

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BUILDING
INFORMATION (BIM) EN LAS CICLOVIÁS DE LA
PROVINCIA DE TRUJILLO, 2022”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Luis Alberto Miranda Esquivel

Asesor:

Mg. Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz

<https://orcid.org/0000-0003-3392-9580>

Trujillo - Perú

JURADO EVALUADOR

Presidente (a) del Jurado	Alvarado Ruiz Cinthya	221096
	Nombre y Apellidos	Nº Nro. Colegiatura o DNI

Miembro del Jurado	Azañedo Medina Wiston	107619
	Nombre y Apellidos	Nro. Colegiatura o DNI

Miembro del Jurado	Sagastegui Vásquez Germán	126049
	Nombre y Apellidos	Nro. Colegiatura o DNI

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme voluntad para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres Flor y Luis quienes, con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mis hermanos Arnold y Clarissa, por ser fuente de mi motivación para poder crecer día a día.

A mi abuelita, Corina por haberme apoyado en lograr mis sueños como la realización de esta investigación.

A mi familia, por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida.

A mi ahijado Benjamín por ser parte de mi fortaleza y felicidad.

A Elizabeth Ramos C. que estuvo apoyándome en cada decisión que tomara, por su paciencia y entrega para conmigo. Gracias por todo.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.

A mis padres por ser mi pilar fundamental y haberme apoyado incondicionalmente, pese a las adversidades e inconvenientes que se presentaron.

A mi familia, por haber sido mi apoyo y mi motivación durante todo este tiempo para lograr esta gran meta.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al Ing. Josualdo Villareal, principal colaborador durante todo este proceso, quien, con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo

TABLA DE CONTENIDOS

JURADO EVALUADOR	2
DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO	4
TABLA DE CONTENIDOS	5
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	11
RESUMEN.....	12
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	13
1.1 Realidad problemática.....	13
1.2 Formulación del problema.....	65
1.3 Objetivos	65
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	66
CAPÍTULO III. RESULTADOS	94
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	108
REFERENCIAS.....	117
ANEXOS.....	121

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cantidad de habitantes en los distritos de Trujillo proyectados hasta el año 2020.	28
Tabla 2. Lista internacional de indicadores de sostenibilidad urbana.	41
Tabla 3. Dimensiones básicas estándar por tipo de bicicleta.	42
Tabla 4. Velocidad de diseño en función de la pendiente.	51
Tabla 5. Relación de velocidad de diseño con el radio de volteo.....	52
Tabla 6. Sobreanchos de ciclovía por pendiente.	53
Tabla 7. Sobreanchos de ciclovías por radios de curvaturas.	53
Tabla 8. Características de los pavimentos.....	64
Tabla 9. Diseño de investigación.....	67
Tabla 10. Matriz de clasificación de variables.	67
Tabla 11. Matriz de operacionalización de variables.	69
Tabla 12. Tamaño de la muestra.....	71
Tabla 13. Validación de instrumentos.	73
Tabla 14. Resultados obtenidos en las encuestas aplicadas al muestreo obtenido.	84
Tabla 15. Georreferenciación del inicio y final de la ciclovía.....	97
Tabla 16. Principales puntos topográficos de la ciclovía.	97
Tabla 17. Principales puntos topográficos de la ciclovía.	98
Tabla 18. Resumen del conteo de tráfico de acuerdo al tipo de vehículos.....	99
Tabla 19. Índice Medio Anual (IMDA) para los vehículos no motorizados.	99
Tabla 20. Índice Medio Anual (IMDA) para los vehículos motorizados.....	100
Tabla 21. Índice Medio Diario Anual (IMDA) proyectado para un periodo de diseño(n).	100
Tabla 22. Cálculo de la distancia de visibilidad para la ciclovía.....	101

Tabla 23. Información sobre intersecciones entre calles a lo largo de la ciclovía.	102
Tabla 24. Información sobre intersecciones en avenidas a lo largo de la ciclovía.....	103
Tabla 25. Información sobre intersecciones en rotondas a lo largo de la ciclovía.	103
Tabla 26. Resumen de intersecciones en las ciclovías.	103
Tabla 27. Resumen de Metrados.	106
Tabla 28. Resumen del Presupuesto.	139

