

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Propuesta de diseño de una ciclovía en la Av. América Sur intersección con
Prolongación Unión y Av. Gonzales Prada, Trujillo, La Libertad

Línea de investigación: Ingeniería de transportes

Sub Línea de investigación: Transportes

Autores:

Rivero Trujillo, Angelica Alessandra
Gutiérrez Rojas, María de los Ángeles

Jurado evaluador:

Presidente: Henríquez Ulloa, Juan Paul Edward

Secretario: Díaz García, Gonzalo Hugo

Vocal: Panduro Alvarado, Elka

Asesor:

Merino Martínez, Marcelo Edmundo

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4733-4959>

Trujillo – Perú

2023

Fecha de sustentación: 2023/04/12

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Propuesta de diseño de una ciclovía en la Av. América Sur intersección con
Prolongación Unión y Av. Gonzales Prada, Trujillo, La Libertad

Línea de investigación: Ingeniería de transportes

Sub Línea de investigación: Transportes

Autores:

Rivero Trujillo, Angelica Alessandra
Gutiérrez Rojas, María de los Ángeles

Jurado evaluador:

Presidente: Henríquez Ulloa, Juan Paul Edward

Secretario: Díaz García, Gonzalo Hugo

Vocal: Panduro Alvarado, Elka

Asesor:

Merino Martínez, Marcelo Edmundo

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4733-4959>

Trujillo – Perú

2023

Fecha de sustentación: 2023/04/12

Propuesta de diseño de una ciclovía en la Av. América Sur intersección con Prolongación Unión y Av. Gonzales Prada, Trujillo, La Libertad

INFORME DE ORIGINALIDAD

7%	7%	1%	4%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	2%
2	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	idoc.pub Fuente de Internet	1%
	 ING. MERINO MARTINEZ MARCELO	
4	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante	1%
5	www.inei.gob.pe Fuente de Internet	1%
6	www.saykooliew.com Fuente de Internet	1%
7	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%

Excluir citas	Activo	Excluir coincidencias	< 1%
Excluir bibliografía	Activo		

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, Merino Martínez Marcelo Edmundo, docente del Programa de Estudio de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada “Propuesta de diseño de una ciclovía en la Av. América Sur intersección con Prolongación Unión y Av. Gonzales Prada, Trujillo, La Libertad”, autores Angelica Alessandra Rivero Trujillo y María de los Ángeles Gutiérrez Rojas, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 7%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el día 04 de agosto del 2023.
- He revisado con detalle dicho reporte y la tesis, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

Lugar y fecha: Trujillo, 04 de agosto del 2023



.....
Rivero Trujillo, Angelica Alessandra
DNI: 70515385



.....
Gutiérrez Rojas, María de los Ángeles
DNI: 75861454



.....
Marcelo Edmundo Merino Martínez
DNI: 17983739

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4733-4959>

DEDICATORIA

A mi abuela Esperanza, por ser mi motivación de esfuerzo y valentía. A mis padres y a mi hermana por brindarme la oportunidad de concluir con mi formación profesional y, sobre todo, por haber sido mi mayor soporte a lo largo de toda mi carrera universitaria.

DEDICATORIA

Este logro va dedicado a mis padres Percy y Raquel quienes con su amor, paciencia, sacrificio y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por motivarme a seguir adelante y no rendirme ante nada. A mis hermanos por su cariño y por ser mi motivo principal para culminar mi carrera universitaria. A mis abuelitos por acompañarme en cada paso que doy. A mis demás familiares por su apoyo incondicional.

Gutiérrez Rojas, María de los Ángeles

AGRADECIMIENTO

A Dios, por brindarnos la fortaleza necesaria para perseverar en todo nuestro proceso académico y personal.

A nuestros padres, por el apoyo excepcional que nos ofrecen día a día, por inspirarnos a ser disciplinadas e inculcarnos valores que aporten a nuestro entorno social. Y un agradecimiento especial a nuestro asesor, el Ing. Marcelo Merino, por brindarnos su constante conocimiento y motivación durante todo el desarrollo de este trabajo.

RESUMEN

Durante varios años, el enfoque predominante en el diseño urbano de la ciudad ha priorizado al automóvil como único medio de transporte; acaparando el uso de las vías públicas, creyendo, erróneamente, que esto solucionaría la congestión vehicular. Esto ha llevado a una insuficiente inversión en la implementación de una red ciclovial adecuada, evidenciando la carencia de infraestructuras apropiadas y diseños deficientes para las ciclovías. No obstante, la problemática también surge debido a la falta de señalización ciclovitaria, lo que genera una constante inseguridad vial entre los ciudadanos. En este contexto, es esencial proponer una red ciclovial que beneficie a la ciudad brindando un espacio sistematizado, seguro y ecológico.

Para el presente caso de estudio, se optó por evaluar la implementación de ciclovías en una avenida concurrida de la ciudad de Trujillo, ubicada específicamente en la berma central de la Av. América Sur, en la intersección con Prolongación Unión y Av. Gonzales Prada, tomando en cuenta el diseño de la infraestructura en relación con la seguridad, accesibilidad y conectividad como entidades públicas e instituciones. El diseño se llevó a cabo mediante el estudio de tráfico y levantamiento topográfico in situ con el uso de drones para precisar las dimensiones y realizar el diseño geométrico de la ciclovía. Además, se utilizaron los softwares ArcGis, Agisoft Metashape, AutoCAD Civil 3D y Sketchup. Posteriormente, se realizaron encuestas dirigidas a los usuarios frecuentes del área de estudio para conocer sus perspectivas y experiencias. Los resultados revelaron que los encuestados prescinden del uso de la bicicleta por dos razones específicas: la inseguridad vial con un 48% y la escasez de ciclovías con un 33%, lo que indica las diversas incomodidades que enfrentan los usuarios que se encuentran estrechamente relacionados con los problemas de inseguridad.

Para futuras investigaciones, se recomienda promover la accesibilidad sostenible e integración de la bicicleta en los proyectos urbanos, ya que, a largo plazo, se perfila como uno de los principales medios de transporte dentro del sistema de transporte en general.

Palabras clave: diseño de ciclovías, transporte urbano, señalización, aspectos ambientales, red ciclovial

ABSTRACT

For several years, the prevailing focus in the urban design of the city has prioritized automobiles as the sole means of transportation, monopolizing the use of public roads, mistakenly believing that this would solve vehicular congestion. This has led to insufficient investment in the implementation of an adequate cycling network, highlighting the lack of appropriate infrastructures and deficient designs for the cycle lanes. However, the problem also arises due to the lack of cycling signage, which generates constant road insecurity among citizens. In this context, it is essential to propose a cycling network that benefits the city by providing a systematic, safe, and eco-friendly space.

For the present case study, the evaluation of implementing cycle lanes in a busy avenue in the city of Trujillo was chosen, specifically located on the central median of Av. America Sur, at the intersection with Prolongacion Union and Av. Gonzales Prada, considering the design of the infrastructure in terms of security, accessibility, and connectivity for public entities and institutions. The design was carried out through on-site traffic studies and topographic surveys using drones to determine dimensions and perform the geometric design of the cycle lane. Additionally, software such as ArcGIS, Agisoft Metashape, AutoCAD Civil 3D, and Sketchup were employed. Subsequently, surveys were conducted targeting frequent users of the study area to gather their perspectives and experiences. The results revealed that respondents refrain from using bicycles due to two specific reasons: road insecurity with 48%, and a scarcity of cycle lanes with 33%, indicating the various discomforts experienced by users that are closely related to security issues.

For future research, it is recommended to promote sustainable accessibility and integration of bicycles in urban projects, as it emerges as one of the main means of transportation within the overall transport system in the long run.

Keywords: design of bicycle paths, urban transport, signaling, environmental aspects and bicycle network.

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

Dando fiel cumplimiento a los requerimientos y normas establecidas en el Reglamento de Grados y Títulos proporcionados por la Facultad de Ingeniería de nuestra casa de estudios “Universidad Privada Antenor Orrego”, en mira a la obtención del Título profesional de Ingeniero Civil, ponemos a disposición la presente tesis titulada:

PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA CICLOVÍA EN LA AV. AMÉRICA SUR INTERSECCIÓN CON PROLONGACIÓN UNIÓN Y AV. GONZALES PRADA, TRUJILLO, LA LIBERTAD.

El contenido de la presente tesis fue desarrollado en base a los conocimientos adquiridos a lo largo de nuestra formación académica, apoyándonos en libros, revistas y otras investigaciones de características similares, así como el asesoramiento del Ing. Merino Martínez Marcelo Edmundo.

Atentamente,

Rivero Trujillo, Angelica Alessandra
Gutiérrez Rojas, María de los Ángeles

Trujillo, 04 de agosto del 2023

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
PRESENTACIÓN	ix
ÍNDICE	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Problema de investigación	1
1.2. Objetivos	2
1.2.1. Objetivo general.....	2
1.2.2. Objetivos específicos	2
1.3. Justificación del estudio.....	3
II. MARCO DE REFERENCIA	4
2.1. Antecedentes del estudio	4
2.1.1. Antecedentes internacionales	4
2.1.2. Antecedentes nacionales	5
2.1.3. Antecedentes locales.....	6
2.2. Marco teórico	7
2.2.1. Movilidad sostenible.....	7
2.2.2. Tipos de transporte sostenibles	7
2.2.3. Uso de la bicicleta.....	8
2.2.4. Diseño de ciclovías	8
2.2.5. Parámetros generales para el diseño de ciclovías	10
2.2.6. Tipologías	12
2.2.7. Intersecciones.....	16
2.2.8. Señalización	16

2.2.9.	Reglamentación.....	17
2.3.	Marco conceptual	17
2.4.	Sistema de hipótesis.....	19
III.	METODOLOGÍA EMPLEADA.....	21
3.1.	Tipo y nivel de investigación.....	21
3.2.	Población y muestra de estudio.....	21
3.2.1.	Población	21
3.2.2.	Muestra.....	21
3.3.	Diseño de investigación.....	21
3.4.	Técnicas e instrumentos de investigación	21
3.4.1.	Técnicas de investigación.....	21
3.4.2.	Instrumentos de investigación	22
3.5.	Procesamiento y análisis de datos	22
IV.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	32
4.1.	Análisis e interpretación de resultados	32
4.1.1.	Descripción del proyecto.....	32
4.1.2.	Encuesta.....	35
4.1.3.	Estudio topográfico	41
4.1.4.	Estudio de tráfico	43
4.1.5.	Diseño geométrico.....	59
4.1.6.	Intersecciones.....	63
4.1.7.	Señalizaciones.....	65
4.2.	Docimasia de hipótesis.....	66
V.	DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	67
5.1.	Encuesta.....	67
5.2.	Estudio topográfico	69
5.3.	Estudio de tráfico	75

5.4. Diseño geométrico.....	76
CONCLUSIONES.....	90
RECOMENDACIONES	91
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92
ANEXOS	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pirámide de modos	9
Figura 2. Concepto evitar – cambiar – mejorar	10
Figura 3. Esquema unidireccional	11
Figura 4. Esquema de cicloavía bidireccional	12
Figura 5. Ejemplo esquemático de vía compartida.....	13
Figura 6. Ejemplo esquemático de carril compartido.....	13
Figura 7. Ejemplo esquemático de ciclocarril	14
Figura 8. Ejemplo esquemático de cicloavía unidireccional	15
Figura 9. Ejemplo esquemático de cicloavía bidireccional en separador central ...	15
Figura 10. Ejemplo esquemático de cicloacera unidireccional	16
Figura 11. Gráfico de rampas.....	25
Figura 12. Pendientes adecuadas en función de la longitud	26
Figura 13. Distancia de visibilidad en curvas horizontales	26
Figura 14. Despeje lateral en curvas.....	27
Figura 15. Intersección para cicloavía unidireccional	28
Figura 16. Intersección para cicloavía bidireccional	28
Figura 17. Pictograma bicicleta en cicloavía y localización respecto a la esquina .	29
Figura 18. Señales de detención en cicloavía.....	29
Figura 19. Señales reglamentarias vigentes en infraestructura ciclovial	30
Figura 20. Señales preventivas orientadas al conductor motorizado	31
Figura 21. Señales preventivas orientadas al ciclista.....	31
Figura 22. Mapa de ubicación de la propuesta de la cicloavía en la Av. América sur	33
Figura 23. Perfil de elevación de la propuesta de la cicloavía.....	34
Figura 24. Sección típica de corte.....	63
Figura 25. Campo de visión libre de obstáculos en intersecciones	64
Figura 26. Velocidad de diseño propuesto para la cicloavía	77
Figura 27. Intersecciones diseñadas para propuesta de cicloavía.....	82

ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS

<i>Tabla 1. Dimensiones básicas estándar por tipo de bicicleta</i>	11
<i>Tabla 2. Clasificación de variable.....</i>	20
<i>Tabla 3. Velocidad de diseño en función de la pendiente</i>	23
<i>Tabla 4. Sobreanchos de ciclovía por pendiente.....</i>	24
<i>Tabla 5. Sobreanchos de ciclovías por radios de curvatura.....</i>	24
<i>Tabla 6. Cuadro de población total proyectada según departamento, provincia y distrito, 2018 – 2020.....</i>	35
<i>Tabla 7. Ubicación georreferenciada de la propuesta de la ciclovía</i>	41
<i>Tabla 8. Principales puntos topográficos de la propuesta de ciclovía</i>	42
<i>Tabla 9. Conteo de tráfico diario del día lunes</i>	44
<i>Tabla 10. Conteo de tráfico diario del día martes.....</i>	45
<i>Tabla 11. Conteo de tráfico diario del día miércoles</i>	46
<i>Tabla 12. Conteo de tráfico diario del día jueves</i>	47
<i>Tabla 13. Conteo de tráfico diario del día viernes</i>	48
<i>Tabla 14. Conteo de tráfico diario del día sábado</i>	49
<i>Tabla 15. Conteo de tráfico diario del día domingo</i>	50
<i>Tabla 16. Resumen del conteo vehicular semanal.....</i>	51
<i>Tabla 17. Resumen de índice medio diario semanal.....</i>	53
<i>Tabla 18. Factor de corrección de vehículos ligeros</i>	54
<i>Tabla 19. Factor de corrección de vehículos pesados</i>	55
<i>Tabla 20. Resumen de Índice Medio Diario Anual</i>	56
<i>Tabla 21. Resumen de Índice Medio Diario Actual Proyectado.....</i>	58
<i>Tabla 22. Dimensiones estándar de ancho libre de circulación por tipo de infraestructura</i>	59
<i>Tabla 23. Tipo de infraestructura recomendado según las condiciones de velocidad y volumen de los motorizados de la vía</i>	60
<i>Tabla 24. Relación de velocidad de diseño con el radio de curvatura.....</i>	61
<i>Tabla 25. Principales puntos de distancia de visibilidad.....</i>	62
<i>Tabla 26. Criterios para el diseño de intersecciones.....</i>	64
<i>Tabla 27. Principales puntos con intersecciones de la propuesta de ciclovía</i>	65
<i>Tabla 28. Principales señales reglamentarias de ida en la propuesta de ciclovía</i>	65

<i>Tabla 29. Principales señales reglamentarias de vuelta en la propuesta de cicloavía</i>	66
<i>Tabla 30. Cuento del cuestionario de la encuesta</i>	67
<i>Tabla 31. Ubicación geográfica de la zona delimitada de estudio</i>	69
<i>Tabla 32. Coordenadas UTM de inventario vial</i>	69
<i>Tabla 33. Resumen del conteo de bicicletas semanal</i>	75
<i>Tabla 34. Resumen del IMDA proyectado para bicicleta</i>	76
<i>Tabla 35. Distancia de visibilidad de parada</i>	78
<i>Tabla 36. Tabla de elementos geométricos de curva</i>	79
<i>Tabla 37. Información sobre intersecciones entre calles a lo largo de la cicloavía</i>	81
<i>Tabla 38. Señales reglamentarias de ida en la propuesta de cicloavía</i>	83
<i>Tabla 39. Señales reglamentarias de vuelta en la propuesta de cicloavía</i>	85
<i>Tabla 40. Diseño de rampas</i>	88
<i>Gráfica 1. Número de personas encuestadas según el género</i>	37
<i>Gráfica 2. Rango de edad del total de personas encuestadas</i>	37
<i>Gráfica 3. Tipo de medios de transporte que utilizan las personas encuestadas</i>	38
<i>Gráfica 4. Conocimiento de las personas encuestada sobre la contaminación ocasionada por el transporte motorizado</i>	38
<i>Gráfica 5. Frecuencia de uso de la bicicleta en las personas encuestadas</i>	39
<i>Gráfica 6. Motivo de las personas encuestadas por la poca frecuencia en el uso de bicicletas</i>	39
<i>Gráfica 7. Aceptación de la propuesta de cicloavía en la ciudad de trujillo</i>	40
<i>Gráfica 8. Compromiso de las personas encuestadas para el uso de la cicloavía</i>	40

ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1</i>	23
<i>Ecuación 2</i>	36
<i>Ecuación 3</i>	52
<i>Ecuación 4</i>	53
<i>Ecuación 5</i>	57
<i>Ecuación 6</i>	61
<i>Ecuación 7</i>	62

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema de investigación

El principal propósito de la ingeniería civil es fomentar un desarrollo constante e innovador, sin embargo, la industria de la construcción en nuestro país se ha basado en un enfoque constructivo tradicional, lo cual nos ha llevado a ser un país de poca innovación. Es en este contexto que surge la necesidad de implementar nuevas tecnologías que aporten y al mismo tiempo sean amigables con el medio ambiente, como, por ejemplo, mejorar la red vial para vehículos no motorizados, con el objetivo principal de reducir la contaminación ambiental.

A nivel internacional, según las estadísticas analizadas en el artículo de Dutch Cycling Embassy (2016), ciudades como Ámsterdam cuentan con una cantidad excedente de bicicletas en comparación con el número de habitantes, lo que indica la prioridad que se le otorga al sistema de transporte sostenible. En dichas ciudades, el 40% de los viajes urbanos son realizados en bicicleta. De igual manera, de acuerdo con Gamarra (2018), la capital de Bogotá ha destacado durante 22 años por otorgar prioridad a la red de vehículos no motorizados, es por ello que es reconocida como “Ámsterdam de América”.

En contraste, en Perú, el sistema de transporte sostenible no motorizado mantiene una infraestructura inestable e insegura debido a la falta de una implementación exitosa pese a lo largo de los años de antigüedad que tiene esta problemática. Esta situación dificulta la mejora del planeamiento urbano y ha generado la falta de enfoque integrado a corto y largo plazo en el país.

La falta de un planeamiento urbano adecuado sigue siendo un problema en la actualidad, lo que se traduce en deficiencias constantes en la infraestructura ciclovial existente. Estas deficiencias aumentan la tasa de accidentes de ciclistas, debido, en gran parte, a la escasa educación y cultura en los usuarios de los sistemas de transporte, quienes desconocen el orden de preferencia de tránsito. Con base a lo expuesto anteriormente, el miedo a sufrir algún tipo de incidente por la falta una reforma de señalización es la principal consecuencia al desuso de bicicletas como medio de transporte puesto que las normas de tránsito son constantemente vulneradas.

Según Gonzaga & Saavedra (2019), la ciudad de Trujillo actualmente cuenta actualmente con 6 ejes cicloviales existentes en diferentes avenidas como en: Av. Húsares de Junín con 1.31 km, Prolongación Cesar Vallejo con 0.66 km, Av. Costa Rica con 0.76 km, Av. Huamán con 0.26 km, Av. Fátima con 0.36 km y Av. Cahuide con 0.79 km. Sin embargo, el kilometraje total de ciclovías en la ciudad es un porcentaje precario en comparación con el aumento de bicicletas en los últimos años.

A nivel nacional, según la Asociación Automotriz del Perú (2021) y la Encuesta Nacional de Hogares (2021), la tendencia de bicicletas ha aumentado a un 17,5% de los hogares en todo el país, avanzando en 0.9 puntos porcentuales respecto al periodo del año pasado, lo que indica que la bicicleta no solo es utilizada con fines recreativos, sino también como una herramienta de trabajo.

En contexto a lo descrito, urge la necesidad de un óptimo diseño de ciclovías que brinde la certeza de la seguridad vial para que las personas apuesten por un mejor desarrollo e implementación de movilidad urbana sostenible.

Por tanto, la presente tesis tiene propone la implementación del diseño de una ciclovía en una de las avenidas principales de la ciudad de Trujillo, como la Av. América Sur, incentivando la transitabilidad de los vehículos sostenibles, en este caso, el uso de bicicletas. Esta avenida es de gran importancia para el transporte cotidiano, por consiguiente, se busca evitar el alto congestionamiento que provoca caos y desorden en las vías, afectando a la mayoría de los usuarios de la ciudad.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general:

Realizar una propuesta de diseño de una ciclovía en la Av. América Sur intersección con Prolongación Unión y Av. Gonzales Prada en la ciudad de Trujillo.

1.2.2. Objetivos específicos:

- Identificar el grado de aceptación de la población para la propuesta de diseño de ciclovía en la Av. América intersección con Prolongación Unión y Av. Gonzales Prada.
- Realizar el estudio topográfico para el diseño de ciclovía.
- Realizar el estudio de tráfico para el diseño de ciclovía.

- Realizar el diseño geométrico de la propuesta de ciclo vía.
- Realizar los planos de planta, perfil y sección transversal de la ciclo vía en conformidad con el manual de diseño para infraestructura de ciclo vías.

1.3. Justificación del estudio

Actualmente, la ciudad de Trujillo presenta diversos problemas de transitabilidad. Frente a esta situación, las entidades encargadas deben plantear alternativas que no afecten la infraestructura vial existente y, de manera simultánea, mejorar las futuras construcciones viales. Además, es importante conectar las principales avenidas y lugares de mucha concurrencia para justificar el ámbito social.

Esta propuesta se justifica desde el ámbito ambiental, ya que la implementación de una red ciclo vial asegura la integración de bicicletas en el transporte rápido y sostenible, proporcionando bienestar y una buena calidad de vida para los ciudadanos. Además, representa una solución ante el tráfico caótico que se vive diariamente y, sobre todo, contribuye a la reducción de la contaminación ambiental. También genera un avance óptimo en el ámbito económico, ya que construir una ciclo vía no demanda un presupuesto elevado y su ejecución es rápida. Además, la bicicleta es un medio de transporte de fácil acceso para la población.

En este contexto, este estudio de investigación proporcionará información imprescindible para futuras investigaciones relacionadas con el diseño de ciclo vías o para abordar el comportamiento del tráfico vehicular como una alternativa para un transporte sostenible en el desarrollo urbano.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes del estudio

2.1.1. Antecedentes internacionales

Vistín V., N. (2018) en la tesis desarrollada para la obtención del título de pregrado de la carrera de ingeniería civil denominada “Diseño de una ciclovía en la ciudad de Guaranda, provincia de Bolívar”, da a conocer una alternativa de mejora en el tránsito urbano al incorporar un diseño de ciclovía para la ciudad Guaranda, provincia de Bolívar. El desarrollo de dicha tesis inició delimitando la ruta que será ejecutada, seguido del estudio topográfico con la finalidad de determinar la viabilidad del diseño de la ciclovía. Posteriormente, se dio a conocer las diversas actividades de los habitantes de la ciudad y que influencia o beneficio obtendrían con la implementación de la ciclovía en la zona propuesta. En ese contexto, para el diseño de la ciclovía se mantuvo los parámetros técnicos establecidos por las normativas nacionales e internacionales actualmente vigentes. En el presente trabajo de investigación, los autores concluyeron que, a través de las encuestas realizadas a los ciudadanos que, el 41% son estudiantes que transitan con dificultad e inseguridad por la zona centro de la ciudad de Guaranda. Es por ello que consideran vital la implementación de la ciclovía que interconecta la mayor cantidad de instituciones públicas de la ciudad, facilitando la transitabilidad y, sobre todo, brindando una óptima seguridad al ciclista. Por lo tanto, este antecedente aporta de manera esencial, ya que disminuye la obstrucción del pase vehicular teniendo como resultado el decrecimiento de la contaminación generada por el transporte convencional, favoreciendo a un estilo de vida saludable.

Millán L., M. (2018) nos menciona en la tesis de grado para la obtención de maestría denominada “La ciclovía como movilidad sustentable; una propuesta mediante el análisis espacial con geotecnologías, caso de estudio Zona Urbana de Toluca” que tiene por finalidad desarrollar una propuesta de mejora en la ciclovía en la zona urbana de Toluca, con el motivo esencial de promover la transitabilidad sustentable. Todo ello se desarrolló en base al análisis espacial y de redes. Se inició erradicando del estudio geoespacial, analizando diversos factores, entre ellos los físicos, económicos y sociales, lo cual obtuvo una propuesta de ciclovía adoptado a los diversos problemas de movilidad urbana. Para obtener el enfoque

geoespacial, surgió la necesidad de analizar algunos factores, entre ellos el análisis exploratorio de datos espaciales, las agrupaciones espaciales, el variograma, la autocorrelación espacial y el Kriging. A partir de la data del desarrollo de análisis, el antecedente antes mencionado tuvo como alcance la obtención de unos mapas temáticos para analizar los datos espaciales para adquirir una óptima propuesta de red de ciclovía, donde se considere también los términos de accesibilidad, conectividad y cobertura.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Tayasco G, R. (2019) a través de su tesis para la obtención del título profesional de pregrado titulada “Diseño de una vía ciclista y peatonal para la recuperación urbana en la Av. Mariscal Ramón Castilla, distrito de Santiago de Surco (Lima)”, propone y restablece la calidad y seguridad del desplazamiento de los peatones y, en especial, a los peatones vulnerables. Como solución a esto se presentó esta alternativa de facilidad peatonal confortable y sostenida, determinada por diferentes acciones que realizan los usuarios de las Av. Arenales y Calle Teodoro Cárdenas de la ciudad de Lima. Para alcanzar la finalidad de dicha propuesta, se clasificaron los tipos de usuarios del área a estudiar y, además, se identificaron los problemas más significativos de accesibilidad, movilidad y falencias de la vía pública. Todos los problemas antes mencionados se mapearon en un plano, lo cual ayudó a identificar el grupo de personas que se encuentran en un nivel de incapacidad o también llamadas personas vulnerables; un ejemplo claro de ello son las personas que tienen movilidad reducida por lo cual es vital el uso de la silla de ruedas. Observando esta realidad, se evaluó y estimó el nivel de conformidad que producen en estas personas y de igual manera, el material a utilizar debe ser confortable. De manera adicional, también se propuso el diseño de un paradero de buses modelado con la finalidad de asegurar la accesibilidad y seguridad a los diversos ciudadanos.

Sevillano Z., J. (2019) en su tesis para optar el grado académico de maestría en transportes y conservación vial denominada “Plan rector y diseño conceptual de red de ciclovías para el distrito de Piura”, manifiesta la importancia de un plan recolector y a su vez la realización de un diseño de redes de ciclovías de tránsito en el distrito de Piura, con la finalidad de identificar la importancia que tiene la implementación del uso sistematizado del transporte conocido como bicicleta sobre

la población y tener conocimiento sobre la viabilidad de dicha implementación como alternativa de medio de transitabilidad. Para iniciar el desarrollo del análisis se realizó bajo los fundamentos esenciales de ingeniería en el área de tránsito y transporte, con ello se realizó la encuesta de movilidad consiguiendo la información de comportamiento respecto a los desplazamientos de los habitantes de la ciudad y el estudio de tendencias para tener la organización de la movilidad en diversos territorios. Asimismo, se analizó las encuestas de preferencias, declaradas y reveladas en su comprobación tanto en nivel nacional y nivel internacional, logrando que esta investigación esté fundamentada en una base teórica y legal coherente lo cual tuvo como conclusión que los habitantes llevan en consideración lo esencial que es la implementación de ciclovías puesto que favorece en el decrecimiento de la aglomeración vial y cooperar a la mejora constante del medio ambiente y a la salud de los ciudadanos.

2.1.3. Antecedentes locales

Núñez U., J. (2020) en su tesis para obtener el título profesional de pregrado de sistema denominada “Zona – cycling, bicicletas de alquiler sostenible para promover el uso de ciclovías del transporte metropolitano de Trujillo, 2019” tiene designio principal integrar, promover y aumentar el número de usuarios que utilizan la red vial denominada ciclovía en la ciudad de Trujillo teniendo en cuenta que para dicha ciudad se requiere el incremento de ciclovías y, del mismo modo, realizar proyectos de mantenimiento de las ya existentes. Toda esta investigación se desarrolló a través del sistema Zona – cycling, las que se busca implementar en la ciudad de Trujillo, es por ello que se encuestó a los habitantes urbanos de la ciudad y se estimó que el 80% tienen gran interés en convertir el transporte convencional como micros, combis a la movilización de bicicletas; en consecuencia, a ello se precisa un aumento de implementación pública de red ciclovial en los principales distritos de Trujillo. En ese contexto, se tuvo como consecuencia directa la disminución de la contaminación ambiental generado por el uso de combustibles fósiles de los vehículos tradicionales; y generar una mejora en la salud de la población de Trujillo.

