estas rutas fue el sentido de las calles ya que por la bibliografía consultada y las calles de la ciudad de Tena estas han sido concebidas como ciclovías unidireccionales.

Según una investigación llevada a cabo por Watchel y Lewiston en 1994 titulada *"Factores de riesgo de colisiones entre bicicletas y vehículos motorizados en las intersecciones"* los usuarios de una ciclovía corren hasta 3.6 veces más riesgo de sufrir un accidente cuando circula en sentido contrario a los vehículos motorizados, al implantar una ciclovía zonas urbanas donde existe un gran número de intersecciones, entradas y salidas de vehículos, el riesgo al que se exponen los ciclistas es aún mayor. Es así que el Tomo IV: Infraestructura del Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas y la Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas coinciden en que *"es indispensable que la infraestructura vial ciclista, en un entorno urbano, se diseñe lo más próximo al carril de baja velocidad, de forma unidireccional,*

en el mismo sentido de circulación del tránsito automotor y procurando alta visibilidad en las intersecciones" (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011) y *"como regla general, se puede afirmar que la variante bidireccional no es la más recomendable para vías ciclistas en entornos urbanos, dada su mayor inseguridad en los cruces en los que es más difícil alertar a los conductores de los vehículos que deben tener en cuenta un doble flujo ciclista"* (Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas, 2016).

Es así que las rutas presentadas a continuación han sido trazadas con el fin de garantizar acceso directo hacia los puntos más frecuentados de la ciudad de tena, como lugares de empleo, estudio (escuelas, colegios), instituciones gubernamentales, espacios deportivos, enlaces con otras ciclovías, parques, sitios de culto y transporte público. Esto se ha logrado gracias a la aplicación de sistemas de información geográfica en este caso QGIS donde se logró integrar la información obtenida del PDOT de la ciudad de Tena con el trazado de las rutas logrando una interacción de toda la información disponible de lo que resulta una representación visual que permite un nivel de análisis integral más eficiente (AASHTO, 2012).

El trazado de las rutas se inició en base a la red de ciclovías planificadas por el GADM de Tena en su propuesta de PDOT 2021-2023, sin embargo estas rutas en su mayoría están trazadas de forma perimetral a la ciudad por lo que no serían una vía para fomentar el uso de bicicletas como un medio de transporte alternativo, es así que se partió de estas y en el transcurso se tomaron calles por donde no se habían proyectado ciclovías, esto sucedió en la Ruta 1, por otro lado la Ruta 2 en su mayoría sigue la ruta proyectada por el GADM de Tena como se describe a continuación.

3.3.1.1. Ruta 1

La Ruta 1 tiene una longitud de 9.097 km y como se observa en la figura 3.50, se origina en el norte de la ciudad conectando así el sector del redondel Jumandy con el centro de la ciudad, también conecta dos puntos importantes en sentido este-oeste. Esta ruta comienza en la Av. Jumandy donde se conecta el tramo de la Av. Tamiahurco que es un importante punto generador de viajes, y continúa la Av. Jumandy hasta integrarse con la Av. Muyuna pasando por el Parque Lineal enlazándose así con una ciclovía existente que conecta el sector de Muyuna con la Universidad Ikiam, a lo largo de la Av. Muyuna existen dos puntos relevantes que son los que permiten la conexión entre el norte y el centro de la ciudad, el primero es la calle González Suárez que llega a la Federación Deportiva de Napo hasta la calle Rocafuerte y continúa por la calle Sucre hasta la calle Abdón Calderón llegando así a la calle García Moreno que pasa por la Unidad Educativa José Peláez abriéndose paso por el puente peatonal llegando así al otro lado de la ciudad donde toma la Av. 15 de Noviembre hasta la Av. Francisco de Orellana pasando por el Malecón Escénico de Tena hasta integrarse otra vez con la Av. 15 de Noviembre.

Por otro lado, esta ruta cuenta con un tramo de ciclovía que comienza en la Av. Francisco de Orellana a la altura del Parque Bellavista hasta unirse con la Av. 15 de Noviembre, a partir de este punto los dos tramos descritos se enlazan y cruzan el puente carrozable para dirigirse por la calle Olmedo y en la intersección Olmedo-Juan Montalvo se integra un tramo de ciclovía que va desde la calle Abdón Calderón hasta la Av. Muyuna.

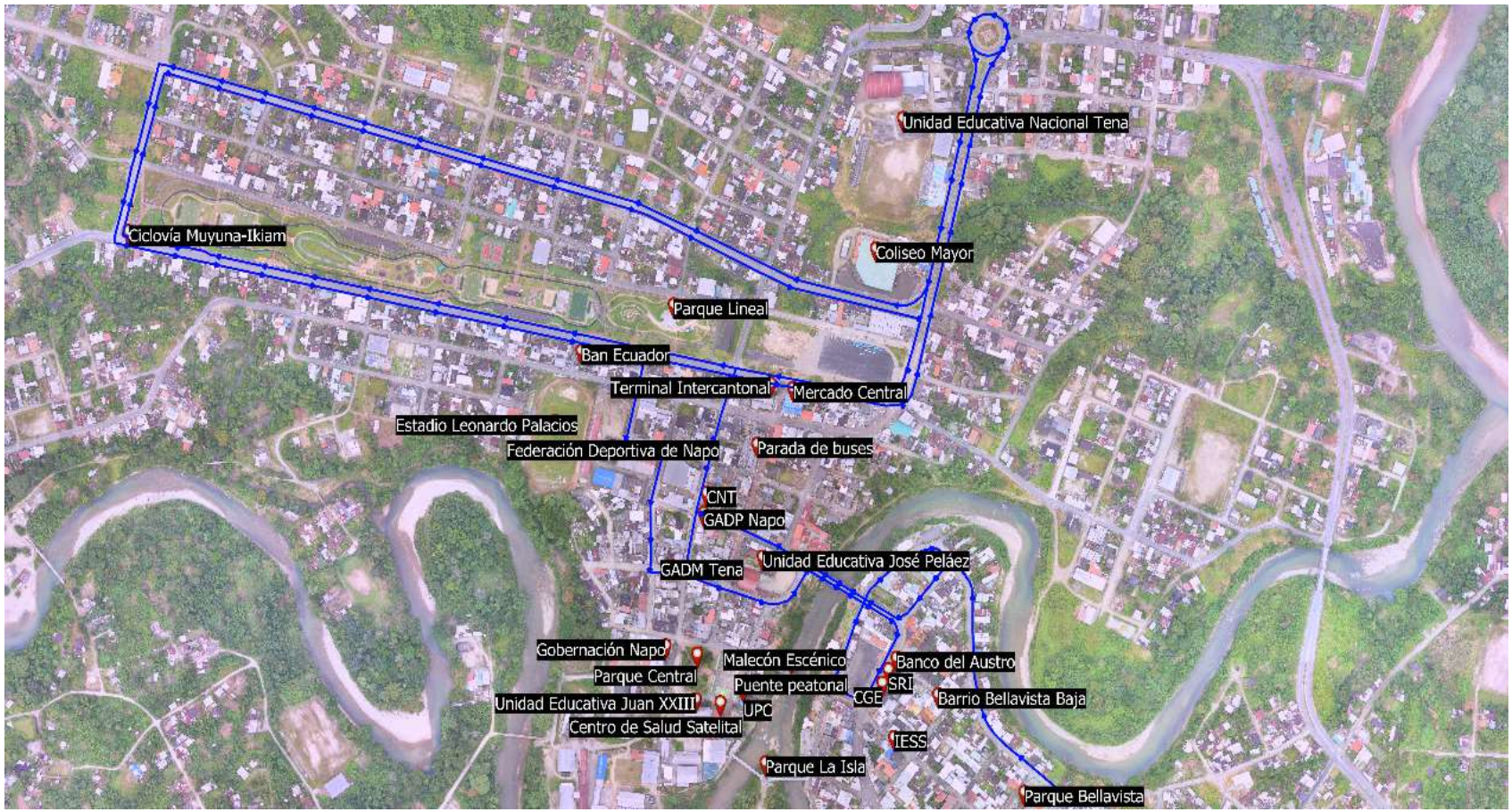


Figura 3.50. Ruta 1

3.3.1.2. Ruta 2

La Ruta 2 se puede observar en la figura 3.51, esta ruta se ubica en el sector Sur de la ciudad tiene una longitud de 4.474 km, esta ruta tiene su origen en la Av. Pano, después toma la Av. del Chofer hasta la Av. 15 de Noviembre, continuando por esta por un tramo de 860 m aproximadamente todo el tramo descrito está compuesto por dos carriles separados y cada uno de estos es unidireccional ya que el ancho de estas vías lo permiten, después la ruta se abre paso por la calle Chontayaku hasta integrarse nuevamente con la Av. Pano de forma unidireccional en sentido Oeste-Este. A esta ruta se suman dos tramos que facilitan la conectividad dentro de la ruta, el primero es en sentido Norte-Sur por medio de la calle Salinas donde conecta la Av. Pano con la calle Chontayaku, el otro tramo tiene sentido Sur-Norte conectando así la calle Chontayaku con la Av. del Chofer.

Los lugares más relevantes que se encuentran más cerca a la Ruta 2 son los siguientes:

- Unidad Educativa Maximiliano Spiller
- Banco Pichincha
- Estadio Vista Hermosa
- Sindicato de Choferes
- Terminal Terrestre de Tena
- Almacenes Tía
- Mercado Sur
- Fiscalía Provincial de Napo
- Hospital Velasco Ibarra
- Registro Civil
- Casa del Diabético

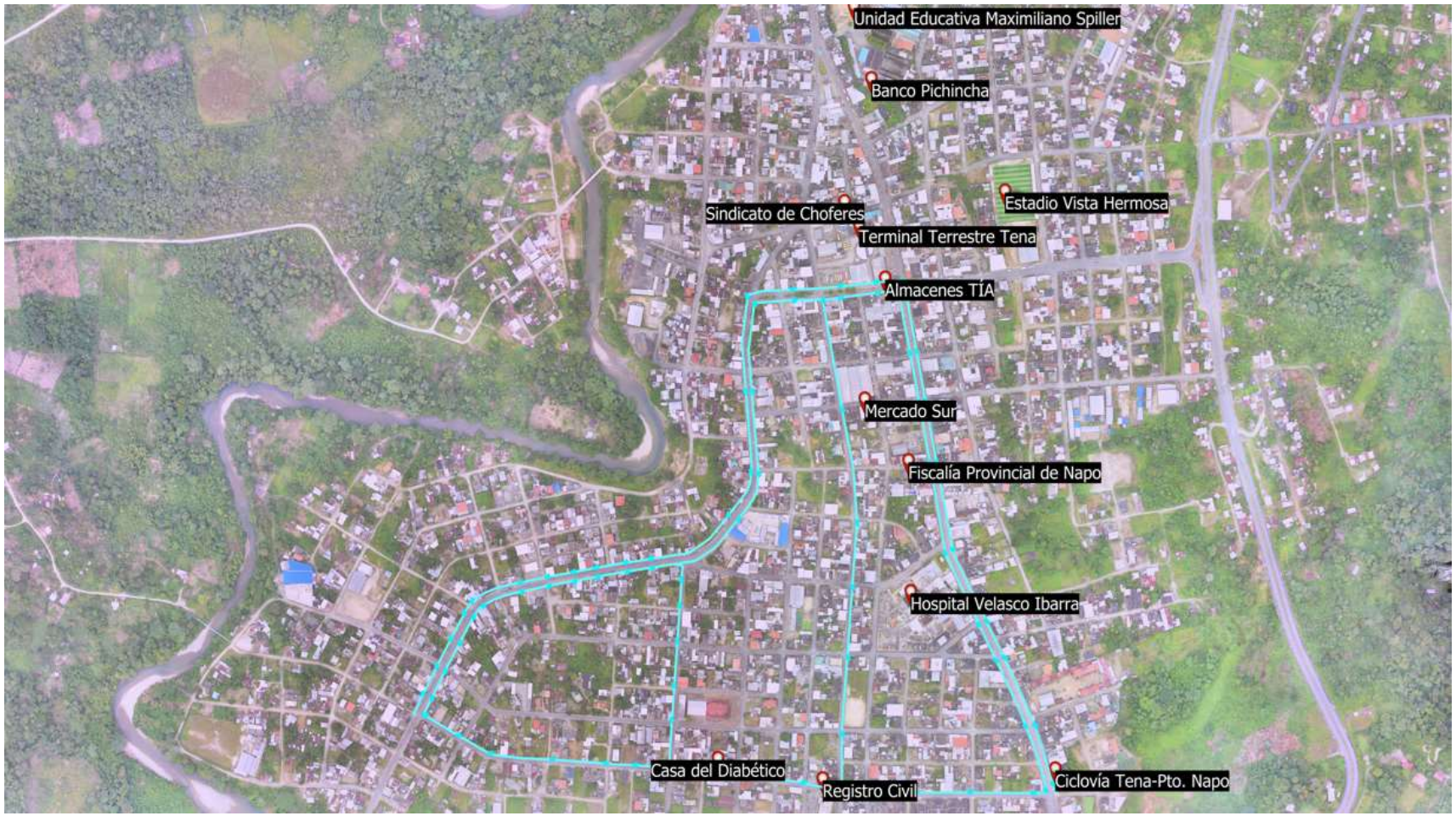


Figura 3.51. Ruta 2

3.3.2. Estudio de factibilidad de alternativas y selección de ruta

Para elegir la ruta óptima dentro de las presentadas anteriormente, es necesario llevar a cabo un estudio de factibilidad de alternativas, este se realiza principalmente en base a la tesis titulada "Guía técnica para el diseño y construcción de ciclovías para zonas de ampliación futura de las ciudades medianas del Ecuador" por Ruffo Villa en la cual propone una matriz de evaluación de requerimientos para la construcción de una ciclovía; así como también del manual de integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas, la guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas y la cuarta edición de la guía para el desarrollo de infraestructura para bicicletas de la AASHTO.

Tabla 3.22 Matriz de evaluación de requerimientos para la construcción de una ciclovía

Característica	Requerimiento	Existencia y/o porcentaje de cumplimiento (min 50%)	Calificación (0,1)	Factibilidad de ejecución	Observación
Coherencia	Jerarquización vial				Según Tabla 3.28
	Presencia de puntos generadores de viajes				Más de 200 bicicletas por día
	Interrupciones (No. de intersecciones)				No más de 10 cada 1000 m.
	Facilidades en la calzada y/o acera				Cambios de sección, separadores, otras
	Altura libre de la vía				No en túneles, ni gálibo < 2.5 m
	Libertad de elección de ruta				No debe existir proyectos de transporte motorizado

	Señalización preliminar				Horizontal y vertical
Rutas Directas	Actividad en la calle				No es lugares con comercio informal
	Pendiente máxima por tramo				Máximo 10%
	Presencia de transporte pesado				No em lugares con más de 15% de transporte pesado
Rutas Atractivas	Lugares de concentración de personas (turismo, educación, culto, comercio, parques, etc.)				Ninguna
	Velocidad de circulación (no avenidas de alto tráfico)				Según Tabla 3.28
	Tipo de estacionamiento				No en tipo batería
	Zonas de vigilancia y seguridad				Control operativo siempre
Confort	Superficie de la capa de rodadura				No en empedrado y/o lastre
	Número de carriles de la vía				Mínimo dos carriles en la vía
	Presencia de iluminación				No en sectores sin alumbrado público
Seguridad	Zona de pacificación (Zona 30)				De acuerdo a ordenanza municipal

	Periodo de mantenimiento vial				Según ordenanzas
	Número de accidentes				No más de 3 al mes en intersecciones conflictivas
	Señalización de intersecciones				Señalizadas, semaforizadas, otras.

Fuente: Villa. R, 2014

En esta matriz de evaluación, la puntuación máxima es 21 puntos, para que una cicloruta sea factible debe cumplir con una calificación mínima de 15/21, es decir aproximadamente el 71%. Las rutas inicialmente planteadas se evaluarán en base a esta matriz y la que mejor puntaje obtenga y cumpla con el porcentaje mínimo establecido será la cicloruta definitiva y en base a esta se realizará el diseño geométrico.

Tabla 3.23: Evaluación Ruta 1

Característica	Requerimiento	Existencia y/o porcentaje de cumplimiento (min 50%)	Calificación (0,1)	Factibilidad de ejecución	Observación
Coherencia	Jerarquización vial	Local - Colectora	1	Sí	Según Tabla 3.28
	Presencia de puntos generadores de viajes	80 %	1	Sí	Más de 200 bicicletas por día
	Interrupciones (No. de intersecciones)	48	1	Sí	No más de 10 cada 1000 m.
	Facilidades en la calzada y/o acera	Sí	1	Sí	Cambios de sección, separadores, otras
	Altura libre de la vía	Sin túneles, ni gálibos	1	Sí	No en túneles, ni gálibo < 2.5 m
	Libertad de elección de ruta	70%	1	Sí	No debe existir proyectos de transporte motorizado
	Señalización preliminar	50%	0	No	Horizontal y vertical
Rutas Directas	Actividad en la calle	No	1	Sí	No es lugares con comercio informal
	Pendiente máxima por tramo	10.65% en una distancia de 25.47 m	1	Sí	Máximo 10%
	Presencia de transporte pesado	20%	0	No	No en lugares con más de 15% de transporte pesado
Rutas Atractivas	Lugares de concentración de personas (turismo, educación, culto, comercio, parques, etc.)	30 lugares	1	Sí	Ninguna

	Velocidad de circulación (no avenidas de alto tráfico)	30-50 km/h	1	Sí	Según Tabla 3.28
	Tipo de estacionamiento	Ninguno	1	Sí	No en tipo batería
	Zonas de vigilancia y seguridad	80%	1	Sí	Control operativo siempre
Confort	Superficie de la capa de rodadura	Asfalto, adoquín, hormigón	1	Sí	No en empedrado y/o lastre
	Número de carriles de la vía	2	1	Sí	Mínimo dos carriles en la vía
	Presencia de iluminación	80%	1	Sí	No en sectores sin alumbrado público
Seguridad	Zona de pacificación (Zona 30)	No	0	No	De acuerdo a ordenanza municipal
	Periodo de mantenimiento vial	Permanente	1	Sí	Según ordenanzas
	Número de accidentes	0	1	Sí	No más de 3 al mes en intersecciones conflictivas
	Señalización de intersecciones	60 %	1	Sí	Señalizadas, semaforizadas, otras.
CALIFICACIÓN TOTAL			18	ES FACTIBLE	

Tabla 3.24: Evaluación Ruta 2

Característica	Requerimiento	Existencia y/o porcentaje de cumplimiento (min 50%)	Calificación (0,1)	Factibilidad de ejecución	Observación
Coherencia	Jerarquización vial	Colectora-Local	1	Sí	Según Tabla 3.28
	Presencia de puntos generadores de viajes	70%	1	Sí	Más de 200 bicicletas por día
	Interrupciones (No. de intersecciones)	52	1	Sí	No más de 10 cada 1000 m.
	Facilidades en la calzada y/o acera	Sí	1	Sí	Cambios de sección, separadores, otras
	Altura libre de la vía	Sin túnel, ni gálibo	1	Sí	No en túneles, ni gálibo < 2.5 m
	Libertad de elección de ruta	60%	1	Sí	No debe existir proyectos de transporte motorizado
	Señalización preliminar	40%	0	No	Horizontal y vertical
Rutas Directas	Actividad en la calle	No	1	Sí	No es lugares con comercio informal
	Pendiente máxima por tramo	11.91% por 37.37 m	0	No	Máximo 10%
	Presencia de transporte pesado	50%	0	No	No en lugares con más de 15% de transporte pesado
Rutas Atractivas	Lugares de concentración de personas (turismo, educación, culto, comercio, parques, etc.)	13	1	Sí	Ninguna

	Velocidad de circulación (no avenidas de alto tráfico)	50 km/h	1	Sí	Según Tabla 3.28
	Tipo de estacionamiento	Ninguno	1	Sí	No en tipo batería
	Zonas de vigilancia y seguridad	60%	1	Sí	Control operativo siempre
Confort	Superficie de la capa de rodadura	Asfalto, adoquín	1	Sí	No en empedrado y/o lastre
	Número de carriles de la vía	2	1	Sí	Mínimo dos carriles en la vía
	Presencia de iluminación	60%	1	Sí	No en sectores sin alumbrado público
Seguridad	Zona de pacificación (Zona 30)	No	0	No	De acuerdo a ordenanza municipal
	Periodo de mantenimiento vial	Permanente	1	Sí	Según ordenanzas
	Número de accidentes	0	1	Sí	No más de 3 al mes en intersecciones conflictivas
	Señalización de intersecciones	60%	1	Sí	Señalizadas, semaforizadas, otras.
CALIFICACIÓN TOTAL			17	ES FACTIBLE	

Como se puede observar en las Tablas 3.23 y 3.24 las dos rutas son factibles para su construcción ya que tienen un puntaje mayor a 15/21, sin embargo, la Ruta 1 tiene un puntaje mayor al de la Ruta 2.

Por otro lado, se ha puesto en consideración requisitos de diseño establecidos por las normas y manuales expuestos anteriormente, en base a estos se ha realizado una comparación de los mismo que se puede observar en la Tabla 3.25 donde se describen importantes parámetros como longitud de las rutas, pendiente máxima y distancia de desnivel, número de intersecciones críticas, lugares de interés y paradas de bus,

Tabla 3.25: Características de rutas propuestas

Parámetro	Ruta 1	Ruta 2
Longitud (km)	9.097	6.682
Pendiente máxima (%)	10.65	11.91
Distancia de pendiente (m)	25.47	37.37
No. Intersecciones	48	52
No. Intersecciones críticas	7	6
Lugares de interés	30	13
No. de paradas de bus	7	21
Transporte pesado (%)	20	50

Fuente: Mapa SIG

En base a las Tablas 3.23, 3.24 y 3.25 se llega a la conclusión de que la Ruta 1 es la óptima para su construcción al tener una longitud mayor a la de la Ruta 2, menor número de intersecciones que la Ruta 2, por otro lado, la forma de las calles por donde se trazó la Ruta 2 no cumplen con los requerimientos básico en función del perfil longitudinal (ver Anexo 2) que se establece en la Tabla 3.26 que se muestra a continuación.

Tabla 3.26: Pendientes máximas y su longitud

Pendientes máximas (%)	Longitud (m)
3-6	Hasta 500 m
6	Hasta 240 m
7	Hasta 120 m
8	Hasta 90 m
9	Hasta 60 m
10	Hasta 30 m
11-20	Hasta 15 m

Fuente: Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011

La Ruta 1 tiene un mayor número de lugares de interés, esta a su vez tiene menor número de paradas de buses 7 frente a 21 de la Ruta 2, por ende una menor presencia de transporte pesado y este es uno de los parámetros más importantes bajo el cual se descarta la Ruta 2 ya que en la mayoría de las calles que la componen circulan buses y el propósito de implementar una ciclovía en una ciudad es tener un sistema de transporte multimodal que mejore conectividad entre los diferentes puntos de la ciudad y en este caso la Ruta 2 compite con el transporte público lo cual no es ideal dentro de la planificación de transporte.

Tabla 3.27: Ancho mínimo de calles según la ruta

Ruta 1			Ruta 2		
Calle	Ancho (m)	Descripción	Calle	Ancho (m)	Descripción
Jumandy	16.40	Doble vía	Pano	11.00	Doble vía
Tamiahurco	15.00	Doble vía	Chofer	18.60	Doble vía
Muyuna	13.90	Doble vía	15 de Noviembre	16.00	Doble vía
Rocafuerte	7.80	Una vía	Chontayaku	8.20	Una vía
Sucre	7.80	Una vía	Salinas	6.50	Una vía
Abdón Calderón	10.00	Una vía	Gabriel Espinosa	8.00	Doble vía
Olmedo	8.00	Una vía	-	-	-
González Suárez	8.00	Una vía			
Juan Montalvo	9.90	Una vía			
15 de Noviembre	8.00-16.00	Doble vía			
Francisco de Orellana	5.60-10.00	Una vía Doble vía			
Puente carrozable	7.20	Doble vía			

Fuente: Plano predial Tena, 2020

Por otro lado, se generó la Tabla 3.27 con el ancho y sentido de circulación de las calles que componen las Rutas 1 y 2, es así que el puente carrozable es un sector de análisis a detalle ya que tiene ancho de calzada de 7.20 m conformado por dos carriles con sentido diferente donde se deberá tener especial cuidado con la elección de tipo de ciclovía y diseño de la sección transversal.

3.3.3. Diseño Geométrico

El diseño geométrico de una ciclovía se basa en parámetros establecidos por normas internacionales como distancia de frenado, alineación horizontal y vertical, radios de curvatura, peralte de curvas que se establecen en función a la velocidad diseño de los vehículos motorizados, sin embargo, es necesario aclarar que al implementar una ciclovía sobre calles ya construidas y en base a lo que especifica la AASHTO en la cuarta edición de la Guía para el Desarrollo de Instalaciones para Bicicletas en el Capítulo 4: Diseño de instalaciones en carretera *"Las pautas básicas de diseño geométrico para vehículos motorizados darán como resultado una instalación que se adapte a los ciclistas en la calle. Si se diseñan correctamente para vehículos de motor, los elementos de diseño de carreteras, como la distancia visual de frenado, la alineación horizontal y vertical, las pendientes longitudinales y las pendientes transversales cumplirán o superarán el diseño mínimo normas aplicables a ciclistas."* (AASHTO, 2012).

Las calles de las ciudades se pueden adaptar a los ciclistas sin problema, ya que estas siguen las pautas básicas de diseño, además "*La mayoría de los ciclistas adultos tienen una altura de los ojos superior a la altura estándar de los ojos del automovilista*" (AASHTO, 2012) que es un parámetro importante para determinar ciertos requisitos básicos de diseño, por otro lado, las vías por las cuáles se trazó la cicloruta según la jerarquización vial de Ecuador pertenecen a Colectoras y Locales. En la Tabla 3.28 se indica las velocidades de diseño y operación en base a las cuales éstas han sido diseñadas para una velocidad superior que la velocidad de diseño de ciclovías, por ende, los parámetros de diseño que se desprenden de esta cumplen los requerimientos básicos del diseño geométrico de una ciclovía.

Tabla 3.28: Velocidad de diseño vs velocidad de operación

Jerarquía	Velocidad de diseño (km/h)	Velocidad de circulación (km/h)
Expresas o autopistas	90	60-80
Arterias principales	70	50-70
Arterias secundarias	70	30-50
Colectoras	50	20-40
Locales	50	30
Ciclovías	40	30

Fuente: Ley de Caminos del Ecuador

- Ancho de vía:

Se define como ancho de vía al espacio destinado a la circulación del ciclista, su medida es transversal a la calzada y depende del tipo de ciclovía a diseñar para que el ciclista pueda desplazar de forma cómoda y segura. Este ancho de vía en Ecuador ha sido establecido según el Plan Estratégico Nacional de Ciclovías publicado por el MTOP en 2015 que se puede observar en la sección 2.3.3.2. Ancho mínimo de carril de esta investigación.

- Velocidad de diseño:

Determinar una velocidad de diseño es muy importante ya que en función a esta se determinan parámetros como radio de curvatura, distancias de visibilidad, peralte y es de especial relevancia al momento de definir el ancho de la vía. Esta velocidad ha sido definida en manuales internacionales como 30 km/h.

En Ecuador, la Ley de caminos se establece una velocidad de diseño de 40 km/h como se indica en la Tabla 3.28 sin embargo, la velocidad de circulación/operación es de 30 km/h en entornos urbanos.