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa vial en la Provincia de Trujillo.....	29
Figura 2. Pirámide de modos y sus características características.	30
Figura 3. Enfoque Evitar-Cambiar-Mejorar y las decisiones relevantes.....	31
Figura 4. Ciclovía en Malecón de Miraflores.....	32
Figura 5. Ciclovía en Av. Universitaria.....	33
Figura 6. Ciclovía en Av. Larco.	34
Figura 7. Ciclovía en Av. Salaverry.	35
Figura 8. Espacio libre requerido por un ciclista urbano.....	43
Figura 9. Ejemplo de una vía no segregada en Barcelona.....	44
Figura 10. Ejemplo esquematizado de vía compartida.....	44
Figura 11. Ejemplo esquematizado de carril compartido.....	45
Figura 12. Ejemplo esquemático de ciclocarril.	46
Figura 13. Ejemplo de una vía segregada en Santiago de Chile.....	47
Figura 14. Ejemplo esquemático de una ciclovía unidireccional.	48
Figura 15. Ejemplo esquemático de una ciclovía bidireccional.	48
Figura 16. Ejemplo esquemático de una cicloacera unidireccional.....	49
Figura 17. Ejemplo esquemático de una cicloacera bidireccional.....	50
Figura 18. Ejemplo esquemático de una cicloenda en un corredor.	50
Figura 19. Dimensiones estándar de ancho libre de circulación por tipo de infraestructura.	51
Figura 20. Gráfico de rampas.	54
Figura 21. Pendientes adecuadas en función de la longitud.....	54
Figura 22. Señalización horizontal.	59
Figura 23. Características de las flechas y líneas en una ciclovía.	59

Figura 24. Señales de detención y demarcación en cruces.....	60
Figura 25. Señales horizontales.....	61
Figura 26. Cajón bici (bike box).....	61
Figura 27. Diagrama de flujo del procedimiento experimental.....	74
Figura 28. Relación entre tipo de vía y su correspondiente tipo de infraestructura recomendada.....	78
Figura 29. Criterios para el diseño de intersecciones.....	81
Figura 30. Uso de dynamo en la obtención de datos del proyecto.....	91
Figura 31. Diseño de la sección del carril en el Subassembly Composer.....	92
Figura 32. Visualización del carril de ciclovía proyectado y las vías existentes.....	92
Figura 33. Personas que utilizaron la bicicleta alguna vez en su vida.....	94
Figura 34. Personas que han transitado por la zona de estudio en bicicleta.....	94
Figura 35. Evaluación de las personas encuestados frente a la seguridad de las ciclovías.	95
Figura 36. Evaluación de las personas frente a la utilidad de implementar ciclovías en la zona de estudio.....	95
Figura 37. Elección de las personas encuestadas para la implementación de ciclo paraderos.....	95
Figura 38. Evaluación del concepto de las ciclovías.....	96
Figura 39. Opiniones de las personas encuestadas frente a la cantidad de ciclovías existentes en Trujillo.....	96
Figura 40. Velocidad de diseño que se muestra en AutoCAD Civil 3D.....	101
Figura 41. Intersecciones diseñadas en el programa InfraWorks.....	103
Figura 42. Detalles de la sección transversal del carril de ciclovía.....	104
Figura 43. Distancia de visibilidad en curvas horizontales.....	130

Figura 44. Distancia de visibilidad en función del despeje lateral.	130
Figura 45. Campo de visión libre de obstáculos en intersecciones.	131
Figura 46. Línea de deseo vs ruta obligada.	131
Figura 47. Cruce con ciclovía o ciclocarril unidireccional y vía o carril compartido. .	132
Figura 48. Cruce con ciclovía o ciclocarril unidireccional.....	132
Figura 49. Cruce con ciclovía o ciclocarril bidireccional.....	133
Figura 50. Conexión de ciclovía por separador central.	133
Figura 51. Con ciclovía integrada a la vereda en óvalos o rotondas.	134
Figura 52. Con ciclovía integrada a la calzad en óvalos o rotondas.....	134
Fuente. Municipalidad de Lima, 2017.Figura 53. Ciclovía detrás del paradero de transporte público.	134
Figura 54. Señales reglamentarias vigentes.....	136
Figura 55. Señalización reglamentaria propuesta por la Municipalidad de Lima.	137
Figura 56. Señales preventivas vigentes.....	137
Figura 57. Señal informativa vigente.	138
Figura 58. Señales informativas propuestas por la Municipalidad de Lima.	138
Figura 59. Demarcación de carril compartido con Sharrow.....	138
Figura 60. Precios Unitarios de las partidas.	141
Figura 61: Planta de Ciclovía	144
Figura 62: Corte Longitudinal Carriles	145
Figura 63: Vista en 3D del proyecto en Infracworks	146
Figura 64: Muestra de la programación BIM realizada en Civil 3D con Dynamo	147