Yomona A., J. (2020) en su tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil denominada “Propuesta de un diseño de ciclovía que interconecte las principales universidades y principales centros comerciales de la ciudad de

Trujillo, 2018” tiene como objetivo esencial realizar una propuesta de diseño de ciclovia que interconecte las principales universidades y centros comerciales de la ciudad de Trujillo, por lo tanto, se inició realizando un estudio topográfico que delimitó y analizó la sección vial, luego se realizó una encuesta a 384 ciudadanos las cuales el 94% aprobó y respaldó el estudio sobre la implementación de dicha ciclovia, de manera que tienen la perspectiva de mejorar el desarrollo de la ciudad en los aspectos ambientales, culturales y socioeconómicos. Para el desarrollo del diseño geométrico de la ciclovia tanto en planta, perfil y sección transversal, se basó en el Manual de Diseño para Infraestructura de ciclovías (2005) como también el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras vigente (2018). Este estudio también cuenta con el aporte directo de incentivar constantemente a futuras investigaciones que se encuentran en la búsqueda persistente de proponer una ciclovia como medio de transporte sostenible de tal forma que contribuya al mejoramiento del impacto ambiental que causa el congestionamiento vehicular que se genera de manera diaria en la ciudad de Trujillo.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Movilidad sostenible

La movilidad sostenible promueve la movilidad segura, saludable, eficiente y colaborativa ante los problemas climáticos. Fomenta el apoyo a la planificación urbana, con el objetivo principal de otorgar una mejor distribución de los usos de suelo y dejar de incentivar la construcción de más parqueos, estipulando ese espacio a obras que aporten netamente al desarrollo del país.

2.2.2. Tipos de transporte sostenibles

Los transportes sostenibles son compatibles con el crecimiento tanto, en el área económica como en el área de defensa del medio ambiente, dado que mejora la calidad de vida de la ciudadanía actual y en las generaciones futuras.

Como muestra de ello, el Fondo Nacional del Ambiente (2005) sostiene que el transporte sostenible es un medio inclusivo por su naturaleza y practicidad en nuestra sociedad. No obstante, en la actualidad, el enfoque y transitabilidad de la mayoría de ciudadanos están orientados al uso de vehículos motorizados; por ello

surge la necesidad de considerar la movilidad sostenible. A continuación, haremos mención de los tipos de medios de transporte:

Transporte masivo. El sistema de transporte masivo es una opción tentativa a implementar por el aspecto de costo y tiempo. Al mismo tiempo, unen los puntos excéntricos de la ciudad con el centro.

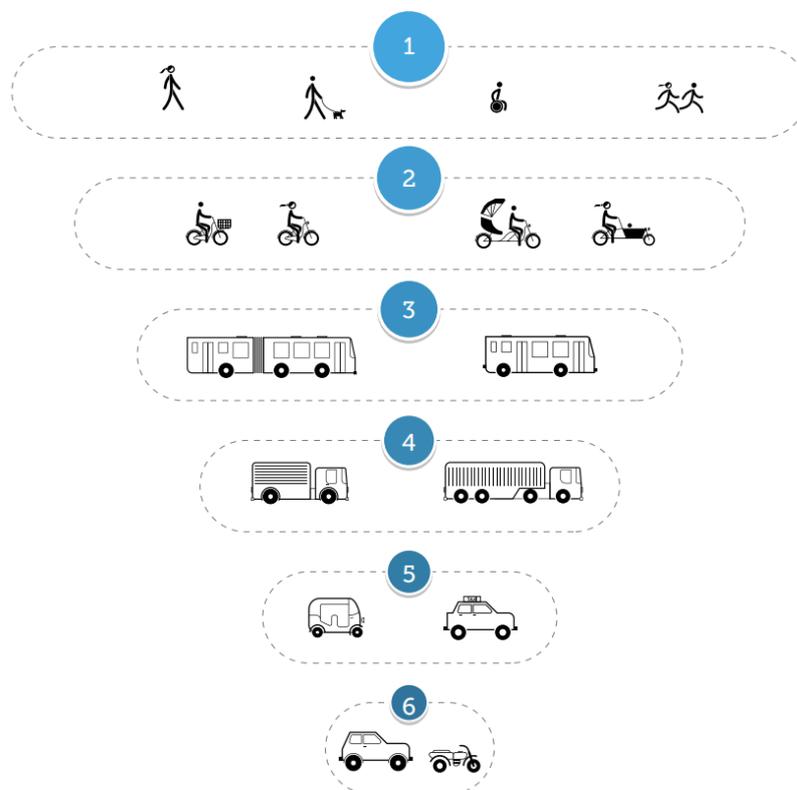
Transporte personal. El transporte personal abarca una variedad de transportes. Por lo general, la caminata es el transporte común para trasladarse, puesto que en la infraestructura de las calles se prioriza la comodidad de los transeúntes. Otra alternativa es la bicicleta, un medio de transporte propulsado por misma fuerza de los usuarios y por ende ocupa menos espacio que cualquier otro automóvil. Sin embargo, para promover el buen uso de la bicicleta se necesita brindar seguridad al transitar por las calles mediante una infraestructura adecuada como las ciclovías.

2.2.3. Uso de la bicicleta

La bicicleta simboliza un medio de transporte sustancial para incentivar la movilidad sostenible e infalible en nuestras ciudades, por su versatilidad, seguridad, simplicidad de uso y comodidad. A través de la investigación de Sevillano (2019), actualmente existe la problemática derivada del continuo uso de un único modelo de movilidad, el cual se fundamenta en el uso continuo de vehículos motorizados. Es por ello que han ido aumentando las alternativas de transporte asociado al concepto de la eco-movilidad y el uso racional e innovador del vehículo privado.

2.2.4. Diseño de ciclovías

Es el diseño de una construcción de vía que tiene como exclusividad el uso de ciclistas o vehículos no motorizados. Asimismo, su objetivo principal es coadyuvar los ámbitos ambientales, económicos y sociales. De acuerdo con la información proporcionada por la Municipalidad de Lima (2017), la pirámide de modos se utiliza para determinar la jerarquía de los diferentes medios de transporte en una ciudad, La implementación de normativa y parámetros técnicos es insustituible para garantizar un diseño óptimo de las ciclovías y así mejorar el transporte.

Figura 1*Pirámide de modos*

Nota: La siguiente figura es la representación de la pirámide de modos de acuerdo a la prioridad de los tipos de transportes existentes según el Manual de criterios de diseño de infraestructura ciclo-inclusiva

Por otro lado, de acuerdo con el Manual de Criterios de Diseño de Infraestructura Ciclo-inclusiva y Guía de Circulación del Ciclista (2017), existen tres componentes para el mejoramiento de políticas de transporte dirigido a la sostenibilidad:

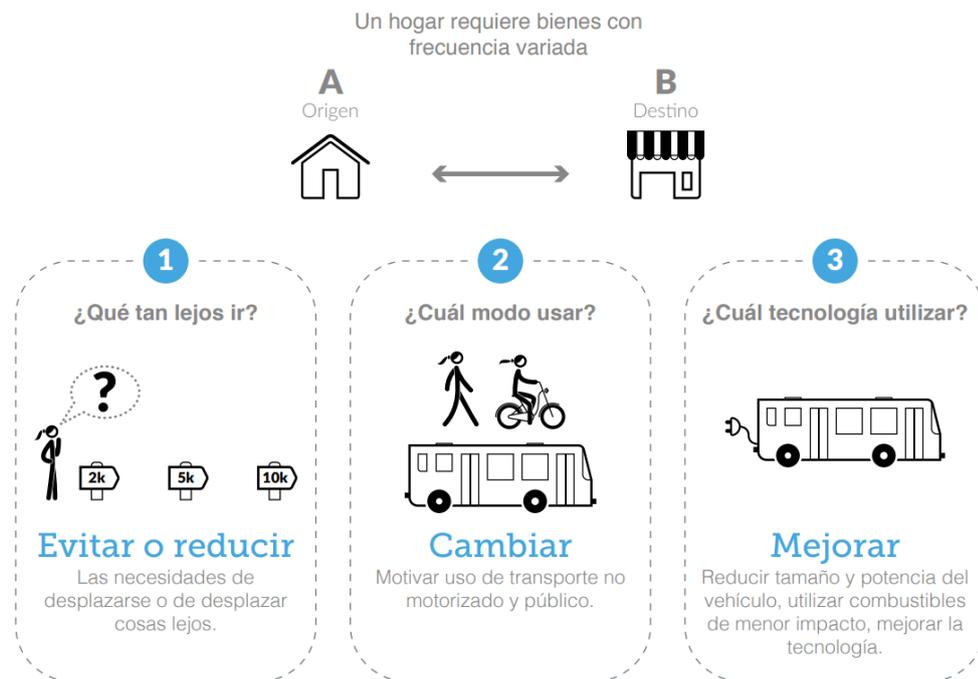
Evitar. Implica utilizar solo de manera esencial y puntual las vías de transporte; esto también conlleva a escoger tramos cortos para transitar, con la finalidad de reducir emisión de gases que producen los vehículos motorizados.

Cambiar. Enfocado a reemplazar el transporte motorizado por transportes sostenibles que beneficien al medio ambiente.

Mejorar. Conlleva a un enfoque basado en disminuir la transitabilidad de vehículos ponentes por vehículos que contribuyan con la limpieza y de acuerdo con el planeamiento urbano.

Figura 2

Concepto evitar – cambiar – mejorar



2.2.5. Parámetros generales para el diseño de ciclovías

El usuario. Para el diseño de vías ciclo-inclusivas, se define en función de las condiciones de vulnerabilidad y versatilidad del ciclista urbano, puesto que las condiciones en la cual se encuentra la infraestructura afecta de manera directa el rendimiento, comodidad y seguridad.

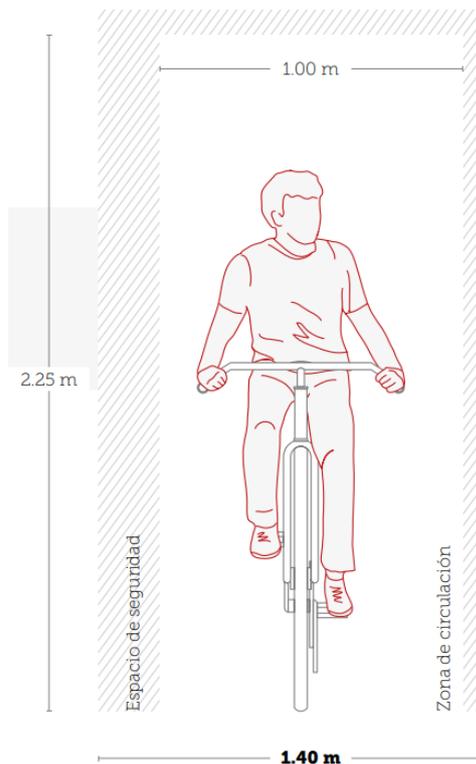
El vehículo. La bicicleta es un vehículo considerado sostenible, versátil y, sobre todo, el espacio de transitabilidad que ocupa no demanda mucho espacio. Existen dimensiones básicas estándar según el tipo de bicicleta, como lo indica la Tabla 1.

Tabla 1*Dimensiones estándar por tipo de bicicleta*

Tipo de bicicleta	Alto (m)	Largo (m)	Ancho (m)
Urbana	1.80	1.90	0.60
De carga	1.80	2.45	1.00
Triciclo	1.80	2.10	1.20

El entorno urbano. Es un espacio que en su totalidad es urbanizado y, al mismo, tiempo corresponde a las vías que conforma la red, de tal modo que los ciclistas puedan desplazarse. Según el Manual de Criterios de Diseño de Infraestructura Ciclo-inclusiva y Guía de Circulación del Ciclista (2017), se debe anteponer las siguientes especificaciones:

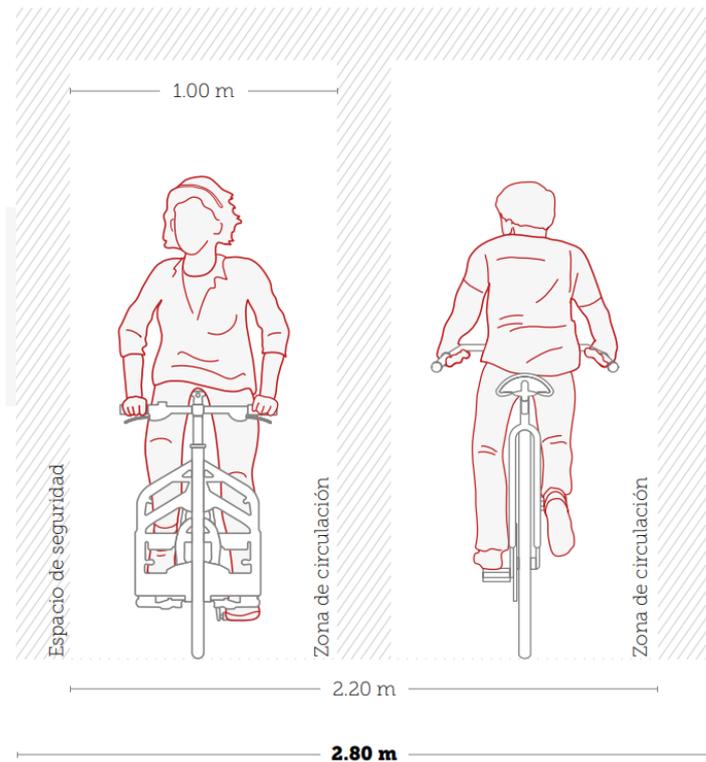
- **Esquema unidireccional.** De acuerdo con el Manual de Criterios de Diseño de Infraestructura Ciclo-inclusiva y Guía de Circulación del Ciclista (2017), el ciclista urbano requiere un espacio libre de 1.40 m.

Figura 3*Esquema unidireccional*

- **Esquema bidireccional.** De acuerdo con el Manual de Criterios de Diseño de Infraestructura Ciclo-inclusiva y Guía de Circulación del Ciclista (2017), para una ciclovía bidireccional, los ciclistas urbanos requieren un espacio libre de 2.80 m.

Figura 4

Esquema de ciclovía bidireccional



2.2.6. Tipologías

2.2.6.1. Vías no segregadas o compartidas

Para las vías compartidas, es imprescindible considerar los criterios de la pirámide de modos que se mencionó con anterioridad, con la finalidad de otorgar seguridad vial, recuperar el orden y, además, mejorar la calidad de vida de los ciudadanos. Se dividen en dos tipos: vías compartidas y ciclocarril.

Vía compartida o carril compartido. En este tipo de vías existentes, el ciclista es prioridad, puesto que comparte carril con los vehículos motorizados y ellos tienen como principal factor adaptar la velocidad al de la bicicleta. Como opción, los ciclistas pueden circular por el centro del carril o por la calzada, como se detalla en la Figura 5 y 6 respectivamente.

Figura 5

Ejemplo esquemático de vía compartida



Nota: La figura denota es un ejemplo esquemático de vías compartidas proporcionado del manual de criterios de diseño de infraestructura ciclo-inclusiva y guía de circulación del ciclista.

Figura 6

Ejemplo esquemático de carril compartido



Nota: La siguiente figura es un ejemplo esquemático de carril compartido proporcionado del manual de criterios de diseño de infraestructura ciclo-inclusiva y guía de circulación del ciclista.

Ciclocarril. Se delimita a través una franja en la calzada que sirve para guiar la circulación de los ciclistas e invariablemente en sentido unidireccional. El arquetipo del pavimento del ciclocarril debe ser constantemente pintado para otorgar mejor visibilidad del usuario. La sección mínima y recomendada para los ciclocarriles está entre de 1.40 m y 1.80 m respectivamente, no obstante, existe un espacio adicional de 0.60 m que delimita el ciclocarril.

Figura 7

Ejemplo esquemático de ciclocarril



Nota: La siguiente figura es un ejemplo esquemático de ciclocarril proporcionado del manual de criterios de diseño de infraestructura ciclo-inclusiva y guía de circulación del ciclista.

2.2.6.2. Vías segregadas

Las vías segregadas pertenecen a la red vial principal que abarca largas distancias lo que permite interconectar diferentes sectores de la ciudad y son reservados de manera exclusiva a la transitabilidad de los ciclistas, el diseño de esta ciclovía puede estar integrado en la calzada, vereda o al separador. En esta categoría hay tres tipos de vías segregadas:

Ciclovía. Es el tipo de vía segregada preferida por los usuarios ciclistas por la comodidad y ruta directa que esta vía proporciona, las infraestructuras de las ciclovías están integradas al mismo nivel de la calzada o al separador central.

Figura 8

Ejemplo esquemático de ciclovía unidireccional



Nota: La siguiente figura es un ejemplo esquemático de ciclovía unidireccional proporcionado del manual de criterios de diseño de infraestructura ciclo-inclusiva y guía de circulación del ciclista.

Figura 9

Ejemplo esquemático de ciclovía bidireccional en separador central



Nota: La siguiente figura es un ejemplo esquemático de ciclovía bidireccional proporcionado del manual de criterios de diseño de infraestructura ciclo-inclusiva y guía de circulación del ciclista.

Cicloacera y ciclosenda. Este tipo de vías segregadas se encuentran integradas en espacios compartidos con peatones, por consiguiente, según el Reglamento Nacional de Edificaciones es esencial proyectarlas en ambientes con bajo flujo peatonal o que cuenten con el ancho necesario para asegurar la transitabilidad de los ciclistas y peatones.

Figura 10

Ejemplo esquemático de cicloacera unidireccional



Nota: La siguiente figura es un ejemplo esquemático de Cicloacera unidireccional proporcionado del manual de criterios de diseño de infraestructura ciclo-inclusiva y guía de circulación del ciclista.

2.2.7. Intersecciones

Tener en cuenta las intersecciones en el diseño de las ciclo vías es fundamental dado que tiene por finalidad garantizar la seguridad vial de los ciudadanos evitando contingencia o disidencia entre peatones o motorizados. Las intersecciones se delimitarán en todo tipo de ciclo vías, ya sea en las unidireccionales, bidireccionales o en rotondas.

2.2.8. Señalización

Para una idónea guía de transitabilidad de los ciclistas es previsible la señalización adecuada para mejorar las condiciones de seguridad en las intersecciones. La señalización está dirigida tanto a los ciclistas como a los peatones o personas que se trasladan en vehículos motorizados para controlar la velocidad de dichos usuarios y prevenir accidentes. Mediante el Manual de

dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras (capítulo 4.2), el cual ha sido actualizado en 2016 por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú, se efectuará una adecuada señalización el cual es de obligatoriedad.

2.2.9. Reglamentación

A partir de los parámetros y procesos para ejecutar un diseño e implementación de la infraestructura de una ciclovía, se considera manuales técnicos vigentes en la actualidad según el manual de Plan de Implementación de Ciclovías en Lima Metropolitana 2022 – 2024 (2022):

- RD N° 016-2016 MTC: Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras
- RM N° 0694-2020 MTC: Guía de implementación de sistemas de transporte sostenible no motorizados
- RG N° 0311-2017 MML-GTU: Manual de Criterios de diseño de infraestructura ciclo - inclusiva y guía de circulación del ciclista
- Ley N° 30936: Ley que promueve y regula el uso de la bicicleta como medio de transporte sostenible.

2.3. Marco conceptual

Acera. Parte lateral pavimentada particularmente destinada a la transitabilidad de los peatones.

Berma. Franja longitudinal comprendida entre el borde exterior de la calzada y la acera.

Bicicleta. Vehículo que se desplaza mediante el impulso que genera el usuario que lo maneja convirtiéndolo en un vehículo saludable. Se utilizan como medio de transporte en entornos urbanos y rurales dado que no emiten ningún tipo de contaminación convirtiéndolo en un transporte ecológico; asimismo, resultan ser económicas porque no requiere de ningún tipo de combustible y el costo de mantenimiento es sumamente bajo.

Calzada. Localizado entre las aceras que se encuentra en ambos lados y es destinada a la transitabilidad de vehículos.

Ciclista. Denota al usuario que utiliza la bicicleta como medio de transporte, ya sea en áreas públicas o en una pista designada para ello.

Ciclovías. Las ciclovías deben evitar ser solo visualizadas como un evento deportivo o recreativo sino también como un espacio totalmente libre del tránsito de cualquier tipo de vehículos motorizados que tiene el propósito de reducir la contaminación acústica y contaminación ambiental que dichos vehículos generan.

Señalización horizontal. Según Cavero y Fernández (2015) la señalización horizontal se basa en la infraestructura de carpeta de rodadura flexible que se utiliza básicamente para orientar y direccionar la transitabilidad de los ciclistas e indican los movimientos a llevarse a cabo mediante líneas y figuras.

Señalización vertical. Cavero y Fernández (2015) señala que implica la producción, suministro e instalación dado que contamos con las señales preventivas, reglamentarias, informativas, de seguridad, postes de soporte para señales, pórticos de soporte de señales, hitos kilométricos, postes delineadores rígidos flexibles, captafaros, guardavías convencionales, entre otros.

Semaforización. Solórzano Dayana (2015) denota que en toda la intersección de vías es sustancial contar con semáforos, en vista a esto se debe analizar el tiempo que demora en recorrer un ciclista dicha intersección y determinar si existen pérdidas de capacidad de la intersección con el diseño de salvaguardar el tránsito de los ciclistas.

Transporte Sostenible. Es una movilidad que nos ayuda a disminuir el consumo de energía y apuesta por energías limpias y renovables, reduciendo considerablemente las emisiones de carbono.

Transporte Motorizado. En transporte motorizado hablamos de todo tipo de vehículo el cual utiliza un motor con combustible interno o eléctrico.

Transporte no motorizado. El transporte no motorizado es llamado también ecológico ya que no contribuye negativamente al medio ambiente, este medio de transporte se puede desarrollar a través del uso de bicicletas e incluso el traslado a pie.

Transporte privado. Es el tipo de transporte que tiene por designio satisfacer el desplazamiento exclusivo de manera individual teniendo un destino establecido y sin rutas supeditadas.

Transporte público urbano. Chiriboga (2014) hace referencia al tipo de transporte que tiene disponibilidad al público en general y es compartido. Todas las unidades empleadas para el transporte urbano, ya sea de empresa pública o privada, se rigen a través de una línea y horario establecido con anterioridad por medio de resoluciones municipales donde la población que hace uso de este medio de transporte deberá adaptarse.

Vías arteriales. Vías con acceso a un flujo vehicular constante o controlado entre diferentes zonas de la ciudad. Se tiene como sugerencia, anteponer la ejecución de ciclovías por mantener conexiones directas en toda la ciudad.

Vías colectoras. Abarca las calles principales de los distritos, sin embargo, su dinámica es diferente a una vía primaria dado que cuenta con estacionamientos en la vía, áreas de carga y descarga de bienes, entre otros.

Vías expresas. Vías que interconectan distintas zonas de una ciudad, de flujo interrumpido y con acceso supeditado. No tiene permitido el uso de transporte en bicicletas, en ese contexto es imposible implementar ciclovías temporales.

Vías locales. Tipo de vías que otorga acceso a las propiedades urbanas dentro de los distritos. Sin embargo, una alternativa eficaz con el propósito de restablecer la seguridad vial del ciclista puede ser la reducción de la velocidad de los vehículos motorizados.

2.4. Sistema de hipótesis

Se realizó la propuesta de diseño de una ciclovía en la Av. América Sur intersección con Prolongación Unión y Av. Gonzales Prada.

Operacionalización de variables

Tabla 2

Clasificación de variable

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Diseño de ciclovía	Propuesta del diseño de ciclovía bajo los criterios establecidos de la normativa, manual y guía vigente. De otro lado, el diseño depende del tipo de vía que se dará a conocer mediante los resultados de los estudios preliminares realizados con la finalidad de alcanzar la opción más adecuada que nos brinde una solución sostenible para incrementar y optimizar el transporte no motorizado.	Resultado del levantamiento topográfico para adaptar el diseño ciclovial con las medidas existentes.	Estudio topográfico	Orografía Coordenadas UTM	• Estación total
			Estudio de tráfico	Índice Medio Diario Anual	Leica
				Índice Medio Proyectado Bicicleta	• GPS • Mira
			Diseño geométrico	Ancho de calzada (m) Velocidad de diseño (km/h) Radio de curvatura (m) Peralte (%) Distancia de visibilidad (%)	• Ficha de recolección de datos • Excel • AutoCAD
Diseño de intersecciones y señalizaciones	Intersecciones Señalización Sección transversal				

Nota: En la presente tabla se puede observar los lineamientos que se tendrán en cuenta para realizar el diseño de la ciclovía.

III. METODOLOGÍA EMPLEADA

3.1. Tipo y nivel de investigación

De acuerdo a la orientación o finalidad: Investigación aplicada

De acuerdo a la técnica de contrastación: Investigación descriptiva

3.2. Población y muestra de estudio

3.2.1. Población

Para la presente investigación se consideró la población de la Avenida América Sur.

3.2.2. Muestra

La muestra de la investigación será tomada como referencia desde la Av. América Sur que interconecta el tramo de Av. Santa con Av. Gonzales Prada de la ciudad de Trujillo.

3.3. Diseño de investigación

La investigación a analizar pertenece a un diseño descriptivo, por lo tanto, la variable de estudio no se modifica para evitar errores de procesamiento. Este enfoque se fundamenta en la observación directa, recopilación de datos y análisis de documentos confiables en campo y en gabinete con la finalidad de obtener una respuesta que afirme o niegue la hipótesis planteada.

3.4. Técnicas e instrumentos de investigación

3.4.1. Técnicas de investigación

Las técnicas utilizadas de acuerdo al tipo de investigación a analizar son:

Observación. Sirve para el desarrollo del estudio de tráfico, asimismo, brindar la comprensión necesaria de la situación en la que se encuentra la zona de estudio.

Análisis documental. El análisis documental guarda relación con la muestra y obtención de datos que nos asegura un óptimo porcentaje de confiabilidad.

3.4.2. Instrumentos de investigación

En consecuencia, a partir de las técnicas mencionadas con anterioridad, los instrumentos de investigación serán:

Cuestionario. Se realizó de manera presencial, la cual contiene preguntas generales y preguntas en base a la aceptación de la propuesta de ciclovías en nuestro trabajo de investigación, la data obtenida será procesada a través de Microsoft Excel (Anexo 1).

Guía de observación. Instrumento que registra características observadas en campo sobre el tránsito vehicular que se obtuvo del Informe Técnico Provias Nacional del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, será contabilizado a través de Microsoft Excel (Anexo 2).

Ficha de resumen. Se recopila la información necesaria para el estudio de levantamiento topográfico considerando los manuales y guías vigentes aprobados por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (MTC) (Anexo 3).

3.5. Procesamiento y análisis de datos

Recopilación de datos. Guarda un enfoque en el análisis de tiempo, accesibilidad e infraestructura existente, que nos permitirá determinar la velocidad promedio de los vehículos, los tiempos de viaje, los ciclos de los semáforos y la accesibilidad de la vía.

Encuestas. Es una elaboración de encuestas que nos permite recopilar información respecto a las condiciones de las avenidas, dicha información será proporcionada por choferes, peatones y población.

Diseño geométrico. Para elaborar el diseño geométrico del caso de estudio se recurrió a los dimensionamientos básicos de las ciclovías.

- **Ancho de la ciclovía.** De acuerdo con el Manual de Criterios de Diseño de Infraestructura Ciclo-inclusiva y Guía de Circulación del Ciclista (2017), los anchos mínimos para el diseño se resumen según el tipo de ciclovía.
- **Velocidad de diseño.** Basándonos en las directrices proporcionadas por el Manual de Diseño para Infraestructura de Ciclovías (2005), se establece una conexión que involucra la determinación del radio y peralte de curvas, así como la consideración del tipo de pavimentación y las

condiciones del pavimento existente. Además, si la descripción del terreno se basa en la pendiente, se clasifica de acuerdo con la Tabla 3:

Tabla 3

Velocidad de diseño en función de la pendiente

Pendiente (%)	Longitud (m)		
	25 a 75	75 a 150	>150
3 a 5	35 km/h	40 km/h	45 km/h
6 a 8	40 km/h	50 km/h	55 km/h
9	45 km/h	55 km/h	60 km/h

Nota: Tabla adquirida del manual de diseño para infraestructura de ciclovías de FONAM (2017) pág. 9.