Según el Tomo IV: Infraestructura del Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas la velocidad de diseño también se puede definir en función de la pendiente y la

distancia de desnivel como se indica en la tabla a continuación. (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)

Tabla 3.29: Velocidad de diseño en función de la pendiente de descenso

Velocidad de diseño en función de la pendiente de descenso (km/h)			
Pendiente (%)	Longitud (m)		
	25 a 75	75 a 150	>150
3 a 5	35	40	45
6 a 8	40	50	55
9	45	55	60

Fuente: Fuente: Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011

- Radios de curvatura:

El radio de curvatura es un elemento geométrico que disminuye la fuerza centrífuga producida en las curvas que tiende a desviar a las bicicletas de su trayectoria, ésta se encuentra en función a la velocidad de diseño y la superficie de la calzada ya que también interviene el coeficiente de fricción entre esta y la llanta de la bicicleta, así como también el peralte (AASHTO, 2012).

Según la AASHTO el radio de curvatura para bicicletas se define por las siguientes expresiones:

Sistema Métrico	Sistema Inglés
$R = \frac{0.0079\ V^2}{\tan\theta}$	$R = \frac{0.067\ V^2}{\tan\theta}$
Dónde: R= Radio de curvatura mínimo (m) V= Velocidad de diseño (km/h) θ= Ángulo de inclinación (grados)	Dónde: R= Radio de curvatura mínimo (pies) V= Velocidad de diseño (mph) θ= Ángulo de inclinación (grados)

- Peraltes:

Este parámetro de diseño es la inclinación transversal de la vía su función es evitar que las bicicletas se desvíen de su trayectoria, según el Tomo IV: Infraestructura del Manual integral de movilidad ciclista este debe tener valores entre 2% y 12% ya que valores mayores a este pueden causar molestias al ciclista. (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011)

- Perfil longitudinal:

Al hablar del perfil longitudinal de la vía, se refiere específicamente a las pendientes y a la distancia de visibilidad. En lo que corresponde a pendientes hay dos puntos a considerar, las pendientes positivas (ascensos) que pueden causar incomodidad al usuario, así como también gran esfuerzo físico y las pendientes negativas (descensos) donde el ciclista deberá tener más cuidado ya que suele aumentar la velocidad en estos tramos e incluso puede llegar a perder el control de la bicicleta.

La ruta trazada cuenta con pendientes que van desde el 0.00% hasta 10.65%, a continuación, se presenta una tabla con las abscisas, la pendiente y la distancia de desnivel.

Tabla 3.30: Detalle de perfil longitudinal de la ciclovía

Abscisa		Pendiente	Distancia de Desnivel
Inicio	Fin	(%)	(m)
0+000,00	0+046,74	2,12%	46,74
0+046,74	0+103,71	0,00%	56,97
0+103,71	0+264,92	-4,34%	161,21
0+264,92	0+300,45	1,69%	35,53
0+300,45	0+344,75	0,88%	44,30
0+344,75	0+418,89	2,70%	74,14
0+418,89	0+523,76	3,81%	104,87
0+523,76	0+663,46	0,00%	139,70
0+663,46	0+760,89	-3,90%	97,43
0+760,89	0+843,07	-2,51%	82,18
0+843,07	0+909,63	-1,70%	66,56
0+909,63	1+007,01	4,05%	97,38
1+007,01	1+082,40	4,05%	75,39
1+082,40	1+146,54	0,00%	64,14
1+146,54	1+182,74	-2,31%	36,20
1+182,74	1+225,90	1,22%	43,16
1+225,90	1+259,09	0,23%	33,19
1+259,09	1+280,76	1,07%	21,67
1+280,76	1+330,66	0,05%	49,90
1+330,66	1+362,17	1,04%	31,51
1+362,17	1+403,07	0,70%	40,90
1+403,07	1+500,00	0,11%	96,93
1+500,00	1+600,00	0,26%	100,00
1+600,00	1+651,01	1,96%	51,01

1+651,01	1+859,07	-0,01%	208,06
1+859,07	1+961,25	-0,35%	102,18
1+961,25	2+025,02	0,57%	63,77
2+025,02	2+195,01	0,01%	169,99
2+195,01	2+234,58	-1,77%	39,57
2+234,58	2+259,56	0,10%	24,98
2+259,56	2+299,51	0,52%	39,95
2+299,51	2+340,48	0,02%	40,97
2+340,48	2+369,00	0,67%	28,52
2+369,00	2+406,42	-0,10%	37,42
2+406,42	2+460,84	0,69%	54,42
2+460,84	2+492,99	0,30%	32,15
2+492,99	2+522,37	1,77%	29,38
2+522,37	2+607,23	0,03%	84,86
2+607,23	2+643,00	0,81%	35,77
2+643,00	2+704,85	0,12%	61,85
2+704,85	2+769,44	0,94%	64,59
2+769,44	2+828,36	0,01%	58,92
2+828,36	2+889,16	1,64%	60,80
2+889,16	3+204,85	-0,07%	315,69
3+204,85	3+424,42	0,10%	219,57
3+424,42	3+516,64	-0,76%	92,22
3+516,64	3+604,85	0,21%	88,21
3+604,85	3+637,32	-0,18%	32,47
3+637,32	3+724,93	1,87%	87,61
3+724,93	3+792,09	-2,28%	67,16
3+792,09	3+840,64	-4,89%	48,55
3+840,64	3+939,07	0,36%	98,43
3+939,07	4+075,93	0,73%	136,86
4+075,93	4+215,11	0,72%	139,18
4+215,11	4+337,08	0,65%	121,97
4+337,08	4+462,22	0,70%	125,14
4+462,22	4+584,27	0,23%	122,05
4+584,27	4+694,58	0,88%	110,31
4+694,58	4+778,73	1,19%	84,15
4+778,73	4+857,69	1,27%	78,96
4+857,69	4+914,41	-1,76%	56,72
4+914,41	4+985,32	-1,41%	70,91
4+985,32	5+021,16	-2,19%	35,84
5+021,16	5+065,60	3,48%	44,44
5+065,60	5+126,23	-1,26%	60,63
5+126,23	5+163,70	-1,53%	37,47
5+163,70	5+192,98	1,52%	29,28
5+192,98	5+282,05	-0,36%	89,07

5+282,05	5+432,52	1,27%	150,47
5+432,52	5+578,73	-1,12%	146,21
5+578,73	5+688,76	-0,88%	110,03
5+688,76	5+765,99	-0,17%	77,23
5+765,99	5+865,99	-0,86%	100,00
5+865,99	5+965,99	-0,84%	100,00
5+965,99	6+065,99	-0,24%	100,00
6+065,99	6+122,30	-1,74%	56,31
6+122,30	6+203,40	-0,01%	81,10
6+203,40	6+256,26	-1,88%	52,86
6+256,26	6+345,97	-0,01%	89,71
6+345,97	6+426,00	-0,54%	80,03
6+426,00	6+547,74	3,45%	121,74
6+547,74	6+639,28	-1,79%	91,54
6+639,28	6+693,19	-3,73%	53,91
6+693,19	6+730,52	-5,33%	37,33
6+730,52	6+771,87	0,00%	41,35
6+771,87	6+893,28	-0,83%	121,41
6+893,28	6+932,34	-6,49%	39,06
6+932,34	6+972,69	-8,57%	40,35
6+972,69	7+032,93	-0,78%	60,24
7+032,93	7+092,32	-4,26%	59,39
7+092,32	7+169,37	-2,67%	77,05
7+169,37	7+216,62	-1,22%	47,25
7+216,62	7+248,58	-0,03%	31,96
7+248,58	7+275,33	-2,29%	26,75
7+275,33	7+361,64	-5,50%	86,31
7+361,64	7+469,68	0,00%	108,04
7+469,68	7+566,78	0,96%	97,10
7+566,78	7+600,16	-2,81%	33,38
7+600,16	7+756,05	0,00%	155,89
7+756,05	7+806,94	0,01%	50,89
7+806,94	7+850,38	-2,14%	43,44
7+850,38	7+924,55	-0,70%	74,17
7+924,55	7+965,99	-1,19%	41,44
7+965,99	8+032,12	-0,08%	66,13
8+032,12	8+087,05	2,92%	54,93
8+087,05	8+155,52	0,00%	68,47
8+155,52	8+194,28	-0,48%	38,76
8+194,28	8+247,44	-0,18%	53,16
8+247,44	8+278,26	0,49%	30,82
8+278,26	8+301,22	-2,07%	22,96
8+301,22	8+331,37	0,00%	30,15
8+331,37	8+387,83	0,89%	56,46

8+387,83	8+439,10	1,94%	51,27
8+439,10	8+515,55	0,00%	76,45
8+515,55	8+601,86	5,50%	86,31
8+601,86	8+622,88	5,87%	21,02
8+622,88	8+641,42	6,89%	18,54
8+641,42	8+666,89	10,65%	25,47
8+666,89	8+708,14	7,30%	41,25
8+708,14	8+762,79	3,70%	54,65
8+762,79	8+802,18	0,52%	39,39
8+802,18	8+856,83	-6,05%	54,65
8+856,83	8+900,81	-2,28%	43,98
8+900,81	8+992,99	-1,10%	92,18
8+992,99	9+043,83	-5,87%	50,84
9+043,83	9+097,05	-5,18%	53,22

Por otro lado, la distancia de visibilidad brinda a los ciclistas la oportunidad de ver y reaccionar ante situaciones inesperadas, esta distancia está en función del usuario, en su percepción, tiempos de reacción, tiempos de frenado, velocidad inicial, coeficiente de fricción y experiencia, por lo general el coeficiente de fricción para ciclistas estándar es 0.32 en calzada seca y 0.16 en calzada mojada, este parámetro de diseño se puede calcular con la siguiente ecuación establecida por la AASHTO.

Sistema Métrico	Sistema Inglés
$S = \frac{V^2}{254\ (f \pm G)} + \frac{V}{1.4}$	$S = \frac{V^2}{30\ (f \pm G)} + 3.67V$
Dónde: *S*= Distancia de visibilidad (m) *V*= Velocidad (km/h) *f*= Coeficiente de fricción (usar 0.16 para bicicleta típica) *G*= Pendiente de entrada (%)	Dónde: *S*= Distancia de visibilidad (pies) *V*= Velocidad (mph) *f*= Coeficiente de fricción (usar 0.16 para bicicleta típica) *G*= Pendiente de entrada (%)

3.3.4. Selección tipo de ciclovía

Este punto es uno de los más importantes dentro del diseño de una ciclovía ya que si bien los operadores de vehículos motorizados deben cumplir la mayoría de edad para conducir en vía pública, los ciclistas no están sujetos a este tipo de limitaciones, por tanto se busca un tipo de

ciclovía que resguarde la seguridad de los usuarios, por otro lado, a diferencia de un conductor de vehículo motorizado cuya principal prioridad es la operación del vehículo, el ciclista también proporciona la potencia para propulsar el vehículo y mantiene el equilibrio necesario para mantener el vehículo en posición vertical, además el ciclista no cuenta con carrocería que lo proteja en caso de accidente, todo esto lo convierte en un usuario frágil posicionándose así después del peatón en una cadena de vulnerabilidad.

Como se indica en la sección 2.3.1. Tipos de Ciclovía se exponen los 4 tipos de ciclovía reconocidos en Ecuador por el MTOP, estos son:

- Carril bicicleta
- Ciclovía compartida
- Ciclovía segregada
- Ciclovía en espaldón

Sin embargo, de estos los que pueden ser implementadas dentro de una ciudad son: ciclovía segregada, carril bicicleta y ciclovía compartida estos están ordenados de acuerdo con el nivel de seguridad que brindan al usuario.

La ciclovía segregada es la más difícil de implementar dentro de una ciudad ya que requiere un espacio considerable y debe estar totalmente separada de la calzada del tráfico vehicular como se muestra en la Figura 2.10 por lo que esta no sería una opción viable dentro de una ciudad.

Para seleccionar un tipo de ciclovía adecuado, el *Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas* establece ciertos criterios de selección que son: usuario, jerarquización vial, volumen de tráfico y velocidad de circulación de los vehículos motorizados, la seguridad y comodidad para el usuario antes que el impacto sobre el flujo de los automotores, los anchos de

vía adecuados según lo establecido por normas para cada tipo de ciclovía, la forma y uso de las vías donde se ha trazado la cicloruta (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011).

- Usuario

Una ciclovía debe satisfacer las necesidades de todos sus usuarios sin importar la velocidad a la que estos se desplacen ni su experiencia, como se explicó anteriormente hay una clasificación de usuarios, en este caso de estudio el usuario es un ciclista frecuente (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011).

La infraestructura ciclista por lo general se diseña solamente con un carril donde circulan todos los ciclistas, por lo que es necesario que esta tenga el ancho necesario para permitir adelantamientos seguros entre los usuarios de tal forma que interactúen de manera cómoda dentro de un mismo carril.

- Forma y uso de vías a intervenir

La forma de las vías donde se ha proyectado la cicloruta es relevante para diseñar una ciclovía amigable con los usuarios y no usuarios de la misma.

Es así que debe tomarse en cuenta las dimensiones de la sección transversal de la vía y su flujo vehicular (Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011).

- Volumen de flujo vehicular y velocidad de circulación

La forma de las vías es uno de los principales criterios para elegir el tipo de ciclovía ya que se relaciona directamente con el volumen de vehículos por día y la velocidad de circulación de los vehículos motorizados.

Para realizar este análisis se ha tomado el *Diagrama de opciones de tipología ciclista* del *Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas* logra y se lo adaptado a la

realidad del Ecuador en función a la jerarquización vial ecuatoriana y velocidades de circulación.

Tabla 3.31: Tipo de ciclovía según jerarquía vial, velocidad y volumen de circulación

Diagrama de opciones de tipología ciclista			
Jerarquía vial	Velocidad de circulación de vehículos (km/h)	Volumen de vehículos por día	Tipo de ciclovía
Vías interurbanas, derechos de vía y áreas verdes	No aplica	No aplica	- Ciclovía segregada
Vías de acceso/locales	Máx 30	Hasta 4000	- Ciclovía compartida
Vías colectoras	30-50	Mayor a 4000	- Carril bicicleta - Ciclovía compartida
Arterias Secundarias	40-60	Irrelevante	- Ciclovía segregada (unidireccional) - Carril compartido
Arterias principales Expresas	Mayores a 50	Irrelevante	- Ciclovía segregada - Ciclovía en espaldón

Fuente: Adaptado de Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011

En base a todo lo argumentado, para establecer el tipo de ciclovía a utilizar a lo largo de la ruta trazada ha sido necesario realizar la Tabla 3.32 donde se presenta un resumen de las características de las vías a intervenir donde se establece su jerarquía dentro del sistema vial,

velocidad de circulación, así como también los sentidos de circulación y el ancho efectivo de la calzada.

Tabla 3.32: Descripción de vías de la cicloruta

Calle	Ancho efectivo (m)	Sentido de circulación	Jerarquía	Velocidad de circulación (km/h)
Jumandy	16.40	Doble vía	Colectora	30-50
Tamiahurco	15.00	Doble vía	Local	Máx 30
Muyuna	13.90	Doble vía	Colectora	30-50
Rocafuerte	7.80	Una vía	Local	Máx 30
Sucre	7.80	Una vía	Local	Máx 30
González Suárez	8.00	Una vía	Local	Máx 30
Abdón Calderón	10.00	Una vía	Local	Máx 30
Olmedo	8.00	Una vía	Local	Máx 30
García Moreno	10.80	Una vía	Local	Máx 30
Juan Montalvo	9.90	Una vía	Local	Máx 30
15 de Noviembre	8.00-16.00	Una vía – Doble vía	Colectora	30-50
Francisco de Orellana	5.60-10.00	Una vía – Doble vía	Local	Máx 30
Puente carrozable	7.20	Doble vía	Local	Máx 30

En base a la Tabla 3.32, ya se podría establecer el tipo de ciclovías para cada tramo siguiendo las especificaciones de la Tabla 3.31, sin embargo, la toma de este tipo de decisiones es un arte y una ciencia a la vez, ya que la ciencia se basa en estándares, directrices y herramientas de análisis técnico, mientras que el arte implica el conocimiento local, juicio técnico y la opinión pública. (AASHTO, 2012).

En este punto, es necesario hacer referencia a los datos recolectados en las encuestas realizadas para el desarrollo de esta investigación, como resultado acerca de la preferencia de los potenciales usuarios un 96% de los encuestados expresaron que se sentirían seguros circulando por una ciclovía que esté separada del tránsito vehicular por medio de elementos físicos, mientras que el 66% expresó sentirse seguro con una ciclovía separada del tránsito vehicular únicamente con pintura y señalización horizontal, por lo que en la medida de lo posible se

implementará un carril bicicleta con separadores viales como se indican en la Tabla 2.16 a lo largo de todo el trazado de ciclovía, sin embargo en lugares donde no sea posible se optará por una ciclovía compartida, por su puesto sustentado en los requerimientos que exige cada tipo de ciclovía para que tengan un buen nivel de servicio, ofrezcan confort y garanticen la seguridad del usuario.

Después de haber realizado el análisis de la ruta establecida, según la opinión de la ciudadanía, la forma y uso de las vías se ha logrado definir los tipos de ciclovía que conformarán esta ruta, estos son carril bicicleta y ciclovía compartida, este último se aplicará en el sector del puente carrozable ya que según las dimensiones de este es la infraestructura óptima. A continuación, se presenta la Tabla 3.33 que resume el tipo de ciclovía, la calle donde se implementará, su longitud y abscisas correspondientes.

Tabla 3.33: Tipo de infraestructura ciclista establecida en la ruta

Abscisa	Calle	Longitud (m)	Tipo de Ciclovía
0+000,00	Av. Jumandy	1182,74	Carril bicicleta
0+100,00			
0+200,00			
0+300,00			
0+400,00			
0+500,00			
0+600,00			
0+700,00			
0+800,00			
0+900,00			
1+000,00			
1+100,00			
1+182,70			
1+200,00	Muyuna	2454,58	Carril bicicleta
1+300,00			
1+400,00			
1+500,00			
1+600,00			
1+700,00			

1+800,00			
1+900,00			
2+000,00			
2+100,00			
2+200,00			
2+300,00			
2+400,00			
2+500,00			
2+600,00			
2+700,00			
2+800,00			
2+900,00			
3+000,00			
3+100,00			
3+200,00			
3+300,00			
3+400,00			
3+500,00			
3+600,00			
3+637,32			
3+700,00	Tamiahurco	3001,96	Carril bicicleta
3+800,00			
3+900,00			
4+000,00			
4+100,00			
4+200,00			
4+300,00			
4+400,00			
4+500,00			
4+600,00			
4+700,00			
4+800,00			
4+900,00			
5+000,00			
5+100,00			
5+200,00			
5+300,00			
5+400,00			
5+500,00			
5+600,00			
5+700,00			
5+800,00			

5+900,00			
6+000,00			
6+100,00			
6+200,00			
6+300,00			
6+400,00			
6+500,00			
6+600,00			
6+639,28			
6+700,00	González Suárez	121,23	Carril bicicleta
6+760,51			
6+800,00	Rocafuerte	58,4	Carril bicicleta
6+818,91			
6+900,00	Sucre	176,54	Carril bicicleta
6+995,45			
7+000,00	Abdón Calderón	189,4	Carril bicicleta
7+100,00			
7+184,85			
7+200,00	García Moreno	80,61	Carril bicicleta
7+265,46			
7+300,00	Puente Carrozable	155,05	Ciclovía compartida
7+400,00			
7+420,51			
7+500,00	Av. 15 de noviembre (doble vía)	180,3	Carril bicicleta
7+600,00			
7+600,81			
7+700,00	Francisco de Orellana	730,56	Carril bicicleta
7+800,00			
7+900,00			
8+000,00			
8+100,00			
8+200,00			
8+300,00			
8+331,37			
8+400,00	Av. 15 de noviembre (una vía)	121,86	Carril bicicleta
8+453,23			
8+500,00	Puente Carrozable	208	Ciclovía compartida
8+600,00			
8+661,23			
8+700,00	Olmedo	140,95	Carril bicicleta
8+800,00			
8+802,18			

9+600,00	Juan Montalvo	294,87	Carril bicicleta
9+700,00			
9+800,00			
9+900,00			
9+097,05			

En el Anexo 3. Secciones Transversales, se puede observar a detalle la implementación de los diferentes tipos de ciclovía en las calles a intervenir.

3.4. Diseño de Intersecciones

El tratamiento de intersecciones dentro del diseño de una ciclovía es el responsable de garantizar la seguridad de los ciclistas, al ser estos puntos de encuentro entre motorizados, peatones y bicicletas son lugares donde usualmente se generan conflictos y accidentes, es así que en estudios llevados a cabo en países como Holanda más del 50% de accidentes de ciclistas ocurren en intersecciones y de estos la mayoría se dan donde las velocidades de circulación de los motorizados son mayores a 50 km/h. Por otro lado, la frecuente presencia de intersecciones afecta la circulación de los ciclistas al perder su energía cinética cada vez que se detienen lo que se traduce en un esfuerzo extra para continuar su viaje.

La NACTO -National Association of City Transportation Officials- en su guía Urban Bikeway Design en la subsección Intersection treatments, establece las siguientes herramientas para el diseño de intersecciones (NACTO, 2014):

- Reducir velocidad de giro
- Aumentar visibilidad de los ciclistas
- Preferencia de paso a las bicicletas

La AASHTO en su Guía para el Desarrollo de Instalaciones para Bicicletas, establece que un buen diseño de intersección debe seguir los siguientes principios:

- Proporcionar iluminación adecuada

- El diseño debe permitir que la intersección sea directa, lógica y similar a la trayectoria del tráfico de vehículos motorizados
- Los intervalos de luz verde en semáforos deben ser suficientes para permitir que los ciclistas lleguen al otro lado de la intersección.
- Los semáforos deben estar cronometrados para no obstaculizar a los ciclistas con esperas muy largas.

El Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas, establece el tipo de intersecciones que debe diseñarse según la jerarquía vial.

Tabla 3.34: Manejo de intersecciones según jerarquización vial

Manejo de intersecciones			
	Vías arteriales	Vías colectoras	Vías locales
Vías arteriales	A diferente nivel, regulada con semáforo o glorieta.	A diferente nivel, regulada con semáforo o glorieta.	No deben conectar ni cruzar de manera directa.
Vías colectoras		Regulada con semáforo o glorieta.	Regulada con semáforo, glorieta o preferencia de paso.
Vías locales			No reglamentada o con miniglorieta.

Fuente: Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011

3.4.1. Análisis de intersecciones

La ciclovía en análisis tiene 48 intersecciones de las cuales 9 han sido establecidas como intersecciones críticas, mientras que 39 son consideradas como intersecciones menores.

- Redondel Jumandy

Esta intersección usualmente llamada tipo óvalo se ubica en la Av. Jumandy que es una vía colectora, esta debe diseñarse en la parte lateral de la vía cerca a la acera, conservando así el carril bicicleta a lo largo de toda la rotonda como se muestra en la Figura 3.52, la aplicación de

la misma se puede observar en la Figura 3.53, con cruces de bicicleta establecidos en color blanco, es importante resaltar que el ancho de estos es igual al ancho del carril bicicleta, es decir 1.50 m.



Figura 3.52. Diseño de redondeles
Fuente: Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011



Figura 3.53. Intersección redondel Jumandy
Fuente: GADM TENA

- Av. Tamiahurco y Av. Jumandy

Es una intersección tipo T, entre una vía colectora (Av. Jumandy) y vía local (Av. Tamiahurco), esta intersección no está semaforizada, sin embargo, cuenta con una isleta que define los giros a la derecha desde la Av. Jumandy hacia la Av. Tamiahurco, este tramo tiene un ancho efectivo de 6.00 m donde continúa el carril bicicleta hasta incorporarse al carril bicicleta de la Av. Tamiahurco. Por otro lado, para la integración de la Av. Tamiahurco hacia la Av. Jumandy es un giro a la derecha considerado como un giro de baja complejidad. En esta intersección se recomienda implementar un semáforo ya que la trayectoria de los vehículos motorizados que se integran girando a la izquierda desde la Av. Jumandy hasta la Av. Tamiahurco (trayectoria amarilla) ponen en riesgo a los ciclistas que viajan por la Av. Tamiahurco (trayectoria celeste) como se indica en la Figura 3.54



Figura 3.54. Intersección Av. Jumandy - Av. Tamiahurco
Fuente: GADM TENA

La señalización también es un punto clave para que esta intersección sea exitosa, es así como en la Figura 3.54, se indica que la ciclovía deja un espacio libre de separadores viales tipos tachones reemplazándolos por líneas entrecortadas (rojo), para que esta infraestructura ciclista no cause un malestar a los autos que giran hacia la Av. Tamiahurco, con la implementación de un semáforo en esta intersección, también es necesario agregar una área de espera ciclista (rojo) que permita el arranque preferencial de las bicicletas en la Av. Jumandy.

- Av. Muyuna – Av. Jumandy

Esta intersección es semaforizada, sin embargo, tiene cierto grado de complejidad al ser un giro a la izquierda desde la Av. Muyuna hasta incorporarse a la Av. Jumandy, según la AASHTO las trayectorias más comunes de giros a la izquierda de los ciclistas son las que se indica en la Figura 3.55.

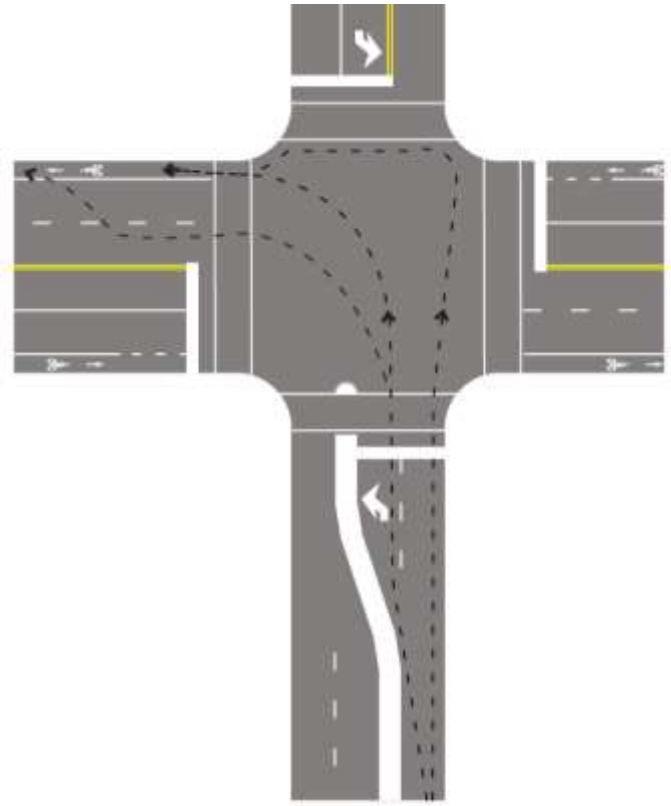


Figura 3.55. Trayectoria giros a la izquierda
Fuente: AASHTO, 2012

En base a estas trayectorias, se intenta definir el movimiento que realizará el ciclista y con la ayuda de señalización adecuada se lo puede guiar durante su trayectoria para ofrecerle un viaje seguro, en la Figura 3.56, se puede observar la intersección señalizada de forma tal que se crean marcas de cruce ciclista en color blanco con un ancho de 1.50 m, así como también una zona de espera para ciclistas en color rojo en la zona del semáforo con el fin de darle ventaja de arranque al ciclista.