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Radio de volteo	52
Ecuación 2. Distancia de visibilidad.....	55
Ecuación 3. Despeje lateral	55
Ecuación 4. Tamaño de muestra.....	83
Ecuación 5. Cálculo del IMDA actual.....	87
Ecuación 6. IMDA proyectado	87
Ecuación 7. Cálculo del IMDA actual.....	88
Ecuación 8. IMDA proyectado.....	88
Ecuación 9. Distancia de visibilidad.....	90

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación, se desarrolló en la ciudad de Trujillo, en donde se realizó la propuesta de un diseño, bajo la metodología BIM, de ciclovías ubicada específicamente en la berma central de las avenidas América Oeste y América Sur, para ello se realizó una encuesta en donde el 90% de personas acepta la implementación de una ciclovía en la zona de estudio. Luego se procedió a realizar los estudios básicos de ingeniería como el estudio topográfico y el estudio de tráfico, con los datos obtenidos en campo y junto a la utilización de softwares BIM aplicativos de ingeniería (Infraworks, AutoCAD Civil 3D, ArcGis, Global Mapper, costos y presupuestos S10), se obtuvo como resultado una orografía plana, con un IMDA de diseño de 74 bicicletas por día, una longitud de ciclovía bidireccional de 1710.00 metros lineales, con un 90% de aceptación en la implementación de la ciclovía según la encuesta aleatoria. . Esta ciclovía se caracteriza por contar con una sección de vía constituida por una calzada de dos carriles en sentidos opuestos de 1.60m cada uno, también presenta un pavimento de 5 cm con base de 10 cm respectivamente, además con diseño de intersecciones entre avenidas, calles y rotondas; también cuenta con un presupuesto de S/. 149 692.74 considerando gastos generales (10%), utilidades (5%) y el IGV (18%).

Palabras clave: Diseño de ciclovías, Aplicación metodología BIM.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

Uno de los principales propósitos de la ingeniería civil es el desarrollo de la infraestructura de transportes de cada país, lo cual es de suma importancia ya que es un indicador de desarrollo tecnológico a nivel mundial. Si los ingenieros civiles construyen o mejoran la red vial a nivel mundial estarán aportando a que más lugares tengan accesibilidad no solo a un transporte público; sino también a la implementación de algunas necesidades básicas como: agua potable, electricidad y así mismo; el internet, que en la actualidad se está convirtiendo en una necesidad básica para las rutinas diarias de las personas, por ejemplo, al enviar un correo, realizar un pedido a domicilio, pedir un taxi, coordinar fletes, entre otros. Ahora bien, conforme el tiempo pasa es importante implementar nuevas tecnologías que aporten y sean amigables con el medio ambiente. Es por ese motivo, es que se promueve el uso de vehículos no motorizados para reducir la contaminación ambiental. Dicho suceso vislumbra la necesidad de un buen diseño de ciclovías para asegurar un sistema de transporte sostenible no motorizado seguro y de confort. Xiamen (2017) indica que la producción de bicicletas en el mundo es un negocio que se mantene a lo largo de los años, ya que se le está dando el debido respeto a todo tipo de transporte público, sea motorizado o no. China posee la mitad de la cantidad de bicicletas en el mundo. En el año 2017, Xiamen inauguro la ciclovía más grande del mundo, lo más resaltante es que este nuevo ciclo carril se conecta con muchos de los paraderos y estaciones de trenes en la ciudad. China es uno de los países con mejor infraestructura de transporte, pero lo más resaltante es que trabaja día a día para conseguir un sistema de transporte integrado con un buen diseño de ciclovías. A su vez les brinda seguridad tanto a los peatones como a los ciclistas porque su