- **Radio de curvatura.** Por otro lado, el radio de volteo está vinculado a la velocidad de diseño y se calcula utilizando la Ecuación 1. Esta información permite crear una tabla que muestra la relación entre el radio de volteo y la velocidad de diseño:

Ecuación 1

$$R = 0.24V + 0.42$$

Donde:

V: Velocidad de diseño (km/h)

- **Sobreechanco de ciclovía.** Con el objetivo de aumentar el espacio adecuado en función a la pendiente y el radio de curvatura que permita maniobrar con mayor seguridad y comodidad al ciclista. El sobreechanco de ciclovía se clasifica por pendiente y por radio de curvatura:

Por pendiente. En la siguiente tabla se muestran las consideraciones para el sobreechanco en pendiente que va a permitir mantener el equilibrio de los ciclistas.

Tabla 4

Sobrehanchos de ciclovía en función de la pendiente

Pendiente (%)	Longitud (cm)		
	26 a 75	75 a 150	> 150
> 3 a ≤ 6	0	20	30
> 6 a ≤ 9	20	30	40
> 9	30	40	50

Nota: *Tabla adquirida del manual de diseño para infraestructura de ciclovías de FONAM (2017) pág. 10.*

Por radio de curvatura. El cálculo del sobrehancho se realiza en base al radio de curvatura, tal como se describe en detalle en la Tabla 5:

Tabla 5

Sobrehanchos de ciclovías en función al radio de curvatura

Radio de curvatura	Sobrehancho (pendientes entre 0% y 3%)
24 a 32 m	25 cm
16 a 24 m	50 cm
8 a 16 m	75 cm
0 a 8 m	100 cm

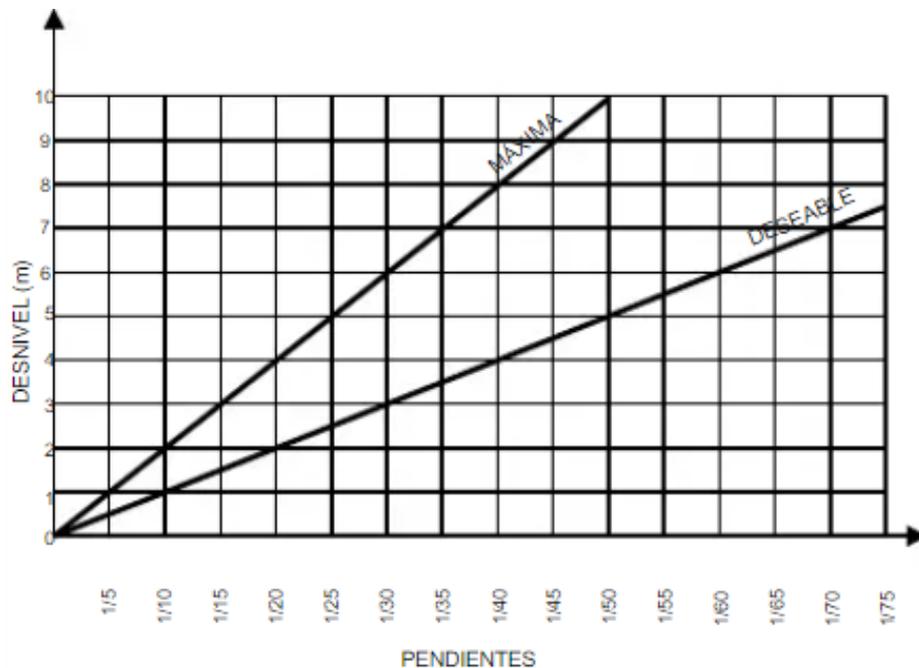
Nota: *Tabla adquirida del manual de diseño para infraestructura de ciclovías de FONAM (2017) pág. 11.*

- **Peralte.** De acuerdo con las recomendaciones del Fondo Nacional (2005), se sugiere que el peralte de una curva no debe superar el 12%, ya que los valores excedentes ocasionan movimientos lentos debido a la incomodidad que genera la pendiente.

- Perfil longitudinal.** Para determinar la pendiente del diseño, se debe considerar diversos factores como el tipo de bicicleta, las condiciones de viento, la superficie de rodadura, entre otros factores. En ese sentido, el FONAM a través del Manual de Diseño para Infraestructura de Ciclovías (2005) sugiere no utilizar una pendiente superior al 6% ya que esto puede ocasionar fatiga al ciclista y comprometer la seguridad vial, no obstante, la pendiente máxima recomendada es de 4%, aunque tolera un valor máximo excepcional de hasta el 5% con una longitud de hasta 90 metros.

Figura 11

Gráfico de rampas

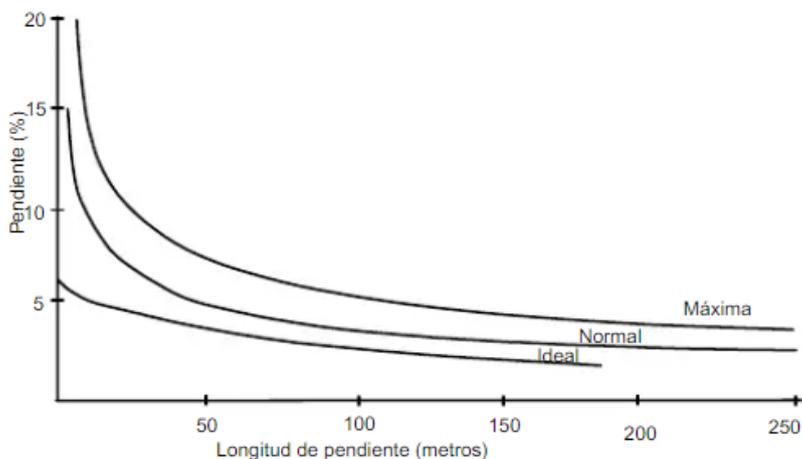


Nota: El presente gráfico nos muestra la variación para encontrar el perfil longitudinal de rampas.

De otro lado, también se recomienda que cada cambio de pendiente debe estar predeterminado por una longitud que posibilite la aceleración antes de empezar a escalar.

Figura 12

Pendientes adecuadas en función de la longitud

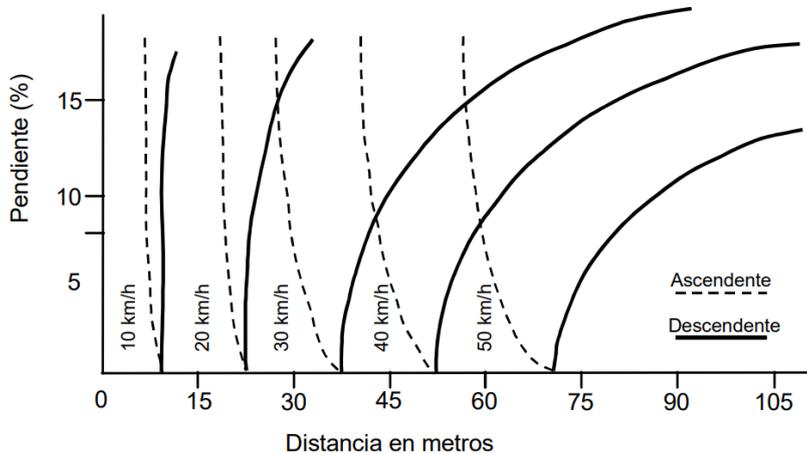


Nota: El presente gráfico corresponde a la muestra de las pendientes adecuadas guardando relación con la longitud pendiente.

- **Distancia de visibilidad.** Es la distancia necesaria para la seguridad vial del ciclista dado que permite que el usuario detenga su transitabilidad de manera completa ante algún obstáculo. Como se observa en la Figura 13, la variación de distancia de la visibilidad guarda relación con la pendiente en curvas horizontales.

Figura 13

Distancia de visibilidad en curvas horizontales

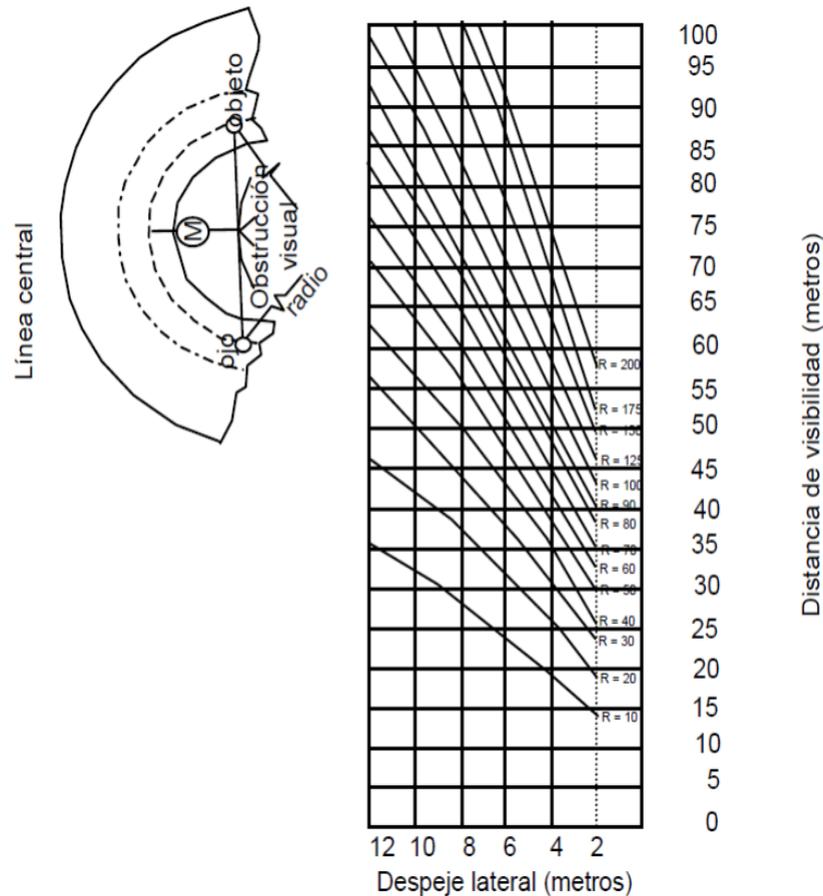


Nota: El presente gráfico nos muestra la distancia de visibilidad expresada en curvas horizontales.

La pendiente del tramo afecta la velocidad del diseño y la distancia que necesita el ciclista para detenerse por completo. La Figura 14 muestra la distancia de visibilidad de la variedad de radios como función de despeje lateral.

Figura 14

Despeje lateral en curvas

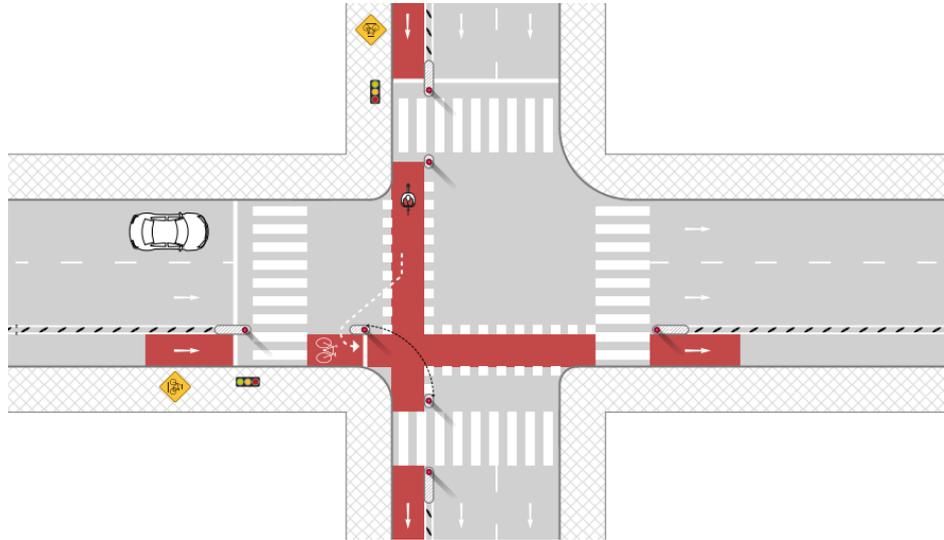


Nota: El presente gráfico corresponde al valor sobre el despeje lateral expresado en curvas.

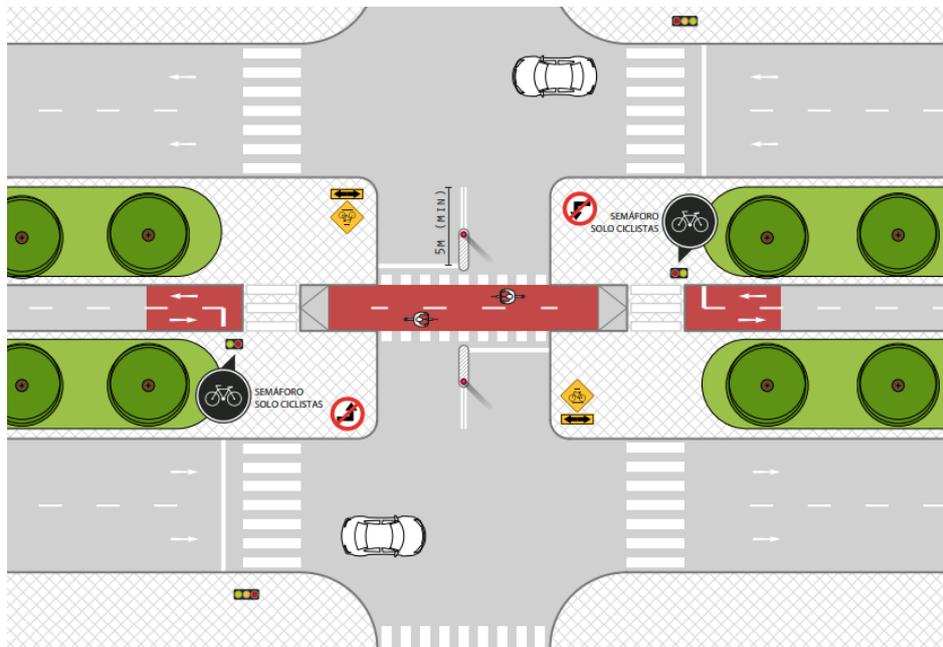
- **Intersecciones.** Las intersecciones son esenciales en la infraestructura ciclovial puesto que brindan comodidad y seguridad de un lineamiento o itinerario, dichas intersecciones dependen del tipo de vía y las características del tráfico. Los ejemplos de demarcación de intersección para los tipos de ciclovías se muestran en las siguientes ilustraciones:

Figura 15

Intersección para ciclovía unidireccional

**Figura 16**

Intersección para ciclovía bidireccional



- **Señalización horizontal.** Tiene por finalidad definir espacios e identificar los sentidos de transitabilidad para los transeúntes ciclistas como se muestra en la Figura 17:

Figura 17

Pictograma bicicleta en ciclovía y localización respecto a la esquina

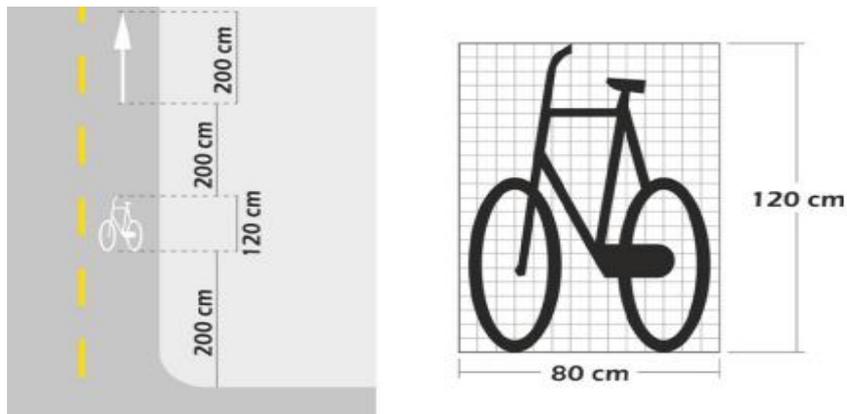
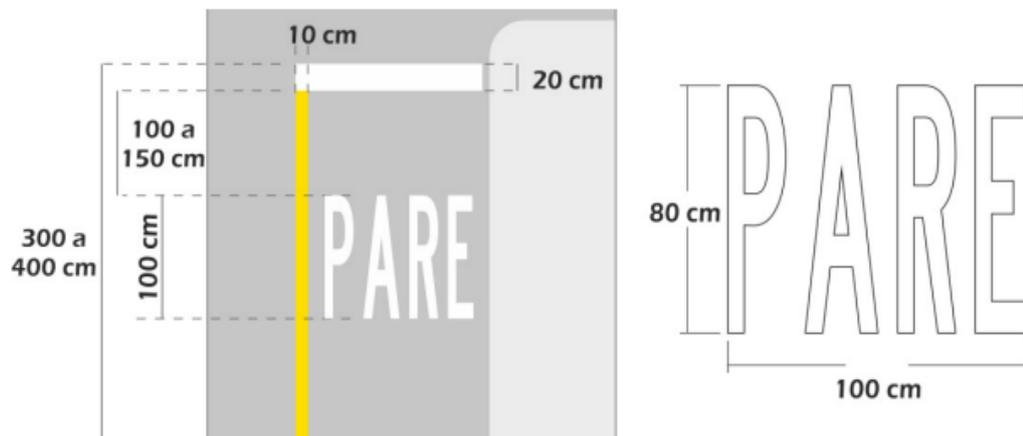


Figura 18

Señales de detención en ciclovía



- **Señalización vertical.** Señalización esencial para brindar seguridad vial a los ciclistas con el objetivo de incentivar y convertir la bicicleta en un vehículo cotidiano y no solo como transporte recreativo o para deporte.

Figura 19**Señales reglamentarias vigentes en infraestructura ciclovial****R-1: Pare**

Para detener a los motorizados y dar prioridad del paso ciclista.

**R-2: Ceda el paso**

Para indicar a los motorizados la prioridad del paso ciclista.

**R-6: Prohibido voltear izquierda**

Para indicar a los motorizados la prohibición de girar a la izquierda ante la existencia de una ciclovía por separador central.

**R-10: Prohibido voltear en U**

Para indicar a los motorizados la prohibición de girar en U ante la existencia de una ciclovía por separador central.

**R-22: Prohibida la circulación de bicicletas**

Esta señal se recomienda sólo para uso en vías expresas (se sugiere cambiar el pictograma).

**R-30: Velocidad máxima**

Para indicar la velocidad máxima según lugar (excepto en zonas 30 donde se usa la señal específica).

**R-42: Ciclovía**

Notifica a los usuarios la existencia de una vía exclusiva para el tránsito de bicicletas. En ciclocarriles, ciclovías, cicloaceras y ciclosendas (se sugiere cambiar el pictograma).

**R-58A / R-58B: Vía segregada motorizados-bicicletas**

Estas señales establecen las vías separadas para el tránsito de vehículos motorizados y bicicletas.



Debe complementarse con marcas en el pavimento que indique "CICLOVIA", y otros dispositivos para una adecuada operación de la vía.

**R-42A Conserve la derecha**

Esta señal dispone que el ciclista tiene la obligación de circular por el carril derecho de la ciclovía.

**R-42C Circulación no compartida**

Esta señal establece la obligación que tienen el ciclista y el peatón de circular por la vía que les corresponde.

**R-42B Obligatorio descender de la bicicleta**

Esta señal dispone que el ciclista tiene la obligación de descender de la bicicleta y circular a pie por un tramo o punto especificado.

Nota: Figura tomada del Manual de Criterios de Diseño de Infraestructura Ciclo-inclusiva y Guía de Circulación del Ciclista (2017)

Figura 20**Señales preventivas orientadas al conductor motorizado****P-46: Ciclistas en la vía**

Esta señal advierte al Conductor de la proximidad de una "CICLOVÍA".

**P-46A Cruce de ciclistas**

Esta señal advierte al Conductor la proximidad de un cruce de "CICLOVÍA". Debe complementarse con marcas en el pavimento.

**P-46B Ubicación Cruce de ciclistas**

Esta señal indica al Conductor el lugar o ubicación del cruce de "CICLOVÍA".

Debe complementarse con marcas en el pavimento.



Nota: Figura tomada del Manual de Criterios de Diseño de Infraestructura Ciclo-inclusiva y Guía de Circulación del Ciclista (2017)

Figura 21**Señales preventivas orientadas al ciclista****P-46C: Vehículos en la ciclovía**

Esta señal advierte al ciclista la proximidad de un tramo donde pueden cruzar vehículos motorizados.

**P-46D: Tramo en descenso**

Esta señal advierte al ciclista la proximidad de un tramo con pendiente en descenso en la "CICLOVÍA"

**P-46E: Tramo en ascenso**

Advierte a los usuarios de la bicicleta

Esta señal advierte al ciclista la proximidad de un tramo con pendiente en ascenso en la "CICLOVÍA"

Nota: Figura tomada del Manual de Criterios de Diseño de Infraestructura Ciclo-inclusiva y Guía de Circulación del Ciclista (2017)

IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis e interpretación de resultados

4.1.1. Descripción del proyecto

Iniciando con el desarrollo de los objetivos de la investigación, se extendió la delimitación de la zona de estudio trazada inicialmente, siendo ahora Av. América Sur intersección Av. Santa y Av. Gonzales Prada ubicada en el departamento de La Libertad, provincia de Trujillo y distrito de Trujillo. El principal motivo de la extensión de zona de estudio fue con la finalidad de interconectar universidades que se encuentran cerca de la avenida principal aumentando la cantidad de usuarios que opten por utilizar vehículos no motorizados. Para precisar con claridad visual la ubicación geográfica del proyecto de estudio se utilizó el software Agisoft Metashape y Google Earth Pro. En ese contexto, para el software Agisoft Metashape se realizó la fotogrametría aérea mediante drones con la finalidad de definir de manera precisa las dimensiones, formas y posiciones. Se inició la elaboración del mapa de ubicación de la ciclovía a diseñar con el software en la versión 1.5.2 build 7838 delimitando el entorno de la zona de estudio en base a la data shapefile por departamento, provincia y distrito como se muestra en el Anexo 13.

Con base en el plano de ubicación y localización mostrada en el Anexo antes mencionado, fue posible determinar de manera completa el mapa detallado de la carretera con imágenes panorámicas para una mejor comprensión visual del proyecto a través del software Google Earth.

De esta manera, también fue factible indicar el desnivel del trazo de la ciclovía que va desde el punto de inicio con 53.00 m.s.n.m. hasta el punto final con 26.00 m.s.n.m. mostrado en la Figura 23.

Figura 23

Perfil de elevación de la propuesta de la ciclovía



Nota: Para el perfil de elevación en Google Earth, se trazó la ruta en 3D de todo el tramo propuesto.

4.1.2. Encuesta

En cuanto al alcance del estudio, como fue descrito anteriormente, se requiere realizar una recopilación de datos confiables que se obtienen por medio de fichas de encuestas con la finalidad de conocer el grado de aceptación del proyecto de investigación. La zona de estudio está situada en la ciudad de Trujillo que cuenta con una proyección estimada para el año 2020 de 344,374 habitantes según el Boletín Especial N° 26 emitido por el Instituto Nacional de Estadística e Informática que tomó como base las poblaciones por provincia y distrito según el último censo emitido del año 2017 (INEI, 2020).

Tabla 6

Cuadro de población total proyectada según departamento, provincia y distrito, 2018 – 2020

UBIGEO	DEPARTAMENTO, PROVINCIA Y DISTRITO	2018	2019	2020
120905	Huamancaca chico	9 672	10 259	10 839
120906	San juan de iscos	2 327	2 325	2 314
120907	San juan de jarpa	2 756	2 680	2 598
120908	Tres de diciembre	2 896	3 007	3 114
120909	Yanacancha	2 757	2 708	2 652
130000	La libertad	1 938 501	1 979 901	2 016 771
130100	Trujillo	1 060 030	1 090 514	1 118 724
130101	Trujillo	335 811	340 582	344 374
130102	El porvenir	211 809	220 624	229 115
130103	Florencia de mora	38 506	38 475	38 334
130104	Huanchaco	78 375	82 792	87 192
130105	La esperanza	210 654	217 756	224 427
130106	Laredo	41 158	42 144	43 024
130107	Moche	40 336	41 610	42 798
130108	Poroto	3 866	3 900	3 924
130109	Salaverry	20 983	21 866	22 717
130110	Simbal	4 437	4 482	4 515
130111	Víctor larco herrer	74 095	76 283	78 304

Nota: La siguiente tabla presenta el censo poblacional según departamento del INEI.

De acuerdo con Grande & Abascal (2005), para la obtención y análisis de datos es imprescindible desarrollar la Ecuación 2 dado que nos permite obtener el tamaño de la muestra según la población estudiada.

Ecuación 2

$$n = \frac{Nk^2PQ}{e^2(N - 1) + k^2PQ}$$

Donde:

N: población

k: Nivel de confianza

P: Porcentaje de posibilidad de éxito

Q: Porcentaje de posibilidad de fracaso

e: Error admisible

Siguiendo con el proceso para la obtención máxima de tamaño de muestra posible, según Grande & Abascal (2005) se estima que los resultados de la investigación son verídicos a un nivel de confianza del 95%, por ende, el valor de k se estableció con un valor de 1.96, mientras que el porcentaje de posibilidad de fracaso y éxito se consideró un valor de 0.5 respectivamente, resultando en los siguientes valores obtenidos:

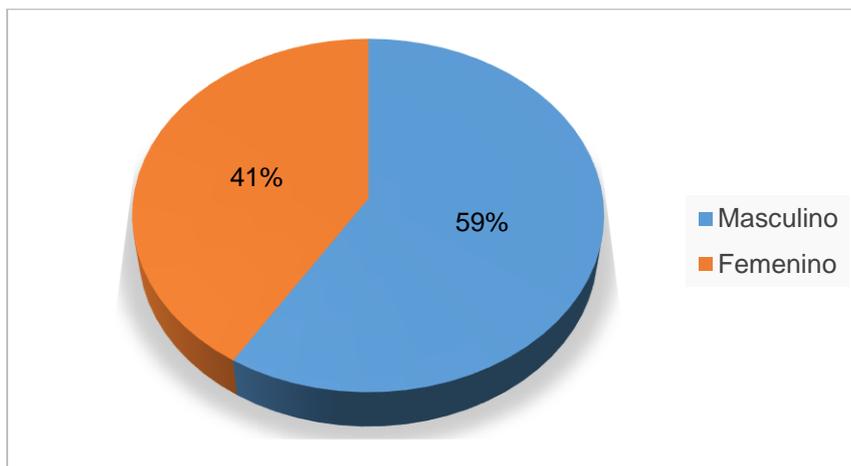
$$n = \frac{344374 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.05^2(344374 - 1) + (1.96^2 * 0.5 * 0.5)} = 384 \text{ habitantes}$$

El tamaño de muestra obtenida es de 384 habitantes, lo cual valida que el resultado obtenido es aceptado para el desarrollo de la investigación.

A partir de la data, se elaboró un cuestionario delimitado en la zona de estudio mediante gráficas del software Excel el cual tuvo como resultado equitativo según el género, donde el 59% fueron hombres y el 41% mujeres.

Gráfica 1

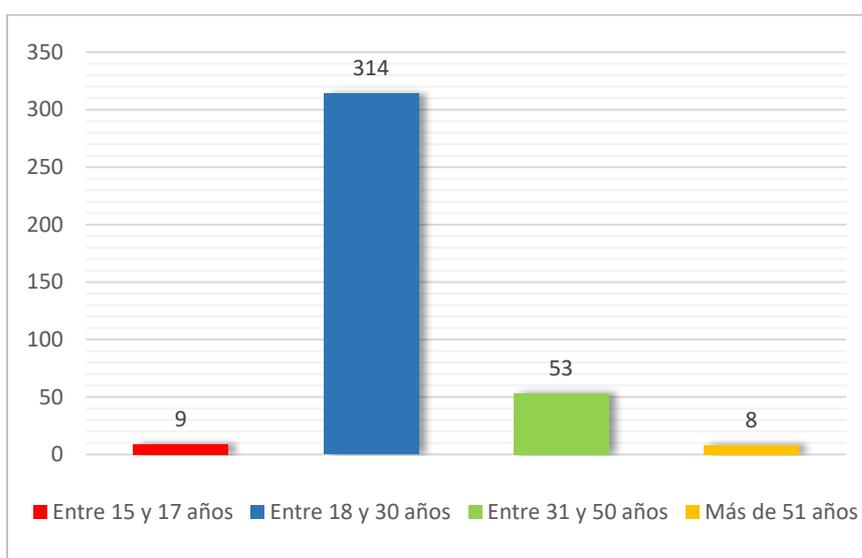
Número de personas encuestadas según el género



Posteriormente, la mayor cantidad de personas encuestadas se encuentran dentro del rango de 18 y 30 años de edad.