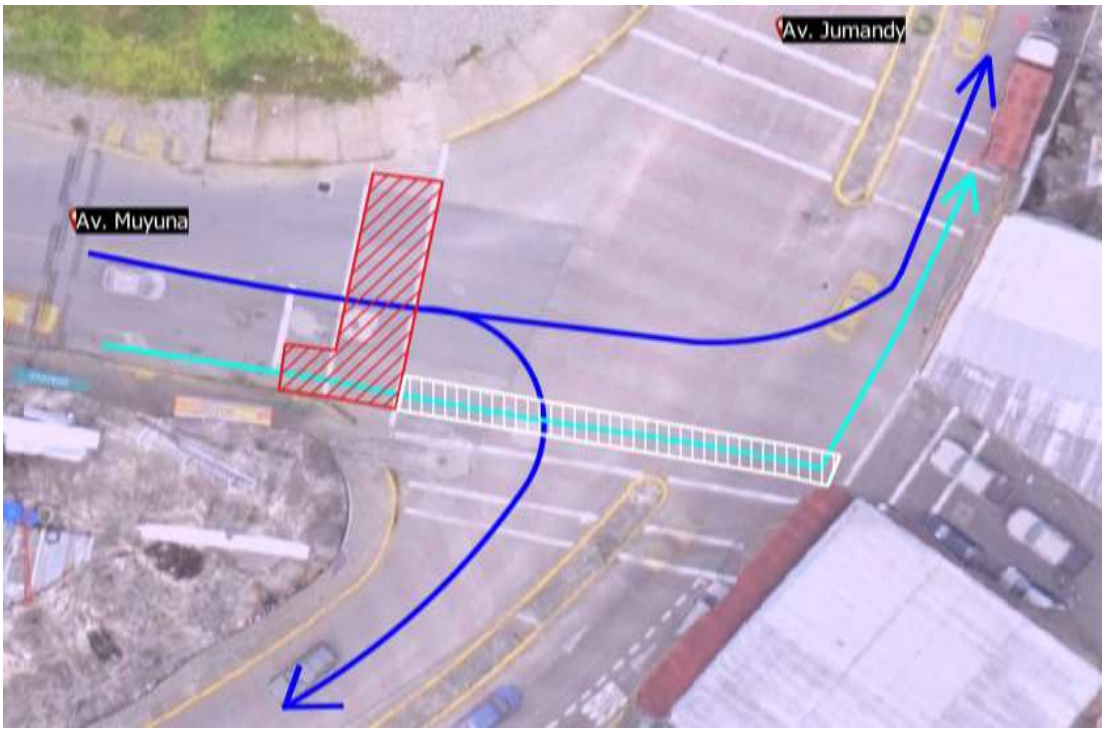


Figura 3.56. Intersección Av. Muyuna - Av. Jumandy
Fuente: GADM TENA

- Av. Muyuna – Juan Montalvo – Las Palmas

Esta intersección es semaforizada, sin embargo, su complejidad es el giro a la izquierda que se resuelve con la implementación de la señalización horizontal de cruce ciclista como se indica en la Figura 3.57.

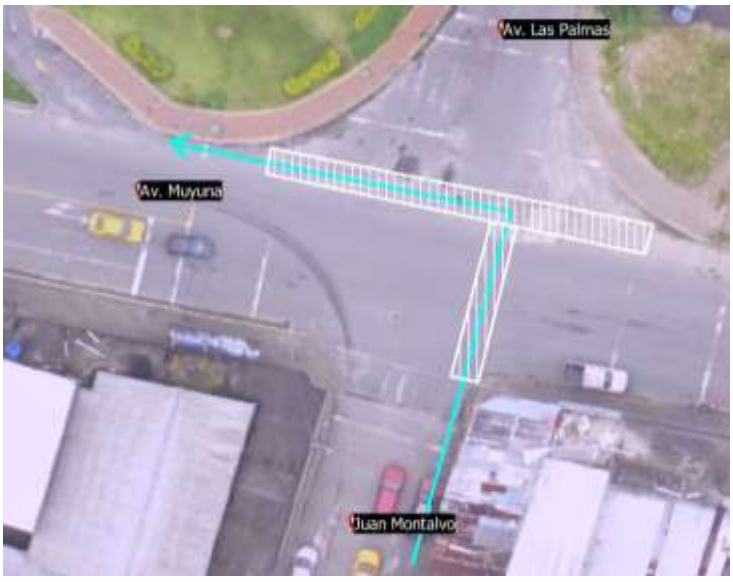


Figura 3.57. Intersección Av. Muyuna - Juan Montalvo - Las Palmas
Fuente: GADM TENA

- Abdón Calderón – García Moreno

Esta intersección se da entre dos calles locales, el tratamiento de esta es originalmente una isleta pintada sobre la calzada sin semaforización, la ciclovía de las calles Abdón Calderón y García Moreno es un carril bicicleta con separadores tipo tachones, esta se interrumpe a lo largo de toda la isleta por un cruce ciclista en color blanco como se muestra en la Figura 3.58, donde la trayectoria celeste pertenece a los ciclistas y la azul a los automotores.



Figura 3.58. Intersección Abdón Calderón - García Moreno
Fuente: GADM TENA

- García Moreno – Olmedo

Esta intersección no es semaforizada, ni cuenta con isletas, a pesar de darse entre dos vías locales, esta necesita especial atención ya que es un punto de bastante afluencia de tráfico como se muestra en la Figura 3.59, las líneas amarillas y azules describen las trayectorias de los vehículos mientras que la línea celeste representa la ruta de los ciclistas, la ciclovía en este sector empieza como ciclovía compartida y al cruzar esta intersección se convierte en un carril bicicleta, esto quiere decir que el comportamiento de las bicicletas en la intersección sería igual a los vehículos motorizados, es así que la solución óptima a esta intersección es la implementación de un sistema de semaforización que distribuya el tráfico.



Figura 3.59. Intersección García Moreno – Olmedo
Fuente: GADM TENA

- García Moreno – Puente carrozable

Esta intersección es importante analizarla ya que la ciclovía en la calle García Moreno es un carril bicicleta, sin embargo esta al incorporarse al puente carrozable se convierte en una ciclovía compartida (celeste), como se puede observar en la Figura 3.60 los automotores (amarillo y azul) que se integran al puente carrozable se regulan mediante el semáforo que se ubica en la intersección García Moreno – Olmedo, sin embargo es necesario establecer una jerarquía de bicicletas antes de vehículos motorizados al ingresar al puente carrozable y durante todo el trayecto de la ciclovía. Implementar un semáforo en esta intersección no es una solución ya que provocaría un problema de congestión.

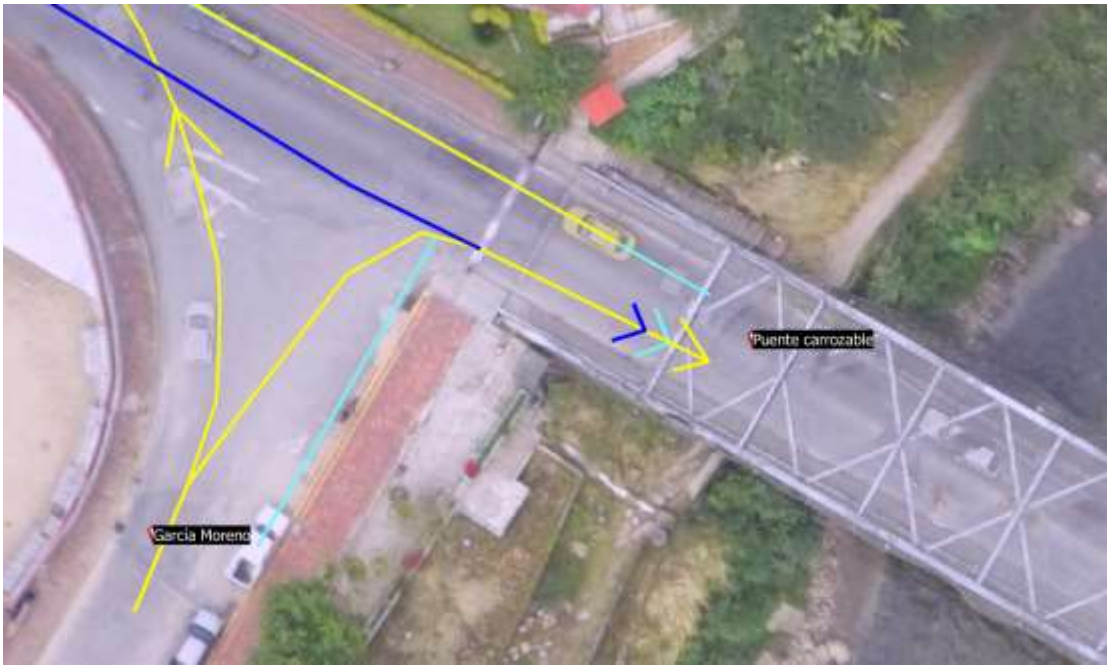


Figura 3.60. Intersección García Moreno - Puente Carrozable
Fuente: GADM TENA

- Semáforos

Se recomienda en todos los semáforos presentes en las diferentes intersecciones implementar áreas de espera de ciclistas de tal forma que estos tengan preferencia de arranque cuando el

semáforo cambie a luz verde, las dimensiones de esta se detallan en la Figura 3.61 en base al *Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas.*

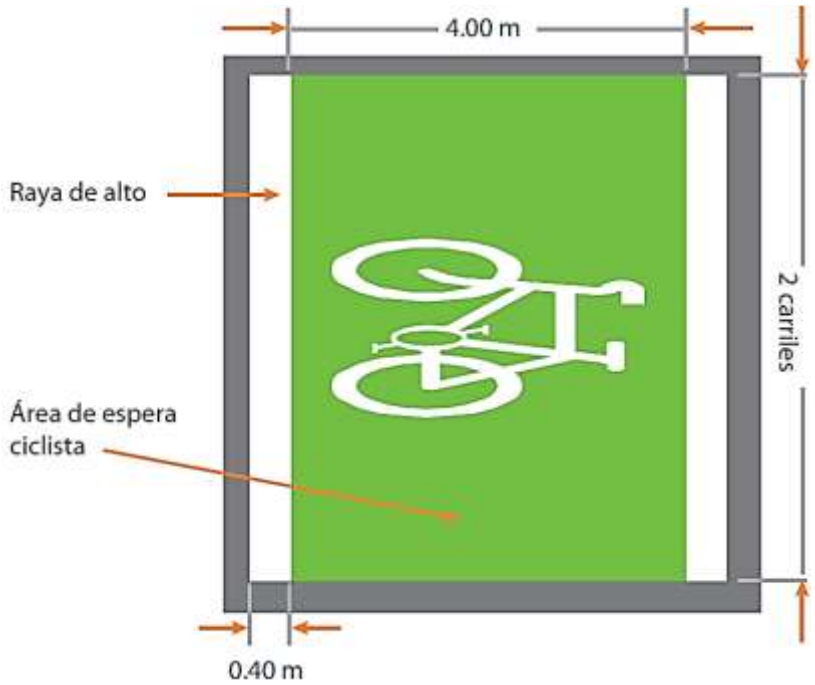


Figura 3.61. Dimensiones de áreas de espera ciclista
Fuente: Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011

3.5. Señalización Horizontal

Al hablar de señalización horizontal, no se trata solamente de pintura sobre la calzada, sino también de dispositivos de resguardo vial como los presentados en la Tabla 2.16, este conjunto de elementos conforma una herramienta poderosa que logra garantizar la seguridad de los ciclistas a lo largo de su recorrido para advertir a los demás usuarios del sistema vial su presencia como también para guiarlo durante su recorrido. En el diseño de esta ciclovía, los pictogramas que se pintarán en la calzada son los que se indican en las Figuras 2.22 y 2.23.

El pictograma de la figura 2.22 se ubicará al inicio y fin de cada intersección, así como también cada 50 m a lo largo de la ciclovía compartida que se ha establecido en las abscisas 6+699.50 hasta 6+854.50 por una longitud de 155 m y desde 7+887.30 hasta 8+095.30 en un tramo de

208 m como se indica en la Tabla 3.33. La ubicación de este en la calzada debe colocarse desde el borde de la vía como lo ha establecido la Guía para el Desarrollo de Instalaciones para Bicicletas de la AASHTO y se indica en la Figura 3.62, ya que la INEN no ha establecido esta ubicación en su reglamento de señalización.

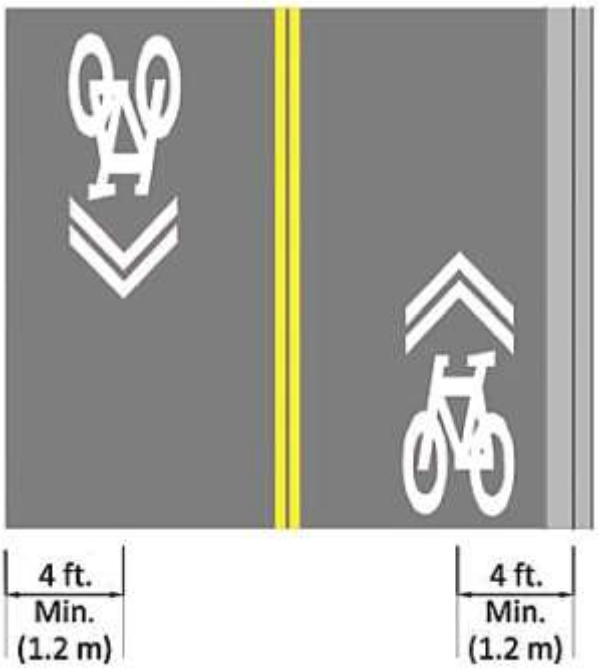


Figura 3.62. Ubicación transversal pictograma carril compartido
Fuente: AASHTO, 2012

Por otro lado, el pictograma de la Figura 2.23 se ubicará al inicio y fin de cada intersección, así como también cada 100 m a lo largo del carril bicicleta que ha sido establecido como se indica en la Tabla 3.33.

Los dispositivos de resguardo vial se utilizarán para delimitar el carril bicicleta y serán tachones colocados en la calzada, sin embargo, estos se interrumpirán en los casos establecidos en el diseño de intersecciones y serán reemplazados por líneas blancas entrecortadas.

La dimensión que tendrán los elementos de cruce de bicicletas establecidos en el manejo de intersecciones que tienen el ancho del carril bicicleta, es decir 1.50 m y además de líneas

horizontales perpendiculares a la circulación del ciclista que tienen grosor de 0.40 m y una separación de 0.40 m como se indican en la Figura 3.63.

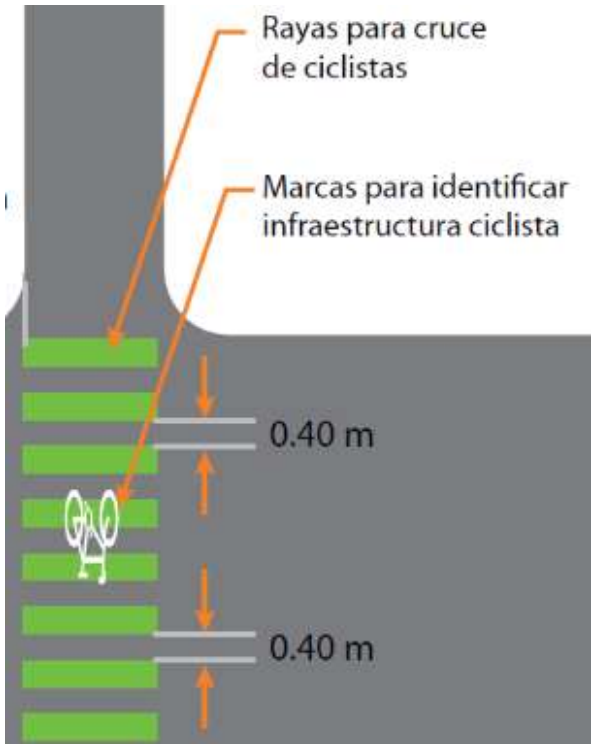


Figura 3.63. Señalización Cruce de Ciclistas
Fuente: Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, 2011

Para el tratamiento de entrada y salida de vehículos a predios los elementos de resguardo vial que delimitan el carril bicicleta deben ser interrumpidos y en ese sector se debe señalizar como un cruce ciclista como se indica en la Figura 3.63.

3.6. Señalización Vertical

A parte de la semaforización que se sugirió implementar en la sección de Diseño de Intersecciones, es necesario establecer señalización vertical acorde a la ciclovía diseñada, como se indicó en la sección 2.3.3.5.1. Señalización vertical, es así que las señales a implementar son las siguientes:

Tabla 3.35: Señalización vertical de la ciclovía

Imagen	Señal	Tipo de señal
	Carril compartido	Señalización reguladora RC1-Prioridad de paso
	Carril bicicleta	Señalización reguladora RC2-Movimiento y circulación
	Entrada y salida de vehículos	Señalización preventiva
	Ciclistas en la vía	Señalización preventiva
	Cruce de bicicletas	Señalización preventiva

En el mapa realizado en QGIS se ubicaron todas las señales verticales que se indican en la Tabla 3.35 acorde a las especificaciones de la RTE INEN 004 Parte 6, obteniendo así la Tabla 3.36

que se muestra a continuación donde se encuentra la señal a utilizar y la coordenada donde se ubica.

Tabla 3.36: Ubicación de señalización vertical

Señal	Coordenadas	
	X	Y
Entrada y Salida de vehículos	186958.79	9891144.90
Entrada y Salida de vehículos	186941.93	9891114.53
Cruce de bicicletas	186949.43	9891242.71
Cruce de bicicletas	187027.94	9891179.87
Cruce de bicicletas	186879.42	9891163.54
Cruce de bicicletas	186958.68	9891124.28
Carril Bicicleta	186939.33	9891129.98
Cruce de bicicletas	186969.76	9891098.70
Cruce de bicicletas	186890.30	9890777.41
Carril Bicicleta	186830.26	9890782.86
Cruce de bicicletas	186808.95	9890612.38
Cruce de bicicletas	186770.86	9890644.06
Cruce de bicicletas	186600.76	9890686.31
Cruce de bicicletas	186570.09	9890718.48
Cruce de bicicletas	186562.26	9890662.47
Cruce de bicicletas	186437.36	9890664.56
Ciclistas en la vía	186458.34	9890573.78
Cruce de bicicletas	186531.38	9890476.37
Cruce de bicicletas	186438.11	9890430.03
Cruce de bicicletas	186492.95	9890375.61
Cruce de bicicletas	186469.62	9890395.02
Cruce de bicicletas	186555.25	9890401.21
Ciclovía Compartida	186680.06	9890400.66
Ciclovía Compartida	186817.84	9890330.14
Cruce de bicicletas	186647.85	9890449.57
Cruce de bicicletas	186504.67	9890562.05
Cruce de bicicletas	186572.88	9890636.43
Cruce de bicicletas	186523.79	9890636.85
Cruce de bicicletas	186612.80	9890814.03
Cruce de bicicletas	186620.68	9890856.00
Cruce de bicicletas	186412.57	9890951.64
Cruce de bicicletas	186401.90	9890900.46
Cruce de bicicletas	186303.47	9890975.89
Cruce de bicicletas	186168.79	9890972.05
Cruce de bicicletas	186174.12	9891023.39
Cruce de bicicletas	186004.02	9891066.90
Cruce de bicicletas	185847.00	9891057.40

Cruce de bicicletas	186328.18	9890719.48
Cruce de bicicletas	186010.06	9890782.24
Cruce de bicicletas	186848.12	9890627.59
Carril Bicicleta	187072.64	9890077.20
Carril Bicicleta	186928.93	9890383.14
Carril Bicicleta	186813.20	9890324.94
Carril Bicicleta	186732.73	9890269.03
Carril Bicicleta	186634.36	9890434.27
Ciclistas en la vía	186920.88	9891048.15
Ciclistas en la vía	186846.44	9890676.30
Ciclistas en la vía	186416.42	9890932.23
Ciclistas en la vía	186076.07	9891013.56
Ciclistas en la vía	185857.38	9890824.20
Ciclistas en la vía	186046.73	9890799.53
Ciclistas en la vía	186215.09	9890752.49
Ciclistas en la vía	186431.70	9890720.62
Ciclistas en la vía	186637.46	9890667.50
Ciclistas en la vía	186497.12	9890430.49
Ciclistas en la vía	186560.62	9890370.15
Ciclistas en la vía	186896.01	9890865.21
Ciclistas en la vía	186949.79	9890191.86
Entrada y Salida de vehículos	186913.45	9891047.38
Entrada y Salida de vehículos	186926.21	9890990.41
Entrada y Salida de vehículos	186924.45	9890974.98
Entrada y Salida de vehículos	186922.04	9890965.22
Entrada y Salida de vehículos	186875.33	9890868.30
Entrada y Salida de vehículos	186892.40	9890843.95
Entrada y Salida de vehículos	186860.72	9890723.65
Entrada y Salida de vehículos	186538.86	9890698.87
Entrada y Salida de vehículos	186397.54	9890590.51
Entrada y Salida de vehículos	186298.91	9890748.86
Entrada y Salida de vehículos	186174.45	9890773.47
Entrada y Salida de vehículos	186716.50	9890807.72
Entrada y Salida de vehículos	186593.37	9890837.10
Entrada y Salida de vehículos	186587.96	9890854.20
Entrada y Salida de vehículos	186573.87	9890860.84
Entrada y Salida de vehículos	186574.44	9890846.12
Entrada y Salida de vehículos	186550.46	9890871.61
Entrada y Salida de vehículos	186541.79	9890875.66
Entrada y Salida de vehículos	186514.49	9890888.30
Entrada y Salida de vehículos	186470.39	9890909.97
Entrada y Salida de vehículos	186436.73	9890926.09
Entrada y Salida de vehículos	186383.27	9890941.28
Entrada y Salida de vehículos	186370.39	9890946.01

Entrada y Salida de vehículos	186334.66	9890956.14
Entrada y Salida de vehículos	186283.87	9890970.36
Entrada y Salida de vehículos	186267.35	9890974.65
Entrada y Salida de vehículos	186229.03	9890986.48
Entrada y Salida de vehículos	186213.32	9890989.47
Entrada y Salida de vehículos	186132.72	9891011.75
Entrada y Salida de vehículos	186106.47	9891019.04
Entrada y Salida de vehículos	186079.34	9891026.41
Entrada y Salida de vehículos	186038.55	9891037.63
Entrada y Salida de vehículos	185962.20	9891059.10
Entrada y Salida de vehículos	185933.49	9891066.55
Entrada y Salida de vehículos	185903.92	9891076.27
Entrada y Salida de vehículos	185873.66	9891084.49
Entrada y Salida de vehículos	185899.95	9891077.69
Entrada y Salida de vehículos	185800.19	9891105.03
Entrada y Salida de vehículos	185773.42	9891112.11
Entrada y Salida de vehículos	185747.50	9891119.45
Entrada y Salida de vehículos	185733.32	9891124.47
Entrada y Salida de vehículos	185694.64	9891115.03
Entrada y Salida de vehículos	185710.32	9891114.02
Entrada y Salida de vehículos	185727.65	9891108.83
Entrada y Salida de vehículos	185743.13	9891104.78
Entrada y Salida de vehículos	185780.59	9891094.09
Entrada y Salida de vehículos	185789.99	9891092.11
Entrada y Salida de vehículos	185817.41	9891084.21
Entrada y Salida de vehículos	185879.66	9891067.04
Entrada y Salida de vehículos	185905.58	9891059.83
Entrada y Salida de vehículos	185915.79	9891056.99
Entrada y Salida de vehículos	185929.72	9891052.29
Entrada y Salida de vehículos	185948.51	9891046.74
Entrada y Salida de vehículos	186048.72	9891018.47
Entrada y Salida de vehículos	186040.45	9891021.63
Entrada y Salida de vehículos	186064.35	9891015.56
Entrada y Salida de vehículos	186087.92	9891006.73
Entrada y Salida de vehículos	186129.68	9890996.80
Entrada y Salida de vehículos	186145.56	9890991.46
Entrada y Salida de vehículos	186211.41	9890974.33
Entrada y Salida de vehículos	186228.91	9890968.53
Entrada y Salida de vehículos	186253.78	9890963.35
Entrada y Salida de vehículos	186275.41	9890957.84
Entrada y Salida de vehículos	186341.59	9890936.29
Entrada y Salida de vehículos	186376.42	9890926.49
Entrada y Salida de vehículos	186445.44	9890906.24
Entrada y Salida de vehículos	185654.83	9890863.13

Entrada y Salida de vehículos	185699.88	9890854.47
Entrada y Salida de vehículos	185839.09	9890824.78
Entrada y Salida de vehículos	185866.51	9890819.03
Entrada y Salida de vehículos	185930.34	9890807.36
Entrada y Salida de vehículos	185935.36	9890806.39
Entrada y Salida de vehículos	185953.99	9890801.53
Entrada y Salida de vehículos	186023.53	9890787.11
Entrada y Salida de vehículos	186094.53	9890775.08
Entrada y Salida de vehículos	186159.86	9890759.94
Entrada y Salida de vehículos	186200.53	9890754.43
Entrada y Salida de vehículos	186244.02	9890745.83
Entrada y Salida de vehículos	186352.73	9890723.88
Entrada y Salida de vehículos	186402.36	9890713.77
Entrada y Salida de vehículos	186474.92	9890699.33
Entrada y Salida de vehículos	186531.63	9890687.83
Entrada y Salida de vehículos	186653.74	9890663.00
Entrada y Salida de vehículos	186674.72	9890659.20
Entrada y Salida de vehículos	186683.23	9890657.90
Entrada y Salida de vehículos	186722.64	9890651.10
Entrada y Salida de vehículos	186422.76	9890689.98
Entrada y Salida de vehículos	186436.28	9890487.83
Entrada y Salida de vehículos	186436.12	9890451.10
Entrada y Salida de vehículos	187027.99	9890115.18
Entrada y Salida de vehículos	187017.57	9890123.17
Entrada y Salida de vehículos	186963.29	9890169.35
Entrada y Salida de vehículos	186936.18	9890249.49
Entrada y Salida de vehículos	186934.35	9890344.64
Entrada y Salida de vehículos	186933.85	9890362.85
Entrada y Salida de vehículos	186931.57	9890376.72
Entrada y Salida de vehículos	186915.99	9890403.86
Entrada y Salida de vehículos	186727.92	9890248.52

3.7. Parqueaderos

La implementación de parqueaderos para bicicletas en una ciudad la hacen más amigable con los ciclista y pueden convertirla en ciclo inclusiva ya que este es un elemento esencial dentro de un sistema de transporte multimodal, éstas a diferencia de los vehículos motorizados no cuentan con un sistema de bloqueo que evite el robo de las mismas es así que por su peso y tamaño son vulnerables a ser hurtadas, las probabilidad de que una bicicleta sea robada disminuyen con la implementación de parqueaderos bien diseñados y ubicados en zonas estratégicas además que estos contribuyen al orden y la estética de la ciudad (AASHTO, 2012).

La planificación de los estacionamientos para bicicletas debe estar incluido en los planes de desarrollo y ordenamiento territorial de las ciudades es así que según la AASHTO hay dos enfoques:

- Establecer requisitos de estacionamiento de bicicletas en relación con el uso de suelo.
- Exigir que los estacionamientos de bicicletas se implementes en relación 1:10 al número total de espacios de estacionamiento de automóviles.

Generalmente los ciclistas buscan estacionarse lo más cerca posible de su destino final, es así que debe seguir las siguientes pautas:

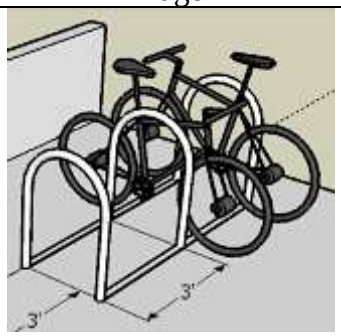
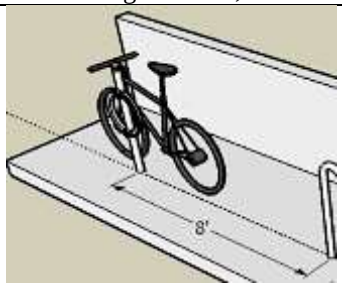
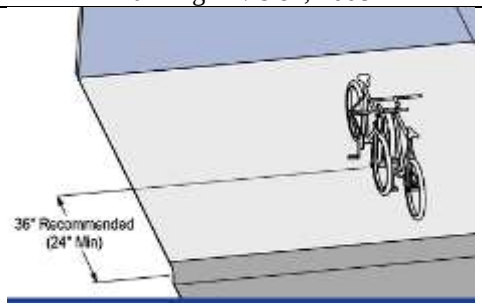
- Fácil acceso desde la calle y protección ante vehículos motorizados.
- Alta visibilidad para los usuarios con el fin de promover su uso.
- No obstaculizar el tráfico de peatones.
- Implementar cubiertas en lugares donde los ciclistas dejarán sus bicicletas durante un tiempo prolongado.