diseño es enfocado en la comodidad de los más vulnerables frente a accidentes de tránsito. Guerrero (2017), Según la Dutch Cycling Embassy (2016), sostiene que Ámsterdam, cuenta con una cantidad de bicicletas que excede el número de habitantes. Por lo tanto, el sistema de transporte sostenible no motorizado tiene un buen desarrollo ya que el 40% de los viajes urbanos son utilizando la bicicleta como medio de transporte. Debido a un eficiente diseño de ciclovías se evidencia un sistema de transporte integrado, ya que es común que los viajeros de tren se transporten desde su residencia hasta la Estación Central mediante bicicletas y luego hagan uso del transporte público. La ciudad presenta aproximadamente 400 kilómetros de longitud en ciclovías, además han implementado un sistema de semáforos de 4 luces, donde la cuarta y nueva luz muestra la simbolización de un ciclista y se utiliza para dar paso libre a los mismos. Es importante saber que existe una reducción de tiempo en los viajes urbanos alrededor de la ciudad, por ejemplo: recorrer toda la ciudad en automóvil toma el doble de tiempo que hacerlo en bicicleta. Otra de las razones más importantes por la que las personas prefieren utilizar la bicicleta antes que el automóvil es precisamente los costos elevados que implica ser propietario de un automóvil. Por ejemplo, la compra de un vehículo motorizado es muy elevada, la obtención de una licencia de conducir puede llegar a costar más de US\$1.000 dólares, la inversión en estacionamientos de lugares públicos durante una semana puede llegar a costar 158.40 dólares y el litro de combustible cuesta en promedio 1,70 euros. En conclusión, el uso de la bicicleta no solo reduce tiempos y aporta con la reducción de la contaminación en las ciudades; sino que también es un medio de transporte muy económico. Gamarra (2018) destaca que Bogotá, también reconocida como la “Ámsterdam de América”, es una de las ciudades que ha implementado un sistema de transporte sostenible no

motorizado desde hace 22 años y ha logrado tener un diseño de ciclovías adecuado. Una de sus implementaciones es el uso de las ciclovías de modo recreacional durante los días feriados y también los domingos. Esto toma forma a raíz de la iniciativa que se dio en el año 1974 de cerrar todas las vías de acceso a automóviles para darle uso exclusivamente a las bicicletas. A la actualidad cuenta con ciento diez kilómetros para transporte no motorizado y realmente es sorprendente el uso que le dan sus habitantes. Asimismo, es resaltante la importancia del turismo dentro de la zona céntrica de la ciudad. Ya que, utilizando el medio de transporte 95 % más económico, los turistas tienen acceso a más paisajes. Esto a su vez genera ingresos a nivel del turismo; así como también a los emprendedores que ven una oportunidad de negocio a la venta de repuestos para vehículos no motorizados. Dicha ruta ha sido reconocida por instituciones como la Organización Mundial de Salud y la Sistema de Actividad Física de las Américas por la iniciativa ecológica y saludable que tiene ésta. Guerrero (2017) afirma que en el Perú lamentablemente el sistema de transporte sostenible no motorizado es un tema que no se ha ejecutado con éxito y actualmente se reflejan muchos problemas por este gran error que se cometió años atrás en el planeamiento urbano. Es notable que el país no tiene un planeamiento urbano integrado ya que el diseño de ciclovías no es el adecuado, la infraestructura vial existente está presentando deficiencias y día a día aumenta la tasa de accidentabilidad de ciclistas. Otro tema muy importante es la falta de educación y cultura que existe en los usuarios de los sistemas de transporte. Por lo general, siempre se muestra vulnerabilidad hacia el peatón y los ciclistas ya que no se respeta el orden de preferencia de tránsito. Esto trae como consecuencia el desuso de bicicletas como medio de transporte por el miedo a sufrir algún tipo de accidente. Hace falta una reforma de señalización donde se obligue el respeto a las normas de