Gráfica 2

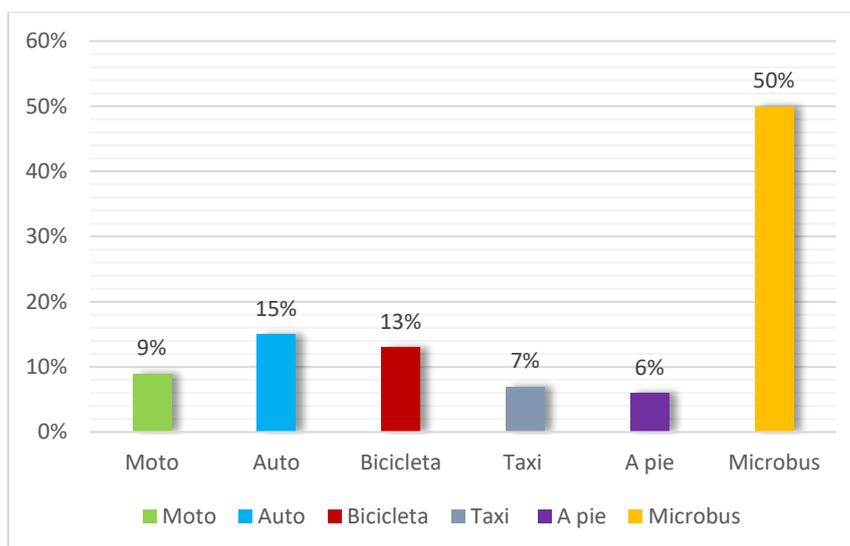
Rango de edad del total de personas encuestadas



De otro lado, la mayoría de los ciudadanos encuestados de Trujillo transitan en microbús en un valor del 50%.

Gráfica 3

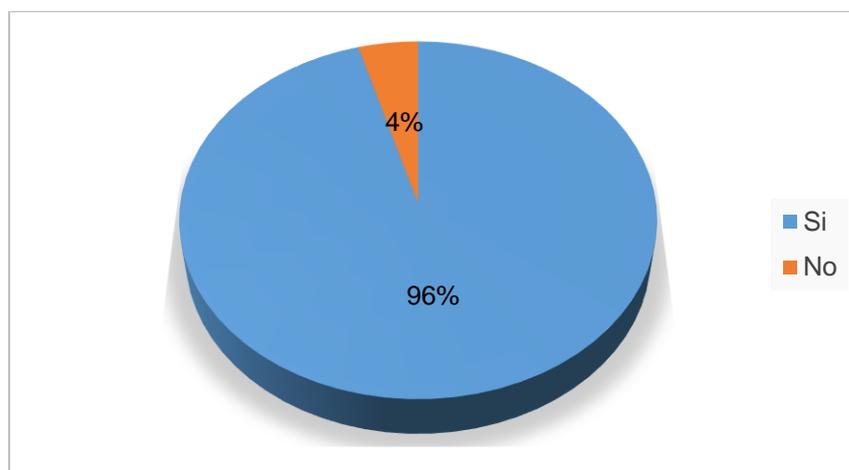
Tipo de medios de transporte que utilizan las personas encuestadas



El 96% de la población encuestada es consciente de la contaminación masiva que produce el transporte motorizado.

Gráfica 4

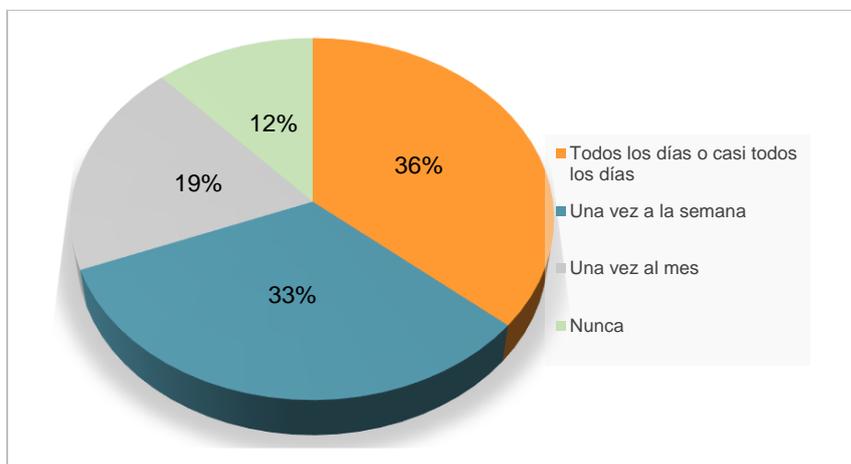
Conocimiento de las personas encuestada sobre la contaminación ocasionada por el transporte motorizado



El 36% de los ciudadanos encuestados utiliza la bicicleta la mayoría de días a la semana.

Gráfica 5

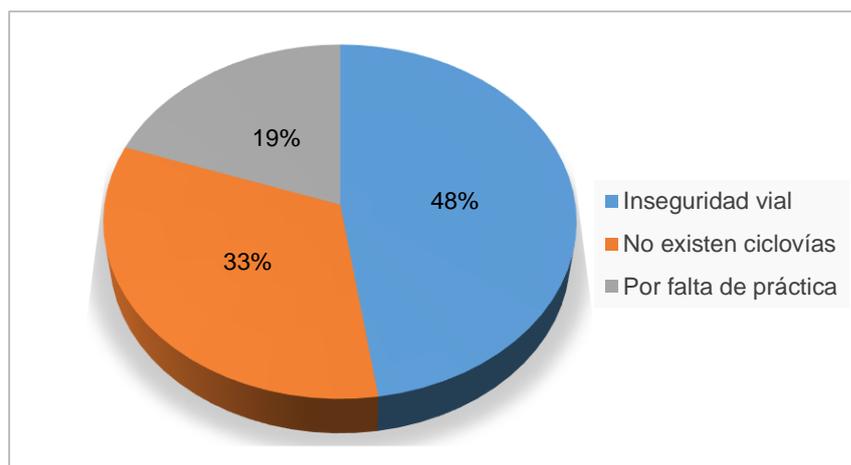
Frecuencia de uso de la bicicleta en las personas encuestadas



El 48% de los usuarios encuestados no transporta en bicicleta por inseguridad vial, mientras que el 33% no transitan por escasez de ciclovías.

Gráfica 6

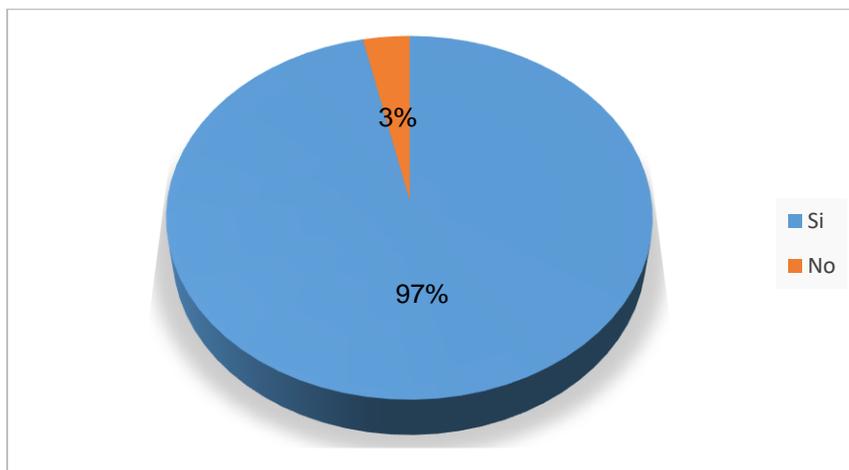
Motivo de las personas encuestadas por la poca frecuencia en el uso de bicicletas



La gran parte de usuarios encuestados, equivalente al 97%, aceptaría la propuesta del diseño de una ciclovía como una idea sumamente importante e idónea para implementar en la ciudad de Trujillo.

Gráfica 7

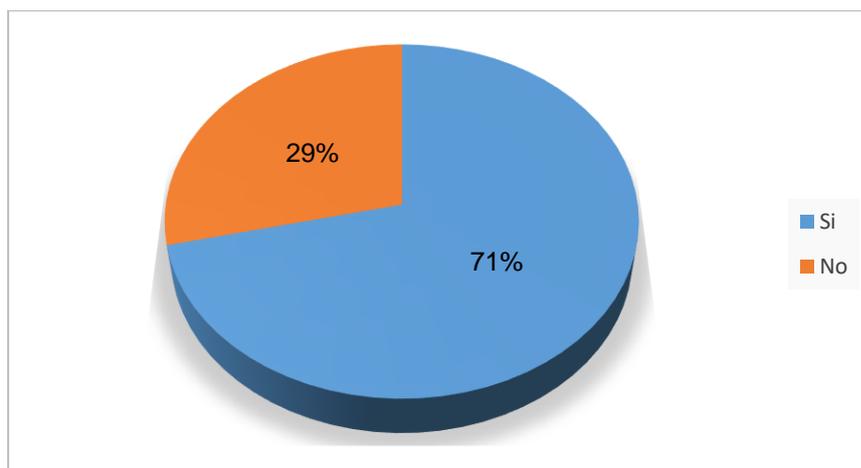
Aceptación de la propuesta de ciclovía en la ciudad de trujillo



Finalmente, el 71% de las personas encuestadas, dejaría de utilizar el transporte motorizado si se implementara una ciclovía optima en la Av. América Sur.

Gráfica 8

Compromiso de las personas encuestadas para el uso de la ciclovía



4.1.3. Estudio topográfico

El estudio topográfico es un estudio descriptivo que nos permite examinar la superficie terrestre, un factor fundamental para obtener la geometría del terreno y analizar el trazo a diseñar para la propuesta de ciclovía, de igual modo, nos brinda la ubicación de diferentes puntos estratégicos a lo largo de todo el tramo.

Ahora bien, se inició ubicando de manera estratégica y precisa los puntos de cambio de la poligonal como: postes, sardinel, vereda, entre otros; de esta manera, se utilizó la estación total con prismas, asimismo, la mira topográfica y un GPS navegador que permitió establecer las coordenadas UTM, bajo el sistema de geodésico WGS-84 / UTM zone 17S.

Luego, para estructurar el diseño geométrico de la ciclovía, se contrastó la información obtenida del levantamiento topográfico utilizando el software AutoCAD Civil 3D.

Tabla 7

Ubicación georreferenciada de la propuesta de la ciclovía

PUNTO	UBICACIÓN	PROGRESIVA	COORDENADAS UTM	COTA (m)
Inicio	Av. Santa	Km 0+000.00	9104375.24 N 718595.82 E	48.06
Final	Gonzales Prada	Km 3+000.00	9102006.80 N 718435.91 E	21.95

Nota: La siguiente tabla representa el punto inicial y final con la ubicación georreferenciada de la propuesta de ciclovía.

Tabla 8

Principales puntos topográficos de la propuesta de ciclovia

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	NORTE	ESTE	COTA
1	E_1	9104375.24	718595.82	48.06
2	E-2	9104354.15	718566.05	47.63
3	E_3	9104294.58	718721.67	47.24
42	E_4	9104210.36	718786.79	46.31
62	E_5	9104142.24	718915.20	45.70
83	E_6	9104003.72	719074.26	44.04
96	E_7	9103843.43	719172.65	43.01
97	E_8	9103698.51	719250.58	41.65
117	E_9	9103593.28	719284.94	40.27
134	E_10	9103382.30	719192.32	37.15
144	E_11	9103135.62	719084.67	34.16
163	E_12	9102943.77	719001.07	32.04
164	E_13	9102717.07	718901.11	30.66
170	E_14	9102552.97	718829.28	28.99
176	E_15	9102381.45	718715.14	26.55
187	E_16	9102244.64	718624.97	25.12
197	E_16	9102244.64	718624.97	25.12
198	E_17	9102008.57	718441.43	22.20

Nota: La siguiente tabla muestra la clasificación de los puntos principales de los puntos topográficos de la propuesta de ciclovia.

4.1.4. Estudio de tráfico

Siguiendo con los objetivos propuestos, se procedió a realizar el estudio del tráfico mediante un conteo manual realizado en el transcurso de una semana, que comprende de lunes a domingo, entre los turnos de mañana, tarde y noche. Esto se realizó con la finalidad de obtener la información completa de todos los vehículos que transitan por la zona delimitada en la intersección de Av. América Sur con Av. Santa y Av. Gonzales Prada, data esencial que nos permitirá definir el Índice Medio Diario Anual (IMDA) la clasificación y el diseño de la ciclovía.

Posteriormente, se registró el conteo diario de vehículos en ambos sentidos en la plantilla proporcionada en el Informe Técnico Provias Nacional del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2017).

Tabla 9

Conteo de tráfico diario del día lunes

HORA	BICICLETA	MOTO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
					PICK UP	PANEL	RURAL COMBI		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
5-6	1	0	951	67	36	4	45	89	4	0	3	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1204
6-7	6	2	980	72	42	2	53	192	3	0	3	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1357
7-8	7	6	979	83	50	1	65	180	4	0	5	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1386
8-9	5	4	746	79	49	2	49	120	2	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1060
9-10	4	5	735	67	51	2	47	111	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1024
10-11	8	8	1024	102	66	3	61	153	5	0	2	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1437
11-12	3	5	785	67	58	2	95	127	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1144
12-13	3	4	754	59	40	1	48	105	2	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1019
13-14	4	2	640	47	54	0	45	98	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	893
14-15	3	4	625	42	48	3	52	101	1	0	3	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	886
15-16	5	2	715	53	42	0	55	95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	967
16-17	3	2	862	71	55	2	51	130	1	0	4	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1185
17-18	4	5	1043	49	69	1	55	155	1	0	3	4	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1391
18-19	5	2	1002	31	51	0	48	178	3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1322
19-20	3	4	915	35	38	1	40	151	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1187
20-21	2	3	920	29	31	0	41	95	0	0	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1125
TOTALES	66	58	13676	953	780	24	850	2080	28	0	29	25	0	0	0	0	0	18	0	0	0	18587

Tabla 10

Conteo de tráfico diario del día martes

HORA	BICICLETA 	MOTO 	AUTO 	STATION WAGON 	CAMIONETAS			MICRO 	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
					PICK UP 	PANEL 	RURAL COMBI 		2 E 	3 E 	2 E 	3 E 	4 E 	2S1/2S2 	2S3 	3S1/3S2 	>= 3S3 	2T2 	2T3 	3T2 	>=3T3 		
5-6	2	2	711	51	36	3	42	91	2	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	943
6-7	5	4	1034	83	42	1	57	189	4	0	4	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1429	
7-8	6	8	1020	66	50	4	51	175	3	0	6	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1394	
8-9	8	4	909	75	49	1	67	109	3	0	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1229	
9-10	2	2	871	67	51	3	43	112	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1153	
10-11	9	6	976	100	61	2	68	163	4	0	3	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1397	
11-12	3	3	699	66	58	1	63	125	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1021	
12-13	3	2	652	61	40	2	51	103	1	0	2	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	920	
13-14	5	5	744	68	54	1	48	97	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1025	
14-15	3	4	730	51	48	2	44	99	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	984	
15-16	6	2	754	49	42	0	60	101	0	0	1	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1019	
16-17	4	2	781	44	55	0	48	128	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1065	
17-18	4	5	1028	48	71	1	49	157	2	0	3	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1372	
18-19	5	3	1036	33	51	0	53	187	4	0	2	4	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1380	
19-20	3	2	917	35	38	1	56	144	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1196	
20-21	2	0	920	23	31	0	41	95	1	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1117	
TOTALES	70	54	13782	920	777	22	841	2075	29	0	28	26	0	0	0	0	0	20	0	0	0	18644	

Tabla 11

Conteo de tráfico diario del día miércoles

HORA	BICICLETA 	MOTO 	AUTO 	STATION WAGON 	CAMIONETAS			MICRO 	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
					PICK UP 	PANEL 	RURAL COMBI 		2 E 	3 E 	2 E 	3 E 	4 E 	2S1/2S2 	2S3 	3S1/3S2 	>= 3S3 	2T2 	2T3 	3T2 	>=3T3 	
5-6	2	4	699	48	39	1	39	100	1	0	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	937
6-7	7	3	1034	82	43	3	63	193	4	0	3	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1439
7-8	6	9	1022	79	51	2	49	178	4	0	2	4	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1408
8-9	8	1	1000	71	50	1	52	111	2	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1300
9-10	4	3	864	65	49	0	43	109	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1141
10-11	7	5	982	120	60	3	68	165	5	0	3	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1421
11-12	5	5	977	68	57	6	66	123	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1311
12-13	4	1	741	61	42	2	57	99	3	0	2	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1016
13-14	4	3	667	52	52	2	55	103	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	939
14-15	5	2	723	48	67	0	51	97	0	0	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	997
15-16	3	1	658	41	46	1	57	113	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	924
16-17	3	3	781	46	58	0	48	135	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1078
17-18	2	2	1043	59	49	0	52	162	1	0	3	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1378
18-19	4	5	1032	46	51	0	62	188	0	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1395
19-20	3	6	911	23	44	0	57	144	3	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1194
20-21	2	2	879	27	28	0	40	87	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1069
TOTALES	69	55	14013	936	786	21	859	2107	29	0	29	24	0	0	0	0	0	19	0	0	0	18947

Tabla 13

Conteo de tráfico diario del día viernes

HORA	BICICLETA 	MOTO 	AUTO 	STATION WAGON 	CAMIONETAS			MICRO 	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
					PICK UP 	PANEL 	RURAL COMBI 		2 E 	3 E 	2 E 	3 E 	4 E 	2S1/2S2 	2S3 	3S1/3S2 	>= 3S3 	2T2 	2T3 	3T2 	>=3T3 	
5-6	2	1	791	50	33	3	45	90	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1021
6-7	5	5	1050	77	59	0	69	167	2	0	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1440
7-8	5	4	1043	80	61	0	70	190	3	0	0	4	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1462
8-9	6	2	1013	71	48	1	79	130	4	0	2	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1362
9-10	5	1	869	75	50	1	39	109	1	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1155
10-11	7	7	899	67	59	2	61	132	2	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1240
11-12	5	3	976	72	65	3	63	160	4	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1354
12-13	4	3	773	60	42	0	50	112	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1048
13-14	3	3	680	55	49	4	49	99	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	944
14-15	4	4	603	52	61	3	48	85	1	0	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	865
15-16	3	6	530	45	43	0	56	79	3	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	768
16-17	3	5	732	40	47	0	45	150	3	0	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1031
17-18	6	4	1045	60	54	2	58	159	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1395
18-19	6	2	1055	57	55	3	60	192	0	0	4	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1437
19-20	1	1	1003	36	32	2	49	165	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1293
20-21	1	3	879	34	29	0	43	98	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1091
TOTALES	66	54	13941	931	787	24	884	2117	26	0	27	25	0	0	0	0	0	24	0	0	0	18906

Tabla 14

Conteo de tráfico diario del día sábado

HORA	BICICLETA 	MOTO 	AUTO 	STATION WAGON 	CAMIONETAS			MICRO 	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER				TOTAL	
					PICK UP 	PANEL 	RURAL COMBI 		2 E 	3 E 	2 E 	3 E 	4 E 	2S1/2S2 	2S3 	3S1/3S2 	>= 3S3 	2T2 	2T3 	3T2 		>=3T3 
5-6	2	1	671	50	41	0	29	86	0	0	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	885
6-7	4	4	1002	77	45	0	51	146	2	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1334
7-8	4	4	1014	80	33	0	50	133	2	0	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1324
8-9	3	3	999	71	37	1	25	121	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1263
9-10	3	2	871	75	39	0	27	98	1	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1120
10-11	5	2	852	67	46	0	39	103	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1118
11-12	4	5	869	72	55	1	50	147	3	0	1	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1211
12-13	2	1	501	60	41	0	59	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	737
13-14	2	1	799	55	45	2	63	81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1048
14-15	1	2	409	52	43	2	33	64	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	609
15-16	1	0	398	45	39	0	28	53	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	568
16-17	2	0	327	40	37	1	41	50	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	500
17-18	3	3	298	60	39	1	38	49	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	494
18-19	2	1	258	57	29	0	36	46	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	432
19-20	2	2	190	36	27	1	29	41	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	329
20-21	1	3	180	34	20	0	33	38	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	310
TOTALES	41	34	9638	931	616	9	631	1328	15	0	18	12	0	0	0	0	0	9	0	0	0	13282

Tabla 15

Conteo de tráfico diario del día domingo

HORA	BICICLETA 	MOTO 	AUTO 	STATION WAGON 	CAMIONETAS			MICRO 	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
					PICK UP 	PANEL 	RURAL COMBI 		2 E 	3 E 	2 E 	3 E 	4 E 	2S1/2S2 	2S3 	3S1/3S2 	>= 3S3 	2T2 	2T3 	3T2 	>=3T3 	
5-6	0	0	20	8	4	0	4	8	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	46
6-7	2	0	18	7	5	0	4	7	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44
7-8	2	3	15	9	8	1	7	8	4	0	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	61
8-9	3	2	22	10	7	1	7	7	3	0	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	66
9-10	3	1	32	9	7	0	6	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65
10-11	2	1	40	8	6	0	4	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67
11-12	2	2	35	9	5	2	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63
12-13	1	1	21	5	7	1	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46
13-14	2	0	19	5	6	0	3	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42
14-15	1	0	15	6	7	2	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39
15-16	2	0	12	6	8	0	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
16-17	1	2	12	7	9	0	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43
17-18	2	1	19	3	4	1	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42
18-19	1	2	20	6	4	0	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
19-20	0	2	25	7	2	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42
20-21	0	3	22	6	1	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36
TOTALES	24	20	347	111	90	9	78	81	10	0	4	5	0	0	0	0	0	3	0	0	0	782

Tabla 16

Resumen del conteo vehicular semanal

DÍA	FECHA	VEHICULOS LIGEROS								VEHICULOS PESADOS												
		BICICLETAS	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER				
						PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
LUNES	21-Nov-22	66	58	13676	953	780	24	850	2080	28	0	29	25	0	0	0	0	0	18	0	0	0
MARTES	22-Nov-22	70	54	13782	920	777	22	841	2075	29	0	28	26	0	0	0	0	0	20	0	0	0
MIERCOLES	23-Nov-22	69	55	14013	936	786	21	859	2107	29	0	29	24	0	0	0	0	0	19	0	0	0
JUEVES	24-Nov-22	67	56	13810	927	779	23	872	2103	27	0	29	23	0	0	0	0	0	21	0	0	0
VIERNES	25-Nov-22	66	54	13941	931	787	24	884	2117	26	0	27	25	0	0	0	0	0	24	0	0	0
SABADO	26-Nov-22	41	34	9638	931	616	9	631	1328	15	0	18	12	0	0	0	0	0	9	0	0	0
DOMINGO	27-Nov-22	24	20	347	111	90	9	78	81	10	0	4	5	0	0	0	0	0	3	0	0	0
TOTAL		403	331	79207	5709	4615	132	5015	11891	164	0	164	140	0	0	0	0	0	114	0	0	0

Nota: La siguiente tabla muestra el resumen del conteo vehicular que se realizó en el transcurso de la semana.

Cabe precisar que, dentro del conteo diario de bicicletas no se consideraron las bicicletas eléctricas y/o scooters. No obstante, la Cámara de Comercio de Lima (2022) afirma que, durante el contexto de pandemia, Perú anotó una tendencia positiva entre enero y mayo del año 2022, adquiriendo casi 4,000 unidades de scooters eléctricas, lo que indica un aumento proporcional de 211% en comparación con el periodo 2021, mientras que la importación vehículos convencionales se reducía. Esto convierte a la ciclovía propuesta en una vía de transitabilidad con mayor frecuencia a largo plazo.

A pesar del alto desarrollo de crecimiento, la transitabilidad de scooters, bicicletas o vehículos similares aún no cuentan con multas para los conductores que no cumplan con las pólizas como respuesta ante una contingencia.

Con base en la Tabla 16, fue posible abordar los cálculos que se detallan en las siguientes ecuaciones:

Cálculo de Índice Medio Diario Semanal (IMDs). De la muestra vehicular tomada durante los 7 días de la semana y el volumen de tráfico diario registrado por cada tipo de vehículo en el tramo de la red vial, se obtendrá el cálculo de la Ecuación 3 de la Ficha Técnica Estándar para la Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión en Carreteras Interurbanas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2017).

Ecuación 3

$$IMDs = \frac{\sum Vi}{7}$$

Donde:

Vi: Volumen vehicular diario de cada uno de los días de conteo

Tabla 17*Resumen de índice medio diario semanal*

Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total	IMDs
Bicicleta	66	70	69	67	66	41	21	403	58
Moto	58	54	55	56	54	34	20	331	47
Auto	13676	13782	14013	13810	13941	9638	347	79207	11315
Station Wagon	953	920	936	927	931	931	111	5709	816
Camioneta (Pick up)	780	777	786	779	787	616	90	4615	659
Camioneta (Panel)	24	22	21	23	24	9	9	132	19
Camioneta (Rural)	850	841	859	872	884	631	78	5015	716
Micro	2080	2075	2107	2103	2117	1328	81	11891	1699
Bus 2E	28	29	29	27	26	15	10	164	23
Camión 2E	29	28	29	29	27	18	4	164	23
Camión 3E	25	26	24	23	26	12	5	141	20
Trayler 2T2	18	20	19	21	24	9	3	114	16

Nota: La siguiente tabla muestra el resumen del conteo vehicular que se realizó en el transcurso de la semana.

Cálculo de Índice Medio Anual (IMDA). Es el valor estimado del producto entre el Índice Medio Diario Semana y el Factor de Corrección de un año.

Ecuación 4

$$IMDA = IMDS * Fc$$

Donde:

IMDS: Índice Medio Diario Semanal

Fc: Factor de corrección

Ahora bien, antes de iniciar con el cálculo de la Ecuación 4, se tuvo en consideración el factor de corrección de vehículos ligeros y pesados obtenido del Informe Técnico Provias Nacional (2017). La base para hallar el factor de corrección es el peaje más próximo a la zona de estudio, siendo el peaje de Virú, que se encuentra en la entrada Sur de la ciudad de Trujillo.