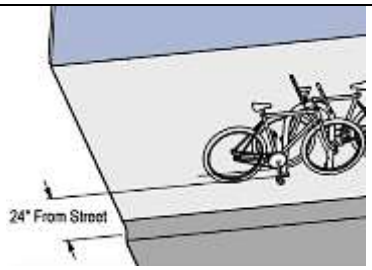
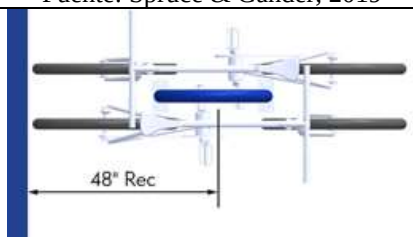
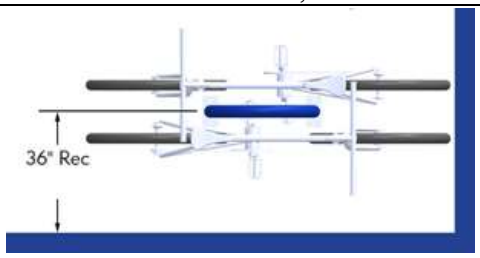
Los estacionamientos pueden clasificarse en dos tipos, estos son a corto plazo y a largo plazo se diferencian en el tiempo que permanecen las bicicletas en el parqueadero, por estacionamientos

a largo plazo se refiere a lugares donde las bicicletas se estacionan durante largos períodos de tiempo es decir en edificios de viviendas, escuelas y lugares de trabajo donde las condiciones exigen que estos cuenten con un alto grado de seguridad y protección ante las inclemencias del clima mientras que los estacionamientos a corto plazo son lugares fáciles de localizar y usar, se ubican en tiendas, restaurantes, oficinas, instituciones gubernamentales y parques.

Para este diseño de ciclovía, se establecerán principalmente estacionamientos a corto plazo, sin embargo, se resaltarán los lugares donde se sugiere implementar estacionamientos a corto plazo.

Tabla 3.37: Requisitos ubicación de parqueaderos

Elemento	Distancia	Imagen
Rack	Side-by-side: alineados uno al lado otro deben colocarse a una distancia mínima de 0.90 m.	 Fuente: Environmental and Transportation Planning Division, 2008
	End-to-end: alineados uno al extremo del otro deben colocarse a una distancia mínima de 2.40 m.	 Fuente: Environmental and Transportation Planning Division, 2008
Bordillo	Racks perpendiculares al bordillo: distancia mínima de 0.90 m desde la parte posterior del bordillo.	 Fuente: Spruce & Gander, 2019

	Racks paralelos al bordillo: distancia mínima de 0.60 m desde la parte posterior del bordillo.	 Fuente: Spruce & Gander, 2019
Pared	Racks perpendiculares a la pared: distancia mínima de 1.20 m desde la pared.	 Fuente: S. Simon, 2020
	Racks paralelos a la pared: distancia mínima de 0.90 m desde la pared.	 Fuente: S. Simon, 2020

Fuente: AASHTO, 2012

Según la AASHTO hay cuatro tipos de racks para estacionar bicicletas, estos son:

- Estantes de arte:

Este tipo de rack con inspiración artística puede agregar un toque llamativo al paisaje urbano, sin embargo, si no está correctamente diseñado es posible que no proporcione la misma seguridad o facilidad de uso que racks sencillos pueden ofrecer.

- Rejillas onduladas:

No se recomienda este tipo de rejillas, si bien es cierto ofrecen ciertas ventajas económicas y estéticas, sin embargo, comúnmente se utilizan de forma incorrecta y cuando se usan según lo previsto no brindan el soporte adecuado.

- Rejillas:

Estas también son conocidas como rejilla para platos o peine, actualmente no se recomienda su uso y las que actualmente están instaladas deben reemplazarse ya que están mal diseñados al sostener la bicicleta solo por la rueda delantera lo que puede llegar a doblar la llanta, no brindan un bloqueo adecuado de la bicicleta, por ende, no garantizan la seguridad de la misma ante robos.

- U invertida:

Este último es el más simple y efectivo para estacionamientos a corto plazo permite el parqueo de dos bicicletas de forma simultánea, estos porta bicicletas deben estar fabricados con tubos de metal resistente y deben estar anclados de forma segura al suelo.

Según las recomendaciones de la AASHTO, el estacionamiento a corto plazo que se implementará en la ciclovía es el de "U invertida" por su sencillez y efectividad para resguardar las bicicletas, el mismo será ubicado en los siguientes lugares:

- Parque Lineal (2 zonas),
- Mercado central,
- CNT,
- GADP NAPO,
- GADM TENA,
- Malecón escénico,
- Parque Bellavista,
- SRI,
- IESS,
- CGE,

- Banco del Austro,
- BanEcuador.

Por otro lado, se sugiere la implementación de estacionamientos a largo plazo en los siguientes lugares:

- Unidad Educativa Nacional Tena,
- Coliseo Mayor,
- Unidad Educativa José Peláez,
- GADM TENA,
- GADM NAPO.

El tipo de parqueadero a instalarse en estos lugares debe cumplir los requisitos de la sección 6.4 Instalaciones de estacionamiento de bicicletas a largo plazo de la AASHTO y la responsabilidad de su implementación recae sobre estas instituciones.

4. CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Se logró diseñar una ciclovía que tiene una longitud de 9.097 km que une el norte con el centro de la ciudad, así como también en sentido este-oeste de la misma.
- El tipo de ciclovía que se aplica en el 95% de la ciclovía es un carril bicicleta separado del tráfico vehicular mediante el uso de elementos de resguardo tipo tachones, el 5% restante es una ciclovía compartida situada en el sector del puente carrozable.
- La topografía de la ciudad de Tena es ideal para la implementación de ciclovías en la ciudad ya que no existen pendientes muy pronunciadas lo que permite la circulación de los ciclistas sin tener que realizar mayor esfuerzo y preservando su seguridad.
- Dentro del análisis de movilidad de los ciudadanos se pudo apreciar que las personas que utilizan su vehículo propio para movilizarse en su mayoría se encuentran en un rango de edad de 35 a 45 años, mientras quienes más se movilizan en bus y a pie son personas de 12 a 18 años.
- Las encuestas realizadas reflejaron que la situación actual de uso de bicicletas en la ciudad de Tena siendo este el medio de transporte menos utilizado, ya que se utiliza por lo general en vacaciones y feriados con fines de recreación y deporte, las principales razones por las cuales los tenenses no utilizan su bicicleta de manera regular es por la inseguridad vial y la carencia de vías exclusivas dentro de la ciudad, además de no poder combinarlas con otros medios de transporte porque no permiten subir bicicletas a los buses.
- El 75% de la población analizada supo expresar que utilizaría la bicicleta como un medio de transporte diario si la municipalidad de Tena implementa una ciclovía urbana.

- Existe evidencia a nivel mundial de que la implementación de infraestructura que permita la circulación de ciclistas de forma cómoda y segura en varias ciudades ha incentivado el uso de la bicicleta, es así que según la información recolectada en esta investigación se ha logrado proyectar que la ciclovía urbana diseñada sería utilizada por alrededor de 350 personas cada hora.

4.2. Recomendaciones

- Se recomienda al GADM de Tena fomentar el uso de la bicicleta con la creación de espacios adecuados para su uso, así como también establecer una política pública que incentive el uso de la misma.
- Las ciclovías urbanas deben ser vistas desde altos mandos gubernamentales como la secretaría de planificación territorial como un sistema de transporte alternativo no solo como un elemento recreativo, el GADM de Tena debe generar campañas publicitarias que incentiven el uso de la misma y charlas de seguridad vial que dirigidas al target que se ha logrado definir en esta investigación que son las personas quienes expresaron que podrían hacer de la bicicleta su principal medio de transporte y se encuentran en un rango de edad de 12 a 25 años.
- Se recomienda al GADM de Tena realizar un estudio de factibilidad de las ciclovías presentadas dentro de su planificación del PDOT 2021-2023 para que vayan en concordancia con sus objetivos de movilidad sostenible, además realizar constantes encuestas de movilidad dentro de la ciudad para que de esta forma se puedan definir patrones de viaje que sirvan como datos base para la planificación de sistemas de transporte.

- Se debe realizar una planificación de sistema de parqueaderos en la ciudad de Tena de modo que se logre establecer calles donde los vehículos de puedan estacionar de forma segura lo que contribuye al orden de la ciudad, estos deben establecerse tomando en cuenta las calles intervenidas por la ciclovía diseñada y teniendo en mente rutas de ciclovía proyectadas a futuro.
- Se recomienda para investigaciones futuras sobre la implementación de ciclovías en la ciudad de Tena la rehabilitación y potencialización de las rutas de bicicleta recreativas que pueden motivar el ciclismo de montaña fomentando el deporte como también promover el turismo.

BIBLIOGRAFÍA

AASHTO. (2012). Guide for the development of bicycle facilities, 2012 (4th ed.). Washington, DC: American Association of State Highway and Transportation Officials.

Adhanom, T. (2020). Alocución de apertura del Director General de la OMS en la rueda de prensa sobre la COVID-19 celebrada el 22 de abril de 2020. Recuperado de: https://www.who.int/es/dg/speeches/detail/who-director-general-s- opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19--22-april-2020

Benabent, M., & Vivanco, L. (2019). The experience of the Municipal Spatial Planning in Ecuador. Estoa, (15), 133-144. doi: 10.18537/est.v008.n015.a11

Bravo, P. (2019). Estas son las ciudades con peor tráfico; hay 4 latinoamericanas en el top 10 | CNN. Retrieved 9 November 2020, from https://cnnespanol.cnn.com/2019/02/14/estas-son-las-ciudades-con-peor-congestion-vehicular-y-movilidad-hay-4-latinoamericanas-en-el-top-10/)

Buehler, R., & Dill, J. (2015). Bikeway Networks: A Review of Effects on Cycling. Transport Reviews, 36(1), 9-27. doi: 10.1080/01441647.2015.1069908

CEPAL. Estadísticas e Indicadores Ambientales. Recuperado de: http://interwp.cepal.org/sisgen/Sisgen_MuestraFicha_puntual.asp?indicador =2028&id_estudio=707&id_aplicacion=22&idioma=e

Chiriboga, J. (2014). *Metodología de estudio de preferencias declaradas y reveladas para la implementación del sistema de bicicleta pública en una*

ciudad (Maestría en Transportes). Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Chocontá, P. (2008). Diseño Geométrico de vías [Ebook] (3rd ed., p. 19). Bogotá: Nuevas ediciones Ltda. Retrieved from https://www.academia.edu/32534723/DISENO_GEOMETRICO_DE_VIAS _Pedro_A_Choconta_R

CNN Español. (2020). Cronología del coronavirus: así empezó y se ha extendido por el mundo el mortal virus pandémico | CNN. Retrieved 27 November 2020, from https://cnnespanol.cnn.com/2020/05/14/cronologia-del-coronavirus-asi-empezo-y-se-ha-extendido-por-el-mundo-el-mortal-virus-pandemico/

COE NAPO. (2020). Comunicado Oficial 02 de septiembre del 2020. Gobernación de Napo.

DMQ. (2020). Encuesta para potenciales usuarios de bicicleta y red de ciclovías emergentes del DMQ. Recuperado el 10 de febrero de 2021, de https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdy8CjGHU8A3GtJY-XLDKNAJdRLxn8qR7VByn6ouEwFOaEFhQ/viewform?fbclid=IwAR0_OusHnStSey8CjGHU8A3GtJY

Environmental and Transportation Planning Division. (2008). Bicycle Parking Guide. Cambridge: Community Development Department.

GADMT. (2016). División política del Cantón Tena. Retrieved 12 November 2020, from http://www.geocities.ws/regionamazonica/paginas/identidad/ide23.html

GADPN. (2014). La Provincia. Retrieved 12 November 2020, from http://www.napo.gob.ec/website/index.php/2014-10-20-20-31-18/cantones/19-la-provincia#:~:text=Limita%20al%20norte%20con%20Sucumb%C3%ADos,con%20la%20Provincia%20de%20Orellana

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tena. (2014). ACTUALIZACIÓN PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL (p. 30). Tena.

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tena. (2014). ORDENANZA DE CREACIÓN DE LA DIRECCIÓN MUNICIPAL DE TRÁNSITO, TRANSPORTE TERRESTRE Y SEGURIDAD VIAL DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE TENA (pp. 2, 7, 8). Tena: GADM TENA.

Ikiam. (2017). Historia. Retrieved 12 November 2020, from https://www.ikiam.edu.ec/historia.html

INEN. (2011). RTE INEN 004 "SEÑALIZACIÓN VIAL. PARTE 6. CICLOVÍAS". Quito: MINISTERIO DE INDUSTRIAS Y PRODUCTIVIDAD SUBSECRETARÍA DE LA CALIDAD.

INEN. (2011). Señalización vial parte 1: Vertical (pp. 5-210). Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización.

INEN. (2019). Evolución Histórica del Anuario de Estadísticas de Transporte (ANET) (p. 6). Quito.

Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo. (2011). Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas - Tomo IV: Infraestructura. México: LASSO Comunicación.

Lam, S., & Xie, F. (2002). Transit Path-Choice Models That Use Revealed Preference and Stated Preference Data. *Transportation Research Record: Journal Of The Transportation Research Board*, *1799*(1), 58-65. doi: 10.3141/1799-08

Lee, J., Han, S. y Shin, H. (2020). Estimación de beneficios para diferentes tipos de ciclovías mediante el método de valoración contingente. Revista Internacional de Transporte Sostenible , 15 (3), 175-186. doi: 10.1080 / 15568318.2020.1718254

Lin, J., & Yu, C. (2012). A bikeway network design model for urban areas. Transportation, 40(1), 45-68. doi: 10.1007/s11116-012-9409-6

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

Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2014).Plan Estratégico Nacional de Ciclovías. Quito: MTOP.

MTOP. (2015). Plan Estratégico Nacional de Ciclovías (pp. 1-29). Quito: Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

NACTO. (2014). Urban Bikeway Design Guide /National Association of City Transportation Officials (2nd ed.). [s.l]: Island Press.

NTA. (2011). *Volumen de tráfico vs Velocidad (percentil 85*. Irlanda: Autoridad Nacional de Transporte de Irlanda.

OMS. (2008). LA REDUCCIÓN DE SU HUELLA DE CARBONO PUEDE SER BUENA PARA SU SALUD. Retrieved 25 May 2020, from https://www.who.int/world-health-day/toolkit/annexe%201-S.pdf

OMS. (2009). ¿Qué es una pandemia?. Recuperado de: https://www.who.int/csr/disea se/swineflu/frequently_asked_questions/pandemic/es/

OMS. (2020). Preguntas y respuestas sobre la enfermedad por coronavirus (COVID-19). Recuperado de: https://www.who.int/es/emergencies/diseases/novel- coronavirus-2019/advice-for-public/q-a-coronaviruses

Ortúzar, J. D. (2021). Introducción a los modelos de demanda de transporte. Metodología de Recolección de Información, Semana 2, Preferencias Declaradas. Chile, Santiago [curso online]: Pontificia Universidad Católica de Chile. Retrieved January 29, 2021, from https://www.coursera.org/lecture/demanda-de-transporte/preferencias-declaradas-Rg88G.

Ortúzar, J. D. (2021). Introducción a los modelos de demanda de transporte. Metodología de Recolección de Información, Semana 2, Necesidades Típicas de Información. Chile, Santiago [curso online]: Pontificia Universidad Católica de Chile. Retrieved January 29, 2021, from

https://www.coursera.org/lecture/demanda-de-transporte/necesidades-tipicas-de-informacion-YeQpf.

Ortúzar, J. D. (2021). Introducción a los modelos de demanda de transporte. Metodología de Recolección de Información, Semana 2, Preferencias Reveladas. Chile, Santiago [curso online]: Pontificia Universidad Católica de Chile. Retrieved January 29, 2021, from https://www.coursera.org/lecture/demanda-de-transporte/preferencias-reveladas-nUYjv.

Ortúzar, J., Armoogum, J., Madre, J., & Potier, F. (2011). Continuous Mobility Surveys: The State of Practice. *Transport Reviews, 31*(3), 293-312. doi: 10.1080/01441647.2010.510224

Pribyl, J., 1994. Using Surveys and Questionnaires. Journal of Chemical Education, 71(3), p.195.

Ralph Buehler y Jennifer Dill (2015): Bikeway Networks: A Review of Effects on Cycling, Transport Reviews, DOI: 10.1080 / 01441647.2015.1069908

Rodrigue, J. (2018). Transport and Sustainability. Recuperado de: https://transportgeogr aphy.org/?page_id=5725

Shiguango, E. (2017). GADM Archidona - EXPRESO NAPO 37 AÑOS AL SERVICIO DE NAPO. Retrieved 27 November 2020, from https://archidona.gob.ec/noticias/item/expreso-napo-37-a%c3%b1os-al-servicio-de-napo.html

Shui, C., & Szeto, W. (2020). A review of bicycle-sharing service planning problems. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, *117*, 102648. doi: 10.1016/j.trc.2020.102648

Simon, S. (2020). Standard Bike Parking Dimensions. Retrieved 2 June 2021, from https://blog.madrax.com/blog/bike-parking-space-dimensions

Spiegel, M., Stephens, L., & Gómez Castillo, R. (2009). *Estadística* (4th ed., pp. 1-601). México DF: McGraw-Hill Interamericana.

Spruce, & Gander. (2019). Bike-Parking Solution: A 5-Step Guide. Retrieved 2 June 2021, from https://www.spruceandgander.com/blog/bike-parking-solution-a-5-step-guide

Uvidia, I. R. (2014). Guía técnica para el diseño y construcción de ciclovías para zonas de ampliación futura de las ciudades medianas del Ecuador. Quito.

Villa, R. (2014). Guía técnica para el diseño y construcción de ciclovías para zonas de ampliación futura de las ciudades medianas del Ecuador. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

ANEXO 1:
MUESTRA DE ENCUESTAS

Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Facultad de Ingeniería

Escuela de Civil

PUCE

ENCUESTA DE MOVILIDAD PARA LA CIUDAD DE TENA

No. Encuesta: 58 Fecha de encuesta: 13/02/2021 Hora de encuesta: 15:00

Punto de muestreo	Parque lineal		Terminal Terreste		
	Parada de buses comidas típicas		GADM Tena		
	Av. 15 de Noviembre	X	Puente peatonal		
	Parque Central		GADP Napo		
	Otro				

1. Datos personales	Sexo	Femenino				X
		Masculino				
		Otro				
	Edad	12-18 años		18-25 años		
		25-35 años	X	35-45 años		
		45-55 años		Mayor a 55 años		
	Situación Laboral	Trabaja		Ama de casa		
		Jubilado		Estudiante		X
		Otro				

2. ¿Cuál es su principal modo de transporte?	Bus	X	Automóvil		
	A pie		Bicicleta		
	Taxi		Transporte escolar/institucional		
	Motocicleta		Otro		
3. ¿Cuál es su principal motivo de viaje?	Trabajo		Estudio		X
	Compras		Salud		
	Diversión		Diligencias personales		
	Otro				
4. ¿Cuánto duró su viaje desde su casa hasta aquí?	10 – 20 min	X	20 – 30 min		
	30 – 40 min		40 – 50 min		
	50 – 60 min		Más de 1 hora		
5. ¿Qué distancia aproximada se desplaza a diario?	Menos de 1 km		1 – 3 km		X
	3 – 5 km		5 – 7 km		
	7 – 9 km		Más de 9 km		

6. ¿Tiene auto propio?	SI		NO	X
7. ¿Tiene bicicleta? *(Si la respuesta es NO, vaya a la pregunta 15)*	SI		NO	X
8. ¿Ha utilizado la bicicleta para transportarse a través de la ciudad?	SI		NO	

Av. 12 de Octubre 1076 y Roca
Apartado postal 17-01-2184
Telf.: (+593) 02 2991 700 ext. 023
Quito – Ecuador www.puce.edu.ec

JESUITAS ECUADOR

9. ¿Con qué frecuencia utiliza la bicicleta?	Todos los días		Casi siempre		
	Fines de semana		Tres veces por semana		
	Nunca		Vacaciones/Feriados		
10. ¿Cuál cree que es la mayor dificultad de combinar la bicicleta con otros medios de transporte?	No permiten subirla a los buses				
	No permtien subirla a los taxis				
	Miedo a perder mi bicicleta				
	Miedo a dañar mi bicicleta				
11. Actualmente utiliza la bicicleta como *(puede seleccionar más de 1)*	Deporte		Medio de Transporte		
	Recreación		Otro		
12. ¿Por qué no utiliza la bicicleta con frecuencia? *(puede seleccionar más de 1)*	Por inseguridad vial				
	No hay vías exclusivas				
	No hay parqueaderos adecuados				
	Falta de costumbre				
	Miedo a sufrir un accidente				
	Miedo a sufrir un robo				
	Sufrir un percance mecánico				
13. Cuando circula en bicicleta ¿por dónde lo hace?	Vereda				
	Calzada				
	Ambos				
14. Cuando circula en bicicleta ¿respeta las señales de tránsito?	Siempre				
	A veces				
	Nunca				

15. ¿Quisiera usar bicicleta?	SI	X	NO	
16. Si el municipio de Tena implementa una ciclovía urbana la usaría?	SI	X	NO	
17. ¿Estaría dispuesto a usar la bicicleta como medio de transporte diario?	SI	X	NO	
18. ¿Piensa usted que los lugares más frecuentados de la ciudad deberían contar con parqueaderos para bicicletas?	SI	X	NO	
19. ¿Se sentiría seguro/a en una ciclovía separada del tránsito vehicular con elementos físicos?	SI	X	NO	
20. ¿Se sentiría seguro/a en una ciclovía separada del tránsito vehicular únicamente con pintura y señales horizontales?	SI	X	NO	
21. ¿Preferiría usar la bicicleta en vías principales o secundarias?	Principales	X	Secundarias	

Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Facultad de Ingeniería

Escuela de Civil

PUCE

ENCUESTA DE MOVILIDAD PARA LA CIUDAD DE TENA

No. Encuesta: 88 Fecha de encuesta: 18/02 Hora de encuesta: 19h00-21h00

Punto de muestreo	Parque lineal	X	Terminal Terreste		
	Parada de buses comidas típicas		GADM Tena		
	Av. 15 de Noviembre		Puente peatonal		
	Parque Central		GADP Napo		
	Otro				

1. Datos personales	Sexo	Femenino				
		Masculino				X
		Otro				
	Edad	12-18 años		18-25 años		X
		25-35 años		35-45 años		
		45-55 años		Mayor a 55 años		
	Situación Laboral	Trabaja		Ama de casa		
		Jubilado		Estudiante		X
		Otro				

2. ¿Cuál es su principal modo de transporte?	Bus		Automóvil	
	A pie	X	Bicicleta	
	Taxi		Transporte escolar/institucional	
	Motocicleta		Otro	
3. ¿Cuál es su principal motivo de viaje?	Trabajo		Estudio	X
	Compras		Salud	
	Diversión		Diligencias personales	
	Otro			
4. ¿Cuánto duró su viaje desde su casa hasta aquí?	10 – 20 min		20 – 30 min	
	30 – 40 min		40 – 50 min	X
	50 – 60 min		Más de 1 hora	
5. ¿Qué distancia aproximada se desplaza a diario?	Menos de 1 km		1 – 3 km	
	3 – 5 km		5 – 7 km	
	7 – 9 km		Más de 9 km	X

6. ¿Tiene auto propio?	SI		NO	X
7. ¿Tiene bicicleta? *(Si la respuesta es NO, vaya a la pregunta 15)*	SI	X	NO	
8. ¿Ha utilizado la bicicleta para transportarse a través de la ciudad?	SI	X	NO	

Av. 12 de Octubre 1076 y Roca
Apartado postal 17-01-2184
Telf.: (+593) 02 2991 700 ext. 023
Quito – Ecuador www.puce.edu.ec

IHS JESUITAS ECUADOR

9. ¿Con qué frecuencia utiliza la bicicleta?	Todos los días		Casi siempre		
	Fines de semana	X	Tres veces por semana		
	Nunca		Vacaciones/Feriados		
10. ¿Cuál cree que es la mayor dificultad de combinar la bicicleta con otros medios de transporte?	No permiten subirla a los buses				X
	No permtien subirla a los taxis				
	Miedo a perder mi bicicleta				
	Miedo a dañar mi bicicleta				
11. Actualmente utiliza la bicicleta como *(puede seleccionar más de 1)*	Deporte	X	Medio de Transporte		
	Recreación		Otro		
12. ¿Por qué no utiliza la bicicleta con frecuencia? *(puede seleccionar más de 1)*	Por inseguridad vial				X
	No hay vías exclusivas				
	No hay parqueaderos adecuados				
	Falta de costumbre				
	Miedo a sufrir un accidente				
	Miedo a sufrir un robo				
	Sufrir un percance mecánico				
13. Cuando circula en bicicleta ¿por dónde lo hace?	Vereda				
	Calzada				
	Ambos				X
14. Cuando circula en bicicleta ¿respeta las señales de tránsito?	Siempre				X
	A veces				
	Nunca				

15. ¿Quisiera usar bicicleta?	SI	X	NO	
16. Si el municipio de Tena implementa una ciclovía urbana la usaría?	SI	X	NO	
17. ¿Estaría dispuesto a usar la bicicleta como medio de transporte diario?	SI	X	NO	
18. ¿Piensa usted que los lugares más frecuentados de la ciudad deberían contar con parqueaderos para bicicletas?	SI	X	NO	
19. ¿Se sentiría seguro/a en una ciclovía separada del tránsito vehicular con elementos físicos?	SI	X	NO	
20. ¿Se sentiría seguro/a en una ciclovía separada del tránsito vehicular únicamente con pintura y señales horizontales?	SI	X	NO	
21. ¿Preferiría usar la bicicleta en vías principales o secundarias?	Principales	X	Secundarias	

Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Facultad de Ingeniería

Escuela de Civil

PUCE

ENCUESTA DE MOVILIDAD PARA LA CIUDAD DE TENA

No. Encuesta: 42 Fecha de encuesta: 15/02 Hora de encuesta: 19h00-21h30

Punto de muestreo	Parque lineal	X	Terminal Terreste		
	Parada de buses comidas típicas		GADM Tena		
	Av. 15 de Noviembre		Puente peatonal		
	Parque Central		GADP Napo		
	Otro				

1. Datos personales	Sexo	Femenino				X
		Masculino				
		Otro				
	Edad	12-18 años	X	18-25 años		
		25-35 años		35-45 años		
		45-55 años		Mayor a 55 años		
	Situación Laboral	Trabaja		Ama de casa		
		Jubilado		Estudiante		X
		Otro				

2. ¿Cuál es su principal modo de transporte?	Bus	X	Automóvil		
	A pie	X	Bicicleta		
	Taxi		Transporte escolar/institucional		
	Motocicleta		Otro		
3. ¿Cuál es su principal motivo de viaje?	Trabajo		Estudio		X
	Compras		Salud		
	Diversión		Diligencias personales		
	Otro				
4. ¿Cuánto duró su viaje desde su casa hasta aquí?	10 – 20 min		X	20 – 30 min	
	30 – 40 min			40 – 50 min	
	50 – 60 min			Más de 1 hora	
5. ¿Qué distancia aproximada se desplaza a diario?	Menos de 1 km			1 – 3 km	X
	3 – 5 km			5 – 7 km	
	7 – 9 km			Más de 9 km	