tránsito que muchas veces es vulnerado hasta por las autoridades que siguen viendo el uso de la bicicleta como una actividad recreativa. Gamarra (2018) sostiene que en la actualidad son pocas las ciudades en el Perú que tienen un sistema de transporte no motorizado. Una de ellas es la capital, que a comparación de otras; al menos cuenta con la construcción de algunas ciclovías. Actualmente Lima cuenta con 55 ciclovías desconectadas a lo largo de 14 distritos de Lima. Además, uno de sus grandes problemas en el tránsito de vehículos es el alto tráfico y congestión que existen en la mayoría de sus avenidas. El 47,1 % de las personas que residen en la capital invierten entre 31 minutos o a veces una hora y media en llegar a su lugar de trabajo. Lo cual, plantea como una opción rentable el uso de bicicletas, pero uno de los problemas presentados en estas ciclovías es que no existe interconexión entre ellas y expone en largos tramos a los ciclistas que se atreven a transportarse en vehículos no motorizados en una Lima insegura. Gonzaga, & Saavedra (2019) destacan que en la ciudad de Trujillo, actualmente existen 6 ejes viales con sistema de transporte sostenible no motorizado los cuales se encuentran en las siguientes avenidas: Av. Húsares de Junín (1.31 km), Prolongación Cesar Vallejo (0.66 km), Av. Costa Rica (0.76 km), Av. Huamán (0.26 km), Av. Fátima (0.36 km), Av. Cahuide (0.79 km), la distribución a lo largo de la ciudad se puede apreciar en el Anexo 01. Como se puede analizar la cantidad de kilometraje de ciclovías existente es un porcentaje reducido y la necesidad de un buen diseño de ciclovías para una acertada construcción de las mismas es obvia. Ya que, en estos tiempos donde el transporte público puede llegar a ser inseguro coloca a las personas en una situación complicada y obliga a apostar por un mejor desarrollo e implementación de movilidad urbana sostenible. Por otro lado, la ciudad se está preparando para la implementación de ciclovías provisionales como

plan piloto para analizar el comportamiento, GIZ (2018). Mediante Ordenanza Municipal N° 020-2011-MPT la municipalidad provincial de Trujillo creó a “Transportes Metropolitanos de Trujillo – TMT”, como Organismo Público Descentralizado de la Municipalidad Provincial de Trujillo, dependiente del Concejo Municipal. TMT es la encargada de los proyectos vinculados al nuevo sistema de Transporte Público Urbano e Interurbano de la Provincia, incluyendo integralmente las fases de estudios, diseño de la infraestructura y ejecución. Asimismo, TMT se encarga de aquellas otras funciones y actividades que determine el Concejo Provincial o la Alcaldía Provincial de Trujillo. Transportes metropolitanos de Trujillo. Sagastegui (2016), encontró que el Perú no cuenta aún con una política que incorpore los criterios de sostenibilidad en el sector transporte de forma explícita, completa y global, pero sobre todo integral con las demás políticas públicas sectoriales. Los diferentes Ministerios de Economía y Finanzas, Medio del Ambiente, Vivienda, Turismo, Comercio, etc. inciden significativamente en el modelode movilidad que se debe diseñar. Gamarra (2018), encontraron que es importante plantear encuestas en base al desarrollo de ciclovías, para poder analizar en qué avenidas sería más recomendable su ejecución y aprovechar las próximas construcciones de la ciudad para implementarlas. Gonzaga & Saavedra (2018) encontraron que para implementar la propuesta de ciclovía y áreas peatonales mejorando la calidad de vida y la transitabilidad no motorizada tramo Morales – Tarapoto, se efectuaron los estudios topográficos, de mecánica de suelos y urbanísticos, que proporcionó la información relacionada con 01la topografía del terreno, su pendiente; las características del terreno, que facilitan la colocación del pavimento flexible y las dimensiones de la sección transversal del calles y avenidas. Es una realidad que el país tiene deficiencias en cuanto la integración de los

elementos de la infraestructura vial en todas las ciudades, la cual genera problemas de tráfico y hasta de accidentes. Se debe implementar el método de las encuestas para medir la demanda de la necesidad para construir dicha infraestructura y de manera integrada tanto en el sector público, privado y beneficiarios para ejecutar con éxito estas obras de índole comunitaria. En la ciudad de Trujillo una de las ciclovías más conocidas, dentro de las pocas que existen en la Ciclovía En Av. Húsares de Junín. Este proyecto fue llevado a cabo por la Municipalidad de Trujillo, el objetivo del proyecto fue brindar un excelente servicio a los usuarios de bicicleta que se desplazan en la red vial metropolitana, es decir toda persona que realiza viajes en bicicleta en el interior del distrito de Trujillo, y a esto se suman los potenciales usuarios que están dispuestos a utilizar bicicleta en caso hubieran las mejores condiciones de transitabilidad con infraestructura de ciclovías, representada por todas las personas residentes en la provincia así como la población flotante conformado por aquellas personas que no residen en la provincia, pero que hacen uso de bicicleta cuando viajan al Centro Histórico de la Ciudad de Trujillo. Según el Sistema de Seguimiento de Inversiones en el distrito de La Esperanza se llevó a cabo el proyecto: “Mejoramiento de la infraestructura vial de la avenida Cahuide del distrito de La Esperanza - Trujillo - La Libertad/ I Etapa: construcción de veredas y sardineles y construcción de berma central” durante la ejecución del proyecto el alcalde de dicha localidad brindó información acerca de la implementación de la primera ciclovía a lo largo de la berma central de dicha avenida. Marcelo (2017) en el mejoramiento de la Av. Cahuide. La ciudad de Trujillo actualmente es una de las ciudades más importantes de nuestro país, por lo tanto, el número de habitantes en nuestra ciudad ha elevado la cantidad de vehículos motorizados que circulan por las vías de Trujillo. Esto ha provocado que con el