Tabla 18

Factor de corrección de vehículos ligeros

N°	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	
		Ligeros FC													
1	AGUAS CALIENTES	0.9394	0.8663	1.1161	1.0973	1.1684	1.1945	0.9458	0.8773	0.9386	1.0294	1.0292	0.9845	1.0000	
2	AGUAS CLARAS	1.0204	1.0668	1.1013	1.0449	0.9979	0.9863	0.8917	0.9168	1.0069	1.0155	1.0712	0.8127	1.0000	
3	AMBO	0.7822	0.8431	0.8697	0.7549	0.7755	0.7823	0.7479	0.9820	1.0329	0.9842	0.9966	0.8835	1.0000	
4	ATICO	0.8849	0.7376	1.0576	1.0168	1.1538	1.1764	0.9711	0.9893	1.0821	1.0845	1.1559	0.9021	1.0000	
5	AYAVIRI	0.9913	0.9287	1.0870	1.0730	1.1003	1.0878	0.9449	0.9108	0.9242	1.0455	1.0348	0.9733	1.0000	
6	CAMANA	0.5935	0.4934	1.0509	1.2563	1.3886	1.3961	1.2549	1.2278	1.3076	1.2658	1.2303	0.8494	1.0000	
7	CANCAS	0.8722	0.8703	1.0694	1.1121	1.1631	1.2130	0.9722	0.9150	1.0516	1.0161	1.0259	0.8914	1.0000	
8	CARACOTO	1.0576	0.9886	1.0999	1.0550	1.0578	1.0471	0.9900	0.8677	0.9953	0.9895	1.0077	0.7648	1.0000	
9	CASARACRA	1.1441	1.1924	1.2529	0.9991	0.9240	1.0245	0.8401	0.8801	1.0508	0.9739	1.1465	0.8656	1.0000	
10	CATAC	1.0992	1.0589	1.3534	1.0405	1.0772	1.0762	0.8316	0.8717	0.9632	0.9514	1.1169	0.9747	1.0000	
11	CCASACANCHA	1.0321	1.0692	1.1050	1.0611	1.0719	1.0565	0.9517	0.9133	0.8930	0.9959	0.9734	0.7789	1.0000	
12	CHACAPAMPA	1.0342	0.9781	0.9986	1.0653	1.0693	1.2488	1.0419	0.9217	0.9818	0.9211	1.0968	0.9676	1.0000	
13	CHALHUAPUQUIO	1.1804	1.2304	1.2157	1.0487	1.0103	1.0467	0.7867	0.8314	1.0145	0.9547	1.0196	0.9379	1.0000	
14	CHICAMA	0.9891	0.9536	1.0369	1.0347	1.0520	1.0477	0.9368	0.9915	1.0553	1.0166	1.0421	0.7493	1.0000	
15	CHILCA	0.6041	0.5736	0.7824	1.0624	1.5470	1.6110	1.3032	1.4238	1.5046	1.2451	1.1887	0.6261	1.0000	
16	CHULLQUI	1.0428	1.0728	1.0509	1.0163	1.0500	0.9407	0.9832	0.9316	0.9915	0.9207	1.2832	0.8829	1.0000	
17	CHULUCANAS	1.0210	1.0629	1.1565	1.1355	1.0650	1.0374	0.9771	0.9150	0.9843	0.9479	0.9145	0.7502	1.0000	
18	CIUDAD DE DIOS	0.9338	0.9146	1.1930	1.0736	1.0024	1.0271	0.9071	0.9185	1.0902	0.8660	1.0664	0.6549	1.0000	
19	CORCOA	1.1416	1.1681	1.2623	1.0206	0.9748	1.0336	0.7786	0.8795	1.0065	0.9892	1.1933	0.8888	1.0000	
20	CRUCE BAYOVAR	0.9033	0.8846	1.0933	1.0974	1.1592	1.1950	0.8640	0.9864	1.1644	0.9986	1.0861	0.6673	1.0000	
21	CUCULI	0.9988	1.0350	1.1242	1.1174	1.1070	0.9545	0.9574	0.9186	0.9449	0.9671	0.9672	1.0218	1.0000	
22	DESIVIO OLMOS	0.9736	1.0105	1.1312	1.1600	1.1451	1.0896	0.9427	0.8716	0.9919	0.9562	1.0093	0.7176	1.0000	
23	LOMA LARGA BAJA	0.8889	0.8761	1.0496	1.0840	1.1438	1.1754	0.9465	0.9935	1.1153	1.0280	1.0362	0.8201	1.0000	
24	EL FISCAL	0.8940	0.8401	1.0559	1.0613	1.0717	1.1269	1.0109	0.9938	1.0838	1.0772	1.0791	0.8290	1.0000	
25	EL PARAISO	0.9205	0.9105	1.0517	0.9857	1.1149	1.1469	0.9012	0.9733	1.1060	1.0310	1.0929	0.7531	1.0000	
26	FORTALEZA	0.9181	0.8373	1.0150	1.0162	1.1492	1.1835	0.8765	1.0108	1.1687	1.0754	1.1540	0.6525	1.0000	
27	HUACRAPUQUIO	0.8954	0.9256	0.8519	0.7865	1.1504	0.9951	0.8705	0.9487	0.9945	0.9710	1.1529	0.8270	1.0000	
28	HUARMEY	0.9035	0.9244	1.1291	1.1310	1.2668	1.1960	0.8634	0.9658	1.1330	1.0542	1.1438	0.6719	1.0000	
29	ICA	0.8952	0.8816	1.0171	1.0174	1.1066	1.1329	0.9323	0.9830	1.0531	0.9755	1.1795	0.8886	1.0000	
30	ILAVE	1.0094	0.9590	0.9766	1.0121	1.1366	1.1846	0.9693	0.7789	1.0459	1.0628	1.1372	0.9867	1.0000	
31	ILO	0.8298	0.8229	1.0127	1.0787	1.0722	1.1206	1.1008	1.0550	0.9804	1.0440	1.0342	0.8332	1.0000	
32	JAHUAY - CHINCHA	0.8933	0.8732	1.0316	0.9075	1.1200	1.1826	0.9369	0.9922	1.1421	1.0329	1.0528	0.4477	1.0000	
33	LOMA LARGA BAJA	1.0542	1.2728	1.3705	1.2397	1.1376	1.0325	0.8263	0.9065	0.9251	0.8919	0.8810	0.7535	1.0000	
34	LUNAHUANA	1.0078	1.0300	1.0448	0.9515	1.1012	1.1445	0.8265	0.9416	1.1121	0.9751	1.0782	1.0732	1.0000	
35	MACUSANI	1.0451	1.0018	1.0480	1.0861	1.1085	1.1300	0.9928	0.9432	1.0228	0.9617	1.0240	0.7588	1.0000	
36	MARCOA	0.9662	0.8961	0.9852	1.0088	1.0983	1.0530	1.0341	1.0196	1.0333	1.0271	1.0027	0.7889	1.0000	
37	MATARANI	0.4710	0.3895	0.9813	1.5079	1.7155	1.6697	1.6168	1.5740	1.5939	1.4242	1.3091	0.7821	1.0000	
38	MENOCUCHO	0.9317	1.0027	1.0511	1.0791	1.0349	1.0573	0.9502	0.9064	1.0854	0.8523	0.7838	0.5208	1.0000	
39	MOCCE	1.0278	0.9771	1.0470	1.0650	1.0408	0.9962	0.9898	0.9054	1.0213	1.0118	1.0013	0.6605	1.0000	
40	MONTALVO	0.9048	0.8791	1.0475	1.0354	1.0354	1.1059	1.0488	1.0071	1.0540	1.0687	1.0353	0.8310	1.0000	
41	MORROPPE	0.9513	0.9141	1.0811	1.1244	1.1424	1.1751	0.8926	0.9687	1.0920	0.9715	1.0545	0.6746	1.0000	
42	MOYOBAMBA	1.0850	1.0698	1.0813	1.0651	1.0168	0.9738	0.9435	0.9373	0.9761	0.9702	0.9891	0.8038	1.0000	
43	NAZCA	0.9661	0.9054	1.0447	1.0579	1.0734	1.0837	0.9221	0.9299	1.0191	1.0129	1.0678	1.0237	1.0000	
44	PACANGUILLA	0.9367	0.9280	1.0694	1.0717	1.1095	1.1596	0.9319	0.9569	1.1054	1.0141	1.0390	0.6863	1.0000	
45	PACRA	1.0292	1.0010	1.0522	0.9639	1.1074	1.0791	0.8941	0.9429	1.0130	0.9989	1.0593	0.9694	1.0000	
46	PAITA	0.8338	0.8399	0.9955	1.0884	1.1366	1.1292	1.0983	1.0805	1.0034	1.0469	1.0315	0.7241	1.0000	
47	PAMPA CUELLAR	1.0470	0.8406	1.0891	1.0786	1.1541	1.1507	0.9423	0.7893	1.0577	1.0224	1.0477	0.8316	1.0000	
48	PAMPA GALERA	0.9682	1.0250	1.1275	1.1108	1.0497	1.0842	0.8216	0.7799	1.0466	1.0741	1.1328	0.8288	1.0000	
49	PAMPAMARCA	0.9676	0.9879	1.0838	1.0298	1.1090	1.0882	0.8872	0.9048	0.8396	0.9118	0.9069	0.8363	1.0000	
50	PATAHUASI	1.0587	0.9424	1.1593	1.0874	1.1075	1.1136	0.9016	0.7985	1.0365	0.9748	1.0193	0.8250	1.0000	
51	PEDRO RUIZ	0.9743	1.0357	1.1043	1.1210	1.1162	1.0422	0.9404	0.9088	0.9643	0.9746	1.0028	0.7673	1.0000	
52	PICHIRHUA	1.0429	1.1004	1.1389	1.0572	1.0324	1.0052	0.9096	0.8779	0.9784	0.9987	1.0072	0.7769	1.0000	
53	PIURA SULLANA	1.1032	1.0808	1.1780	1.0977	1.0536	1.0475	0.9646	0.9472	0.9953	0.9479	0.9443	0.7354	1.0000	
54	PLANCHON	1.0522	1.0822	1.0719	1.0640	1.0586	1.0147	0.9340	0.9113	0.9516	0.9578	1.0475	0.7584	1.0000	
55	POMAHUACA	0.9923	0.9975	1.1424	1.1909	1.1430	1.0907	0.9262	0.8476	0.9921	0.9880	1.0076	0.7033	1.0000	
56	PONGO	1.0334	1.0848	1.0606	1.0886	1.0567	1.0028	0.9826	0.9141	0.9728	0.9669	0.9699	0.8065	1.0000	
57	POZO REDONDO	0.9235	0.8502	1.0219	1.0682	1.1022	1.0689	1.0385	1.0403	1.1089	1.0396	1.0052	0.8472	1.0000	
58	PUNTA PERDIDA	0.9849	0.8010	1.1299	1.2158	1.4581	1.4051	0.8099	0.5874	1.1694	1.0552	1.2693	1.0738	1.0000	
59	QUIULLA	1.1371	1.1635	1.2501	1.0385	1.0168	1.0572	0.8120	0.8670	0.9850	0.9894	1.1196	0.8197	1.0000	
60	RUMICHACA	1.0728	0.9436	1.0297	0.8578	1.2202	1.1942	0.8757	0.8975	1.0348	1.0713	1.1703	0.9911	1.0000	
61	SAN ANTON									1.1261	1.0559	0.9635	1.0337	0.8809	1.0000
62	SAN GABAN	1.0500	0.9816	1.0785	1.0904	1.1222	1.0984	0.9730	0.9088	0.9405	0.9236	0.9675	0.8185	1.0000	
63	SAN LORENZO	0.9766	1.0535	1.1195	1.1258	1.1044	1.0287	0.8775	0.9294	0.9572	0.9531	1.0553	0.7550	1.0000	
64	SANTA LUCIA	1.0119	0.8481	1.1341	1.1083	1.1142	1.1636	0.9390	0.7603	1.0670	1.0127	1.0654	0.8428	1.0000	
65	SAYLLA	1.0247	0.9848	1.1232	1.0935	1.0634	1.0650	0.9819	0.9125	0.9189	0.9852	0.9876	0.9300	1.0000	
66	SERPENTIN DE PASAMAYO	1.0952	1.0572	1.0806	1.0634	1.0649	1.0634	0.9685	0.8150	1.0387	1.0592	1.0482	0.9383	1.0000	
67	SICUYANI	1.0307	0.8251	1.0268	1.0855	1.1303	1.1529	0.9101	0.7631	1.0878	1.0585	1.1855	1.0308	1.0000	
68	SOCOS	1.2201	0.9974	0.9997	0.8936	1.0904	1.0721	0.9417	0.9564	1.0115	1.0043	1.0295	0.9394	1.0000	
69	TAMBOGRANDE	0.9319	0.9595	1.0447	1.1058	1.0969	1.0611	1.0462	1.0492	1.0252	0.8999	0.9612	0.8933	1.0000	
70	TOMASIRI	0.9857	0.9170	1.0642	1.0853	1.1028	1.0928	1.0370	0.9984	0.9003	1.0377	1.0434	0.7758	1.0000	
71	TUNAN	1.0782	1.0585	1.1034	1.1013	1.0405	1.0399	0.8655	0.8521	0.9794	0.9803	1.1159	0.9908	1.0000	
72	UNION PROGRESO	1.0447	1.0363	1.0948	1.0397	1.0254	1.0172	0.9599	0.9337	0.9674	1.0156	1.0481	0.7614	1.0000	
73	UTCUBAMBA	1.2615	1.0304	1.0861	1.0957	1.0591	1.0235	0.9403	0.8986	0.9387	0.9666	0.9829	0.7404	1.0000	
74	VARIANTE DE PASAMAYO	0.9446	0.9												

Tabla 19

Factor de corrección de vehículos pesados

Código	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
		Pesados FC												
1	AGUAS CALIENTES	1.0234	0.9771	1.0540	1.0631	1.0703	1.1254	0.9831	0.9574	0.9655	0.9434	0.9429	0.9922	1.0000
2	AGUAS CLARAS	1.0497	1.0164	0.9941	1.0038	0.9878	0.9823	0.9940	0.9597	0.9819	1.0086	1.0042	0.8920	1.0000
3	AMBO	0.7967	0.7869	0.8193	0.7762	0.7945	0.7905	0.7890	1.0495	1.0086	0.9572	0.9482	0.9447	1.0000
4	ATICO	1.0402	0.9961	1.0326	1.0478	1.0392	1.0365	1.0288	0.9862	0.9828	0.9573	0.9313	0.9458	1.0000
5	AYAVIRI	1.0377	1.0057	1.0835	1.0533	1.0511	1.0319	0.9884	0.9505	0.9335	0.9456	0.9485	0.9933	1.0000
6	CAMAÑA	0.9370	0.8802	1.0410	1.0753	1.0804	1.0953	1.0782	1.0099	1.0099	0.9947	0.9786	0.8325	1.0000
7	CANCAS	1.0490	0.9888	1.0151	1.0452	1.0584	1.0381	1.0041	0.9824	1.0019	0.9551	0.9433	0.9563	1.0000
8	CARACOTO	1.0489	1.0165	1.0879	1.0415	1.0743	1.0541	0.9982	0.9041	0.9575	0.9453	0.9765	0.8133	1.0000
9	CASARACRA	1.1123	1.0819	1.1121	0.9769	0.9865	0.9782	0.9872	0.9697	0.9731	0.9521	1.0674	0.9416	1.0000
10	CATAC	1.0538	1.0807	1.1606	1.0756	1.0119	0.9642	0.9591	0.9372	0.9719	0.9644	0.9958	0.9684	1.0000
11	CCASACANCHA	1.0985	1.0820	1.0974	1.0774	1.0216	0.9848	0.9688	0.9568	0.9552	0.9509	0.9198	0.7875	1.0000
12	CHACAPAMPA	1.1253	0.9872	0.9856	1.0061	1.0477	1.0441	1.0496	0.9939	0.9340	0.9269	0.9523	1.0257	1.0000
13	CHALHUAPUQUIO	1.0741	1.0868	1.0814	1.0640	1.0533	0.9822	0.9411	0.9321	0.9569	0.9455	0.9498	0.9948	1.0000
14	CHICAMA	0.9742	0.9585	1.0327	1.0799	1.0586	1.0427	1.0427	0.9889	0.9895	0.9814	0.9459	0.7964	1.0000
15	CHILCA	0.9471	0.9731	1.0202	1.0429	1.0652	1.0551	1.0341	0.9979	0.9991	0.9830	0.9674	0.8073	1.0000
16	CHULLQUI	0.9571	0.9658	1.0534	1.0776	1.0809	1.0402	1.0171	0.9865	0.9731	0.9169	1.2400	0.9257	1.0000
17	CHULUCANAS	1.0042	0.9705	1.1344	1.1580	1.0939	1.0464	1.0225	0.9536	0.9603	0.9195	0.9880	0.7996	1.0000
18	CIUDAD DE DIOS	0.9412	0.9568	1.1245	1.0109	0.9763	1.0522	1.0638	1.0509	1.0687	0.8375	0.8101	0.6639	1.0000
19	CORCONA	1.1221	1.0894	1.1031	0.9536	0.9648	0.9756	0.9759	0.9653	0.9769	0.9739	1.0900	0.9561	1.0000
20	CRUCE BAYOVAR	0.9925	0.9617	1.0163	1.0654	1.0473	1.0635	1.0368	0.9979	1.0155	0.9779	0.9314	0.7892	1.0000
21	CUCULI	0.9544	1.0489	1.1882	1.1610	1.0781	0.9789	0.9835	0.9222	0.9034	0.9413	0.9400	1.0895	1.0000
22	DESIVIO OLMOS	1.0670	1.0554	1.0607	1.0567	1.0520	1.0192	0.9857	0.9187	0.9394	0.9597	0.9510	0.8440	1.0000
23	DESIVIO TALARA	1.0234	0.9763	1.0148	1.0405	1.0343	1.0196	1.0096	0.9862	1.0060	0.9840	0.9643	0.9566	1.0000
24	EL FISCAL	0.9793	0.9154	1.0173	1.0391	1.0246	1.0124	1.0633	1.0320	1.0256	0.9910	0.9728	0.8304	1.0000
25	EL PARAISO	1.0139	0.9909	1.0354	1.0501	1.0370	1.0203	1.0117	0.9785	0.9958	0.9754	0.9592	0.8049	1.0000
26	FORTALEZA	1.0095	0.9646	1.0035	1.0378	1.0432	1.0527	1.0371	0.9852	0.9989	0.9807	0.9610	0.7830	1.0000
27	HUACRAPUQUIO	0.8680	0.9011	0.8423	0.7848	1.1603	1.0254	0.9226	0.9778	0.9218	0.9085	1.1194	0.9334	1.0000
28	HUARMEY	1.0626	1.0429	1.1171	1.1586	1.1478	1.0300	0.9937	0.9497	0.9638	0.9479	0.9288	0.7750	1.0000
29	ICA	0.9862	0.9844	1.0316	1.0471	1.0536	1.0587	1.0384	0.9804	0.9489	0.9352	1.0246	0.8853	1.0000
30	ILAVE	1.0287	0.9435	0.9580	1.0108	1.0332	1.0505	1.0763	0.8865	1.0774	1.0686	1.1077	1.0765	1.0000
31	ILO	1.0669	1.0457	1.0755	0.9887	1.0028	1.0483	1.0198	1.0030	0.9598	0.9650	0.9476	0.8449	1.0000
32	JAHUAY - CHINCHA	1.0249	0.9973	1.0339	1.0479	1.0542	1.0382	1.0310	0.9626	0.9677	0.9563	0.9390	0.4681	1.0000
33	LOMA LARGA BAJA	0.9984	1.0881	1.2082	1.2064	1.1264	1.0819	0.9625	0.9904	0.9475	0.9315	0.9058	0.7844	1.0000
34	LUNAHUANA	1.1157	1.0802	1.0493	1.0496	0.9891	1.0416	0.9823	0.9305	0.9768	0.9344	0.9505	1.0360	1.0000
35	MACUSANI	1.0472	1.0557	1.0808	1.0272	1.1020	1.0260	1.2521	0.9430	0.9199	0.9166	0.9320	0.8424	1.0000
36	MARCONA	1.0211	0.9817	0.9389	1.0037	1.1061	1.0323	1.0444	1.0595	1.0602	0.9693	0.9652	0.8165	1.0000
37	MATARANI	0.9769	0.8851	1.0520	1.0660	1.0756	1.0200	1.0076	1.0345	0.9879	0.9887	0.9761	0.8394	1.0000
38	MENOCUCHO	1.0902	1.0710	1.1233	1.0356	0.9978	0.9628	0.9467	0.9518	1.0001	0.8032	0.7510	0.6242	1.0000
39	MOCCE	0.9589	0.9880	1.0560	1.1377	1.0767	0.9655	1.0381	0.9850	0.9950	0.9641	0.9495	0.6739	1.0000
40	MONTALVO	0.9749	0.9489	1.0168	1.0360	1.0138	1.0964	1.0793	1.0412	1.0186	0.9900	0.9696	0.8286	1.0000
41	MORROPE	0.9853	0.9582	1.0108	1.0690	1.0412	1.0841	1.0383	1.0113	1.0140	0.9789	0.9444	0.7873	1.0000
42	MOYOBAMBA	1.0394	1.0126	1.0017	1.0501	1.0243	0.9980	0.9971	0.9593	0.9650	0.9824	0.9764	0.8706	1.0000
43	NAZCA	1.0512	1.0102	1.0291	1.0329	1.0337	1.0279	0.9978	0.9794	0.9595	0.9575	0.9266	1.0810	1.0000
44	PACANGUILLA	0.9774	0.9487	1.0090	1.0641	1.0495	1.0596	1.0523	0.9901	0.9939	0.9811	0.9523	0.8040	1.0000
45	PACRA	1.0868	1.0277	1.0319	1.0367	1.0279	0.9996	0.9696	0.9510	0.9694	0.9504	0.9933	1.0005	1.0000
46	PAITA	1.0781	1.0144	1.0791	1.1787	1.1043	1.0823	1.1406	1.0573	0.9480	0.9039	0.8388	0.7955	1.0000
47	PAMPA CUELLAR	1.1278	1.1060	1.0743	1.0196	1.1381	1.0914	0.9853	0.9499	0.9494	0.8790	0.8946	0.8184	1.0000
48	PAMPA GALERA	1.0903	1.0946	1.0837	1.0554	1.0345	1.0078	0.9802	0.9332	0.9554	0.9417	0.9377	0.8104	1.0000
49	PAMPAMARCA	1.0692	1.0541	1.0691	1.0606	1.0664	1.0201	0.9938	0.9473	0.7723	0.7828	0.7751	0.8073	1.0000
50	PATAHUASI	1.0842	1.0620	1.0935	1.0743	1.0716	1.0642	1.0134	0.9309	0.9448	0.8982	0.9068	0.7907	1.0000
51	PEDRO RUIZ	1.0395	1.0270	1.0141	1.0435	1.0091	0.9897	1.0051	0.9512	0.9635	0.9802	0.9788	0.8808	1.0000
52	PICHIRHUA	1.0749	1.0717	1.0921	1.0739	1.0482	1.0267	0.9978	0.9372	0.9326	0.9460	0.9215	0.7813	1.0000
53	PIURA SULLANA	1.0777	1.0635	1.1221	1.0607	1.0386	1.0120	1.0199	0.9693	0.9893	0.9711	0.9363	0.7840	1.0000
54	PLANCHON	1.3438	1.2774	1.1203	1.2187	1.0792	1.0400	0.9561	0.8949	0.8533	0.8878	0.9470	0.7937	1.0000
55	POMAHUACA	1.0921	1.0391	1.0626	1.0829	1.0577	1.0278	0.9851	0.9081	0.9596	0.9608	0.9436	0.8043	1.0000
56	PONGO	1.1352	1.0876	1.0772	1.0246	0.9968	0.9762	0.9396	0.9093	0.9267	0.9780	0.9737	0.9432	1.0000
57	POZO REDONDO	1.0265	0.9947	1.0212	1.0323	1.0463	1.0444	0.9966	0.9978	1.0416	1.0080	0.9479	0.8953	1.0000
58	PUNTA PERDIDA	1.1241	1.1208	1.0721	1.0308	1.3098	1.1524	0.9881	0.9410	0.9228	0.8658	0.9105	0.9502	1.0000
59	QUIULLA	1.1612	1.0951	1.0804	0.9231	0.9335	0.9738	0.9523	0.9509	0.9766	0.9979	1.1258	0.9767	1.0000
60	RUMICHACA	1.0818	1.0268	1.0299	1.0168	1.0400	0.9999	0.9651	0.9211	0.9717	0.9617	1.0142	1.0086	1.0000
61	SAN ANTON							1.0513	1.0045	0.9507	1.0325	0.9682	1.0000	
62	SAN GABAN	1.0987	1.0538	1.1783	1.1125	1.1375	1.0887	1.2293	0.8892	0.8511	0.8426	0.9370	0.8556	1.0000
63	SAN LORENZO	1.4046	1.3695	1.3441	1.2260	1.1596	1.0369	0.9617	0.9140	0.8716	0.8117	0.8314	0.7406	1.0000
64	SANTA LUCIA	1.0470	1.0248	1.0863	1.0801	1.0723	1.0987	1.0265	0.9249	0.9396	0.9085	0.9206	0.7987	1.0000
65	SAYLLA	1.0655	1.0234	1.0782	1.0621	1.0384	1.0339	0.9836	0.9496	0.9489	0.9527	0.9402	0.9677	1.0000
66	SERPENTIN DE PASAMA	1.0230	1.0047	1.0391	1.0460	1.0344	1.0180	1.0079	0.9814	0.9903	0.9671	0.9547	0.8073	1.0000
67	SICUYANI	1.1224	1.0194	1.0416	1.0932	1.1379	1.1370	1.0892	1.0167	1.0202	0.9074	0.9111	0.9537	1.0000
68	SOCOS	1.0895	1.0107	1.0057	1.0133	1.0501	0.9948	0.9791	0.9551	0.9911	0.9563	1.0190	0.9775	1.0000
69	TAMBOGRANDE	0.5981	0.7330	1.1320	1.4600	1.4249	1.2833	1.3179	1.3397	1.1955	1.0221	0.9193	0.7364	1.0000
70	TOMASIRI	0.9707	0.9200	1.0234	1.0693	1.0587	1.0722	1.0633	1.0043	0.9636	0.9993	0.9996	0.8396	1.0000
71	TUNAN	1.0667	1.0665	1.0946	1.0642	0.9824	0.9383	0.9359	0.9286	0.9760	0.9695	1.0221	1.0081	1.0000
72	UNION PROGRESO	1.1490	1.1263	1.0698	1.0555	1.0314	1.0245	0.9767	0.9104	0.9079	0.9712	0.9732	0.7871	1.0000
73	UTCUBAMBA	1.1972	1.0385	1.0281	1.0362	1.0103	0.9780	0.9674	0.9217	0.9488	0.9731	0.9745	0.8352	1.0000
74	VARIANTE DE PASAMA	0.9887	0.9310	0.9										

Basándose en el factor de corrección de las Tablas 18 y 19, fue factible desarrollar la ecuación descrita con anterioridad, para el cálculo de Índice Medio Diario Anual:

Tabla 20

Resumen de Índice Medio Diario Anual

Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	TOTAL	IMD _s	FC	IMD _a
Bicicleta	66	70	69	67	66	41	21	388	58	0.99	57
Moto	58	54	55	56	54	34	20	331	47	0.99	46
Auto	13676	13782	14013	13810	13941	9638	347	79207	11315	0.99	11189
Station Wagon	953	920	936	927	931	931	111	5709	816	0.99	807
Camioneta (Pickup)	780	777	786	779	787	616	90	4615	659	0.99	652
Camioneta (Panel)	24	22	21	23	24	9	9	132	19	0.99	19
Camioneta (Rural)	850	841	859	872	884	631	78	5015	716	0.99	709
Micro	2080	2075	2107	2103	2117	1328	81	11891	1699	0.99	1680
Bus 2E	28	29	29	27	26	15	10	164	23	0.99	24
Camión 2E	29	28	29	29	27	18	4	164	23	0.89	21
Camión 3E	25	26	24	23	26	12	5	141	20	0.89	18
Trayler 2T2	18	20	19	21	24	9	3	114	16	0.89	15

Del mismo modo, este estudio está basado en el concepto de implementación del diseño de una ciclovía; es por ello que el desarrollo del índice medio diario actual proyectado solo se basará en el vehículo liviano, que es la bicicleta. Este cálculo nos permitirá obtener un valor que nos garantice el crecimiento y uso continuo a largo plazo de los usuarios exclusivos que circulen por esa red vial.

Cálculo del Índice Medio Diario Actual Proyectado para bicicletas (IMDAp). Para iniciar la proyección del diseño de la ciclovía, es sustancial desarrollar la Ecuación 5.

Ecuación 5

$$T_n = T_o(1 + r)^{n-1}$$

Dónde:

T₀: Transito actual en vehículos/día (año base)

n: Número de años del periodo de diseño

r: Tasa anual de crecimiento de tránsito (INEI, 2018)

Como se indica en la Tabla 21, se consideró un periodo de diseño de 10 años y una tasa anual de crecimiento de tránsito de 5.4%, de acuerdo al Instituto Nacional de Estadística e Informática.

Tabla 21*Resumen de Índice Medio Diario Actual Proyectado*

Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	TOTAL	IMD _a	r	n	IMD _{Ap}
Bicicleta	66	70	69	67	66	41	21	388	57	54%	10	92
Moto	58	54	55	56	54	34	20	331	46	54%	10	74
Auto	13676	13782	14013	13810	13941	9638	347	79207	11189	54%	10	17962
Station Wagon	953	920	936	927	931	931	111	5709	807	54%	10	1296
Camioneta (Pickup)	780	777	786	779	787	616	90	4615	652	54%	10	1047
Camioneta (Panel)	24	22	21	23	24	9	9	132	19	54%	10	31
Camioneta (Rural)	850	841	859	872	884	631	78	5015	709	54%	10	1138
Micro	2080	2075	2107	2103	2117	1328	81	11891	1680	54%	10	2697
Bus 2E	28	29	29	27	26	15	10	164	24	54%	10	39
Camión 2E	29	28	29	29	27	18	4	164	21	54%	10	34
Camión 3E	25	26	24	23	26	12	5	141	18	54%	10	29
Trayler 2T2	18	20	19	21	24	9	3	114	15	54%	10	24

4.1.5. Diseño geométrico

Una vez definidos los resultados expuestos en los incisos anteriores del estudio topográfico, se procedió con la elaboración del diseño geométrico de la ciclovia. Para iniciar a elaborar el diseño, se requiere de una exhaustiva búsqueda y recopilación de datos confiables. Esta información es recopilada a través de diversas fuentes, como el Manual de Criterios de Diseño de Infraestructura Ciclo-inclusiva y Guía de Circulación del Ciclista de 2017, el Manual de Diseño de Infraestructura de Ciclovías de Lima Metropolitana de 2005, la Guía de Implementación de Sistemas de Transporte Sostenible no motorizados de 2020 y el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras Vigente (D.G. – 2018).