6. ¿Tiene auto propio?	SI	X	NO	
7. ¿Tiene bicicleta? *(Si la respuesta es NO, vaya a la pregunta 15)*	SI		NO	X
8. ¿Ha utilizado la bicicleta para transportarse a través de la ciudad?	SI		NO	

Av. 12 de Octubre 1076 y Roca
Apartado postal 17-01-2184
Telf.: (+593) 02 2991 700 ext. 023
Quito – Ecuador www.puce.edu.ec

JESUITAS ECUADOR

Pontificia Universidad
Católica del Ecuador
Facultad de Ingeniería
Escuela de Civil

PUCE

9. ¿Con **qué** frecuencia utiliza la bicicleta?	Todos los días		Casi siempre		
	Fines de semana		Tres veces por semana		
	Nunca		Vacaciones/Feriados		
10. ¿Cuál cree que es la mayor dificultad de combinar la bicicleta con otros medios de transporte?	No permiten subirla a los buses				
	No permtien subirla a los taxis				
	Miedo a perder mi bicicleta				
	Miedo a dañar mi bicicleta				
11. Actualmente utiliza la bicicleta como *(puede seleccionar más de 1)*	Deporte		Medio de Transporte		
	Recreación		Otro		
12. ¿Por qué no utiliza la bicicleta con frecuencia? *(puede seleccionar más de 1)*	Por inseguridad vial				
	No hay vías exclusivas				
	No hay parqueaderos adecuados				
	Falta de costumbre				
	Miedo a sufrir un accidente				
	Miedo a sufrir un robo				
	Sufrir un percance mecánico				
13. Cuando circula en bicicleta ¿por dónde lo hace?	Vereda				
	Calzada				
	Ambos				
14. Cuando circula en bicicleta ¿respeta las señales de tránsito?	Siempre				
	A veces				
	Nunca				

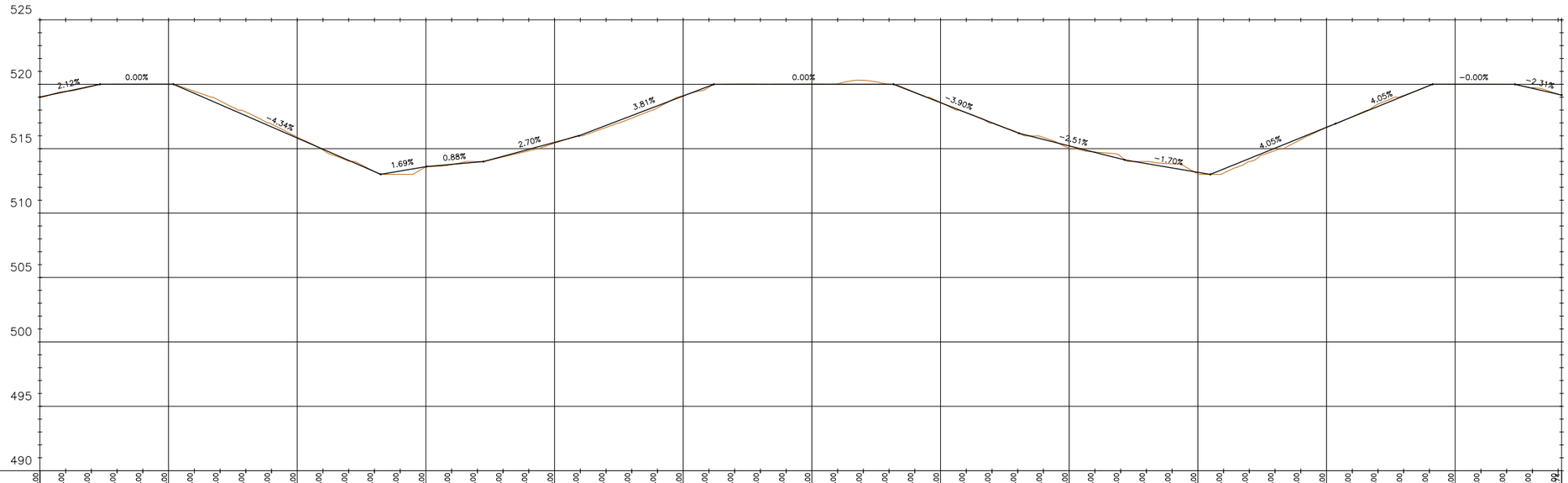
15. ¿Quisiera usar bicicleta?	SI	X	NO	
16. Si el municipio de Tena implementa una ciclovía urbana la usaría?	SI	X	NO	
17. ¿Estaría dispuesto a usar la bicicleta como medio de transporte diario?	SI	X	NO	
18. ¿Piensa usted que los lugares más frecuentados de la ciudad deberían contar con parqueaderos para bicicletas?	SI	X	NO	
19. ¿Se sentiría seguro/a en una ciclovía separada del tránsito vehicular con elementos físicos?	SI	X	NO	
20. ¿Se sentiría seguro/a en una ciclovía separada del tránsito vehicular únicamente con pintura y señales horizontales?	SI	X	NO	
21. ¿Preferiría usar la bicicleta en vías principales o secundarias?	Principales		Secundarias	X

Av. 12 de Octubre 1076 y Roca
Apartado postal 17-01-2184
Telf.: (+593) 02 2991 700 ext. 023
Quito – Ecuador www.puce.edu.ec

JESUITAS ECUADOR

ANEXO 2:
PERFILES LONGITUDINALES DE RUTA 1 Y RUTA 2

PERFIL AV. JUMANDY



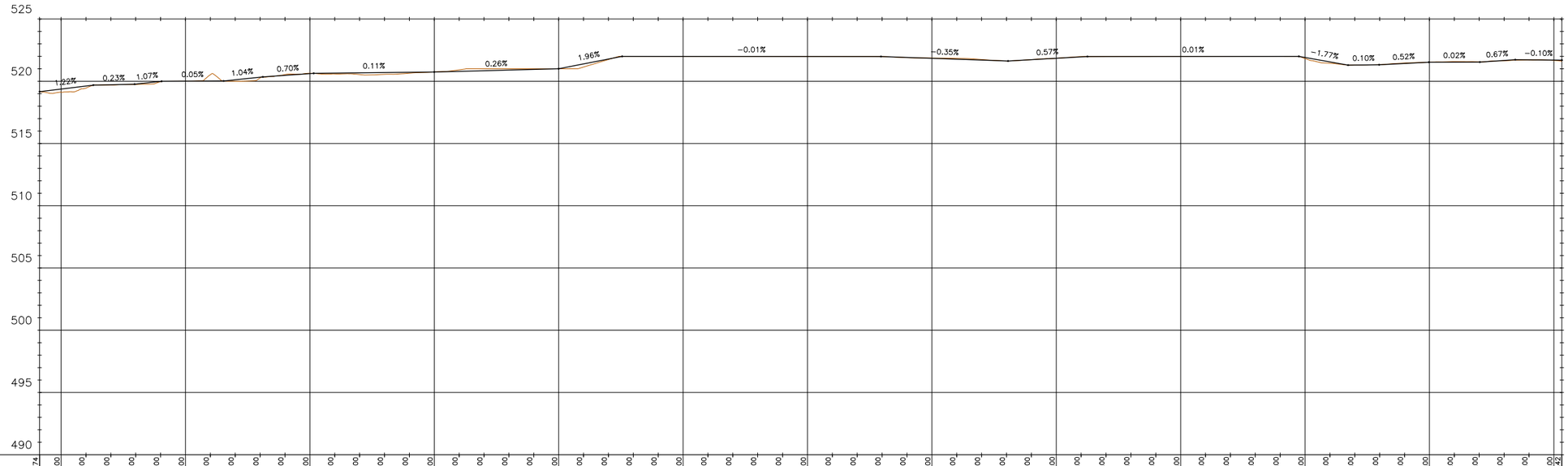
ABSCISAS	0+000.00	0+020.00	0+040.00	0+060.00	0+080.00	0+100.00	0+120.00	0+140.00	0+160.00	0+180.00	0+200.00	0+220.00	0+240.00	0+260.00	0+280.00	0+300.00	0+320.00	0+340.00	0+360.00	0+380.00	0+400.00	0+420.00	0+440.00	0+460.00	0+480.00	0+500.00	0+520.00	0+540.00	0+560.00	0+580.00	0+600.00	0+620.00	0+640.00	0+660.00	0+680.00	0+700.00	0+720.00	0+740.00	0+760.00	0+780.00	0+800.00	0+820.00	0+840.00	0+860.00	0+880.00	0+900.00	0+920.00	0+940.00	0+960.00	0+980.00	1+000.00	1+020.00	1+040.00	1+060.00	1+080.00	1+100.00	1+120.00	1+140.00	1+160.00	1+182.92
COTAS TERRENO	519.008	519.452	519.831	520.001	520.003	520.001	519.457	518.714	517.853	516.910	515.893	514.900	514.032	513.218	513.004	513.583	513.766	514.000	514.356	514.832	515.421	516.001	516.648	517.373	518.172	519.130	519.765	520.008	520.006	520.008	520.019	520.032	520.307	520.004	519.375	518.598	517.785	516.974	516.236	515.872	515.029	514.736	514.405	513.999	513.828	513.032	513.097	513.998	514.855	515.707	516.650	517.482	518.462	519.133	519.901	520.002	520.001	519.998	519.729	519.728

PENDIENTE	2.12%		0.00%		−4.34%										1.69%	0.88%		2.70%			3.81%					0.00%						−3.90%					−2.51%				−1.70%				4.05%					4.05%					−0.00%				−2.31%			
DESNIVEL	46.74		56.96		161.21										35.54	44.30		74.14			104.86					139.70						97.43					82.18				66.56				97.39					75.39					64.14				36.20			

PUCE	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE CIVIL	
	PROYECTO: **DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA CICLOVÍA EN LA CIUDAD DE TENA**	
CONTIENE: RUTA 1 PERFIL LONGITUDINAL AV. JUMANDY		
VERSIÓN: DEFINITIVA	FECHA DE ENTREGA: 4/6/2021	ESCALA: 1:2000 / LÁMINA 1 de 11
AUTOR: Paulina Rodríguez Terán	DIRECTOR: Ing. Gustavo Yánez	

ANIVERSARIO DEJA TU HUELLA

PERFIL AV. MUYUNA 1



ABSCISAS	1+182.74	1+200.00	1+220.00	1+240.00	1+260.00	1+280.00	1+300.00	1+320.00	1+340.00	1+360.00	1+380.00	1+400.00	1+420.00	1+440.00	1+460.00	1+480.00	1+500.00	1+520.00	1+540.00	1+560.00	1+580.00	1+600.00	1+620.00	1+640.00	1+660.00	1+680.00	1+700.00	1+720.00	1+740.00	1+760.00	1+780.00	1+800.00	1+820.00	1+840.00	1+860.00	1+880.00	1+900.00	1+920.00	1+940.00	1+960.00	1+980.00	2+000.00	2+020.00	2+040.00	2+060.00	2+080.00	2+100.00	2+120.00	2+140.00	2+160.00	2+180.00	2+200.00	2+220.00	2+240.00	2+260.00	2+280.00	2+300.00	2+320.00	2+340.00	2+360.00	2+380.00	2+400.00	2+406.42
COTAS TERRENO	519.160	519.119	519.454	519.706	519.744	519.968	520.000	520.524	520.002	520.264	520.535	520.644	520.585	520.541	520.554	520.647	520.742	520.918	521.000	521.001	521.002	521.003	521.142	521.746	522.000	522.000	522.000	522.000	522.000	522.000	522.000	522.000	522.000	521.981	521.896	521.865	521.837	521.746	521.628	521.737	521.846	521.981	521.997	522.000	522.001	522.001	522.001	522.002	522.002	522.001	521.822	521.448	521.316	521.326	521.461	521.536	521.575	521.546	521.643	521.709	521.668	521.611
PENDIENTE		1.22%		0.23%	1.07%	0.05%		1.04%	0.70%		0.11%			0.26%				1.96%					-0.01%										-0.35%					0.57%				0.01%											-1.77%		0.10%	0.52%		0.02%		0.67%		-0.10%	
DESNIVEL		43.16		33.19	21.67	49.90		31.51	40.90		96.93			100.00				51.01					208.07										102.17					63.78				169.99											39.57		24.97	39.95		40.98		28.52		37.42	

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL

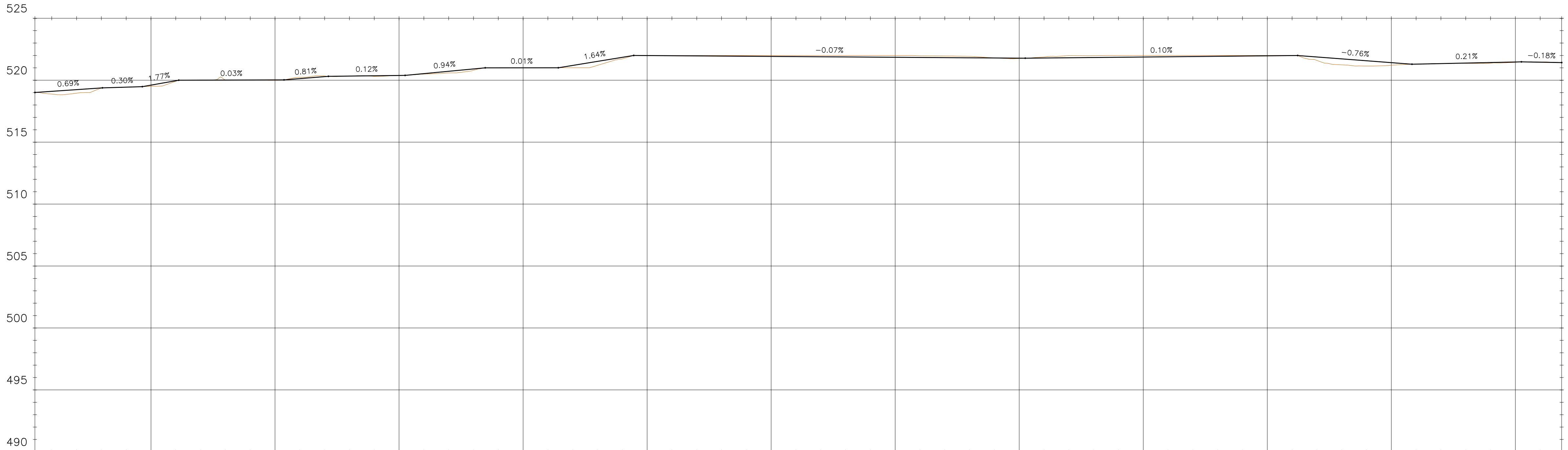
PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA CICLOVÍA EN LA CIUDAD DE TENA

CONTIENE:
RUTA 1 PERFIL LONGITUDINAL AV. MUYUNA 1

VERSIÓN:	FECHA DE ENTREGA:	ESCALA:	LÁMINA
DEFINITIVA	4/6/2021	1:2000	2 de 11

AUTOR:	DIRECTOR:
Paulina Rodríguez Terán	Ing. Gustavo Yánez

PERFIL AV. MUYUNA 2



ABSCISAS	COTAS TERRENO
2+406.42	519.008
2+420.00	518.874
2+440.00	518.954
2+460.00	519.362
2+480.00	519.439
2+500.00	519.511
2+520.00	519.913
2+540.00	520.016
2+560.00	520.034
2+580.00	520.003
2+600.00	519.992
2+620.00	520.235
2+640.00	520.339
2+660.00	520.335
2+680.00	520.305
2+700.00	520.367
2+720.00	520.493
2+740.00	520.586
2+760.00	520.801
2+780.00	521.000
2+800.00	521.001
2+820.00	521.001
2+840.00	521.003
2+860.00	521.200
2+880.00	521.723
2+900.00	522.000
2+920.00	522.000
2+940.00	522.000
2+960.00	522.000
2+980.00	522.000
3+000.00	522.000
3+020.00	522.000
3+040.00	522.000
3+060.00	522.000
3+080.00	522.000
3+100.00	522.000
3+120.00	521.974
3+140.00	521.960
3+160.00	521.923
3+180.00	521.799
3+200.00	521.750
3+220.00	521.878
3+240.00	521.989
3+260.00	521.987
3+280.00	522.000
3+300.00	522.000
3+320.00	522.001
3+340.00	522.000
3+360.00	522.001
3+380.00	522.001
3+400.00	522.001
3+420.00	522.000
3+440.00	521.596
3+460.00	521.239
3+480.00	521.144
3+500.00	521.211
3+520.00	521.305
3+540.00	521.351
3+560.00	521.361
3+580.00	521.373
3+600.00	521.444
3+620.00	521.473
3+637.32	521.423

PENDIENTE	DESNIVEL
0.69%	54.42
0.30%	32.15
1.77%	29.38
0.03%	84.86
0.81%	35.77
0.12%	61.85
0.94%	64.59
0.01%	58.93
1.64%	60.80
−0.07%	315.69
0.10%	219.57
−0.76%	92.22
0.21%	88.21
−0.18%	32.47

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL

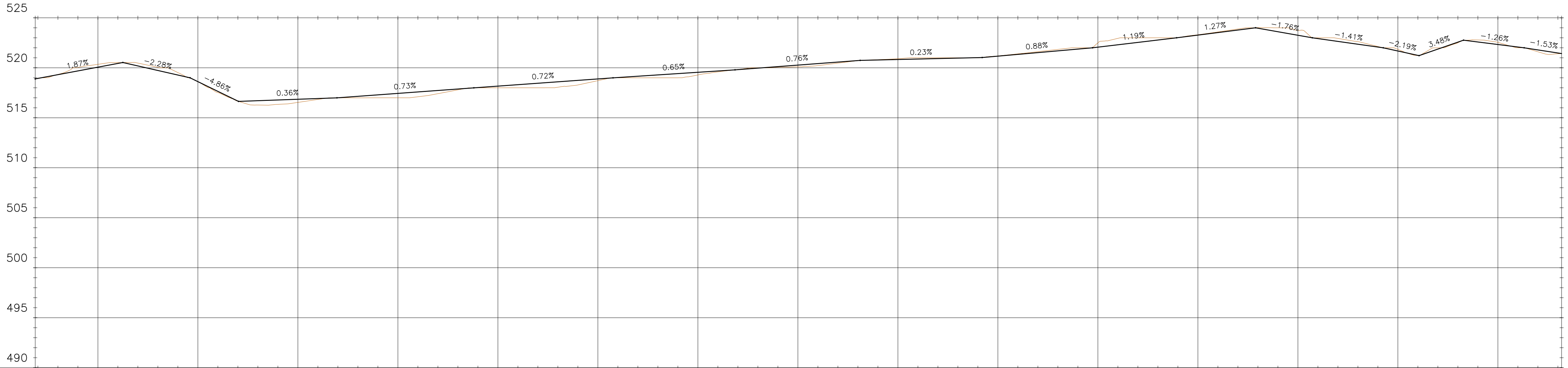
PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA CICLOVÍA EN LA CIUDAD DE TENA

CONTIENE:
RUTA 1 PERFIL LONGITUDINAL AV. MUYUNA 2

VERSIÓN:	FECHA DE ENTREGA:	ESCALA:	LÁMINA
DEFINITIVA	4/6/2021	1:2000	3 de 11

AUTOR:	DIRECTOR:
Paulina Rodríguez Terán	Ing. Gustavo Yánez

PERFIL AV. TAMIAHURCO 1



ABSCISAS	COTAS TERRENO
3+637.32	518.885
3+640.00	518.957
3+660.00	519.338
3+680.00	520.038
3+700.00	520.346
3+720.00	520.519
3+740.00	520.469
3+760.00	520.047
3+780.00	519.515
3+800.00	518.613
3+820.00	517.521
3+840.00	516.657
3+860.00	516.276
3+880.00	516.343
3+900.00	516.537
3+920.00	516.831
3+940.00	516.992
3+960.00	516.994
3+980.00	516.996
4+000.00	516.999
4+020.00	517.102
4+040.00	517.411
4+060.00	517.789
4+080.00	517.993
4+100.00	517.996
4+120.00	517.997
4+140.00	518.000
4+160.00	518.054
4+180.00	518.283
4+200.00	518.712
4+220.00	518.996
4+240.00	518.996
4+260.00	518.997
4+280.00	519.000
4+300.00	519.285
4+320.00	519.585
4+340.00	519.829
4+360.00	519.999
4+380.00	520.057
4+400.00	520.100
4+420.00	520.216
4+440.00	520.465
4+460.00	520.713
4+480.00	520.816
4+500.00	520.909
4+520.00	521.000
4+540.00	521.000
4+560.00	521.000
4+580.00	521.001
4+600.00	521.188
4+620.00	521.393
4+640.00	521.614
4+660.00	521.840
4+680.00	522.000
4+700.00	522.501
4+720.00	522.943
4+740.00	522.999
4+760.00	523.000
4+780.00	523.022
4+800.00	523.307
4+820.00	523.586
4+840.00	523.882
4+860.00	524.013
4+880.00	523.997
4+900.00	523.719
4+920.00	523.000
4+940.00	522.934
4+960.00	522.614
4+980.00	522.132
5+000.00	521.841
5+020.00	521.220
5+040.00	521.996
5+060.00	522.498
5+080.00	522.784
5+100.00	522.539
5+120.00	522.000
5+140.00	521.598
5+160.00	521.402
5+163.70	521.423

PENDIENTE	DESNIVEL
1.87%	87.61
−2.28%	67.16
−4.86%	48.55
0.36%	98.44
0.73%	136.86
0.72%	139.18
0.65%	121.96
0.76%	125.15
0.23%	122.04
0.88%	110.31
1.19%	84.15
1.27%	78.96
−1.76%	56.72
−1.41%	70.91
−2.19%	35.84
3.48%	44.43
−1.26%	60.64
−1.53%	37.47

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL

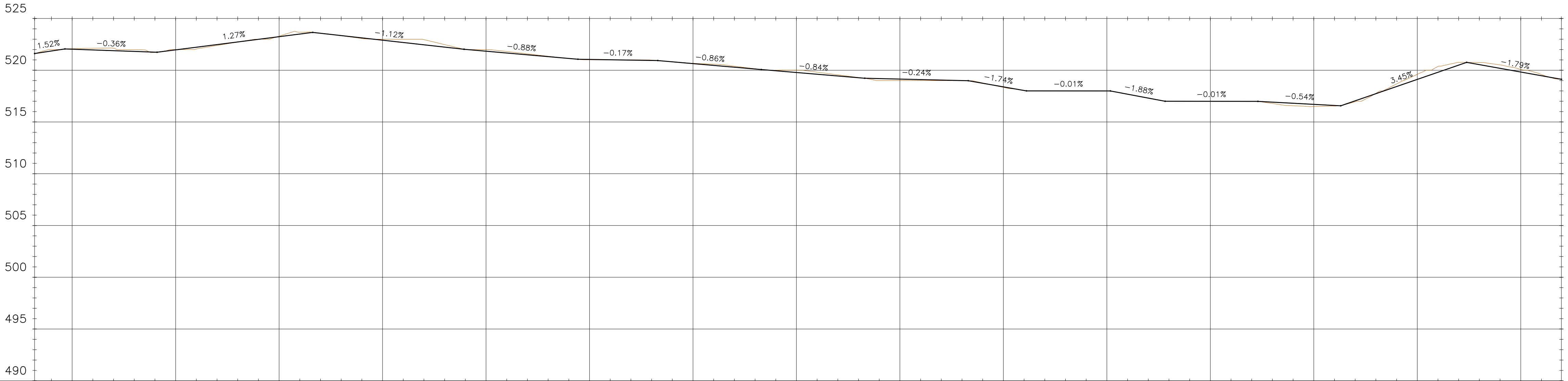
PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA CICLOVÍA EN LA CIUDAD DE TENA

CONTIENE:
RUTA 1 PERFIL LONGITUDINAL AV. TAMIAHURCO 1

VERSIÓN:	FECHA DE ENTREGA:	ESCALA:	LÁMINA
DEFINITIVA	4/6/2021	1:2500	4 de 11

AUTOR:	DIRECTOR:
Paulina Rodríguez Terán	Ing. Gustavo Yánez

PERFIL AV. TAMIAHURCO 2



ABSCISAS	COTAS TERRENO
5+163.70	521.611
5+180.00	521.999
5+200.00	522.084
5+220.00	522.123
5+240.00	522.114
5+260.00	521.983
5+280.00	521.719
5+300.00	521.997
5+320.00	522.047
5+340.00	522.389
5+360.00	522.722
5+380.00	522.999
5+400.00	523.292
5+420.00	523.673
5+440.00	523.577
5+460.00	523.335
5+480.00	523.060
5+500.00	523.000
5+520.00	522.999
5+540.00	522.954
5+560.00	522.473
5+580.00	522.000
5+600.00	521.999
5+620.00	521.808
5+640.00	521.582
5+660.00	521.356
5+680.00	521.130
5+700.00	521.000
5+720.00	521.000
5+740.00	520.999
5+760.00	520.979
5+780.00	520.822
5+800.00	520.671
5+820.00	520.580
5+840.00	520.391
5+860.00	520.142
5+880.00	520.000
5+900.00	519.999
5+920.00	519.812
5+940.00	519.556
5+960.00	519.300
5+980.00	519.000
6+000.00	518.999
6+020.00	518.997
6+040.00	518.993
6+060.00	518.990
6+080.00	518.771
6+100.00	518.345
6+120.00	518.032
6+140.00	517.999
6+160.00	517.999
6+180.00	517.998
6+200.00	517.996
6+220.00	517.679
6+240.00	517.298
6+260.00	517.000
6+280.00	516.999
6+300.00	516.997
6+320.00	516.996
6+340.00	516.995
6+360.00	516.787
6+380.00	516.566
6+400.00	516.485
6+420.00	516.534
6+440.00	516.958
6+460.00	517.772
6+480.00	518.678
6+500.00	519.602
6+520.00	520.371
6+540.00	520.759
6+560.00	520.749
6+580.00	520.513
6+600.00	520.085
6+620.00	519.583
6+639.28	519.127

PENDIENTE	DESNIVEL
1.52%	29.28
−0.36%	89.07
1.27%	150.47
−1.12%	146.21
Vertical	0.00
−0.88%	110.03
−0.17%	77.22
−0.86%	100.00
−0.84%	100.00
−0.24%	100.00
−1.74%	56.31
−0.01%	81.11
−1.88%	52.86
−0.01%	89.71
−0.54%	80.03
3.45%	121.74
−1.79%	91.54

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL

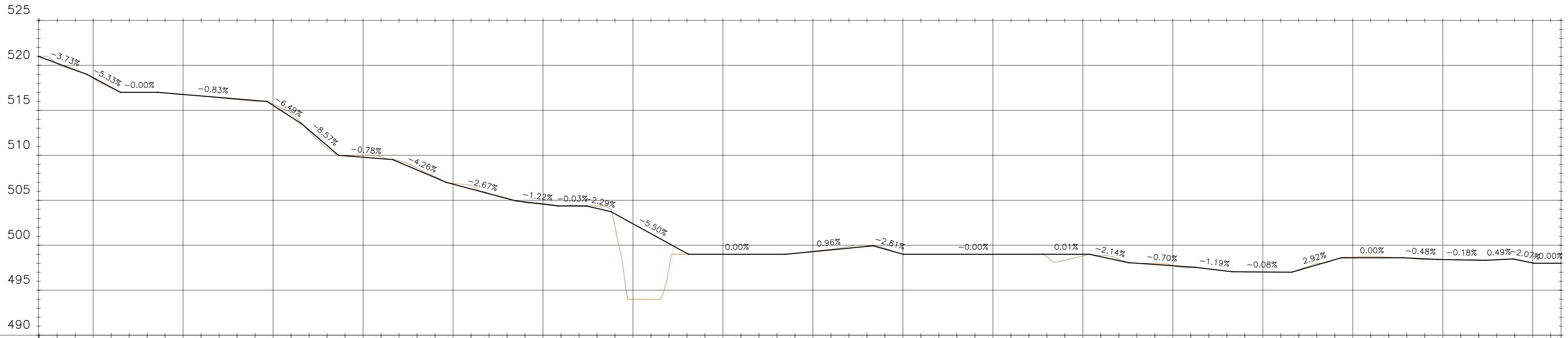
PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA CICLOVÍA EN LA CIUDAD DE TENA