pasar de los años el tráfico aumente en ciertos puntos de la ciudad provocando contaminación sonora y a su vez fallas en los pavimentos por soportar cargas que se transportan a menor velocidad. Ante esta situación vemos que nuestra infraestructura vial sostenible existente es casi nula y a su vez aumenta el uso de vehículos motorizados que producen alta contaminación ambiental en nuestro país. Se evidencia un mal manejo de la recopilación de información que pueda recrear soluciones futuras y ese es nuestro más grave problema: El desinterés por mejorar la infraestructura vial e innovar en ideas que como podemos apreciar en otros países están brindando grandes resultados. La población ha visto que muchos de los gobiernos locales han invertido dinero en construir ciclovías sin considerar aspectos técnicos que rigen en el Reglamento Nacional de Edificaciones. Debido a la coyuntura actual en la que el país está sumergido y la cual convierte al transporte público como un foco de contagio para la COVID-19, el Congreso de la República ha promovido la Ley N° 30936, la cual promueve y regula el uso de la bicicleta como medio de transporte sostenible. Pero, lamentablemente hay muchos accidentes ocurridos hasta la actualidad por desarrollar proyectos sin una buena planificación. Otros de los problemas que se presenta en la propuesta persuasiva hacia el uso de las bicicletas es que no se ha incluido una cultura de educación hacia el peatón y los conductores de vehículos motorizados. Hay falta de señalización vertical y horizontal que colabore con el respeto de las normas hacia un medio de transporte innovador en nuestro país que marca un antes y un después dentro de la infraestructura vial y el planeamiento urbano. Encuentra que las causas de estos problemas es el diseño y planificación urbana que existen la provincia de Trujillo, ya que esta favorece a los vehículos motorizados antes que a los ciclistas y peatones. De esta manera la mayoría de personas que utilizan el transporte público o privado

tienen más confianza para utilizar este medio de transporte sobre cualquier otro. La sociedad toma un papel importante dentro de este tema, ya que, si no se evidencia demanda de necesidad del servicio por parte de los usuarios, las respectivas entidades a cargo de la elaboración de este tipo de proyectos no toman la iniciativa de evaluarlos. Se desea investigar las herramientas necesarias para conseguir un buen diseño de ciclovías el cual aporte a una mejora de la infraestructura vial de la ciudad. Si no se consigue la integración de un sistema de transporte no motorizado en Trujillo, el porcentaje de tráfico en los puntos negros identificados en la ciudad seguirá aumentando. Además, esto ocasionará incomodidad en los usuarios de vehículos motorizados porque el tiempo de viajes urbanos será dilatado por el tráfico. También, la infraestructura existente sufrirá envejecimiento a causa de soportar cargas estáticas por tiempos prolongados. Se plantea la implementación de ciclovías en la ciudad y sus distritos para que todos los pobladores puedan acceder a este servicio y gozar de todos sus beneficios. Una ventaja del uso de este medio de transporte es la reducción de contaminación ambiental en la ciudad y a los alrededores. Si no se logra solucionar la falta de infraestructura vial sostenible es posible que los niveles de emisiones de dióxido de carbono año a año aumenten, causando enfermedades a los pobladores. Además, el uso de la bicicleta también ayuda a cambiar hábitos sedentarios que muchos usuarios de automóviles viven a diario. Según nuestro reglamento nacional antes de ejecutar cualquier tipo de obra es necesario una buena planificación de un proyecto de inversión debidamente justificado. Se plantea investigar cual sería la mejor propuesta para el diseño de ciclovías con la intención de mostrarles a los gobiernos regionales y locales una alternativa para un futuro planeamiento urbano. De no ser este el fin del proyecto, seguiremos dentro de un círculo vicioso. Este consiste en la mala planificación