Iniciando con el diseño para la zona delimitada del caso de estudio, se consideraron ciertas estimaciones, como el diseño geométrico en planta de la ciclovia. Esto conlleva a utilizar lineamientos básicos como el ancho de la ciclovia, la velocidad de diseño y radio mínimo. En consecuencia, se generó el perfil longitudinal para finalmente establecer las secciones transversales.

4.1.5.1. Ancho de calzada

Como primer criterio para el diseño de las ciclovías, se determina el ancho libre de transitabilidad en función del usuario, tipo de vehículo y desplazamiento. Los anchos mínimos se clasifican de acuerdo al tipo de ciclovia en la siguiente tabla:

Tabla 22

Dimensiones estándar de ancho libre de circulación por tipo de infraestructura

ANCHO	CICLOCARRIL	CICLOVÍA UNIDIRECCIONAL	CICLOVÍA UNIDIRECCIONAL (CON SOBREPASO)	CICLOVÍA BIDIRECCIONAL
Mínimo (sin incluir resguardo)	1,40 m	1,60 m	2,00 m	2,80 m
Recomendado	1,80 m	2,00 m	2,40 m	3,20 m

4.1.5.2. Velocidad de diseño

Siguiendo con el lineamiento para el diseño de la ciclovía, es esencial determinar la velocidad de diseño. Esto se realiza bajo la clasificación del tipo de direccionalidad, ya sea vía compartida, ciclovía unidireccional, ciclovía bidireccional, entre otros. Asimismo, también guarda relación según el tipo de vía existente, basaso a la data alcanzada del estudio de levantamiento topográfico y el cálculo del IMDA, tal y como se observa en la Tabla 23:

Tabla 23

Tipo de infraestructura recomendado según las condiciones de velocidad y volumen de los motorizados de la vía

TIPO DE VÍA	TIPO DE INFRAESTRUCTURA RECOMENDADA	VELOCIDAD (MÁXIMA PERMITIDA) KM/H	VOLUMEN VEHICULAR/DÍA
Vía local o de acceso	Vía compartida	Hasta 30	Hasta 10.000
Vía local o de acceso	Carril compartido	Hasta 30	Hasta 10.000
Vía colectora	Ciclocarril	Hasta 40	Hasta 18.000
Vía arterial	Ciclovía unidireccional	Hasta 60	Mayores a 18.000
Vía arterial	Ciclovía bidireccional (en ambos costados de la vía)	Hasta 60	Mayores a 18.000

4.1.5.3. Radio de curvatura

El radio de curvatura es otro de los elementos fundamentales para el diseño de la infraestructura, tal como lo indica el Manual de Diseño para Infraestructura de Ciclovías (2005). Este radio se encuentra directamente relacionado con cada valor de velocidad de diseño, como se muestra en la tabla siguiente, la cual a su vez contrasta los resultados obtenidos de la Ecuación 1.

Tabla 24*Relación de velocidad de diseño con el radio de curvatura*

V (km/h)	R (m)
12	3.3
15	4.0
20	5.2
30	7.6

4.1.5.4. Distancia de visibilidad

Se maneja bajo el concepto de detener su transitabilidad dentro de la distancia necesaria al observar de manera inmediata algún obstáculo obstruido en el camino. Respecto a ello, se asume un valor de 2.5 segundos para el tiempo de percepción – reacción del ciclista y un coeficiente de fricción con un valor de 0.25. De esta manera, el Manual de Diseño para Infraestructura de Ciclovías (2005) denota la Ecuación 6 para determinar la distancia de visibilidad.

Ecuación 6

$$S = \frac{V^2}{255(G + f)} + 0.694 * V$$

Donde:

V: Velocidad de diseño (km/h)

f: Coeficiente de fricción

G: Pendiente (%)

Respecto a la cantidad de despeje lateral requerido en el interior de las curvas, es una función de la pendiente y del radio de curvatura. De esta manera, los cálculos deben estar basados en las líneas de descenso siempre y cuando los proyectos de diseño ciclovial sean bidireccionales, como se muestra a detalle en la Figura 14. No obstante, el Manual de Diseño para Infraestructura de Ciclovías (2005) denota la ecuación a utilizar para precisar la data.

Ecuación 7

$$M = R * \left[1 - \text{Cos} \left(28.65 * \frac{S}{R} \right) \right]$$

Donde:

R: Radio en el centro del carril (m)

S: Distancia de parada (m)

Ahora bien, con lo descrito con anterioridad, se obtuvieron como resultados los principales puntos de distancia de visibilidad, como se denota en la Tabla 25:

Tabla 25

Principales puntos de distancia de visibilidad

Velocidad de diseño (Km/h)	Pendiente (%)	Coefficiente de fricción	Distancia de visibilidad (m)
30	-0.33	0.14	46.65
30	-0.69	0.14	47.83
30	-1.13	0.14	45.57
30	-1.09	0.14	45.58
30	-1.19	0.14	45.61
30	-1.39	0.14	45.77
30	-0.75	0.14	47.57

4.1.5.5. Sección transversal típica

Parte esencial que nos permitió definir las dimensiones de los elementos, se delimitó una vez establecido el perfil longitudinal y dicha sección transversal típica, tal como se observa en la Figura 24. Posteriormente, se procedió a realizar el modelado en el software 3D SketchUp, lo que nos permitió crear superficies hasta obtener el diseño deseado para la implementación de la ciclovía. Además, se generó un video del modelado realizado en el software mencionado previamente, el cual se encuentra publicado en el aplicativo YouTube mediante el enlace de link: <https://youtu.be/Sfw8loHXY6Y>

Figura 25

Campo de visión libre de obstáculos en intersecciones



El diseño de la ciclovía, con sus respectivas intersecciones, está diseñado dentro de la visualización y modelado 3D del software AutoCAD y SketchUp, que tiene la data de las especialidades necesarias. Además, se realiza un análisis de ventaja y desventaja, como está resumido en la Tabla 26.

Tabla 26

Criterios para el diseño de intersecciones

Criterio	Aplicación
Intersecciones seguras	Garantizar buena visibilidad para todos los usuarios de la vía y reducir la velocidad de los vehículos motorizados.
Intersecciones coherentes	Diseño legible con demarcaciones de espacios de circulación y señalización clara.
Intersecciones directas	Recorridos fluidos y sin desvíos.

Tabla 27

Principales puntos con intersecciones de la propuesta de ciclovía

Descripción	Ubicación	Dimensiones	Cantidad
Intersección entre calles	Km 0+000.00 – 0+004.12	2.80m x 4.59m	1
Intersección entre calles	Km 2+582.29 – 2+612.79	2.80m x 30.47m	1
Intersección entre calles	Km 2+980.34 – 0+000.00	2.80m x 10.14m	1

4.1.7. Señalizaciones

Una vez definido el tramo y diseño de la red ciclovial, se procedió a identificar las progresivas donde se establecieron los diferentes tipos de control de tránsito, tanto de manera horizontal como vertical. Esto se hizo en conjunto con acciones, mecanismos y parámetros que nos brindó el Manual de Diseño para Infraestructuras de Ciclovías de 2005, así como también el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras 2016, Con la finalidad de garantizar el funcionamiento óptimo de la circulación del tránsito de ciclistas en los puntos de cruce.

Tabla 28

Principales señales reglamentarias de ida en la propuesta de ciclovía

Ubicación	Descripción	Tipo	Dimensiones	Sentido	Cantidad
Av. Santa Km 0+004.12	Velocidad máxima	R-30	60cm x 60cm	Derecha	1
Av. Gonzales Prada Km 2+980.34	Velocidad máxima	R-30	60cm x 60cm	Derecha	1
Av. Santa Km 0+004.12	Ciclovía	R-42	60cm x 60cm	Izquierda	1
Av. Gonzales Prada Km 2+980.34	Ciclovía	R-42	60cm x 60cm	Izquierda	1
Av. Santa Km 0+004.12	Pare	R-1	60cm x 60cm	Derecha	1

Av. Gonzales Prada Km 2+980.34	Pare	R-1	60cm x 60cm	Derecha	1
Av. Santa Km 0+004.12	Bidireccional	R-11	60cm x 60cm	Derecha	1

Tabla 29

Principales señales reglamentarias de vuelta en la propuesta de cicloavía

Ubicación	Descripción	Tipo	Dimensiones	Sentido	Cantidad
Av. Perú Km 0+302.87	Velocidad máxima	R-30	60cm x 60cm	Izquierda	1
Ca. Santa Cruz Km 2+582.29	Velocidad máxima	R-30	60cm x 60cm	Izquierda	1
Av. Perú Km 0+302.87	Cicloavía	R-42	60cm x 60cm	Derecha	1
Ca. Santa Cruz Km 2+582.29	Cicloavía	R-42	60cm x 60cm	Derecha	1
Av. Perú Km 0+302.87	Pare	R-1	60cm x 60cm	Izquierda	1
Ca. Santa Cruz Km 2+582.29	Pare	R-1	60cm x 60cm	Izquierda	1
Av. Gonzales Prada Km 2+980.34	Bidireccional	R-11	60cm x 60cm	Izquierda	1

4.2. Docimasia de hipótesis

Se realizó el diseño de la propuesta de la cicloavía la Av. América Sur, en la intersección con Av. Santa y Av. Gonzales Prada. La dimensión de la cicloavía es de 2.80m, considerando que la velocidad máxima para los ciclistas será de 30 km/h, lo que da un radio de curvatura de 7.6m. Además, se instauró 24 intersecciones y 80 señalizaciones en todo el tramo de estudio delimitado como propuesta de diseño.

V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1. Encuesta

Tabla 30

Conteo del cuestionario de la encuesta

N°	PREGUNTAS	ALTERNATIVAS	N° PERSONAS ENCUESTADAS
1	Género	Femenino	158
		Masculino	226
2	Edad	Entre 15 y 17 años	9
		Entre 18 y 30 años	314
		Entre 31 y 50 años	53
		Más de 51 años	8
3	¿Qué tipo de transporte utilizas para trasladarte frecuentemente?	Moto	35
		Auto	59
		Bicicleta	50
		Taxi	28
		A pie	24
4	¿Qué tiempo empleas en movilizarte?	Microbús	192
		De 5 a 15 minutos	225
		De 15 a 30 minutos	150
		Más de 30 minutos	24
5	¿Eres consciente de la contaminación masiva que produce el transporte motorizado?	Sí	367
		No	17
6	¿Tienes bicicleta?	Sí	257
		No	127
7	¿Con qué frecuencia utilizas o utilizarías la bicicleta?	Todos los días o casi todos los días	139
		Un vez al mes	74

		Una vez a la semana	126
		Nunca	45
		Inseguridad vial	183
8	¿Por qué no te transportas en bicicleta?	No existen ciclovías	126
		Por falta de práctica	75
		Vereda	107
9	Si transitas en bicicleta ¿Por dónde lo haces?	Calzada	85
		Ambos	192
10	¿Estarías de acuerdo si la Municipalidad Provincial de Trujillo implementa ciclovías?	Sí	371
		No	13
11	Si se implementa una ciclovía en la Av. América Sur ¿Dejarías de utilizar el transporte motorizado?	Sí	274
		No	110

Nota: La siguiente tabla muestra el conteo total del cuestionario de la encuesta realizada en la zona delimitada de estudio.

5.2. Estudio topográfico

Tabla 31

Ubicación geográfica de la zona delimitada de estudio

Localidad : Trujillo

Distrito : Trujillo

Provincia : Trujillo

Región : La Libertad

Coordenadas : UTM WGS84

Tabla 32

Coordenadas UTM de inventario vial

N° PUNTO	DESCRIPCIÓN	NORTE	ESTE	COTA
1	E_1	9104375.24	718595.82	48.06
2	E-2	9104354.15	718566.05	47.63
3	E_3	9104294.58	718721.67	47.24
4	POSTE	9104399.86	718541.03	48.02
5	POSTE	9104399.78	718540.98	48.03
6	LOTE	9104431.75	718554.05	48.30
7	LOTE	9104392.31	718547.76	48.03
8	LOTE	9104374.75	718570.01	48.02
9	LOTE	9104363.52	718567.60	47.79
10	LOTE	9104414.26	718576.09	48.28
11	LOTE	9104409.77	718581.96	48.33
12	POSTE	9104415.11	718584.96	48.38
13	LOTE	9104430.30	718588.58	48.50
14	LOTE	9104358.31	718586.74	47.85
15	LOTE	9104357.76	718590.52	47.93
16	POSTE	9104397.76	718596.36	48.29
17	POSTE	9104357.87	718594.50	47.88
18	LOTE	9104397.45	718597.23	48.29

19	POSTE	9104390.42	718603.42	48.14
20	POSTE	9104342.82	718613.96	47.69
21	LOTE	9104370.59	718631.64	47.94
22	POSTE	9104368.38	718630.55	47.94
23	POSTE	9104366.55	718633.68	47.91
24	LOTE	9104349.07	718659.07	47.75
25	POSTE	9104349.85	718655.75	47.76
26	BERMA	9104407.75	718552.42	48.10
27	BERMA	9104411.04	718556.14	48.15
28	BERMA	9104396.04	718575.13	48.09
29	BERMA	9104393.83	718576.96	48.10
30	BERMA	9104391.01	718574.86	48.07
31	BERMA	9104392.12	718572.31	48.03
32	BERMA	9104383.97	718583.03	48.09
33	BERMA	9104383.45	718584.41	48.11
34	BERMA	9104386.60	718585.85	48.13
35	BERMA	9104387.34	718584.04	48.14
36	BERMA	9104371.36	718598.76	47.84
37	BERMA	9104375.37	718593.58	47.93
38	BERMA	9104378.76	718592.99	47.96
39	BERMA	9104379.42	718596.29	48.00
40	BERMA	9104375.96	718600.76	47.90
42	E_4	9104210.36	718786.79	46.31
43	POSTE	9104324.46	718637.43	47.38
44	LOTE	9104317.35	718642.99	47.41
45	LOTE	9104315.98	718643.39	47.45
46	LOTE	9104306.00	718655.81	47.31
47	POSTE	9104277.50	718696.86	46.98
48	LOTE	9104276.87	718694.83	47.00
49	POSTE	9104254.35	718725.94	46.80
50	LOTE	9104252.51	718725.76	46.80
51	LOTE	9104212.01	718777.29	46.38
53	POSTE	9104257.44	718772.80	46.84
54	LOTE	9104257.18	718776.21	46.84

55	POSTE	9104233.85	718802.75	46.58
56	LOTE	9104235.67	718803.49	46.56
57	POSTE	9104227.47	718809.47	46.51
58	POSTE	9104212.28	718830.37	46.37
59	POSTE	9104207.52	718834.90	46.31
60	POSTE	9104205.51	718836.89	46.35
62	E_5	9104142.24	718915.20	45.70
63	LOTE	9104178.26	718815.12	46.06
64	POSTE	9104187.54	718811.89	46.02
65	LOTE	9104207.11	718840.04	46.44
66	LOTE	9104163.04	718839.79	45.81
67	POSTE	9104163.84	718842.08	45.78
68	POSTE	9104156.72	718851.17	45.53
69	POSTE	9104169.46	718884.58	45.91
70	LOTE	9104173.26	718883.07	45.96
71	LOTE	9104125.64	718887.29	45.15
72	LOTE	9104125.64	718887.30	45.15
73	POSTE	9104123.39	718892.74	45.07
74	POSTE	9104153.60	718903.63	45.72
75	POSTE	9104150.78	718908.94	45.70
76	LOTE	9104152.40	718909.83	45.68
77	POSTE	9104133.26	718930.38	45.54
78	LOTE	9104109.21	718908.21	44.82
79	POSTE	9104100.71	718921.54	44.63
80	POSTE	9104093.63	718931.06	44.42
81	LOTE	9104090.55	718931.78	44.24
82	LOTE	9104080.32	718941.11	44.33
83	E_6	9104003.72	719074.26	44.04
84	LOTE	9104040.01	719060.59	44.42
85	LOTE	9104056.81	718975.26	44.32
86	LOTE	9104040.21	718996.22	44.17
88	LOTE	9104019.57	719085.27	44.23
89	LOTE	9103999.02	719047.93	43.61
90	LOTE	9104004.03	719103.60	44.02

91	LOTE	9103978.66	719070.03	43.45
92	LOTE	9103993.99	719110.55	43.91
93	LOTE	9103964.42	719083.30	43.31
94	LOTE	9103963.25	719134.78	43.74
95	LOTE	9103951.58	719093.81	43.24
96	E_7	9103843.43	719172.65	43.01
97	E_8	9103698.51	719250.58	41.65
98	LOTE	9103949.03	719143.74	43.58
99	LOTE	9103899.46	719173.69	43.48
100	LOTE	9103875.80	719183.91	43.41
101	LOTE	9103871.44	719191.99	43.42
102	LOTE	9103930.01	719108.56	43.04
103	LOTE	9103905.78	719122.91	43.05
104	LOTE	9103882.96	719134.38	42.88
105	LOTE	9103849.82	719148.10	42.77
106	LOTE	9103844.82	719203.90	43.22
107	LOTE	9103839.57	719200.15	43.24
108	LOTE	9103828.38	719198.86	42.94
109	LOTE	9103821.98	719199.07	42.95
110	LOTE	9103815.58	719201.70	42.82
111	LOTE	9103811.44	719202.37	42.82
112	LOTE	9103800.80	719208.96	42.73
113	LOTE	9103772.88	719190.44	42.62
114	LOTE	9103750.10	719203.34	42.46
115	LOTE	9103739.75	719209.19	42.38
117	E_9	9103593.28	719284.94	40.27
118	LOTE	9103713.14	719258.72	41.79
119	LOTE	9103694.34	719269.16	41.61
120	LOTE	9103671.33	719278.50	41.31
121	LOTE	9103659.26	719282.12	41.21
122	LOTE	9103630.70	719287.66	40.65
123	LOTE	9103693.25	719235.38	41.73
124	LOTE	9103677.77	719243.55	41.53
125	LOTE	9103669.65	719247.07	41.44

128	LOTE	9103669.74	719246.96	41.45
129	LOTE	9103660.76	719250.18	41.32
130	LOTE	9103652.15	719252.75	41.22
131	LOTE	9103643.52	719254.76	41.12
132	LOTE	9103612.40	719258.16	40.74
133	LOTE	9103576.74	719252.23	40.20
134	E_10	9103382.30	719192.32	37.15
135	LOTE	9103627.37	719315.44	40.49
136	LOTE	9103632.76	719324.81	40.65
137	LOTE	9103625.75	719321.98	40.55
138	LOTE	9103621.59	719331.54	40.49
139	LOTE	9103604.00	719316.37	40.31
140	LOTE	9103491.34	719253.17	39.01
141	LOTE	9103552.79	719294.14	39.71
142	PFC_4	9103597.95	719270.99	40.39
144	E_11	9103135.62	719084.67	34.16
145	LOTE	9103440.99	719195.33	37.96
146	LOTE	9103428.21	719190.36	37.85
147	LOTE	9103392.23	719171.51	37.54
148	LOTE	9103383.47	719167.97	37.13
149	LOTE	9103369.84	719151.11	36.83
150	LOTE	9103349.29	719157.78	36.58
151	LOTE	9103357.50	719194.33	36.69
152	LOTE	9103375.06	719205.84	36.98
153	PFC_5	9103387.65	719192.98	37.14
154		9103135.62	719084.67	34.16
155	LOTE	9103139.75	719067.12	34.10
156	LOTE	9103125.17	719060.70	33.89
157	LOTE	9103078.14	719040.22	33.38
158	LOTE	9103110.68	719087.17	33.89
159	LOTE	9103112.76	719093.63	34.05
160	LOTE	9103109.79	719100.65	34.10
161	LOTE	9103127.49	719094.40	34.08
162	PFC-6	9103112.87	719073.25	33.81

163	E_12	9102943.77	719001.07	32.04
164	E_13	9102717.07	718901.11	30.66
165	LOTE	9102948.82	718983.93	31.99
166	LOTE	9102931.91	719012.45	31.94
167	LOTE	9102914.04	719004.69	32.03
168	PFC-7	9102909.82	718985.77	31.68
170	E_14	9102552.97	718829.28	28.99
171	LOTE	9102739.15	718928.50	31.15
172	LOTE	9102749.75	718897.24	30.83
173	LOTE	9102727.03	718887.27	30.66
175	PFC-8	9102696.34	718892.27	30.34
176	E_15	9102381.45	718715.14	26.55
177	LOTE	9102548.79	718845.47	29.06
178	LOTE	9102546.63	718846.82	28.98
179	LOTE	9102533.47	718837.80	28.61
180	LOTE	9102482.35	718806.76	27.69
181	LOTE	9102568.80	718817.13	29.13
182	LOTE	9102557.07	718813.64	28.95
183	LOTE	9102537.54	718804.87	28.60
184	LOTE	9102521.13	718794.00	28.25
185	LOTE	9102501.20	718779.81	27.91
187	E_16	9102244.64	718624.97	25.12
188	LOTE	9102370.35	718727.26	26.46
189	LOTE	9102360.64	718720.50	26.47
190	LOTE	9102338.70	718668.63	26.09
191	LOTE	9102351.30	718677.93	26.18
192	LOTE	9102372.19	718692.24	26.41
193	LOTE	9102375.02	718691.62	26.42
194	LOTE	9102384.71	718700.56	26.49
195	LOTE	9102384.71	718697.98	26.39
196	PFC-9	9102361.28	718700.92	26.23
197	E_16	9102244.64	718624.97	25.12
198	E_17	9102008.57	718441.43	22.20
199	LOTE	9102236.65	718635.57	25.02

200	LOTE	9102224.21	718627.32	24.80
201	LOTE	9102224.82	718588.30	24.67
202	LOTE	9102222.31	718587.56	24.61
203	LOTE	9102238.10	718600.36	24.83
204	PFC-10	9102248.93	718625.98	25.12
206	LOTE	9101983.39	718437.58	21.84
207	LOTE	9101999.79	718412.52	21.92
208	LOTE	9101976.48	718393.83	21.61
209	LOTE	9101957.03	718373.34	21.45
210	LOTE	9101942.09	718404.09	21.44
211	LOTE	9101921.03	718386.84	21.18
212	LOTE	9101877.85	718350.85	20.80
213	LOTE	9101861.49	718333.20	20.64
214	PFC-11	9102006.80	718435.91	21.95

5.3. Estudio de tráfico

Tabla 33

Resumen del conteo de bicicletas semanal

DÍA	FECHA	BICICLETAS
LUNES	21-Nov-22	66
MARTES	22-Nov-22	70
MIERCOLES	23-Nov-22	69
JUEVES	24-Nov-22	67
VIERNES	25-Nov-22	66
SABADO	26-Nov-22	41
DOMINGO	27-Nov-22	24

Nota: La siguiente tabla, nos muestra el resumen del conteo de bicicletas semanal que realizó en la zona delimitada.

Cálculo del Índice Medio Diario Actual Proyectado para bicicletas (IMDAp). Con el resultado obtenido de Índice Medio Diario Actual (IMDA) de la zona de estudio, fue factible desarrollar el cálculo del Índice Medio Diario Anual proyectado (IMDAp), considerando la tasa de crecimiento de vehículos en la garita del peaje, con un valor de 5.4%, según la data del INEI (2018).

Tabla 34

Resumen del IMDA proyectado para bicicleta

DÍA	BICICLETA
IMD	57
Fc	5.4%
n	10
IMDAp	92

Considerando el desarrollo en un periodo de diseño de 10 años, el IMDA proyectado para bicicletas es de 92 vehículos/día.

5.4. Diseño geométrico

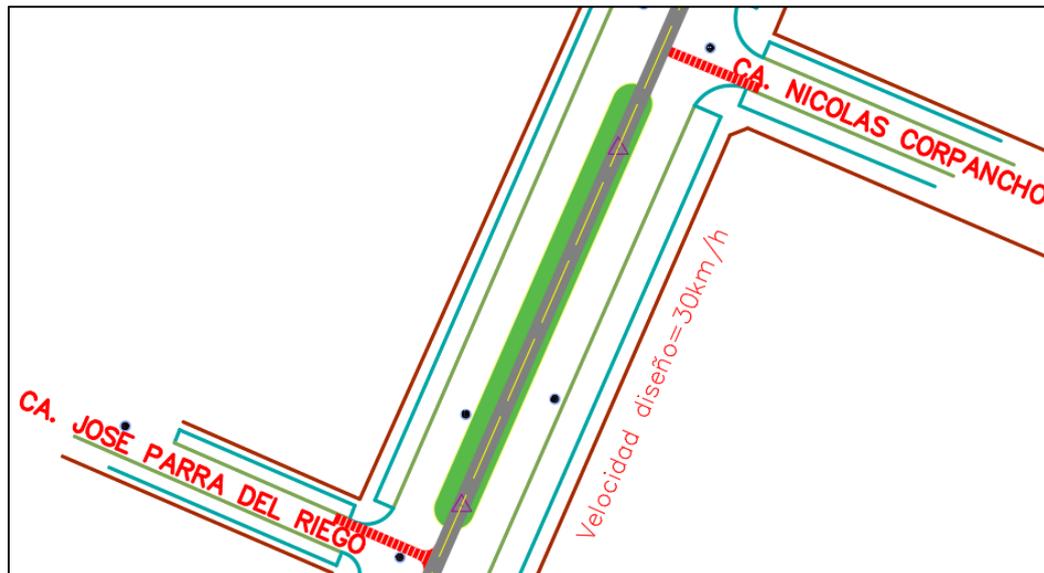
Ancho de calzada. Con base en la Tabla 22, fue posible considerar el ancho de calzada para el tipo de red ciclovial bidireccional un el valor de 2.80 m, y adicional a ello, un sardinel de 0.10 m de espesor.

Velocidad de diseño. Según la clasificación de la Tabla 23, que nos brinda el Manual de Lima (2017). el parámetro que guarda relación con el tipo de infraestructura bidireccional es el volumen vehicular por día. Mediante el estudio del tráfico realizado para este análisis de estudio, se obtuvo un conteo vehicular mayor de 18,000 vehículos, lo que resultó en una velocidad máxima de 60 km/h.

De otro lado, para la zona delimitada a analizar, con una condición climática considerada normal y un terreno plano pavimentado, se optó por utilizar una velocidad de diseño de 30 km/h.

Figura 26

Velocidad de diseño propuesto para la ciclovía



Nota: La figura nos muestra la velocidad de diseño siendo un valor de 30 km/h.

Radio de curvatura. De acuerdo con el Manual de Diseño para Infraestructura de Ciclovías (2005), se aprecian los valores del radio de curvatura correspondientes a distintas velocidades de diseño. Para este proyecto en particular, la velocidad de diseño es de 30 km/h. Siguiendo la data obtenida y lo mostrado en la Tabla 24, se determinó un radio de curvatura 7.6 m.

Distancia de visibilidad. Con la Ecuación 6, se determinó la distancia de visibilidad en base a la velocidad de diseño, el coeficiente de fricción y la pendiente.