CONTIENE:
RUTA 1 PERFIL LONGITUDINAL AV. TAMIAHURCO 2

VERSIÓN:	FECHA DE ENTREGA:	ESCALA:	LÁMINA
DEFINITIVA	4/6/2021	1:2500	5 de 11

AUTOR:	DIRECTOR:
Paulina Rodríguez Terán	Ing. Gustavo Yánez

PERFIL CALLE GONZÁLEZ SUÁREZ–ROCAFUERTE–SUCRE–ABDÓN CALDERÓN–GARCÍA MORENO–PUENTE CARROZABLE–AV. 15 DE NOVIEMBRE–FRANCISCO DE ORELLANA



ABSCISAS	COTAS TERRENO
6+639.28	521.001
6+660.00	520.183
6+680.00	519.424
6+700.00	518.552
6+720.00	517.480
6+740.00	517.000
6+760.00	516.999
6+780.00	516.924
6+800.00	516.738
6+820.00	516.587
6+840.00	516.394
6+860.00	516.191
6+880.00	516.000
6+900.00	515.704
6+920.00	514.688
6+940.00	512.642
6+960.00	510.778
6+980.00	510.000
7+000.00	510.000
7+020.00	509.838
7+040.00	509.399
7+060.00	508.588
7+080.00	507.638
7+100.00	506.896
7+120.00	506.641
7+140.00	505.764
7+160.00	505.239
7+180.00	504.737
7+200.00	504.660
7+220.00	504.409
7+240.00	504.427
7+260.00	504.374
7+280.00	502.083
7+300.00	493.994
7+320.00	493.994
7+340.00	497.430
7+360.00	498.999
7+380.00	498.996
7+400.00	499.000
7+420.00	499.000
7+440.00	499.000
7+460.00	499.000
7+480.00	499.127
7+500.00	499.337
7+520.00	499.546
7+540.00	499.870
7+560.00	499.967
7+580.00	499.670
7+600.00	499.000
7+620.00	499.000
7+640.00	499.000
7+660.00	499.000
7+680.00	499.000
7+700.00	499.000
7+720.00	498.999
7+740.00	498.998
7+760.00	498.719
7+780.00	498.334
7+800.00	498.825
7+820.00	498.876
7+840.00	498.455
7+860.00	498.000
7+880.00	497.980
7+900.00	497.736
7+920.00	497.522
7+940.00	497.351
7+960.00	497.132
7+980.00	497.000
8+000.00	497.000
8+020.00	497.000
8+040.00	497.281
8+060.00	497.981
8+080.00	498.382
8+100.00	498.676
8+120.00	498.725
8+140.00	498.676
8+160.00	498.596
8+180.00	498.417
8+200.00	498.404
8+220.00	498.357
8+240.00	498.382
8+260.00	498.407
8+280.00	498.475
8+300.00	498.054
8+320.00	498.000
8+331.38	498.000

PENDIENTE	DESNIVEL
−3.73%	53.91
−5.33%	37.33
−0.00%	41.35
−0.83%	121.41
−6.49%	39.06
−8.57%	40.35
−0.78%	60.24
−4.26%	59.39
−2.67%	77.05
−1.22%	47.25
−0.03%	31.96
−2.29%	26.75
−5.50%	86.31
0.00%	108.05
0.96%	97.10
−2.81%	33.37
−0.00%	155.90
0.01%	50.88
−2.14%	43.45
−0.70%	74.17
−1.19%	41.44
−0.08%	66.13
2.92%	54.93
0.00%	68.47
−0.48%	38.76
−0.18%	53.16
0.49%	30.82
−2.07%	22.96
−0.00%	30.17

PUCE

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL

PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA CICLOVÍA EN LA CIUDAD DE TENA

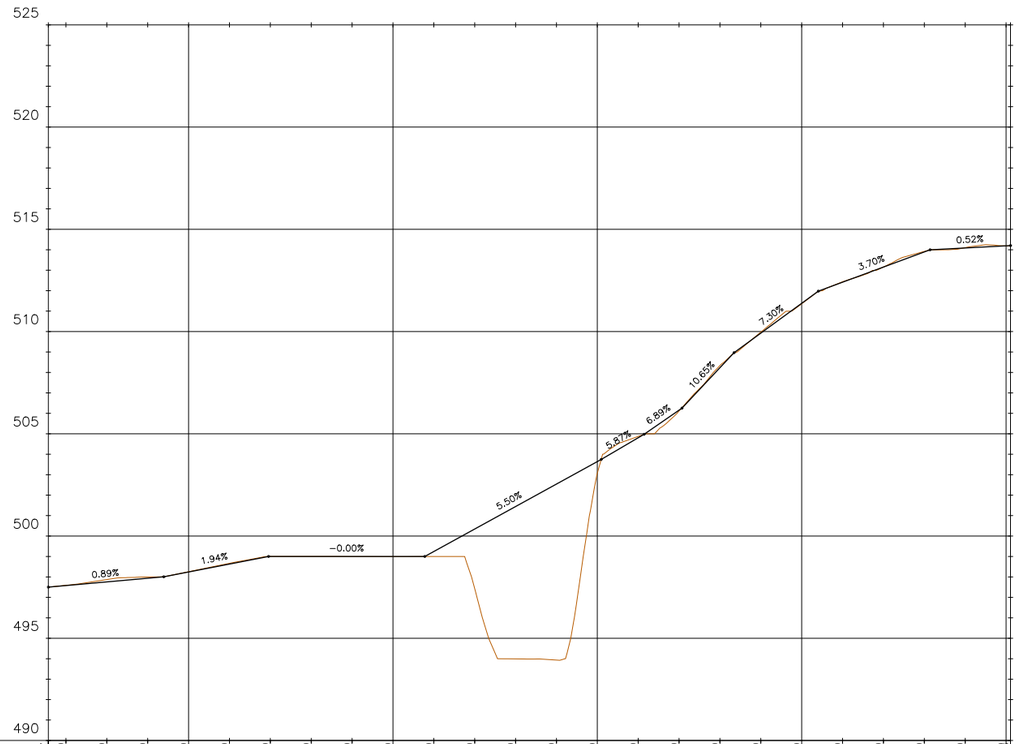
CONTIENE:
RUTA 1 PERFIL LONGITUDINAL CALLE GONZÁLEZ SUÁREZ-ROCAFUERTE-SUCRE-ABDÓN CALDERÓN-GARCÍA MORENO-PUENTE CARROZABLE-AV. 15 DE NOVIEMBRE-FRANCISCO DE ORELLANA

VERSIÓN:	FECHA DE ENTREGA:	ESCALA:	LÁMINA
DEFINITIVA	4/6/2021	1:3000	6 de 11

AUTOR:	DIRECTOR:
Paulina Rodríguez Terán	Ing. Gustavo Yánez

75 ANIVERSARIO DEJA TU HUELLA

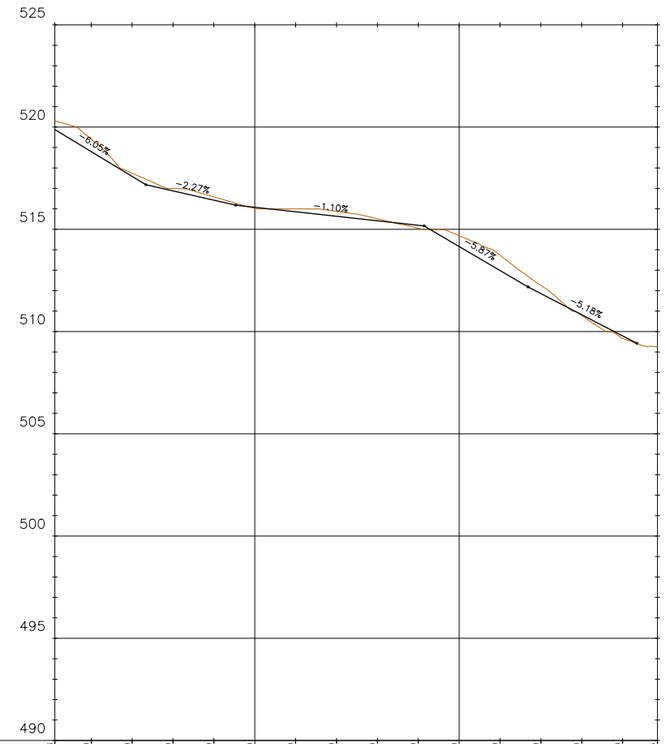
PERFIL AV. 15 DE NOVIEMBRE–PUENTE CARROZABLE–OLMEDO



ABSCISAS	8+331.37	8+340.00	8+360.00	8+380.00	8+400.00	8+420.00	8+440.00	8+460.00	8+480.00	8+500.00	8+520.00	8+540.00	8+560.00	8+580.00	8+600.00	8+620.00	8+640.00	8+660.00	8+680.00	8+700.00	8+720.00	8+740.00	8+760.00	8+780.00	8+802.18
COTAS TERRENO	497.501	497.591	497.870	497.996	498.255	498.666	498.999	499.000	498.994	498.990	499.000	497.429	493.990	493.934	503.074	504.872	506.121	508.338	509.974	511.358	512.436	513.158	513.919	514.104	514.385

PENDIENTE	0.89%	1.94%	−0.00%	5.50%	5.87%	6.89%	10.65%	7.30%	3.70%	0.52%
DESNIVEL	56.46	51.26	76.46	86.31	21.02	18.54	25.47	41.25	54.65	39.40

PERFIL JUAN MONTALVO



ABSCISAS	8+802.18	8+820.00	8+840.00	8+860.00	8+880.00	8+900.00	8+920.00	8+940.00	8+960.00	8+980.00	9+000.00	9+020.00	9+040.00	9+060.00	9+080.00	9+097.05
COTAS TERRENO	520.308	519.403	517.740	516.991	516.584	516.020	515.998	515.880	515.515	515.052	514.687	513.734	512.258	510.780	509.661	509.246

PENDIENTE	−6.05%	−2.27%	−1.10%	−5.87%	−5.18%
DESNIVEL	54.65	43.98	92.18	50.84	53.22

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL

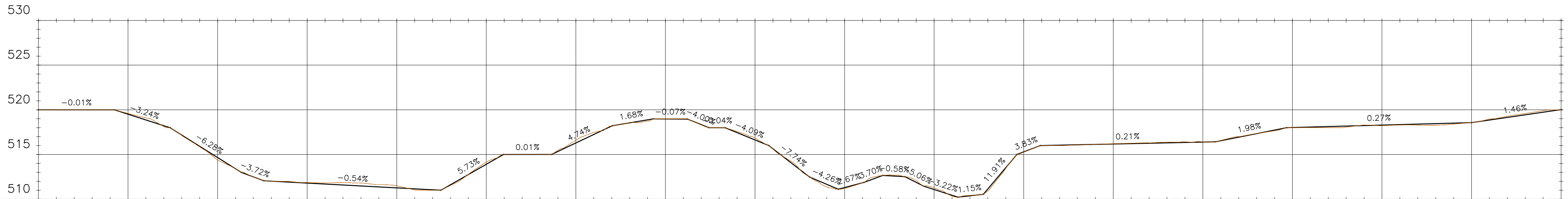
PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA CICLOVÍA EN LA CIUDAD DE TENA

CONTIENE:
RUTA 1 PERFIL LONGITUDINAL AV. 15 DE NOVIEMBRE-PUENTE CARROZABLE-OLMEDO-JUAN MONTALVO

VERSIÓN:	FECHA DE ENTREGA:	ESCALA:	LÁMINA
DEFINITIVA	4/6/2021	1:1500	7 de 11

AUTOR:	DIRECTOR:
Paulina Rodríguez Terán	Ing. Gustavo Yánez

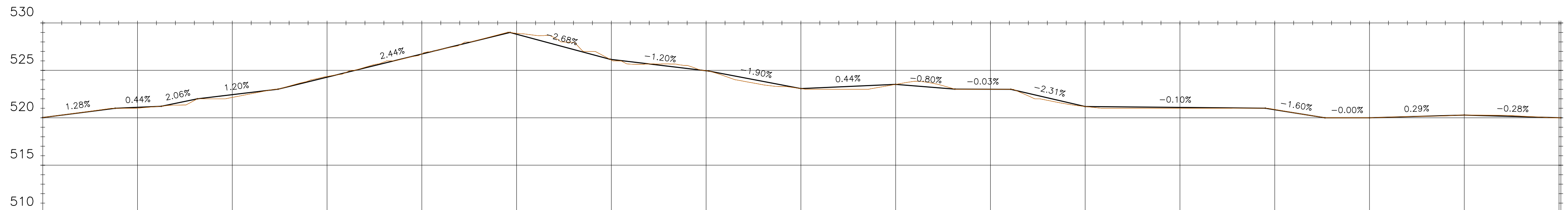
PERFIL AV. PANO–AV. DEL CHOFER–AV. 15 DE NOVIEMBRE–CALLE CHONTAYAKU



ABSCISAS	COTAS TERRENO
0+000.00	520.000
0+020.00	520.001
0+040.00	520.000
0+060.00	520.000
0+080.00	519.997
0+100.00	519.598
0+120.00	519.097
0+140.00	518.117
0+160.00	517.126
0+180.00	515.857
0+200.00	514.386
0+220.00	513.395
0+240.00	512.481
0+260.00	512.023
0+280.00	511.980
0+300.00	511.865
0+320.00	511.822
0+340.00	511.857
0+360.00	511.813
0+380.00	511.625
0+400.00	511.491
0+420.00	511.038
0+440.00	510.996
0+460.00	511.535
0+480.00	512.774
0+500.00	514.139
0+520.00	515.000
0+540.00	515.000
0+560.00	515.002
0+580.00	515.473
0+600.00	516.599
0+620.00	517.467
0+640.00	518.209
0+660.00	518.590
0+680.00	518.736
0+700.00	518.995
0+720.00	518.999
0+740.00	518.305
0+760.00	517.998
0+780.00	517.570
0+800.00	516.841
0+820.00	515.596
0+840.00	514.261
0+860.00	512.534
0+880.00	511.376
0+900.00	511.218
0+920.00	511.823
0+940.00	512.626
0+960.00	512.688
0+980.00	512.084
1+000.00	511.266
1+020.00	510.349
1+040.00	510.433
1+060.00	510.922
1+080.00	513.451
1+100.00	515.253
1+120.00	516.000
1+140.00	515.999
1+160.00	516.054
1+180.00	516.140
1+200.00	516.202
1+220.00	516.261
1+240.00	516.304
1+260.00	516.377
1+280.00	516.418
1+300.00	516.417
1+320.00	516.573
1+340.00	517.000
1+360.00	517.346
1+380.00	517.654
1+400.00	518.000
1+420.00	518.001
1+440.00	518.003
1+460.00	518.054
1+480.00	518.302
1+500.00	518.227
1+520.00	518.291
1+540.00	518.284
1+560.00	518.277
1+580.00	518.404
1+600.00	518.561
1+620.00	518.970
1+640.00	519.281
1+660.00	519.589
1+680.00	519.897
1+700.00	520.024

PENDIENTE	DESNIVEL
-0.01%	85.02
-3.24%	61.93
-6.28%	79.47
-3.72%	25.17
-0.54%	197.74
5.73%	69.83
0.01%	53.76
4.74%	67.65
1.68%	45.80
-0.07%	38.30
-4.00%	23.91
0.04%	8.09
-4.09%	48.69
-7.74%	45.49
-4.26%	32.11
2.67%	28.49
3.70%	21.25
-0.58%	24.73
5.06%	21.17
-3.22%	38.00
1.15%	28.38
11.91%	37.37
3.83%	26.09
0.21%	195.39
1.98%	79.69
0.27%	206.48
1.46%	100.00
1.28%	76.44

PERFIL AV. PANO–AV. DEL CHOFER–AV. 15 DE NOVIEMBRE–CALLE CHONTAYAKU



ABSCISAS	COTAS TERRENO
1+700.00	520.024
1+720.00	520.290
1+740.00	520.556
1+760.00	520.829
1+780.00	521.000
1+800.00	521.008
1+820.00	521.185
1+840.00	521.330
1+860.00	521.825
1+880.00	521.999
1+900.00	522.147
1+920.00	522.535
1+940.00	522.923
1+960.00	523.345
1+980.00	523.883
2+000.00	524.361
2+020.00	524.783
2+040.00	525.324
2+060.00	525.879
2+080.00	526.213
2+100.00	526.730
2+120.00	527.224
2+140.00	527.681
2+160.00	528.213
2+180.00	528.739
2+200.00	528.906
2+220.00	528.689
2+240.00	528.434
2+260.00	527.950
2+280.00	526.997
2+300.00	526.082
2+320.00	525.656
2+340.00	525.682
2+360.00	525.687
2+380.00	525.515
2+400.00	524.971
2+420.00	524.386
2+440.00	523.845
2+460.00	523.477
2+480.00	523.287
2+500.00	523.076
2+520.00	523.000
2+540.00	523.000
2+560.00	523.000
2+580.00	523.170
2+600.00	523.520
2+620.00	523.846
2+640.00	523.618
2+660.00	523.092
2+680.00	523.000
2+700.00	523.000
2+720.00	523.000
2+740.00	522.306
2+760.00	521.844
2+780.00	521.461
2+800.00	521.189
2+820.00	521.001
2+840.00	521.000
2+860.00	521.000
2+880.00	521.000
2+900.00	521.000
2+920.00	521.001
2+940.00	521.002
2+960.00	521.006
2+980.00	521.007
3+000.00	520.878
3+020.00	520.537
3+040.00	520.210
3+060.00	520.000
3+080.00	520.000
3+100.00	520.000
3+120.00	520.063
3+140.00	520.123
3+160.00	520.166
3+180.00	520.200
3+200.00	520.285
3+220.00	520.273
3+240.00	520.261
3+260.00	520.180
3+280.00	520.072
3+300.00	520.000

PENDIENTE	DESNIVEL
1.28%	76.44
0.44%	48.71
2.06%	38.08
1.20%	85.01
2.44%	244.82
-2.68%	105.42
-1.20%	104.31
-1.90%	97.21
0.44%	100.00
-0.80%	62.55
-0.03%	58.92
-2.31%	78.53
-0.10%	190.01
-1.60%	62.96
-0.00%	47.03
0.29%	100.00
-0.28%	101.92

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL

PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA CICLOVÍA EN LA CIUDAD DE TENA

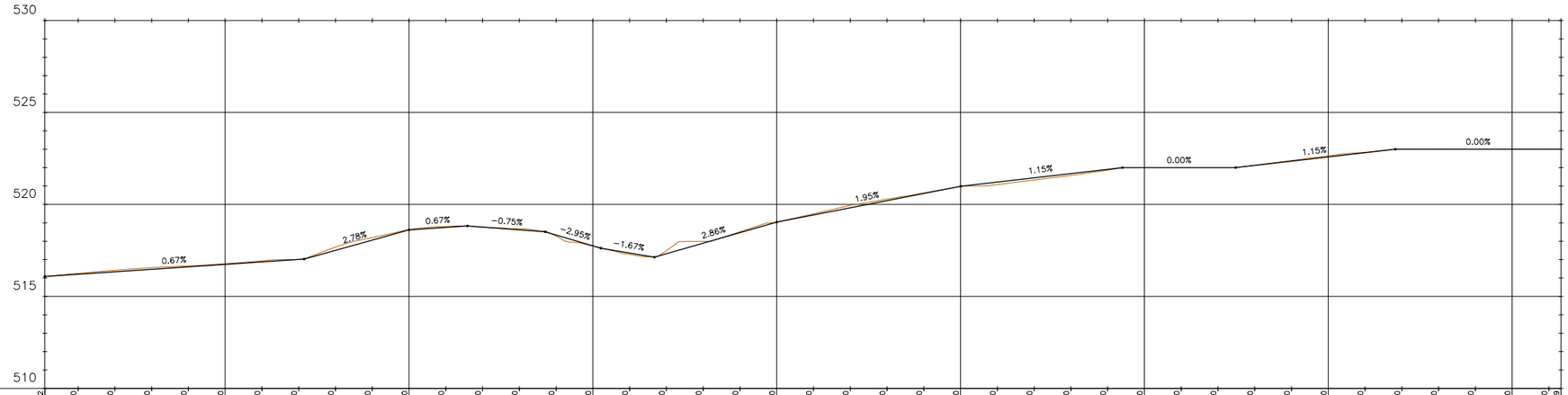
CONTIENE:
RUTA 2 PERFIL LONGITUDINAL AV. PANO-AV. DEL CHOFER-AV. 15 DE NOVIEMBRE-CALLE CHONTAYAKU

VERSIÓN:	FECHA DE ENTREGA:	ESCALA:	LÁMINA
DEFINITIVA	4/6/2021	1:5000	8 de 11

AUTOR:	DIRECTOR:
Paulina Rodríguez Terán	Ing. Gustavo Yánez

75 ANIVERSARIO DEJA TU HUELLA

PERFIL CALLE GABRIEL ESPINOZA



ABSCISAS	3+201.92	3+320.00	3+340.00	3+360.00	3+380.00	3+400.00	3+420.00	3+440.00	3+460.00	3+480.00	3+500.00	3+520.00	3+540.00	3+560.00	3+580.00	3+600.00	3+620.00	3+640.00	3+660.00	3+680.00	3+700.00	3+720.00	3+740.00	3+760.00	3+780.00	3+800.00	3+820.00	3+840.00	3+860.00	3+880.00	3+900.00	3+920.00	3+940.00	3+960.00	3+980.00	4+000.00	4+020.00	4+040.00	4+060.00	4+080.00	4+100.00	4+120.00	4+126.59
COTAS TERRENO	516.085	516.251	516.418	516.565	516.655	516.775	516.935	517.012	517.688	518.198	518.627	518.800	518.777	518.678	518.278	517.734	517.283	517.491	517.989	518.516	519.041	519.490	519.948	520.288	520.628	520.982	521.078	521.330	521.576	521.864	522.000	522.000	522.000	522.132	522.386	522.641	522.834	523.000	522.999	522.999	522.999	523.000	523.000

PENDIENTE	0.67%								2.78%			0.67%		−0.75%		−2.95%		−1.67%		2.86%				1.95%						1.15%						0.00%				1.15%				0.00%			
DESNIVEL	141.00								57.08			31.78		42.34		30.25		29.08		66.54				100.00						88.12						61.43				86.91				90.12			

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL

PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA CICLOVÍA EN LA CIUDAD DE TENA

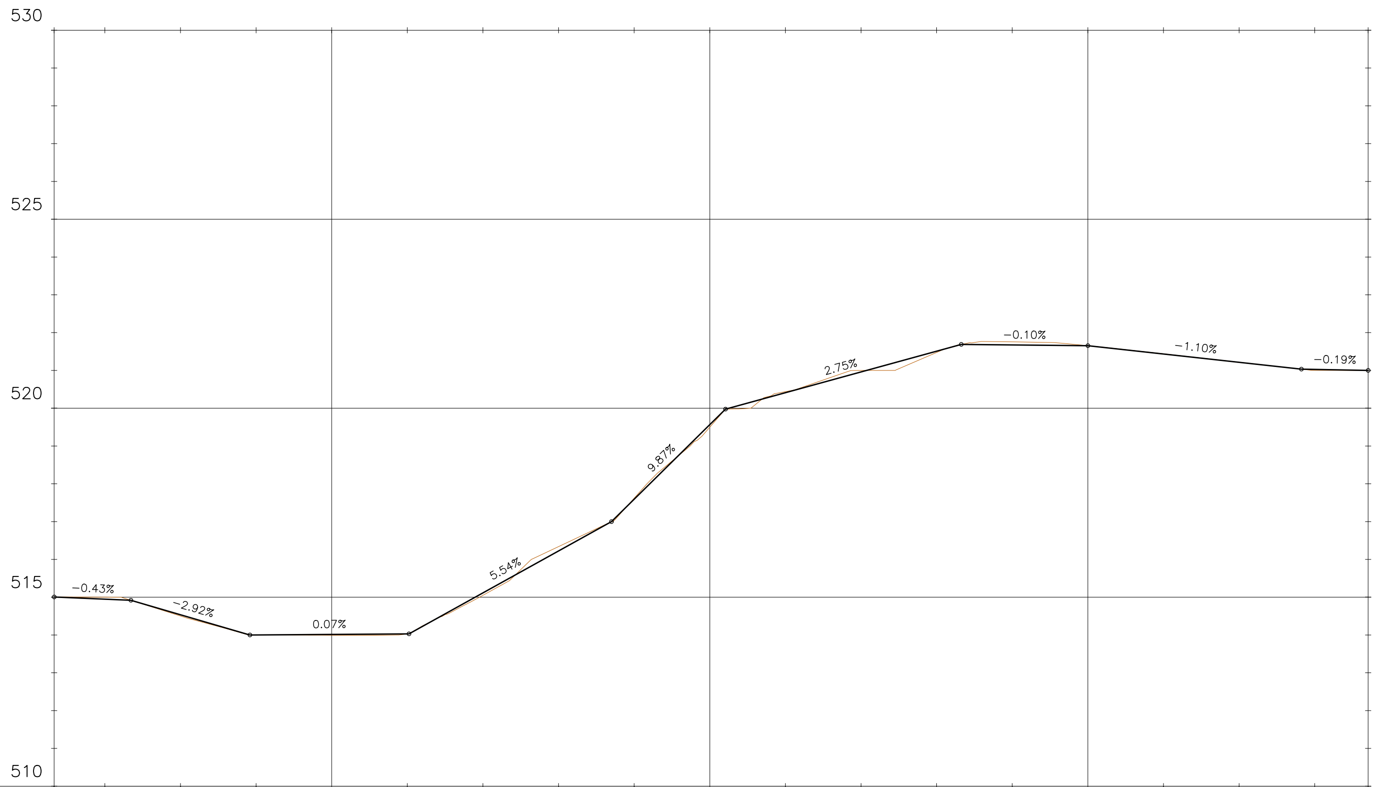
CONTIENE:
RUTA 2 PERFIL LONGITUDINAL CALLE GABRIEL ESPINOZA

VERSIÓN:	FECHA DE ENTREGA:	ESCALA:	LÁMINA
DEFINITIVA	4/6/2021	1:1500	9 de 11

AUTOR:	DIRECTOR:
Paulina Rodríguez Terán	Ing. Gustavo Yánez

75 ANIVERSARIO DEJA TU HUELLA

PERFIL CALLE SALINAS



ABSCISAS	COTAS TERRENO
4+126.59	515.005
4+140.00	515.000
4+160.00	514.502
4+180.00	513.999
4+200.00	513.993
4+220.00	514.026
4+240.00	515.050
4+260.00	516.339
4+280.00	517.618
4+300.00	519.498
4+320.00	520.438
4+340.00	520.999
4+360.00	521.476
4+380.00	521.757
4+400.00	521.654
4+420.00	521.440
4+440.00	521.217
4+460.00	521.000
4+474.13	521.000

PENDIENTE	DESNIVEL
−0.43%	20.26
−2.92%	31.48
0.07%	42.09
5.54%	53.56
9.87%	30.15
2.75%	62.37
−0.10%	33.49
−1.10%	56.47
−0.19%	17.66