seguida de la mala ejecución de obras y, por lo tanto, cada obra de este tipo presentara deficiencias que incomodaran su uso. Dentro de planificación de un diseño de ciclovías debe incluir un buen método de culturalización para los usuarios y de esta manera evitar accidentes futuros. Además, en el proceso del diseño se debe culturizar a los usuarios para que integren todas las especialidades en 3D dentro de un marco colaborativo con la metodología BIM. El no uso de BIM realiza los reprocesos internos de desarrollo en programas como Civil 3D, que al no utilizar Dynamo no automatizan sus procesos y al no integrar todas las especialidades en Infracore, generan una nula visualización con los agentes externos que impactan en el proyecto. Si es que no se cumple con esta parte del proyecto, de nada servirá la implementación de ciclovías. Ya que, el uso de ellas es determinante para que los peatones, ciclistas y usuarios de automóviles mantengan una convivencia sana y respetuosa. Estaremos expuestos a que los accidentes de tránsito ocurran con mayor facilidad.

1.1. Antecedentes

Yomona (2018). Propone el diseño de ciclovías, las cuales cumplan con los requisitos mínimos que exige la normativa peruana para que se promueva el uso de la bicicleta. La metodología utilizada se basó en la visita a campo por las principales avenidas de Trujillo donde se realizó una inspección visual de sus principales características geométricas. Luego, se realizó el planteamiento del trazo de la ciclovía y luego de realizar los ajustes según al reglamento del FONAM procedió con el diseño 3D (FONAM,2005). El investigador obtuvo una orografía plana, con pendientes longitudinales menores del 3.7%. En el estudio de tráfico concluye en un IMDA proyectado de 44 vehículos no motorizados (bicicletas) para un periodo de 10 años. Diseñaron con una velocidad de 30 km/h y con un total de 31 intersecciones. Finalmente, el investigador concluye la

investigación realizando la propuesta de diseño de ciclovías con un metrado de 5,367.46 metros lineales. Esta ciclovía se caracteriza por contar con una sección de vía constituida por una calzada de dos carriles en sentidos opuestos, también presenta un micro pavimento de 2 cm con base y sub base de 8 cm y 10 cm respectivamente, además con diseño de intersecciones y señalizaciones; también complementando el estudio preliminar con la elaboración de su presupuesto. (pág. 73). Sagastegui (2016). Contribuyó para la creación de condiciones favorables para que se desarrollen los desplazamientos no motorizados, caminando o en bicicleta en la ciudad de Trujillo (pag.14). La metodología utilizada es la misma que plantea la empresa consultora Idom, la estructura metodológica propuesta se divide en seis elementos: Relevamiento de la información, diagnóstico, modelización y simulación, visión y objetivos, propuestas de intervención, verificación de resultados (pag.26). Luego de realizar el análisis global de los datos se llega a la siguiente propuesta: En la Av. España se recomienda la construcción de carriles bici, mientras que dentro del Centro Histórico de Trujillo (CHT) se pueden implantar ciclovías, compartiendo los usos con vehículo privado y taxis, con limitación de velocidad para estos vehículos de 30 Km/h. Será necesario, además, habilitar pasos de bicicletas en los cruces. (pag.131). Finalmente, Sagástegui llega a la siguiente conclusión, el Perú NO cuenta aún con una política que incorpore los criterios de sostenibilidad en el sector transporte de forma explícita, completa y global, pero sobre todo integral con las demás políticas públicas sectoriales (pag.167). La investigación anterior nos brinda un aporte importante acerca del planteamiento una infraestructura vial sostenible. Lo que nosotros buscamos es desarrollar una red de ciclovía que aporte a nuestra ciudad y a su vez concatene con propuestas de otros