Tabla 35*Distancia de visibilidad*

Velocidad de diseño (Km/h)	Pendiente (%)	Coefficiente de fricción	Distancia de visibilidad (m)
30	- 0.33	0.14	46.65
30	- 0.45	0.14	46.91
30	- 0.22	0.14	45.76
30	- 1.44	0.14	45.85
30	- 0.58	0.14	47.12
30	- 0.69	0.14	47.83
30	- 1.13	0.14	45.57
30	- 1.37	0.14	45.74
30	- 1.19	0.14	45.61
30	- 1.02	0.14	45.49
30	- 0.75	0.14	47.94
30	- 1.00	0.14	45.40
30	- 1.09	0.14	45.58
30	- 1.19	0.14	45.61
30	- 1.39	0.14	45.77
30	- 0.75	0.14	47.57
30	- 1.04	0.14	45.51
30	- 1.09	0.14	45.58

Tabla 36*Tabla de elementos geométricos de curva*

ELEMENTOS DE CURVA											
N°	R	L	T	Δ	C	E	M	P.C	P.T.	P.I. ESTE	P.I. NORTE
PI-1	19646	9.55	4.78	000°01'40"	9.55	0.00	0.00	0+310.99	0+320.55	718838.374	9104186.617
PI-2	2580	12.76	6.38	000°17'00"	12.76	0.01	0.01	0+439.05	0+451.81	718940.304	9104106.484
PI-3	211	68.20	34.40	018°28'39"	67.91	2.78	2.74	0+610.29	0+678.49	719097.559	9103984.109
PI-4	228	49.51	24.85	012°27'58"	49.41	1.35	1.35	0+705.75	0+755.26	719145.479	9103912.075
PI-5	60	11.31	5.67	010°42'50"	11.29	0.27	0.26	0+838.16	0+849.46	719186.432	9103806.311
PI-6	199	9.24	4.62	002°39'22"	9.24	0.05	0.05	0+920.95	0+930.18	719229.620	9103736.875
PI-7	40	7.33	3.68	010°34'43"	7.32	0.17	0.17	0+984.55	0+991.88	719260.213	9103682.192
PI-8	93	17.24	8.65	010°34'02"	17.22	0.40	0.40	1+015.60	1+032.84	719271.736	9103648.043
PI-9	92	27.96	14.09	017°30'22"	27.85	1.08	1.07	1+033.88	1+061.84	719275.077	9103624.502
PI-10	170	12.39	6.20	004°10'27"	12.38	0.11	0.11	1+066.65	1+079.04	719270.967	9103599.745
PI-11	47	14.66	7.39	017°52'05"	14.60	0.58	0.57	1+103.71	1+118.36	719267.464	9103561.652
PI-12	41335	86.69	43.34	000°07'13"	86.69	0.02	0.02	1+154.49	1+241.18	719233.357	9103481.772

PI-13	463	20.09	10.05	002°29'09"	20.09	0.11	0.11	1+298.70	1+318.79	719190.017	9103379.673
PI-14	115	3.98	1.99	001°58'53"	3.98	0.02	0.02	1+341.72	1+345.70	719174.972	9103348.112
PI-15	23516	13.91	6.96	000°02'02"	13.91	0.00	0.00	1+557.48	1+571.39	719086.937	9103145.700
PI-16	205	35.57	17.83	009°57'33"	35.53	0.78	0.77	2+226.97	2+262.54	718814.667	9102522.199
PI-17	88000	23.46	11.73	000°00'55"	23.46	0.00	0.00	2+469.44	2+492.90	718680.675	9102327.365
PI-18	250	16.24	8.12	003°43'16"	16.23	0.13	0.13	2+589.97	2+606.21	718614.533	9102230.952
PI-19	741	21.84	10.92	001°41'19"	21.83	0.08	0.08	2+883.34	2+905.17	718431.491	9101998.117

Nota: La siguiente tabla nos muestra los elementos geométricos de curva obtenidos a partir de la data analizada.

Intersecciones. A lo largo del tramo de la ciclovía que se diseñó, se llevaron a cabo 24 intersecciones, siguiendo las directrices establecidas en el Manual de Diseño para Infraestructuras de Ciclovías de Lima Metropolitana (2005).

Tabla 37

Data relacionada con las intersecciones entre calles a lo largo de la ciclovía

Descripción	Ubicación	Dimensiones	Cantidad
Intersección entre calles	Km 0+000.00 – 0+004.12	2.80m x 4.59m	1
Intersección entre calles	Km 0+020.11 – 0+33.75	2.80m x 4.66m	1
Intersección entre calles	Km 0+074.74 – 0+088.62	2.80m x 12.32m	1
Intersección entre calles	Km 0+302.87 – 0+329.45	2.80m x 25.20m	1
Intersección entre calles	Km 0+441.99 – 0+467.59	2.80m x 24.14m	1
Intersección entre calles	Km 0+501.47 – 0+517.66	2.80m x 14.88m	1
Intersección entre calles	Km 0+707.07 – 0+728.05	2.80m x 20.33m	1
Intersección entre calles	Km 0+797.83 – 0+839.56	2.80m x 38.42m	1
Intersección entre calles	Km 0+868.78 – 0+913.72	2.80m x 45.23m	1
Intersección entre calles	Km 1+040.27 – 1+063.22	2.80m x 22.83m	1
Intersección entre calles	Km 1+309.09 – 1+334.33	2.80m x 25.72m	1
Intersección entre calles	Km 1+578.07 – 1+589.98	2.80m x 12.16m	1
Intersección entre calles	Km 1+787.50 – 1+808.12	2.80m x 20.79m	1
Intersección entre calles	Km 1+892.89 – 1+909.09	2.80m x 16.74m	1
Intersección entre calles	Km 2+003.28 – 2+027.84	2.80m x 25.09m	1
Intersección entre calles	Km 2+211.71 – 2+235.13	2.80m x 23.71m	1
Intersección entre calles	Km 2+282.03 – 2+306.50	2.80m x 24.78m	1
Intersección entre calles	Km 2+333.10 – 2+351.18	2.80m x 18.09m	1
Intersección entre calles	Km 2+418.49 – 2+435.31	2.80m x 16.92m	1
Intersección entre calles	Km 2+463.61 – 2+478.03	2.80m x 14.44m	1
Intersección entre calles	Km 2+530.65 – 2+545.57	2.80m x 15.45m	1

Intersección entre calles	Km 2+582.29 – 2+612.79	2.80m x 30.47m	1
Intersección entre calles	Km 2+894.98 – 2+915.77	2.80m x 20.99m	1
Intersección entre calles	Km 2+980.34 – 0+000.00	2.80m x 10.14m	1
Total			24

Figura 27

Intersecciones diseñadas para propuesta de ciclovía



Nota: La figura muestra el diseño de la ciclovía propuesta inicialmente para la Av. América Sur intersección Av. Santa con Av. Gonzales Prada a través del software SketchUP.

Señalizaciones. Una vez determinada la sección transversal y elevación para el diseño de ciclovía en la intersección Av. América Sur con Av. Santa y Gonzales Prada, se procedió a implementar diferentes dispositivos de control de tránsito a lo largo de todo el tramo de la ciclovía con diferentes progresivas. En este proceso, se clasificaron las 80 señalizaciones que forman parte de la propuesta de la ciclovía.

Tabla 38

Señales reglamentarias en la dirección de ida en la propuesta de ciclovía

Ubicación	Descripción	Tipo	Dimensiones	Sentido	Cantidad
Av. Santa Km 0+004.12	Velocidad máxima	R-30	60cm x 60cm	Derecha	1
Av. Perú Km 0+329.45	Velocidad máxima	R-30	60cm x 60cm	Derecha	1
Ca. Prolongación Unión Km 0+467.59	Velocidad máxima	R-30	60cm x 60cm	Derecha	1
Ca. César Vallejo Km 0+839.56	Velocidad máxima	R-30	60cm x 60cm	Derecha	1
Ca. Aristóteles Km 1+063.22	Velocidad máxima	R-30	60cm x 60cm	Derecha	1
Ca. Guzmán Barrón Km 1+334.33	Velocidad máxima	R-30	60cm x 60cm	Derecha	1
Ca. Mariano Melgar Km 1+589.98	Velocidad máxima	R-30	60cm x 60cm	Derecha	1
Av. Ricardo Palma Km 2+027.84	Velocidad máxima	R-30	60cm x 60cm	Derecha	1
Av. José Eguren Km 2+306.50	Velocidad máxima	R-30	60cm x 60cm	Derecha	1
Ca. José Gálvez Km 2+435.31	Velocidad máxima	R-30	60cm x 60cm	Derecha	1
Ca. Suarez Km 2+478.03	Velocidad máxima	R-30	60cm x 60cm	Derecha	1
Francisco de Zela Km 2+545.57	Velocidad máxima	R-30	60cm x 60cm	Derecha	1
Ca. Santa Cruz Km 2+612.79	Velocidad máxima	R-30	60cm x 60cm	Derecha	1
Av. Gonzales Prada Km 2+980.34	Velocidad máxima	R-30	60cm x 60cm	Derecha	1
				Total	14

Ubicación	Descripción	Tipo	Dimensiones	Sentido	Cantidad
Av. Santa Km 0+004.12	Ciclovía	R-42	60cm x 60cm	Izquierda	1
Av. Perú Km 0+329.45	Ciclovía	R-42	60cm x 60cm	Izquierda	1
Ca. Prolongación Unión Km 0+467.59	Ciclovía	R-42	60cm x 60cm	Izquierda	1
Ca. César Vallejo Km 0+839.56	Ciclovía	R-42	60cm x 60cm	Izquierda	1
Ca. Aristóteles Km 1+063.22	Ciclovía	R-42	60cm x 60cm	Izquierda	1
Ca. Guzmán Barrón Km 1+334.33	Ciclovía	R-42	60cm x 60cm	Izquierda	1
Ca. Mariano Melgar Km 1+589.98	Ciclovía	R-42	60cm x 60cm	Izquierda	1
Av. Ricardo Palma Km 2+027.84	Ciclovía	R-42	60cm x 60cm	Izquierda	1
Av. José Eguren Km 2+306.50	Ciclovía	R-42	60cm x 60cm	Izquierda	1
Ca. José Gálvez Km 2+435.31	Ciclovía	R-42	60cm x 60cm	Izquierda	1
Ca. Suarez Km 2+478.03	Ciclovía	R-42	60cm x 60cm	Izquierda	1
Francisco de Zela Km 2+545.57	Ciclovía	R-42	60cm x 60cm	Izquierda	1
Ca. Santa Cruz Km 2+612.79	Ciclovía	R-42	60cm x 60cm	Izquierda	1
Av. Gonzales Prada Km 2+980.34	Ciclovía	R-42	60cm x 60cm	Izquierda	1
Total					14

Ubicación	Descripción	Tipo	Dimensiones	Sentido	Cantidad
Av. Santa Km 0+004.12	Pare	R-1	60cm x 60cm	Derecha	1
Av. Perú Km 0+329.45	Pare	R-1	60cm x 60cm	Derecha	1
Ca. Prolongación Unión Km 0+467.59	Pare	R-1	60cm x 60cm	Derecha	1

Ca. César Vallejo Km 0+839.56	Pare	R-1	60cm x 60cm	Derecha	1
Ca. Aristóteles Km 1+063.22	Pare	R-1	60cm x 60cm	Derecha	1
Ca. Guzmán Barrón Km 1+334.33	Pare	R-1	60cm x 60cm	Derecha	1
Ca. Mariano Melgar Km 1+589.98	Pare	R-1	60cm x 60cm	Derecha	1
Av. Ricardo Palma Km 2+027.84	Pare	R-1	60cm x 60cm	Derecha	1
Av. José Eguren Km 2+306.50	Pare	R-1	60cm x 60cm	Derecha	1
Ca. José Gálvez Km 2+435.31	Pare	R-1	60cm x 60cm	Derecha	1
Ca. Suarez Km 2+478.03	Pare	R-1	60cm x 60cm	Derecha	1
Francisco de Zela Km 2+545.57	Pare	R-1	60cm x 60cm	Derecha	1
Ca. Santa Cruz Km 2+612.79	Pare	R-1	60cm x 60cm	Derecha	1
Av. Gonzales Prada Km 2+980.34	Pare	R-1	60cm x 60cm	Derecha	1
Total					14
<hr/>					
Ubicación	Descripción	Tipo	Dimensiones	Sentido	Cantidad
Av. Santa Km 0+004.12	Bidireccional	R-11	60cm x 60cm	Derecha	1
Total					1

Tabla 39*Señales reglamentarias en la dirección de vuelta en la propuesta de cicloavía*

Ubicación	Descripción	Tipo	Dimensiones	Sentido	Cantidad
Av. Perú Km 0+302.87	Velocidad máxima	R-30	60cm x 60cm	Izquierda	1
Ca. Prolongación Unión Km 0+441.99	Velocidad máxima	R-30	60cm x 60cm	Izquierda	1
Ca. César Vallejo Km 0+797.83	Velocidad máxima	R-30	60cm x 60cm	Izquierda	1

Ca. Aristóteles Km 1+040.27	Velocidad máxima	R-30	60cm x 60cm	Izquierda	1
Ca. Guzmán Barrón Km 1+309.09	Velocidad máxima	R-30	60cm x 60cm	Izquierda	1
Ca. Mariano Melgar Km 1+578.07	Velocidad máxima	R-30	60cm x 60cm	Izquierda	1
Av. Ricardo Palma Km 2+003.28	Velocidad máxima	R-30	60cm x 60cm	Izquierda	1
Av. José Eguren Km 2+282.03	Velocidad máxima	R-30	60cm x 60cm	Izquierda	1
Ca. José Gálvez Km 2+418.49	Velocidad máxima	R-30	60cm x 60cm	Izquierda	1
Ca. Suarez Km 2+463.61	Velocidad máxima	R-30	60cm x 60cm	Izquierda	1
Francisco de Zela Km 2+530.65	Velocidad máxima	R-30	60cm x 60cm	Izquierda	1
Ca. Santa Cruz Km 2+582.29	Velocidad máxima	R-30	60cm x 60cm	Izquierda	1
Total					12

Ubicación	Descripción	Tipo	Dimensiones	Sentido	Cantidad
Av. Perú Km 0+302.87	Ciclovía	R-42	60cm x 60cm	Derecha	1
Ca. Prolongación Unión Km 0+441.99	Ciclovía	R-42	60cm x 60cm	Derecha	1
Ca. César Vallejo Km 0+797.83	Ciclovía	R-42	60cm x 60cm	Derecha	1
Ca. Aristóteles Km 1+040.27	Ciclovía	R-42	60cm x 60cm	Derecha	1
Ca. Guzmán Barrón Km 1+309.09	Ciclovía	R-42	60cm x 60cm	Derecha	1
Ca. Mariano Melgar Km 1+578.07	Ciclovía	R-42	60cm x 60cm	Derecha	1
Av. Ricardo Palma Km 2+003.28	Ciclovía	R-42	60cm x 60cm	Derecha	1
Av. José Eguren Km 2+282.03	Ciclovía	R-42	60cm x 60cm	Derecha	1
Ca. José Gálvez Km 2+418.49	Ciclovía	R-42	60cm x 60cm	Derecha	1
Ca. Suarez Km 2+463.61	Ciclovía	R-42	60cm x 60cm	Derecha	1
Francisco de Zela	Ciclovía	R-42	60cm x 60cm	Derecha	1

Km 2+530.65					
Ca. Santa Cruz	Ciclovía	R-42	60cm x 60cm	Derecha	1
Km 2+582.29					
Total					12

Ubicación	Descripción	Tipo	Dimensiones	Sentido	Cantidad
Av. Perú Km 0+302.87	Pare	R-1	60cm x 60cm	Izquierda	1
Ca. Prolongación Unión Km 0+441.99	Pare	R-1	60cm x 60cm	Izquierda	1
Ca. César Vallejo Km 0+797.83	Pare	R-1	60cm x 60cm	Izquierda	1
Ca. Aristóteles Km 1+040.27	Pare	R-1	60cm x 60cm	Izquierda	1
Ca. Guzmán Barrón Km 1+309.09	Pare	R-1	60cm x 60cm	Izquierda	1
Ca. Mariano Melgar Km 1+578.07	Pare	R-1	60cm x 60cm	Izquierda	1
Av. Ricardo Palma Km 2+003.28	Pare	R-1	60cm x 60cm	Izquierda	1
Av. José Eguren Km 2+282.03	Pare	R-1	60cm x 60cm	Izquierda	1
Ca. José Gálvez Km 2+418.49	Pare	R-1	60cm x 60cm	Izquierda	1
Ca. Suarez Km 2+463.61	Pare	R-1	60cm x 60cm	Izquierda	1
Francisco de Zela Km 2+530.65	Pare	R-1	60cm x 60cm	Izquierda	1
Ca. Santa Cruz Km 2+582.29	Pare	R-1	60cm x 60cm	Izquierda	1
Total					12

Ubicación	Descripción	Tipo	Dimensiones	Sentido	Cantidad
Av. Gonzales Prada Km 2+980.34	Bidireccional	R-11	60cm x 60cm	Izquierda	1
Total					1

Rampas. De acuerdo con el Manual de Criterios de Diseño de Infraestructura Ciclo-inclusiva y Guía de Circulación del Ciclista (2017), la rampa está destinado a conectar una vía con otra a diferentes niveles. Es esencial en las intersecciones de las ciclovías, ya que permite al ciclista disminuir la velocidad en la cual se encuentra transitando para evitar accidentes con los vehículos motorizados.

Tabla 40

Diseño de rampas

N°	PROGRESIVA	LONGITUD (M)	COTA		PENDIENTE (%)
	INICIO		INICIAL	FINAL	
1	0+004.12	2.00	48.42	48.52	5.00
2	0+074.74	2.00	48.1	48.00	5.00
3	0+088.62	2.00	47.96	48.06	5.00
4	0+302.87	2.00	47.44	47.34	5.00
5	0+329.45	2.00	47.13	47.23	5.00
6	0+441.99	2.00	46.07	45.97	5.00
7	0+467.59	2.00	46.00	46.1	5.00
8	0+501.47	2.00	45.91	45.81	5.00
9	0+517.66	2.00	45.74	45.84	5.00
10	0+707.07	2.00	44.31	44.21	5.00
11	0+728.05	2.00	44.08	44.18	5.00
12	0+797.83	2.00	43.79	43.69	5.00
13	0+839.56	2.00	43.5	43.6	5.00
14	0+868.78	2.00	43.28	43.18	5.00
15	0+913.72	2.00	42.67	42.77	5.00
16	1+040.27	2.00	41.09	40.99	5.00
17	1+063.22	2.00	40.6	40.7	5.00
18	1+309.09	2.00	37.07	36.97	5.00
19	1+334.33	2.00	36.62	36.72	5.00
20	1+578.07	2.00	34.16	34.06	5.00
21	1+589.98	2.00	33.95	34.05	5.00
22	1+787.50	2.00	32.21	32.11	5.00
23	1+808.12	2.00	31.97	32.07	5.00
24	1+892.89	2.00	31.67	31.57	5.00
25	1+909.09	2.00	31.49	31.57	5.00
26	2+003.28	2.00	30.68	30.58	5.00
27	2+027.84	2.00	30.48	30.58	5.00
28	2+211.71	2.00	29.1	29.00	5.00

29	2+235.13	2.00	28.76	28.86	5.00
30	2+282.03	2.00	28.29	28.19	5.00
31	2+306.50	2.00	27.92	28.02	5.00
32	2+333.10	2.00	27.72	27.62	5.00
33	2+351.18	2.00	27.43	27.53	5.00
34	2+418.49	2.00	26.7	26.6	5.00
35	2+435.31	2.00	26.41	26.51	5.00
36	2+463.61	2.00	26.18	26.08	5.00
37	2+478.03	2.00	25.92	26.02	5.00
38	2+530.65	2.00	25.6	25.5	5.00
39	2+545.57	2.00	25.42	25.52	5.00
40	2+582.29	2.00	25.07	24.97	5.00
41	2+612.79	2.00	24.55	24.65	5.00
42	2+894.98	2.00	22.05	21.95	5.00
43	2+915.77	2.00	21.74	21.84	5.00
44	2+980.34	2.00	21.2	21.1	5.00

Nota: La siguiente tabla nos muestra la ubicación de las rampas que forman parte de la propuesta del diseño de la ciclovía.

CONCLUSIONES

La presente investigación tuvo como finalidad realizar el diseño de una ciclo vía en la Av. América Sur con el objetivo de contribuir al decrecimiento de la congestión de tráfico vehicular y con ello un mejor desarrollo a nivel económico, social y cultural, no obstante, se realizó la ampliación de la propuesta inicial de diseño siendo desde la intersección de Av. Santa hasta Gonzales Parada con el propósito de interconectar principales universidades dentro de una avenida generalmente concurrida en la ciudad de Trujillo. En relación a lo expuesto con anterioridad, se realizó una encuesta aleatoria a 384 personas para dar a conocer la opinión sobre la necesidad de ciclo vías en la ciudad, es así que nos permitió conocer que el 97% de ellas respaldan la propuesta de estudio.

Con base en los resultados obtenidos de los estudios básicos de topografía y estudio de tráfico, revelaron que el tipo de orografía es plana convirtiendo el diseño de la ciclo vía en un diseño factible a ejecutar, asimismo, el Índice Medio Diario Anual Proyectado (IMDAp) para la transitabilidad de bicicletas se estimó en 92 vehículos/día. El diseño de la ciclo vía se caracteriza por una sección de vía constituida en la berma central, siguiendo los lineamientos del Manual de Criterios de Diseño de Infraestructura Ciclo-inclusiva y Guía de Circulación del Ciclista (2017), el Manual de Diseño para Infraestructura de ciclo vías (2005), como también el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras Vigente (DG-2018).

El diseño geométrico de la ciclo vía incluye una progresiva total de 3000.00 m., un radio de volteo de 7.6 m y una velocidad de diseño de 30 km/h; en adición a ello una sección transversal típica que consta de una calzada de 2.80 m con dos carriles de 1.40 m para cada uno en el separador de la berma central de la Av. América Sur. Además, se utilizó un bombeo del 1% y un micro pavimento de 2 cm sobre una base granular de 8 cm y una sub base de 10 cm.

El diseño geométrico también incluye intersecciones y dispositivos de control de tránsito basados en criterios de seguridad y comodidad de transitabilidad, siguiendo las directrices del Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. En total, se implementaron 24 intersecciones, 44 rampas y 80 señalizaciones de tipo preventiva y reglamentaria a lo largo del tramo de la zona delimitada para el estudio.

RECOMENDACIONES

A investigaciones futuras, se recomienda considerar de manera idónea el espacio urbano donde se implementará una ciclo vía y al mismo tiempo, tener en cuenta las directrices y estudios básicos necesarios, como la topografía que tenga como resultado una orografía plana, el tipo y ancho de la ciclo vía, la velocidad de diseño y, sobre todo, utilizar diferentes softwares para obtener mayor exactitud y una infraestructura óptima.

Para lograr una buena planificación ciclo vial, es fundamental seguir los lineamientos y especificaciones técnicas de las guías o manuales vigentes para asegurar el eficiente funcionamiento a lo largo de la vida útil del proyecto. Junto a ello, se recomienda concientizar a la población sobre el uso constante de medios de transporte alternativos, como la bicicleta, debido a su economía, a su eficiencia y, sobre todo, amigable con el medio ambiente.

Es recomendable realizar mantenimientos preventivos periódicos para conservar la ciclo vía en buen estado. No obstante, en la actualidad, ya existen proyectos que reemplazan el asfalto por el plástico reciclado denominado PlasticRoad, lo que resulta una vida útil de 50 años, este tipo de pavimentación está diseñado especialmente para eliminar problemas como agujeros y desniveles que pueden poner en riesgo la seguridad del ciclista.

Ahora, si bien es cierto, la semaforización exclusiva para la red ciclo vial es existente en nuestro país, no obstante, en la ciudad de Trujillo es escasa, lo que ocasiona inseguridad al peatón y retrasos en la transitabilidad del ciclista. Por esta razón, se recomienda instalar semáforos exclusivos para ciclistas en intersecciones de los ejes viales y mantener adecuadamente las señalizaciones, ya que son fundamentales para una óptima red ciclo vial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña L., R. (2016). *Guía de Diseño y Evaluación de Ciclovías para Costa Rica*. [Archivo PDF] <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/bitstream/handle/50625112500/851/Gu%C3%ADa%20de%20dise%C3%B1o%20y%20evaluaci%C3%B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- BID (2015). *Ciclo-inclusión en América Latina y el Caribe*. Banco Interamericano de Desarrollo. [Archivo PDF] <https://publications.iadb.org/es/ciclo-inclusion-en-america-latina-y-el-caribe-guia-para-impulsar-el-uso-de-la-bicicleta>
- BID (2015) *Informe sobre Sostenibilidad del BID 2015* [Archivo PDF]. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Informe-sobre-Sostenibilidad-del-BID-2015.pdf>
- Calderón, F. (2015). *Diseño geométrico de una red vial de ciclorutas en la localidad de Suba Bogotá D.C., la cual permita establecer una interconectividad vial desde la Av. calle 145 #118 hasta la calle 130-A #154*. [Universidad Distrital Francisco José de Caldas].
- California State Transportation Agency (2018). *Design Information Bulletin Number 89-01 CLASS IV BIKEWAY GUIDANCE (Separated Bikeways / Cycle Tracks)*. [Archivo PDF]. https://dot.ca.gov/-/media/dot-media/programs/design/documents/dib-89-01_kf-a11y.pdf
- California State Transportation Agency (2020). *Chapter 1000 – Bicycle Transportation Design*. [Archivo PDF]. <https://dot.ca.gov/-/media/dot-media/programs/design/documents/chp1000-a11y.pdf>
- Fondo de Inversiones Metropolitanas - INVERMET, de la Municipalidad de Lima.
- Gestión.pe (2020). *Pandemia del COVID – 19 dispara demanda por bicicletas y scooters eléctricos, según Mercado Libre*. [Nota de artículo] <https://gestion.pe/economia/pandemia-del-covid-19-dispara-la-demanda-por-bicicletas-y-scooters-electricos-segun-mercado-libre-nndc-noticia/>
- Grande, I y Abascal, E (2005). *Análisis de encuestas*. [Archivo PDF]. <http://www.marcialpons.es/libros/analisis-de-encuestas/9788473564205/>
- Guía Técnica para el Diseño de Ciclovías y Normas para el Diseño de Vías Urbanas, elaboradas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones

- (2016). *Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras*. [Archivo PDF] https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_6%20DCT-2016.pdf
- INEI (2020). *Perú: Proyecciones de Población, Según Departamento, Provincia y Distrito, 2018-2020*. [Archivo PDF] https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1715/libro.pdf
- INEI (2021). *Nota de Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2016). Mediante el Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras*. https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_6%20DCT-2016.pdf
- INEI (2021). *Nota de Prensa N° 140*. [Archivo PDF] <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/noticias/nota-de-prensa-no-140-2021-inei.pdf>
- LCC (2020). *Importación de bicicletas eléctricas creció 220% entre enero y agosto del 2020*. [Archivo PDF] <https://lacamara.pe/importacion-de-bicicletas-electricas-crecio-220-entre-enero-y-agosto-del-2020/?print=print>
- MTC (2020). *Manual para ciclistas del Perú*. [Archivo PDF]. <https://www.gob.pe/institucion/mtc/informes-publicaciones/1204203-manual-para-ciclistas-del-peru>
- Municipalidad de Lima, (2017) *Manual de Normas Técnicas para la Construcción de Ciclovías y Guía De Circulación de Bicicletas, 2017* (P. Calderón, C. Pardo, & J. J. Arrué, Eds.) Municipalidad de Lima [Archivo PDF]. <https://www.despacio.org/wp-content/uploads/2017/04/Manual-Lima20170421.pdf>.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2011) *Norma Técnica GH.020 Componentes de diseño urbano* [Archivo PDF]. http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/NORMA_GH.020_COMPOENENTES_DE_DISENO_URBAN_O.pdf

- Municipalidad de Lima (2022). *Plan de Implementación de Ciclovías en Lima Metropolitana 2022 – 2024*. [Archivo PDF] <https://smia.munlima.gob.pe/uploads/documento/1fae2b9b6063266a.pdf>
- Millán Lagunas, M. M. (2018) *La ciclovía como movilidad sustentable; una propuesta mediante el análisis espacial con geotecnologías, caso de estudio Zona Urbana de Toluca* [Tesis de Título, Universidad Autónoma del Estado de México]. <http://hdl.handle.net/20.500.11799/99443>
- Núñez Urquiaga, J. C. J. (2020) *Zona – cycling, bicicletas de alquiler sostenible para promover el uso de ciclovías del transporte metropolitano de Trujillo, 2019* [Tesis de Título, Universidad Cesar Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/47365>
- Provias Nacional. (2018). *Flujo vehicular por unidades de trabajo. Informe técnico julio 2018*
- Quintero, B. (2018). *El 10% de las ciclovías de américa latina se concentran en santiago y sube la presión vial.*
- Salas, M. (2013). *Ámsterdam, la ciudad donde la bicicleta manda. Amsterdam: Periodista*
- Sevillano Zavala, J. F. (2019) *Plan rector y diseño conceptual de red de ciclovías para el distrito de Piura* [Tesis de Título, Universidad Privada Antenor Orrego]. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/6007>
- Tayasco Ganoza, R. (2019) *Diseño de una vía ciclista y peatonal para la recuperación urbana en la Av. Mariscal Ramón Castilla, Distrito de Santiago de Surco (Lima)* [Tesis de Título, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/15500>
- Vistín, N. (2018) *Diseño de una ciclovía en la ciudad de Guaranda, provincia de Bolívar* [Tesis de Título, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/15078>
- Yomona Aguilar, J. M. (2020) *Propuesta de un diseño de ciclovía que interconecte las principales universidades y centros comerciales de la ciudad de Trujillo, 2018* [Tesis de Título, Universidad Nacional de Trujillo]. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/16157>

ANEXOS

1. Instrumento de recolección de datos

Anexo 1

Formato de cuestionario

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
ENCUESTA DE INVESTIGACIÓN SOBRE IMPLEMENTACIÓN
DE CICLOVÍAS EN LA CIUDAD DE TRUJILLO



La presente encuesta forma parte de la investigación de una tesis que busca proponer la implementación de una ciclo vía en la Av. América Sur en la ciudad de Trujillo, como alternativa de solución a la problemática de movilidad y transporte congestionado beneficiando a diversos usuarios que transitan en bicicleta para acceder sin dificultad a la conectividad ciclovial, mediante un transporte eficiente, seguro, económico y rápido. Marque con una "X" su respuesta.