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL

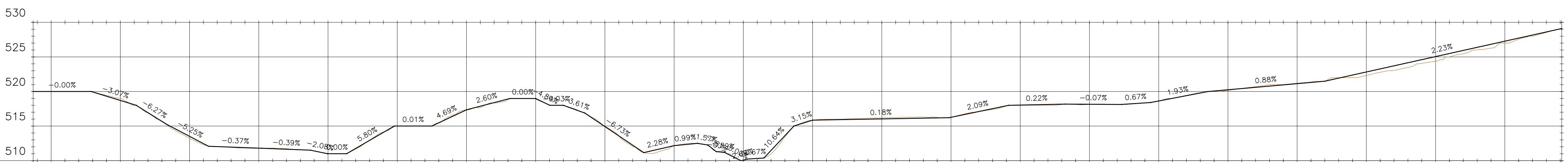
PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA CICLOVÍA EN LA CIUDAD DE TENA

CONTIENE:
RUTA 2 PERFIL LONGITUDINAL CALLE SALINAS

VERSIÓN:	FECHA DE ENTREGA:	ESCALA:	LÁMINA
DEFINITIVA	4/6/2021	1:1000	10 de 11

AUTOR: Paulina Rodríguez Terán
DIRECTOR: Ing. Gustavo Yánez

PERFIL AV. PANO-AV. DEL CHOFER-AV.15 DE NOVIEMBRE



ABSCISAS	COTAS TERRENO
4+474.00	520.000
4+480.00	520.000
4+500.00	520.001
4+520.00	520.000
4+540.00	519.999
4+560.00	519.942
4+580.00	519.439
4+600.00	519.000
4+620.00	517.998
4+640.00	516.864
4+660.00	515.706
4+680.00	514.316
4+700.00	513.208
4+720.00	512.313
4+740.00	512.006
4+760.00	511.916
4+780.00	511.819
4+800.00	511.786
4+820.00	511.828
4+840.00	511.735
4+860.00	511.579
4+880.00	511.400
4+900.00	511.001
4+920.00	510.993
4+940.00	511.671
4+960.00	512.990
4+980.00	514.141
5+000.00	515.000
5+020.00	515.000
5+040.00	515.001
5+060.00	515.427
5+080.00	516.586
5+100.00	517.352
5+120.00	517.682
5+140.00	518.331
5+160.00	518.821
5+180.00	518.998
5+200.00	518.884
5+220.00	518.014
5+240.00	517.995
5+260.00	517.332
5+280.00	516.348
5+300.00	514.980
5+320.00	513.574
5+340.00	512.041
5+360.00	511.094
5+380.00	511.351
5+400.00	512.163
5+420.00	512.482
5+440.00	512.394
5+460.00	511.346
5+480.00	511.002
5+500.00	510.048
5+520.00	510.299
5+540.00	510.976
5+560.00	513.407
5+580.00	515.281
5+600.00	515.854
5+620.00	515.996
5+640.00	516.001
5+660.00	516.077
5+680.00	516.141
5+700.00	516.200
5+720.00	516.235
5+740.00	516.297
5+760.00	516.316
5+780.00	516.254
5+800.00	516.269
5+820.00	516.769
5+840.00	517.092
5+860.00	517.394
5+880.00	517.904
5+900.00	518.001
5+920.00	518.001
5+940.00	518.002
5+960.00	518.115
5+980.00	518.114
6+000.00	518.116
6+020.00	518.169
6+040.00	518.119
6+060.00	518.175
6+080.00	518.357
6+100.00	518.637
6+120.00	519.014
6+140.00	519.431
6+160.00	519.824
6+180.00	519.997
6+200.00	520.165
6+220.00	520.439
6+240.00	520.711
6+260.00	520.991
6+280.00	521.000
6+300.00	521.192
6+320.00	521.377
6+340.00	521.485
6+360.00	521.999
6+380.00	522.002
6+400.00	522.325
6+420.00	522.789
6+440.00	523.051
6+460.00	523.495
6+480.00	524.066
6+500.00	524.364
6+520.00	525.003
6+540.00	525.453
6+560.00	526.029
6+580.00	526.261
6+600.00	527.000
6+620.00	527.550
6+640.00	527.998
6+660.00	528.541
6+680.00	529.004
6+682.97	529.103

PENDIENTE	DESNIVEL
-0.00%	83.90
-3.07%	65.08
-6.27%	43.15
-5.25%	61.22
-0.37%	77.22
-0.39%	69.95
-2.08%	24.68
0.00%	27.69
5.80%	68.94
0.01%	54.21
4.69%	50.05
2.60%	62.55
0.00%	37.36
-4.84%	20.27
0.03%	9.81
3.61%	30.97
-6.73%	84.98
2.28%	43.97
0.99%	33.71
1.57%	14.92
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	24.19
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
10.64%	43.45
3.15%	26.85
0.18%	197.44
2.09%	85.60
0.22%	81.71
-0.07%	81.34
0.67%	42.41
1.93%	82.38
0.88%	169.11
2.23%	342.19

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL

PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA CICLOVÍA EN LA CIUDAD DE TENA

CONTIENE:
RUTA 2 PERFIL LONGITUDINAL AV. PANO-AV. DEL CHOFER-AV. 15 DE NOVIEMBRE

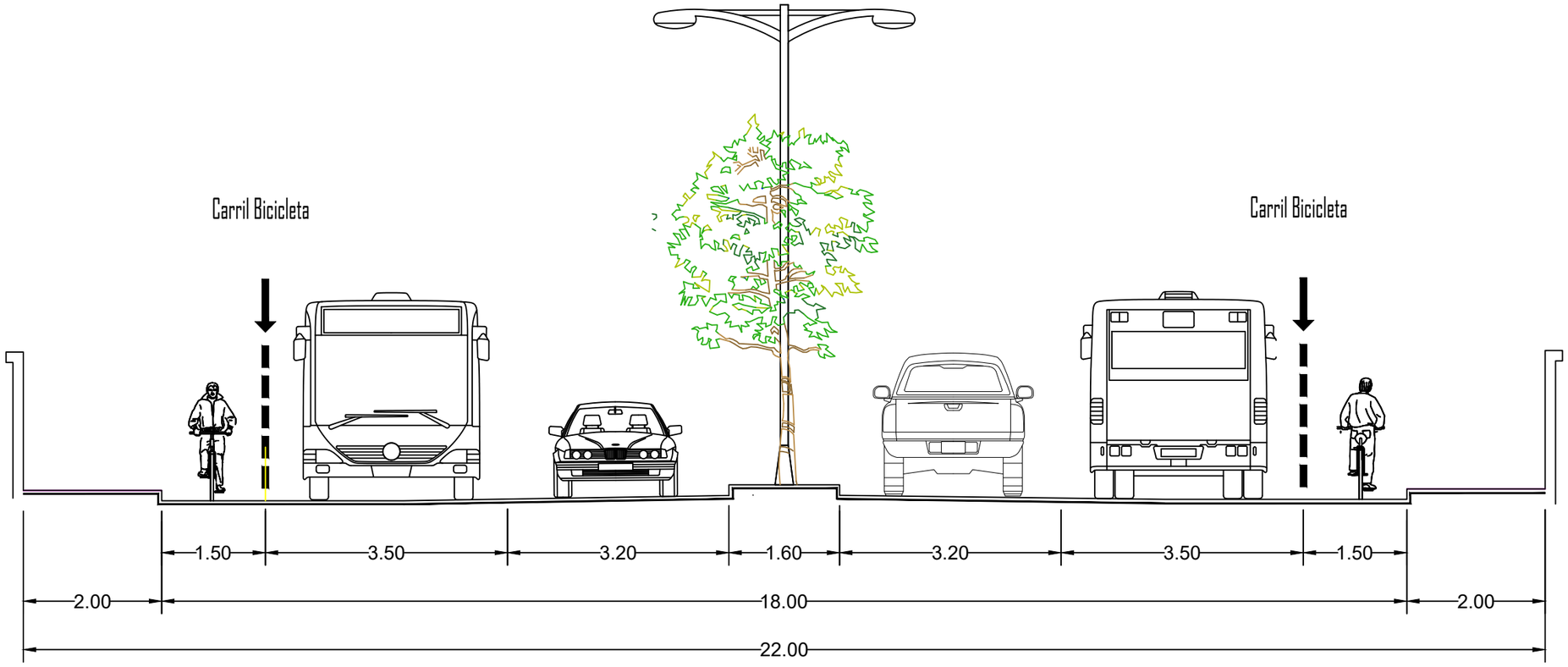
VERSIÓN:	FECHA DE ENTREGA:	ESCALA:	LÁMINA
DEFINITIVA	4/6/2021	1:3500	11 de 11

AUTOR:	DIRECTOR:
Paulina Rodríguez Terán	Ing. Gustavo Yánez

75 ANIVERSARIO DEJA TU HUELLA

ANEXO 3:
SECCIONES TRANSVERSALES DE LA CICLOVÍA

Av. Jumandy



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL

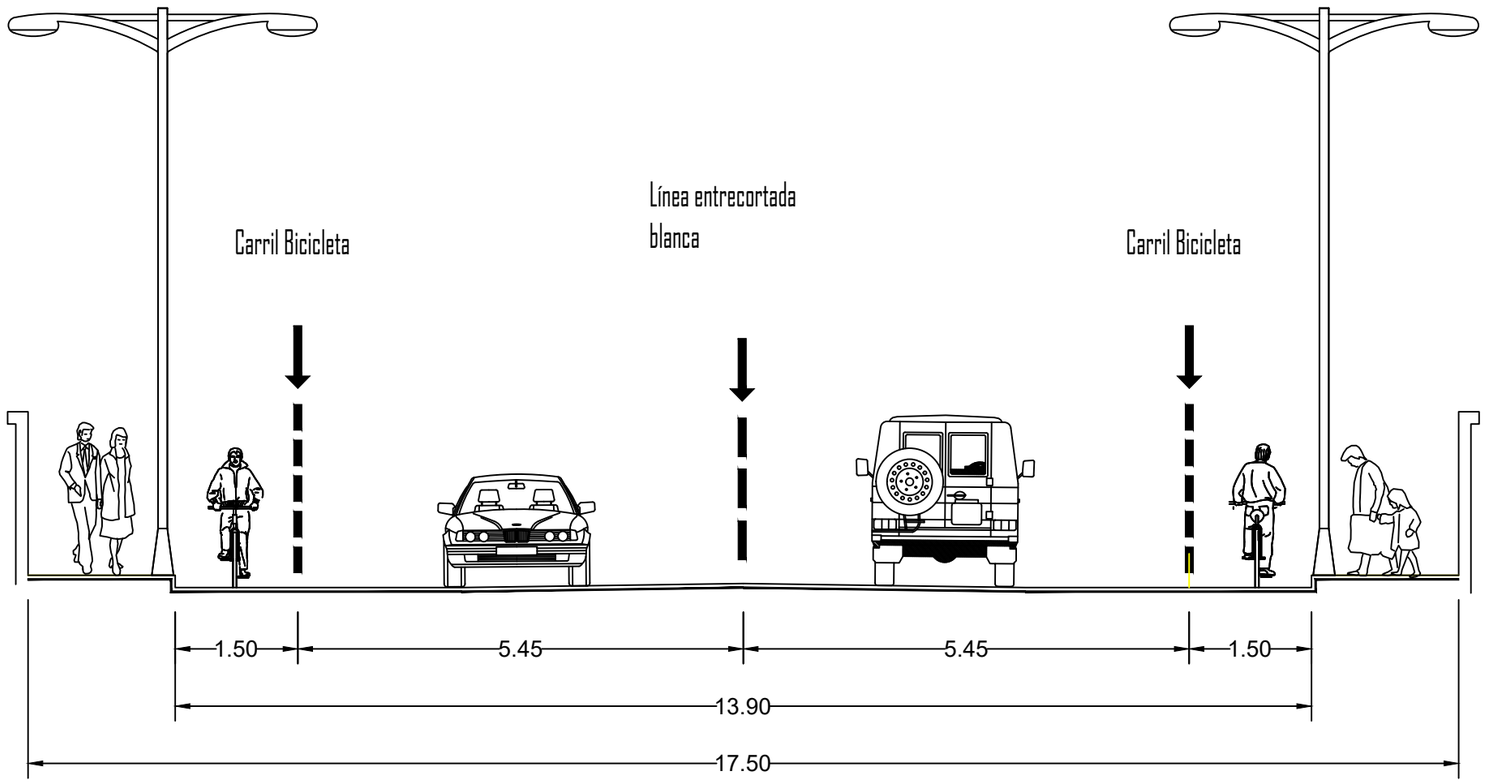
PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA CICLOVÍA EN LA CIUDAD DE TENA

CONTIENE:
SECCIÓN TÍPICA AV. JUMANDY

VERSIÓN:	FECHA DE ENTREGA:	ESCALA:	LÁMINA
DEFINITIVA	4/6/2021	1:75	1 de 15

AUTOR:	DIRECTOR:
Paulina Rodríguez Terán	Ing. Gustavo Yánez

Av. Muyuna



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL

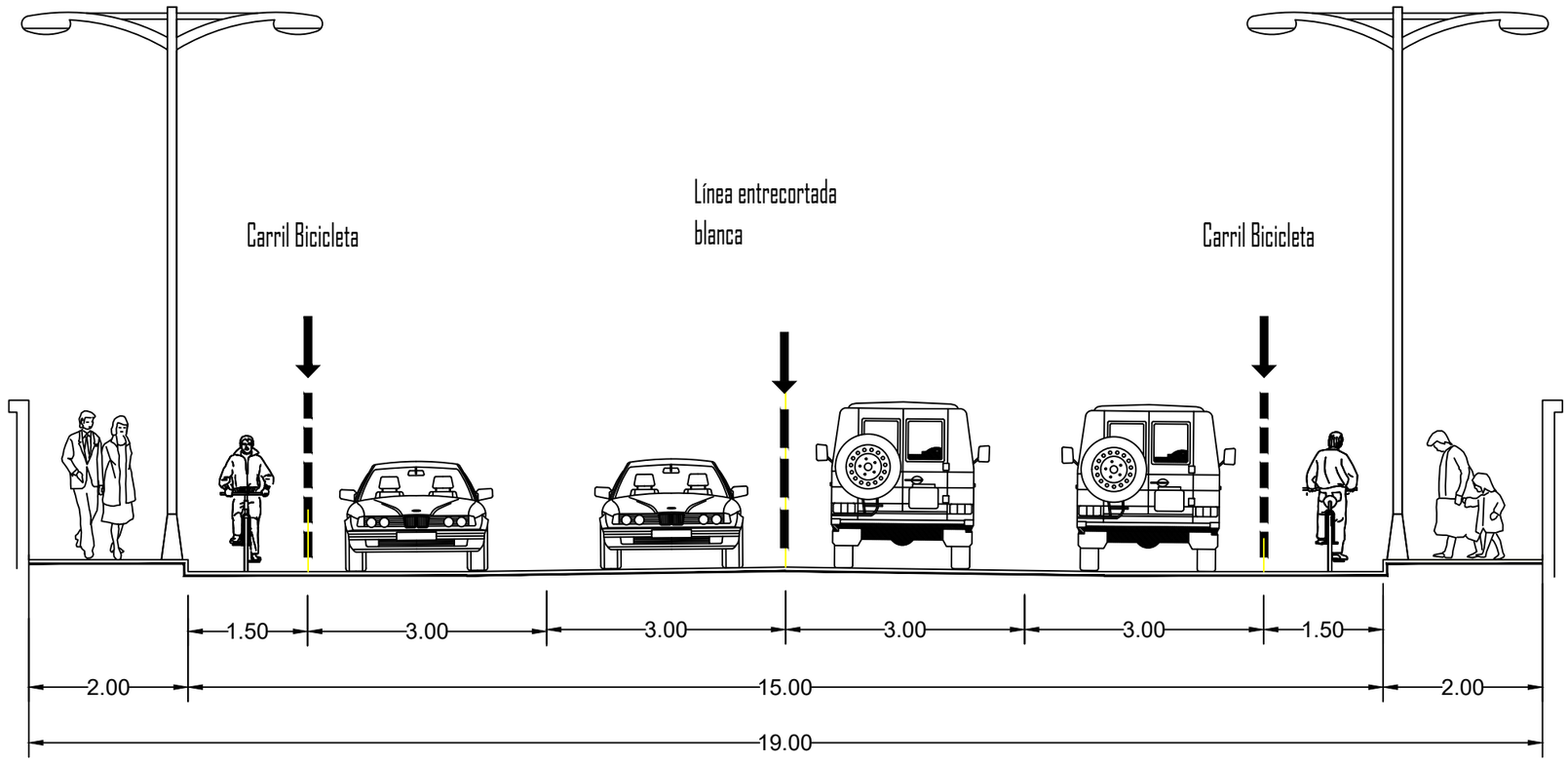
PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA CICLOVÍA EN LA CIUDAD DE TENA

CONTIENE:
SECCIÓN TÍPICA AV. MUYUNA

VERSIÓN:	FECHA DE ENTREGA:	ESCALA:	LÁMINA
DEFINITIVA	4/6/2021	1:75	2 de 15

AUTOR:	DIRECTOR:
Paulina Rodríguez Terán	Ing. Gustavo Yánez

Av. Tamiahurco



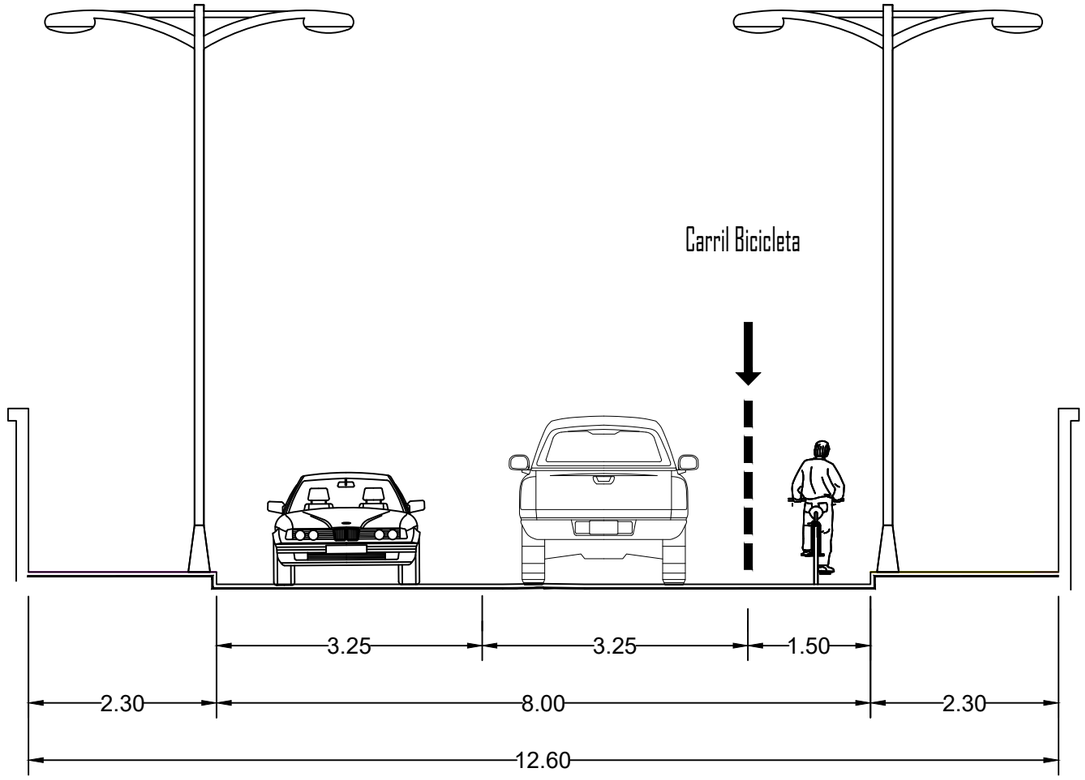
PUCE	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE CIVIL
	PROYECTO: **DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA CICLOVÍA EN LA CIUDAD DE TENA**
CONTIENE: SECCIÓN TÍPICA AV. TAMIAHURCO	

VERSIÓN:	FECHA DE ENTREGA:	ESCALA:	LÁMINA
DEFINITIVA	4/6/2021	1:75	3 de 15

AUTOR:	DIRECTOR:
Paulina Rodríguez Terán	Ing. Gustavo Yánez

76 ANIVERSARIO DEJA TU HUELLA

Av.15 de Noviembre



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL

PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA CICLOVÍA EN LA CIUDAD DE TENA

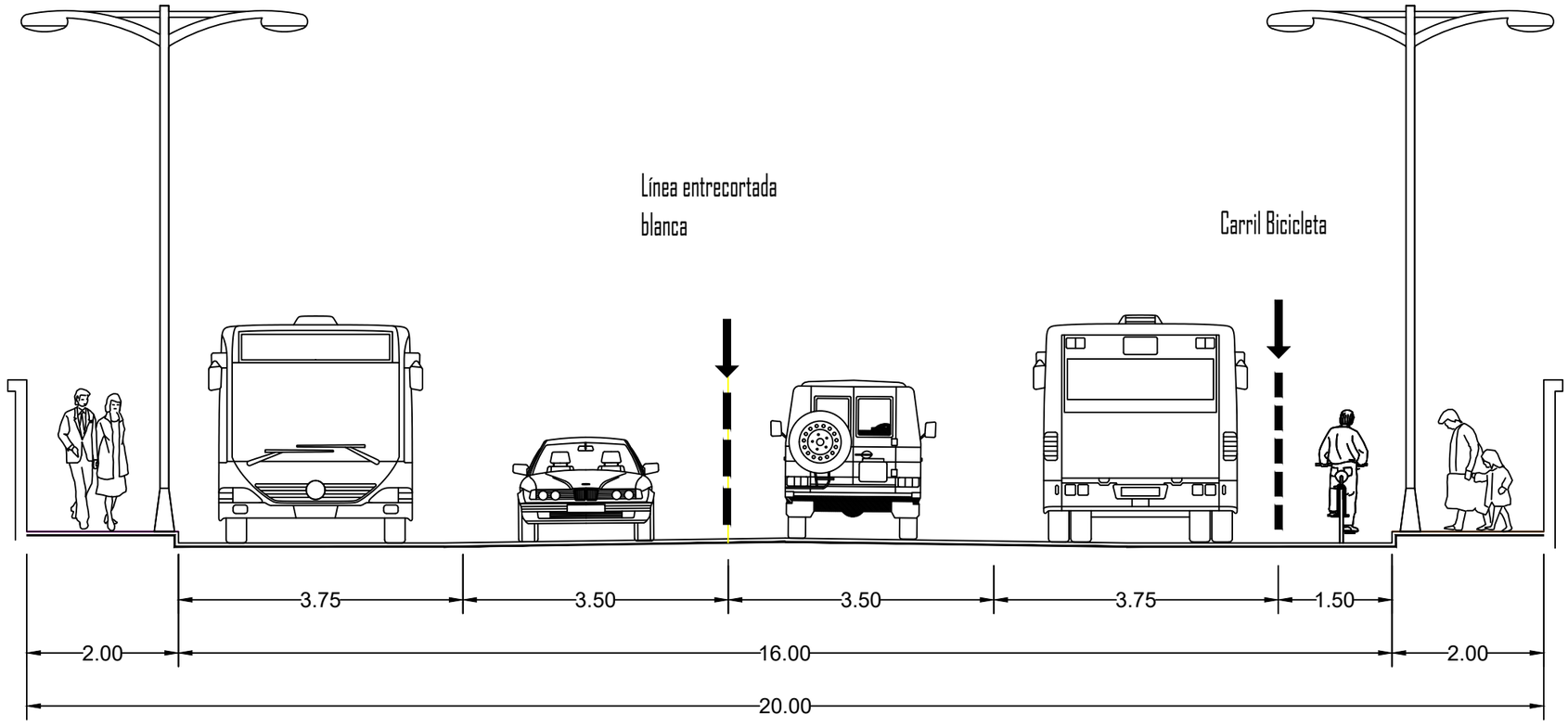
CONTIENE:
SECCIÓN TÍPICA AV. 15 DE NOVIEMBRE (SECTOR MALECÓN ESCÉNICO)

VERSIÓN:	FECHA DE ENTREGA:	ESCALA:	LÁMINA
DEFINITIVA	4/6/2021	1:75	4 de 15

AUTOR:	DIRECTOR:
Paulina Rodríguez Terán	Ing. Gustavo Yánez

7 ANIVERSARIO DEJA TU HUELLA

Av. 15 de Noviembre



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL

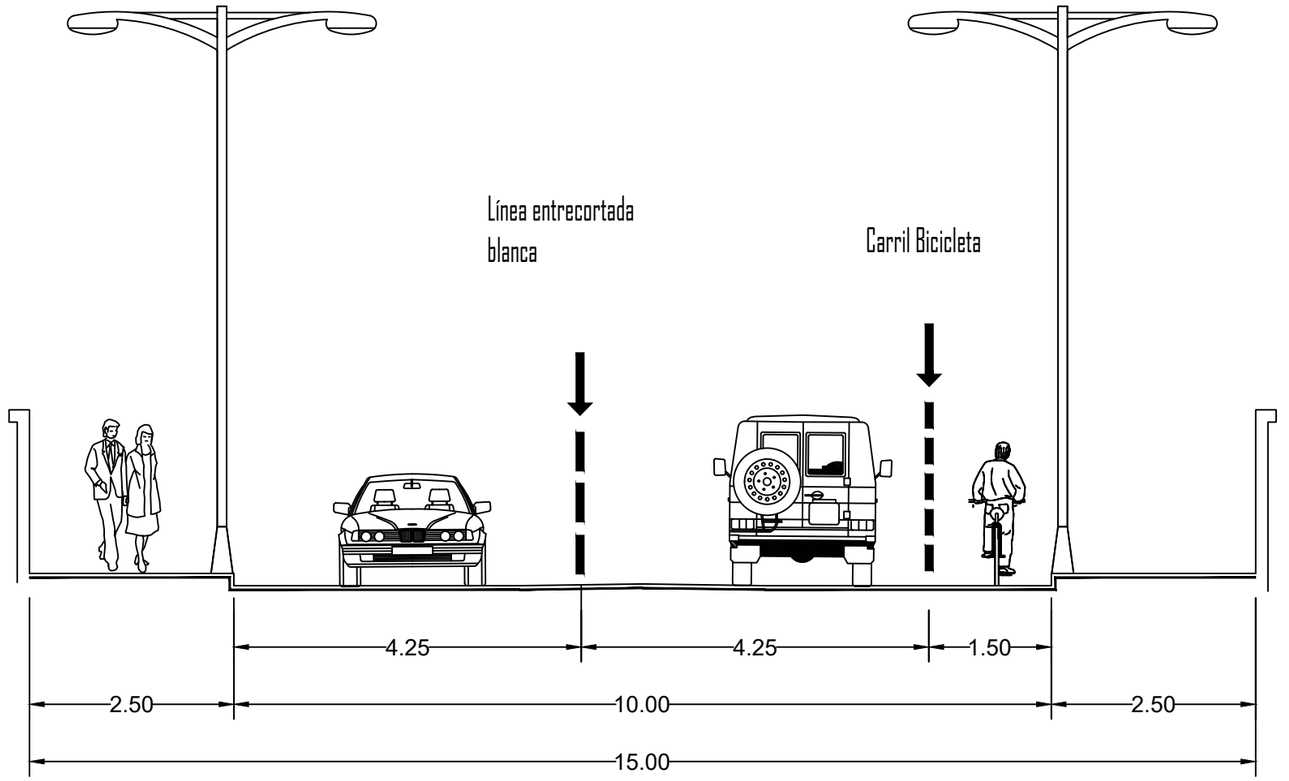
PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA CICLOVÍA EN LA CIUDAD DE TENA

CONTIENE:
SECCIÓN TÍPICA AV. 15 DE NOVIEMBRE

VERSIÓN:	FECHA DE ENTREGA:	ESCALA:	LÁMINA
DEFINITIVA	4/6/2021	1:75	5 de 15

AUTOR:	DIRECTOR:
Paulina Rodríguez Terán	Ing. Gustavo Yánez

Francisco de Orellana



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL

PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA CICLOVÍA EN LA CIUDAD DE TENA