Tamiko Gonzalez Mizanda

1. Género

- Femenino
 Masculino

2. Edad

- Entre 15 y 17 años
 Entre 18 y 30 años
 Entre 31 y 50 años
 Más de 51 años

3. ¿Qué tipo de transporte utilizas para trasladarte frecuentemente?

- Moto
 Auto
 Bicicleta
 Taxi
 A pie
 Microbús

4. ¿Qué tiempo empleas en movilizarte?

- De 5 a 15 minutos
 De 15 a 30 minutos

Más de 30 minutos

5. ¿Eres consciente de la contaminación masiva que produce el transporte motorizado?

Si
 No

6. ¿Tienes bicicleta?

Si
 No

7. ¿Con qué frecuencia utilizas o utilizarías la bicicleta?

Todos los días o casi todos los días
 Un vez al mes
 Una vez a la semana
 Nunca

8. ¿Por qué no te transportas en bicicleta?

Inseguridad vial
 No existen ciclovías
 Por falta de práctica

9. Si transitas en bicicleta ¿Por dónde lo haces?

Vereda
 Calzada
 Ambos

10. ¿Estarías de acuerdo si la Municipalidad Provincial de Trujillo implementa ciclovías?

<input checked="" type="checkbox"/>	Si
<input type="checkbox"/>	No

11. Si se implementa una ciclovía en la Av. América Sur ¿Dejarías de utilizar el transporte motorizado?

<input checked="" type="checkbox"/>	Si
<input type="checkbox"/>	No



Nota: La siguiente ficha nos muestra la encuesta respondida por un ciudadano que fue realizado para conocer la aceptabilidad de la propuesta de diseño.

Anexo 3*Ficha de resumen de estudio topográfico*

Título de tesis:

Lugar:

Fecha:

1. Imagen Satelital:

2. Sistema de coordenadas:

3. Puntos de referencia:

Descripción del Punto	Norte	Este	Elevación

4. Programa para obtener curvas de nivel:

5. Programa de procesamiento de datos:

Nota: Ficha de resumen utilizada para el estudio topográfico obtenida del Informe Técnico Provias Nacional del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2017).

Anexo 4

Informe de procesamiento mediante Agisoft Metashape

Agisoft Metashape

Informe de procesamiento

18 November 2022



Datos del levantamiento

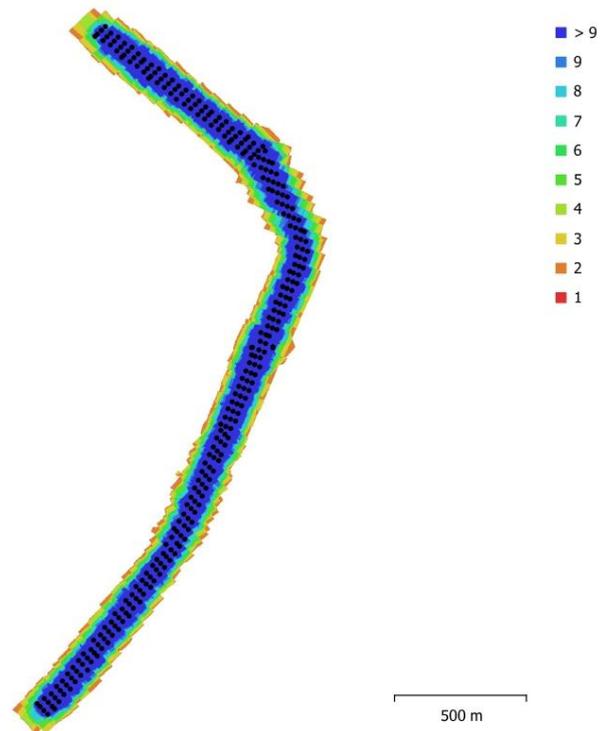


Fig. 1. Posiciones de cámaras y solapamiento de imágenes.

Número de imágenes: 308	Panorámicas multicámara: 308
Altitud media de vuelo: 120 m	Puntos de paso: 361,924
Resolución en terreno: 2.96 cm/pix	Proyecciones: 1,122,941
Área cubierta: 0.594 km ²	Error de reproyección: 1.24 pix

Modelo de cámara	Resolución	Distancia focal	Tamaño de píxel	Precalibrada
FC6310S (8.8mm)	5472 x 3648	8.8 mm	2.41 x 2.41 micras	No

Tabla 1. Cámaras.

Puntos de control terrestre

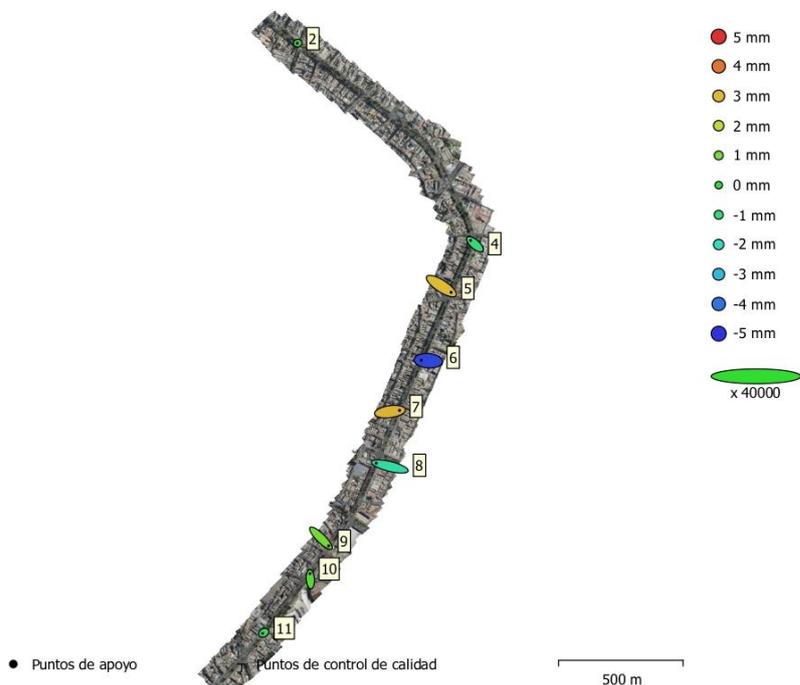


Fig. 3. Posiciones de puntos de apoyo y estimaciones de errores.

El color indica el error en Z mientras el tamaño y forma de la elipse representan el error en XY.

Las posiciones estimadas de puntos de apoyo se marcan con puntos o cruces.

Número	Error en X (mm)	Error en Y (mm)	Error en Z (mm)	Error en XY (mm)	Total (mm)
9	1.49199	0.846063	2.2532	1.71519	2.83174

Tabla 3. ECM de puntos de apoyo.

X - Este, Y - Norte, Z - Altitud.

Nombre	Error en X (mm)	Error en Y (mm)	Error en Z (mm)	Total (mm)	Imagen (pix)
4	-0.888645	0.781453	-0.995916	1.54668	0.119 (12)
5	1.95147	-1.2715	2.9732	3.77688	0.094 (15)
6	-1.40038	0.111329	-4.69987	4.90533	0.128 (11)
7	1.9047	0.264917	3.09445	3.64331	0.139 (15)
8	-2.71915	0.67713	-1.67336	3.2638	0.181 (14)
9	1.54779	-1.54094	0.915453	2.36817	0.147 (12)
10	-0.0768659	1.13244	0.491943	1.23706	0.124 (12)
11	-0.215912	-0.128964	-0.54286	0.598287	0.144 (15)
2	-0.0748072	-0.0197334	0.145271	0.164588	0.346 (4)
Total	1.49199	0.846063	2.2532	2.83174	0.150

Tabla 4. Puntos de apoyo.

X - Este, Y - Norte, Z - Altitud.

Modelo digital de elevaciones

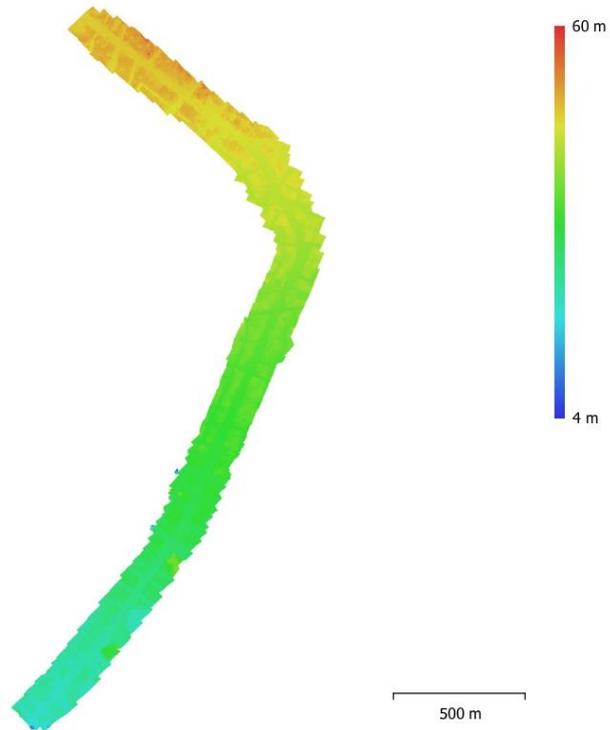


Fig. 4. Modelo digital de elevaciones.

Resolución: 11.8 cm/pix
Densidad de puntos: 71.4 puntos/m²

Parámetros de procesamiento

Generales

Cámaras	308
Cámaras orientadas	308
Marcadores	9

Formas

Políneas	978
Polígonos	51845
Sistema de coordenadas	WGS 84 / UTM zone 17S (EPSG::32717)
Ángulo de rotación	Guñada, cabeceo, alabeo

Nube de puntos

Puntos	361,924 de 390,338
RMS error de reproyección	0.122897 (1.23675 pix)
Error de reproyección máximo	0.846605 (46.0008 pix)
Tamaño promedio de puntos característicos	8.44066 pix
Colores de puntos	3 bandas, uint8
Puntos clave	No
Multiplicidad media de puntos de paso	3.24453

Parámetros de orientación

Precisión	Media
Pre-selección genérica	Sí
Pre-selección de referencia	Sí
Puntos claves por foto	40,000
Puntos de paso por foto	4,000
Adaptativo ajuste del modelo de cámara	Sí
Tiempo búsqueda de emparejamientos	2 minutos 23 segundos
Tiempo de orientación	2 minutos 50 segundos

Parámetros de optimización

Parámetros	f, b2, cx, cy, k1-k3, p1, p2
Adaptativo ajuste del modelo de cámara	No
Tiempo de optimización	9 segundos
Versión del programa	1.5.2.7838

Mapas de profundidad

Número	308
--------	-----

Parámetros de obtención de mapas de profundidad

Calidad	Media
Nivel de filtrado	Leve
Tiempo de procesamiento	13 minutos 26 segundos
Versión del programa	1.5.2.7838

Nube de puntos densa

Puntos	64,559,003
Colores de puntos	3 bandas, uint8

Parámetros de obtención de mapas de profundidad

Calidad	Media
Nivel de filtrado	Leve
Tiempo de procesamiento	13 minutos 26 segundos

Parámetros de generación de la nube densa

Tiempo de procesamiento	17 minutos 13 segundos
Versión del programa	1.5.2.7838

Modelo

Caras	4,295,668
-------	-----------

Generales

Vértices 2,150,763
 Colores de vértices 3 bandas, uint8

Parámetros de obtención de mapas de profundidad

Calidad Media
 Nivel de filtrado Leve
 Tiempo de procesamiento 13 minutos 14 segundos

Parámetros de reconstrucción

Tipo de superficie Arbitrario
 Datos fuente Mapas de profundidad
 Interpolación Habilitada
 Máscaras volumétricas estrictas No
 Tiempo de procesamiento 1 hora 40 minutos
 Versión del programa 1.5.2.7838

Modelo digital de elevaciones

Tamaño 17,260 x 34,274
 Sistema de coordenadas WGS 84 / UTM zone 17S (EPSG::32717)

Parámetros de reconstrucción

Datos fuente Nube de puntos densa
 Interpolación Habilitada
 Tiempo de procesamiento 4 minutos 12 segundos
 Versión del programa 1.5.2.7838

Ortomosaico

Tamaño 40,407 x 93,935
 Sistema de coordenadas WGS 84 / UTM zone 17S (EPSG::32717)
 Colores 3 bandas, uint8

Parámetros de reconstrucción

Modo de mezcla Mosaico
 Superficie Modelo digital de elevaciones
 Permitir el cierre de agujeros Sí
 Tiempo de procesamiento 20 minutos 17 segundos
 Versión del programa 1.5.2.7838

Software

Versión 1.5.2 build 7838
 Plataforma Windows 64

2. Evidencias de ejecución de la propuesta de diseño

Anexo 5

Registro fotográfico de encuesta de investigación



Anexo 6

Registro fotográfico de encuesta de investigación



Anexo 7

Registro fotográfico de conteo vehicular en Av. César Vallejo

**Anexo 8**

Registro fotográfico de levantamiento topográfico en Av. Gonzales Prada

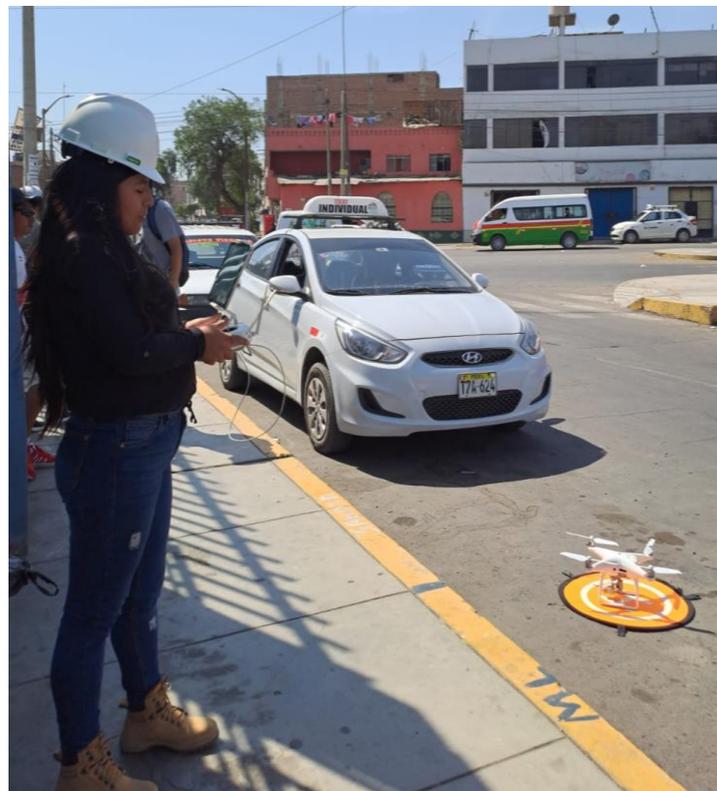


Anexo 9

Registro fotográfico de levantamiento topográfico en Prolongación Unión

**Anexo 10**

Registro fotográfico de fotogrametría aérea en Francisco de Zela



Anexo 11

Registro fotográfico del dron para fotogrametría aérea

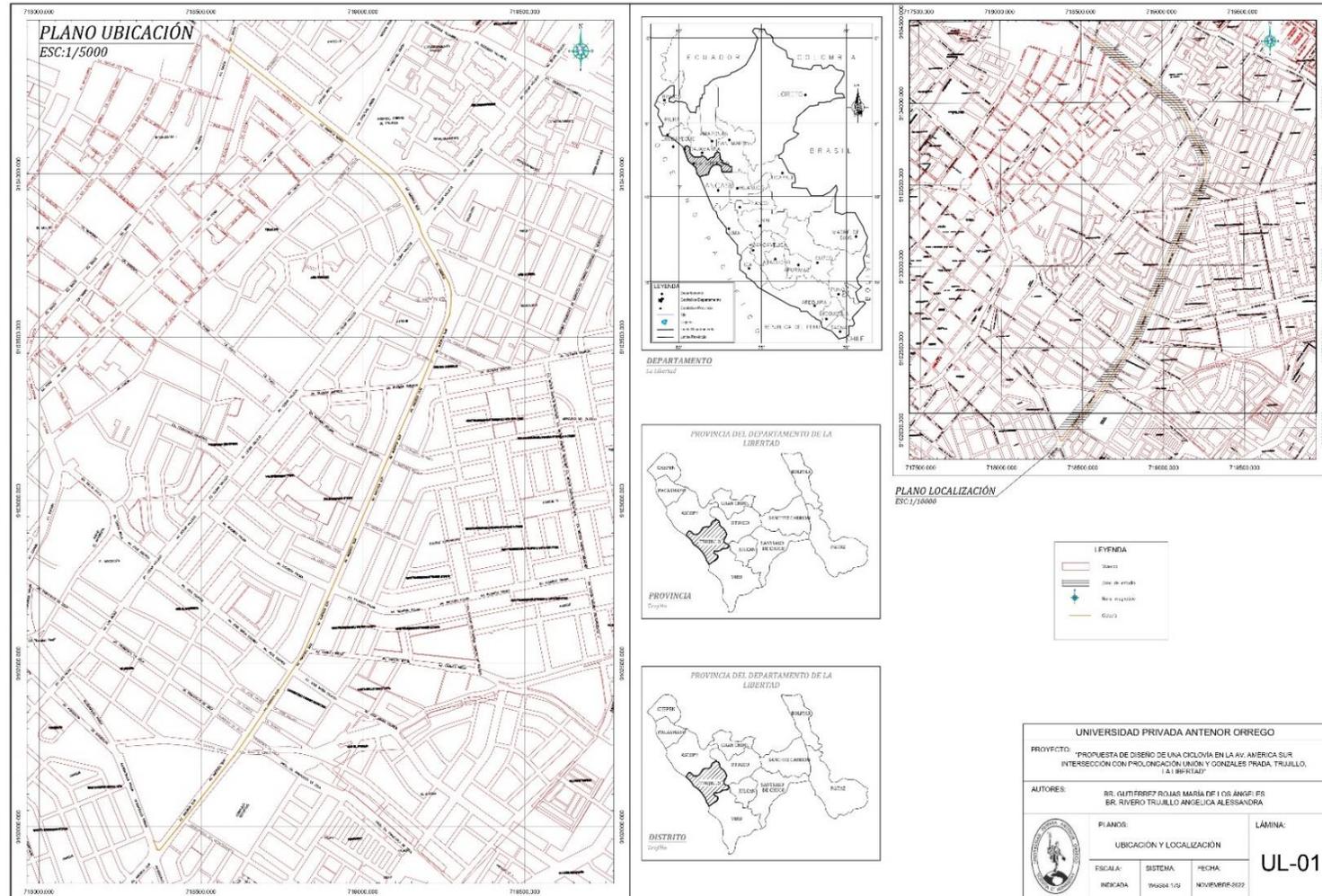
**Anexo 12**

Registro fotográfico de la ruta delimitada para fotogrametría aérea



Anexo 13

Mapa de ubicación y localización de la propuesta de la ciclo vía



Anexo 14

Vista en planta de diseño geométrico de la ciclo vía propuesta

Anexo 15

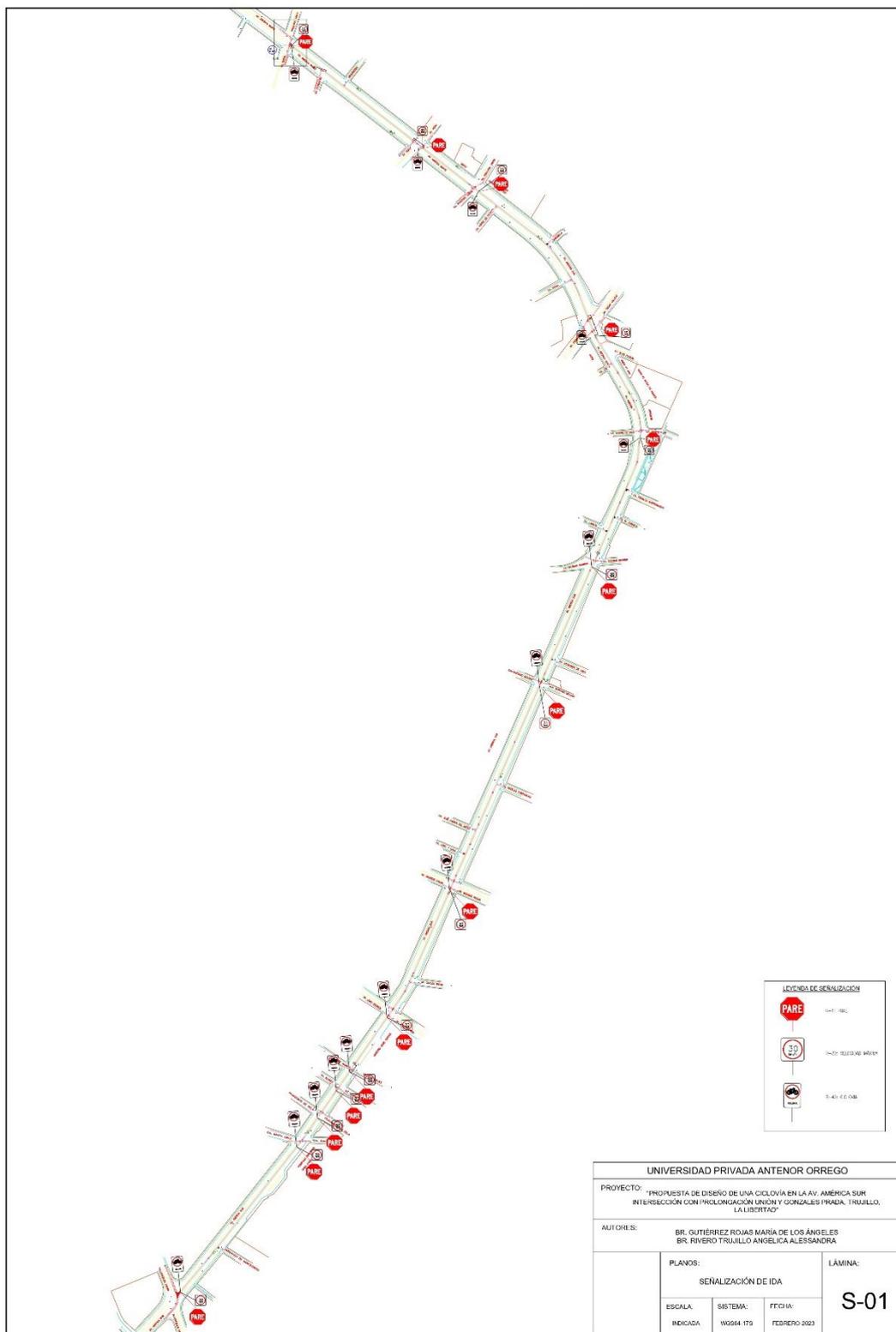
Perfil longitudinal de la ciclovía propuesta

Anexo 16

Secciones transversales de diseño de la ciclovía propuesta

Anexo 17

Señalizaciones de ida y vuelta del diseño de la cicloavía



3. Constancia del asesor

Informe Final de Asesoramiento

Señor: Director del Programa de Estudio de Ingeniería Civil

Asunto: Informe final de asesoramiento de tesis

Fecha: Trujillo, 04 de agosto del 2023

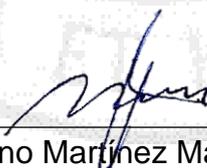
De conformidad con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad, y en cumplimiento de la Resolución de Facultad N° 2392-2022-FI-UPAO el suscrito, docente asesor de la tesis titulada: PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA CICLOVÍA EN LA AV. AMÉRICA SUR INTERSECCIÓN CON PROLONGACIÓN UNIÓN Y AV. GONZALES PRADA, TRUJILLO, LA LIBERTAD del Br. Gutiérrez Rojas María de los Ángeles y el Br. Rivero Trujillo Angelica Alessandra cumpla con informar sobre el asesoramiento realizado, detallando lo siguiente:

La presente tesis cumple con el cronograma y proceso de investigación de acuerdo al proyecto de tesis, asimismo informe que la tesis reúne la calidad académica exigida por el Programa de Estudio de Ingeniería Civil.

Adjunto:

- Reporte de coincidencias generado con el software Antiplagio Turnitin y firmado por el suscrito, que no supera el 20%.

Atentamente,



Ing. Merino Martínez Marcelo Edmundo
Docente Asesor
Reg. Cip: N° 77111



Trujillo, 11 de diciembre del 2022

RESOLUCIÓN N° 2392-2022-FI-UPAO

VISTO, el informe favorable del Jurado Evaluador del Proyecto de Tesis, titulado **“PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA CICLOVÍA EN LA AV. AMÉRICA SUR INTERSECCIÓN CON PROLONGACIÓN UNIÓN Y AV. GONZALES PRADA, TRUJILLO, LA LIBERTAD”**, de los Bachilleres: **GUTIÉRREZ ROJAS, MARÍA DE LOS ÁNGELES** y **RIVERO TRUJILLO, ANGELICA ALESSANDRA**, del Programa de Estudio de Ingeniería Civil, y;

CONSIDERANDO:

Que, el Jurado Evaluador conformado por los señores docentes: **Ing. PAUL HENRIQUEZ ULLOA**, Presidente; **Ing. GONZALO DIAZ GARCIA**, Secretario; **Ing. ELKA PANDURO ALVARADO**, Vocal; han revisado el Proyecto de Tesis, encontrándolo conforme, y;

Que, el Proyecto de Tesis ha sido elaborado conforme a las exigencias prescritas por el Reglamento de Grados y Títulos de Pregrado de la Universidad, el mismo que fue sometido a evaluación por el mencionado jurado evaluador, quien por acuerdo unánime recomendó su aprobación, tal como se desprende del informe elevado a la Facultad de Ingeniería;

Que, de acuerdo al Artículo 28° del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad, el Proyecto de Tesis se inscribe en el libro de proyectos de tesis a cargo de la Secretaría Académica de la Facultad;

Estando al Estatuto de la Universidad, al Reglamento de Grados y Títulos la Universidad y a las atribuciones conferidas a éste Despacho;

SE RESUELVE:

PRIMERO: APROBAR la modalidad de titulación solicitada por los Bachilleres: **GUTIÉRREZ ROJAS, MARÍA DE LOS ÁNGELES** y **RIVERO TRUJILLO, ANGELICA ALESSANDRA**, consistente en presentación, ejecución y sustentación de una **TESIS** para optar el título profesional de **INGENIERO CIVIL**.

SEGUNDO: APROBAR y DISPONER la inscripción del Proyecto de Tesis titulado: **“PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA CICLOVÍA EN LA AV. AMÉRICA SUR INTERSECCIÓN CON PROLONGACIÓN UNIÓN Y AV. GONZALES PRADA, TRUJILLO, LA LIBERTAD”**.

TERCERO: COMUNICAR a los Bachilleres que tienen un plazo máximo de **UN AÑO** para desarrollar y sustentar su Tesis, a cuyo vencimiento, se produce la caducidad del mismo, perdiendo el derecho exclusivo sobre el tema elegido.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE.


Dr. Ángel Alandoca Quenta
DECANO

C: Copia
E3 Archivo
E3 Programa de Estudio de Ingeniería Civil
A.A.Q.:^o Karin