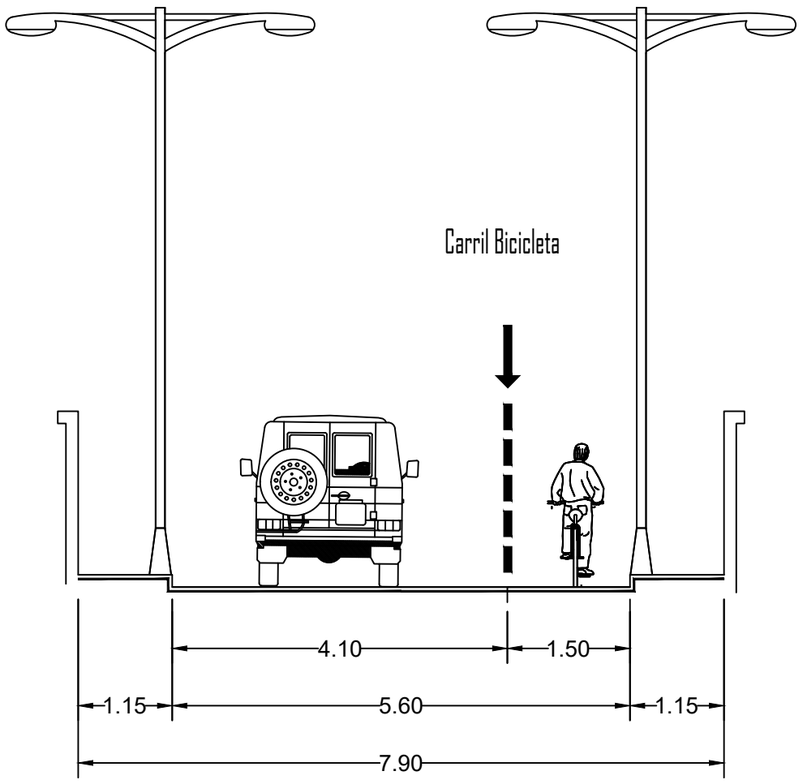
CONTIENE:
SECCIÓN TÍPICA CALLE FRANCISCO DE ORELLANA (SECTOR BELLAVISTA BAJA)

VERSIÓN:	FECHA DE ENTREGA:	ESCALA:	LÁMINA
DEFINITIVA	4/6/2021	1:75	6 de 15

AUTOR:	DIRECTOR:
Paulina Rodríguez Terán	Ing. Gustavo Yánez

ANIVERSARIO
DEJA TU HUELLA

Francisco de Orellana
(malecón)



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL

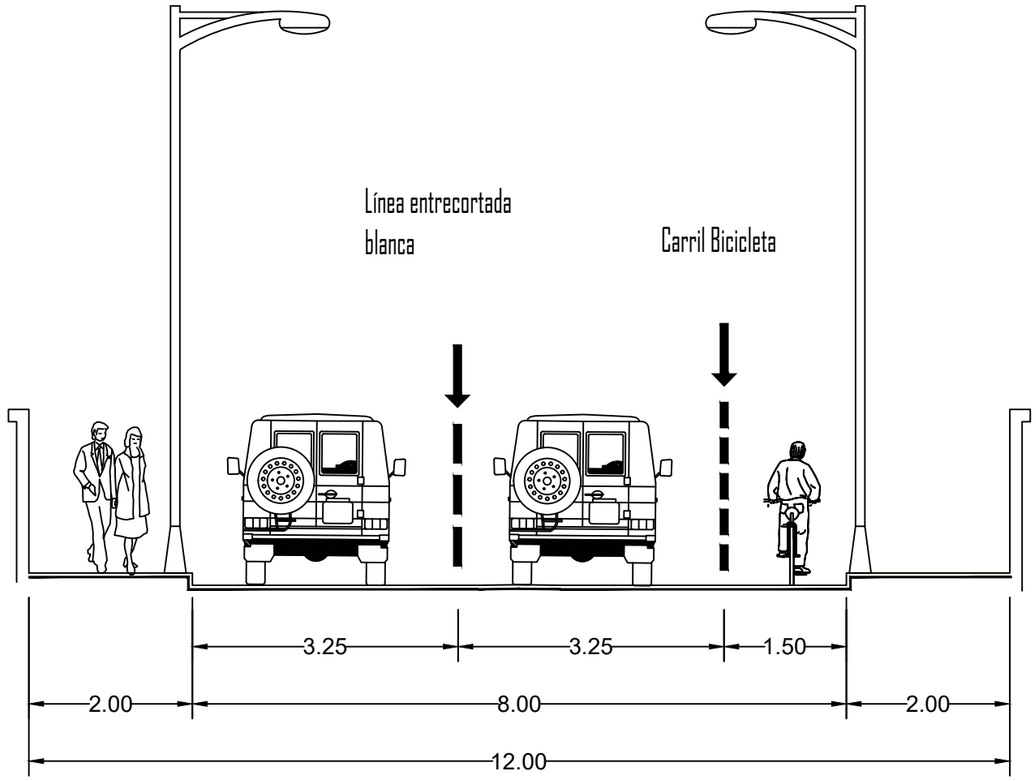
PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA CICLOVÍA EN LA CIUDAD DE TENA

CONTIENE:
SECCIÓN TÍPICA CALLE FRANCISCO DE ORELLANA (SECTOR MALECÓN ESCÉNICO)

VERSIÓN:	FECHA DE ENTREGA:	ESCALA:	LÁMINA
DEFINITIVA	4/6/2021	1:75	7 de 15

AUTOR:	DIRECTOR:
Paulina Rodríguez Terán	Ing. Gustavo Yánez

González Suárez



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL

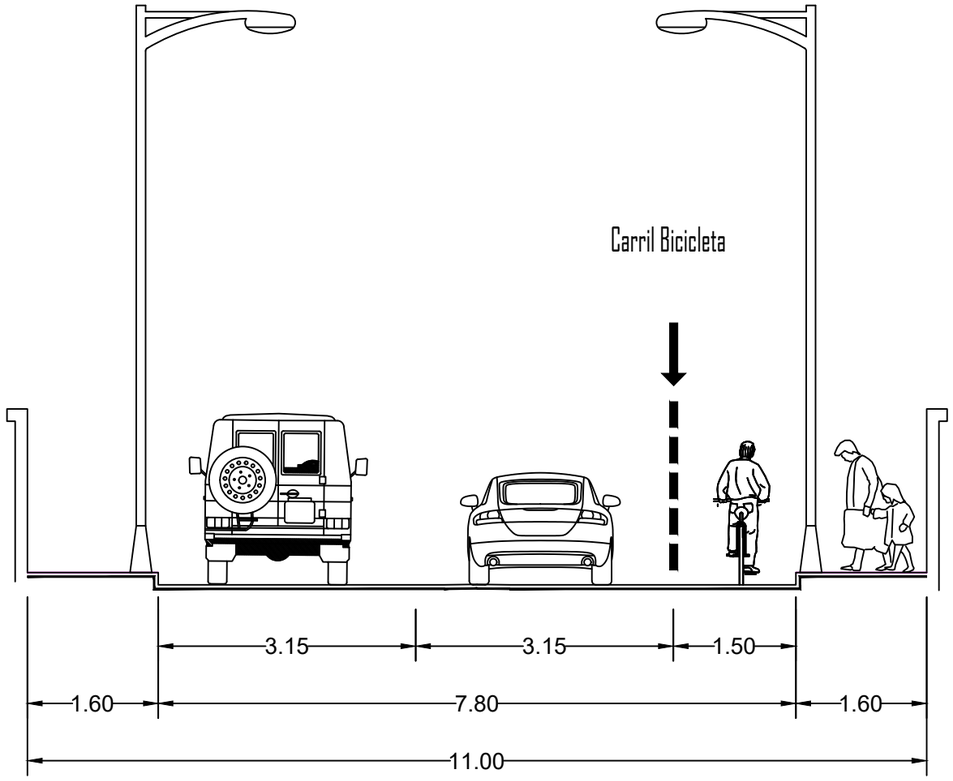
PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA CICLOVÍA EN LA CIUDAD DE TENA

CONTIENE:
SECCIÓN TÍPICA CALLE GONZÁLEZ SUÁREZ

VERSIÓN:	FECHA DE ENTREGA:	ESCALA:	LÁMINA
DEFINITIVA	4/6/2021	1:75	8 de 15

AUTOR:	DIRECTOR:
Paulina Rodríguez Terán	Ing. Gustavo Yánez

Sucre



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL

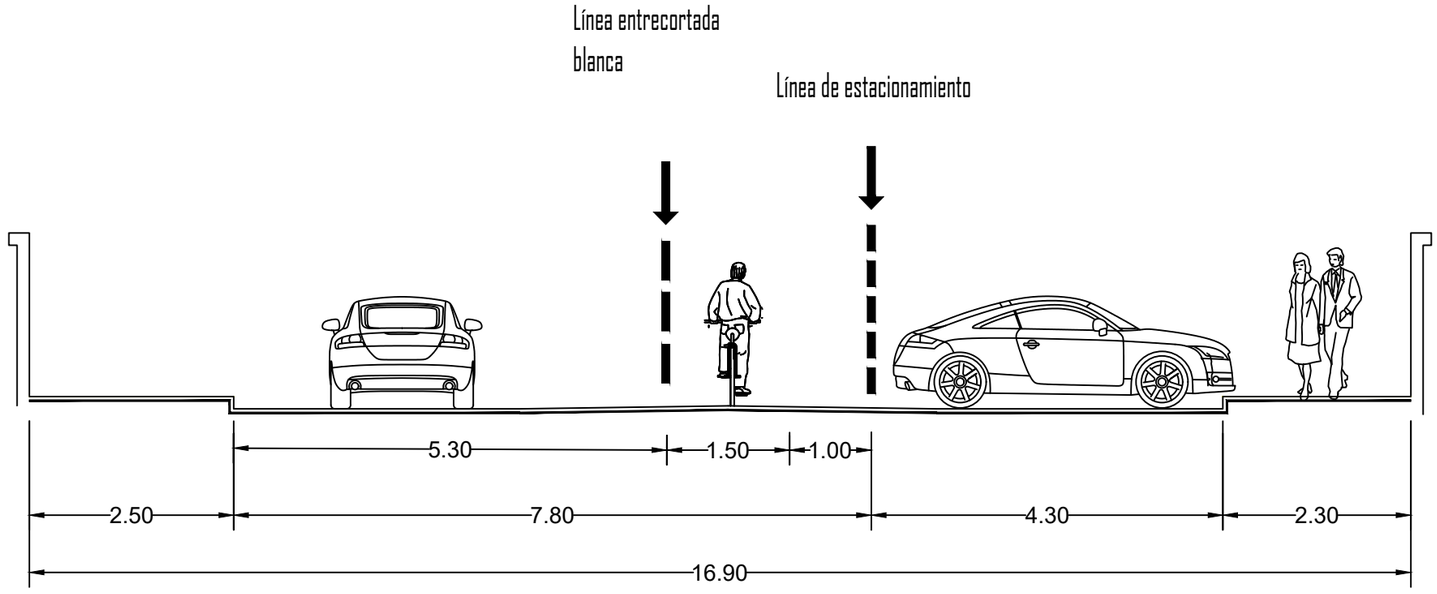
PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA CICLOVÍA EN LA CIUDAD DE TENA

CONTIENE:
SECCIÓN TÍPICA CALLE SUCRE

VERSIÓN:	FECHA DE ENTREGA:	ESCALA:	LÁMINA
DEFINITIVA	4/6/2021	1:75	9 de 15

AUTOR:	DIRECTOR:
Paulina Rodríguez Terán	Ing. Gustavo Yánez

Rocafuerte



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL

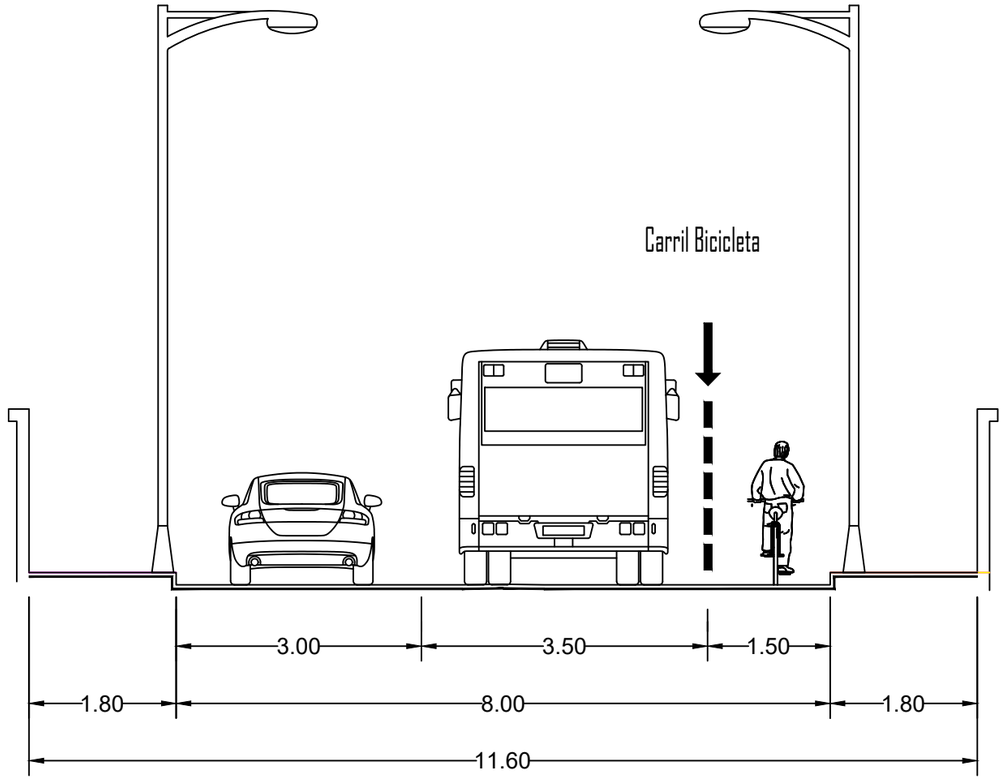
PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA CICLOVÍA EN LA CIUDAD DE TENA

CONTIENE:
SECCIÓN TÍPICA CALLE ROCAFUERTE

VERSIÓN:	FECHA DE ENTREGA:	ESCALA:	LÁMINA
DEFINITIVA	4/6/2021	1:75	10 de 15

AUTOR:	DIRECTOR:
Paulina Rodríguez Terán	Ing. Gustavo Yánez

Olmedo



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL

PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA CICLOVÍA EN LA CIUDAD DE TENA

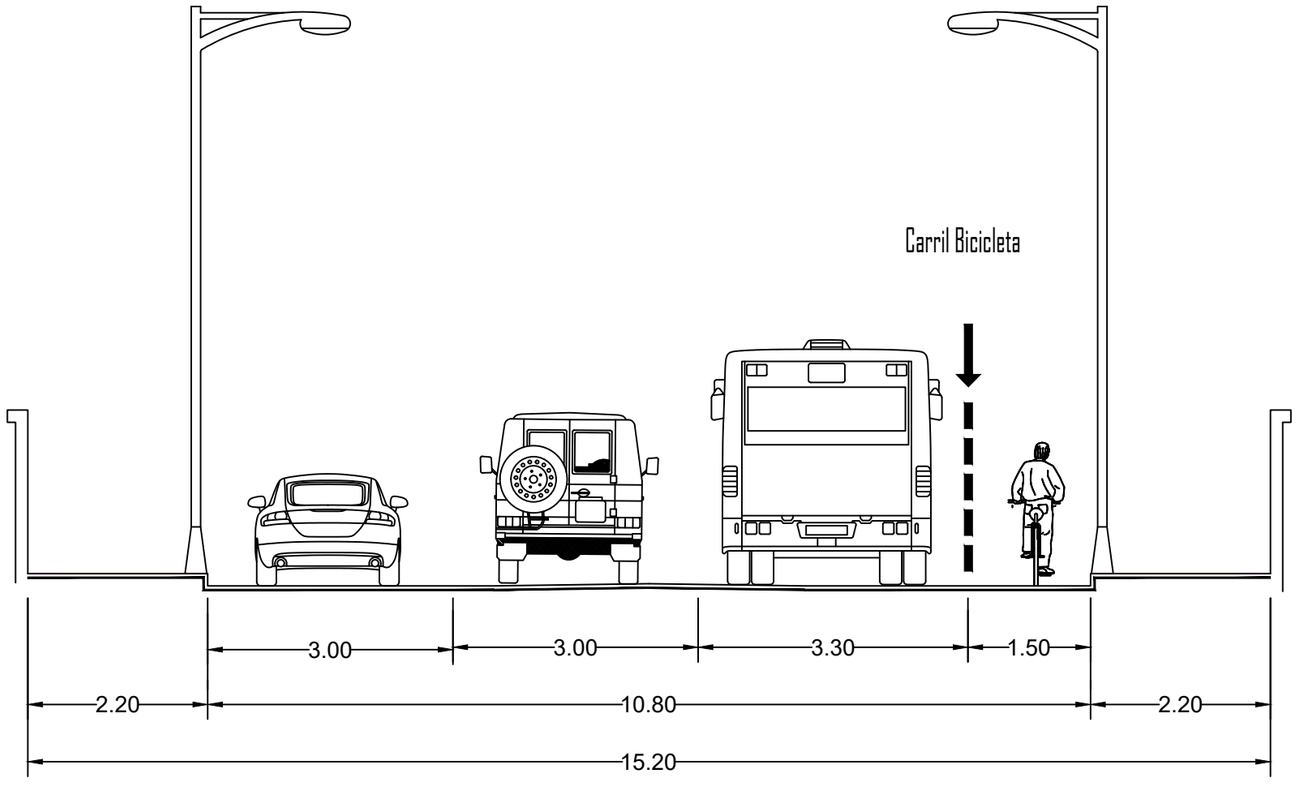
CONTIENE:
SECCIÓN TÍPICA CALLE OLMEDO

VERSIÓN:	FECHA DE ENTREGA:	ESCALA:	LÁMINA
DEFINITIVA	4/6/2021	1:75	11 de 15

AUTOR:	DIRECTOR:
Paulina Rodríguez Terán	Ing. Gustavo Yánez

75 ANIVERSARIO DEJA TU HUELLA

García Moreno



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL

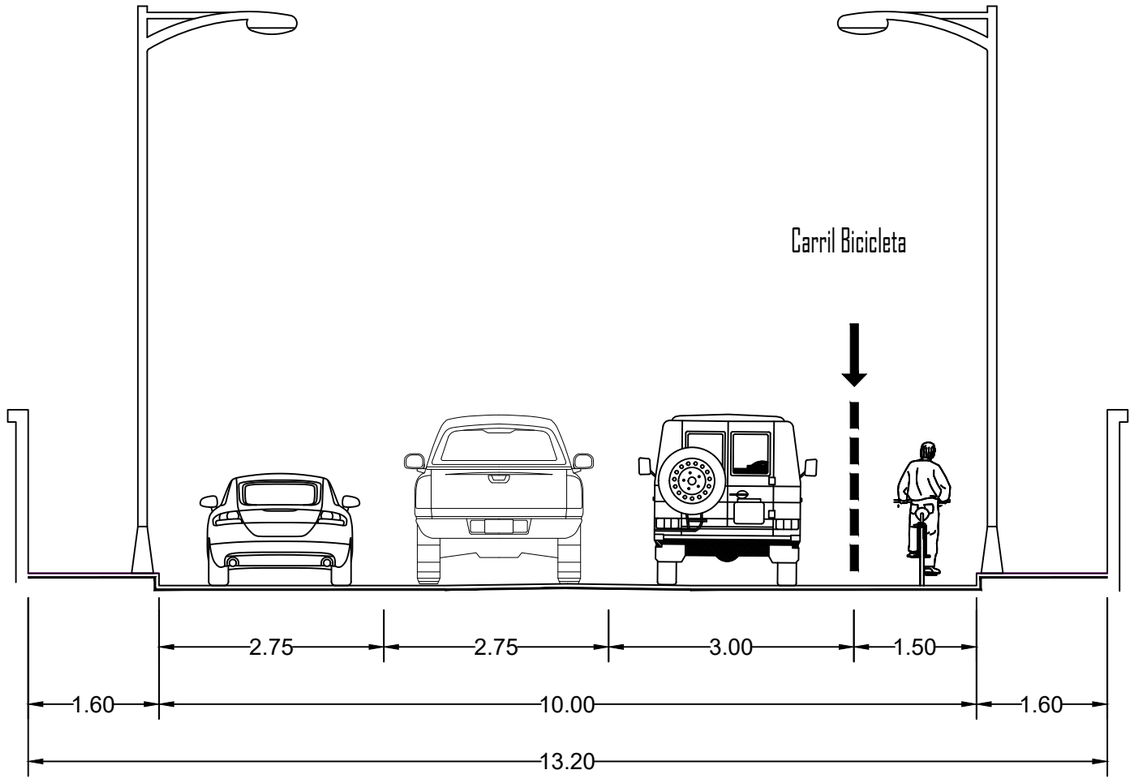
PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA CICLOVÍA EN LA CIUDAD DE TENA

CONTIENE:
SECCIÓN TÍPICA CALLE GARCÍA MORENO

VERSIÓN:	FECHA DE ENTREGA:	ESCALA:	LÁMINA
DEFINITIVA	4/6/2021	1:75	12 de 15

AUTOR:	DIRECTOR:
Paulina Rodríguez Terán	Ing. Gustavo Yánez

Abdón Calderón



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL

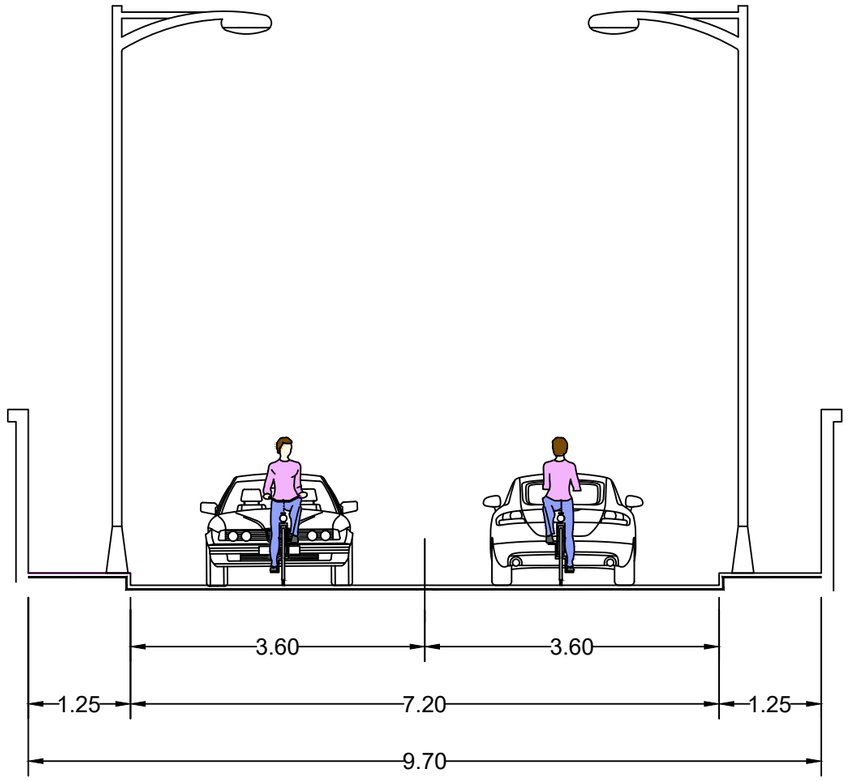
PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA CICLOVÍA EN LA CIUDAD DE TENA

CONTIENE:
SECCIÓN TÍPICA CALLE ABDÓN CALDERÓN

VERSIÓN:	FECHA DE ENTREGA:	ESCALA:	LÁMINA
DEFINITIVA	4/6/2021	1:75	13 de 15

AUTOR:	DIRECTOR:
Paulina Rodríguez Terán	Ing. Gustavo Yánez

Puente Carrozable



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL

PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA CICLOVÍA EN LA CIUDAD DE TENA

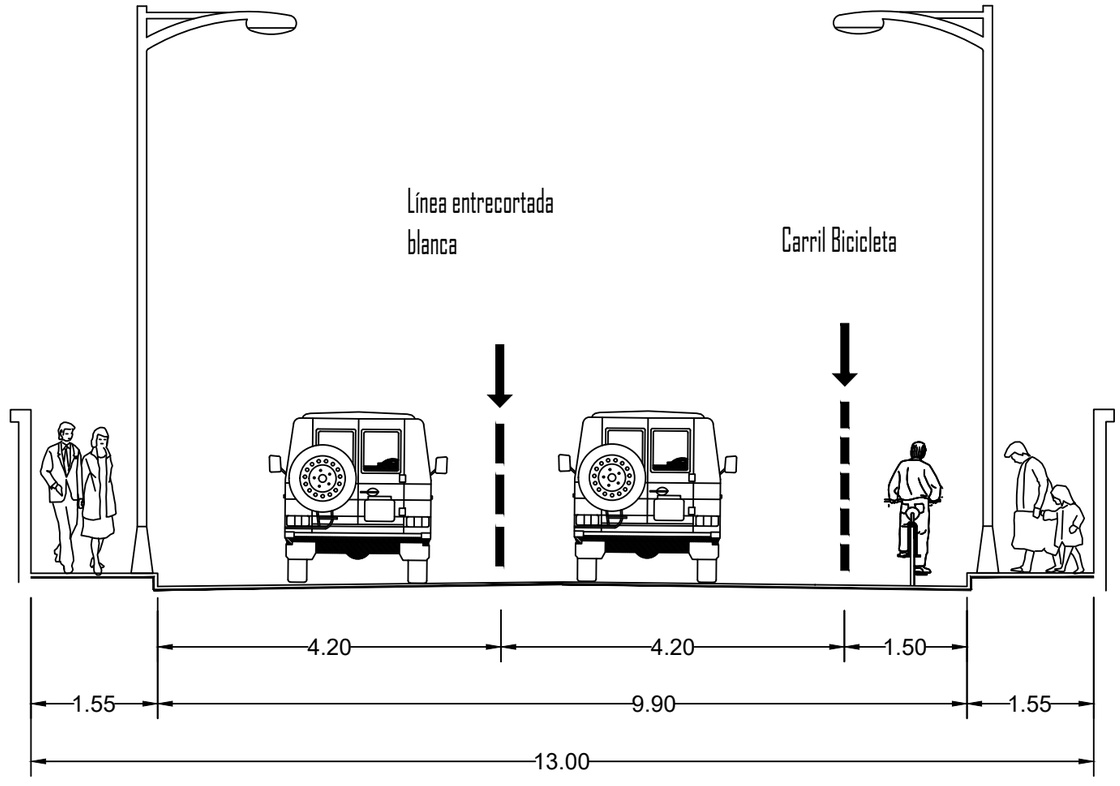
CONTIENE:
SECCIÓN TÍPICA PUENTE CARROZABLE

VERSIÓN:	FECHA DE ENTREGA:	ESCALA:	LÁMINA
DEFINITIVA	4/6/2021	1:75	14 de 15

AUTOR:	DIRECTOR:
Paulina Rodríguez Terán	Ing. Gustavo Yánez

75 ANIVERSARIO DEJA TU HUELLA

Juan Montalvo



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL

PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA CICLOVÍA EN LA CIUDAD DE TENA

CONTIENE:
SECCIÓN TÍPICA CALLE JUAN MONTALVO

VERSIÓN:	FECHA DE ENTREGA:	ESCALA:	LÁMINA
DEFINITIVA	4/6/2021	1:75	15 DE 15

AUTOR:	DIRECTOR:
Paulina Rodríguez Terán	Ing. Gustavo Yánez

ANEXO 4:
MAPA GIS CICLOVÍA