investigadores para que no se trabaje solo de manera independiente perdiendo interconexiones con posibles ciclovías futuras. Gamarra (2018) mostró los parámetros básicos de la construcción de una ciclovía en una pavimentación tomando como ejemplo una avenida importante como la Av. Chulucanas (pag.1) Utilizaron la metodología que conlleva la aplicación de nuestras normas para el diseño de una ciclovía: el Plan Maestro de Ciclovías para el área metropolitana de Lima y Callao (pag.19). De acuerdo a la base de datos ellos determinan que la avenida Chulucanas cuenta con un promedio de sección de vía de 31.5m y casi una longitud de 7km desde la Av. El Tallán hasta la Av. Los Tallanes. (pag.74). Es importante plantear encuestas en base al desarrollo de ciclovías, para poder analizar en qué avenidas sería más recomendable su ejecución y aprovechar las próximas construcciones de la ciudad para implementarlas. (pag.85). Esta investigación realizada en la ciudad de Piura nos brinda un gran aporte para identificar problemas de inexistencia de redes de ciclovías en una ciudad. Además, que consideraciones afrontar para no desarrollar una red independiente al urbanismo de toda nuestra ciudad; sino con el afán de que posteriormente se continúe el trabajo por la gran mayoría de nuestras avenidas. Gonzaga & Saavedra (2019). Diseñaron las ciclovías y áreas peatonales como elemento de transitabilidad no motorizada en el tramo Morales – Tarapoto, San Martín (pag.1). Ellos utilizaron la técnica explicada en las normas nacionales por los que realizaron los estudios topográficos, clima y otros factores, de suelos, de diseño estructural, estudios arquitectónicos, estudios de reforestación y los cálculos de costos y presupuestos. (pag.10). Los resultados indican que la ciclovía presenta un ancho máximo de 5.50 m., un ancho mínimo de 2.0 m., pendiente máxima 9%, pendiente mínima de 2%; espesor del pavimento de 5 cm.; velocidad máxima del

diseño de 45 km/h; la ratio del costo de S/ 14.03 por habitante. (pag.19, 20,25).

La información relacionada con los resultados nos muestra la topografía del terreno, su pendiente; las características del terreno, que facilitan la colocación del pavimento flexible y las dimensiones de la sección transversal de calles y avenidas, tanto en la ciudad de Morales como también en Tarapoto (pag.40). Esta investigación nos aporta con una buena propuesta de diseño de una red de ciclovías en la región selva, donde el Índice Medio Diario Anual (IMDA) es bajo en comparación a la región de la costa. Además, encontramos interesante la realización de un contraste entre el envejecimiento de nuestras vías existentes en la región costa, en comparación a las que se encuentran en la región de la selva y, por último, que tan viable sería hacer uso de las mismas características para implementar dichas ciclovías en nuestra ciudad. Rojas (2017), analizó las condiciones de seguridad vial para los usuarios que realizan los desplazamientos mediante el uso de vehículos no motorizados, planteando las ventajas que se alcanza con la construcción de un carril exclusivo para bicicletas. (pag.17). La metodología utilizada se basa en dos modalidades: de campo y bibliográfica. Modalidad de Campo, se consiguió la información para analizar de la movilidad en bicicleta en el centro histórico. Modalidad Bibliográfica, se sustentó las teorías y alternativas bajo modelos internacionales para el diseño de un ciclo ruta en el centro histórico de la ciudad. (pag.34). El investigador recopiló su base de datos para percibir que el riesgo al realizar los traslados en bicicleta a través del corredor vial, se encuentra en el nivel “muy peligroso” para el 72% de los encuestados, “peligroso, pero sin riesgo de sufrir accidentes” con 12% y aquellos que consideran que “el riesgo depende de la prudencia al momento de realizar los traslados” componen un 15%. (pag.94). Finalmente se concluye que se tiene una

amplia aceptación a la utilización de modos de transporte no motorizado, se destaca el alto índice de accidentalidad que se presenta en el corredor vial, el cual oscila entre el 9% y el 15% del total de los usuarios según cifras del observatorio de movilidad de Cundinamarca. (pag.116). Esta investigación realizada en Colombia nos proporciona un gran aporte como lo es la información acerca de problemas producidos en ciclovías ya existentes. Podemos analizar la tasa de accidentalidad e identificar factores que provocan dicho escenario. Para nosotros es de suma importancia no imitar esos modelos fallidos para evitar problemas a futuro. Betancourt, Muñoz, & Jaramillo (2016), promovió y evaluó las condiciones adecuadas, que incentivan el uso de la bicicleta como uno de los principales modos de transporte utilizados por los habitantes de la ciudad de Loja (pag.11). La metodología utilizada se basó en la realización de un diagnóstico general de la situación actual de la movilidad urbana en la ciudad de Loja. Luego, se realizaron conteos de flujo vehicular y peatonal, posteriormente se procedió a tabular la información recogida; se ingresó los datos a un software de simulación de tránsito (Synchro) y se analizaron los resultados considerando el escenario de implementación de una ciclovía. (pag.15). El investigador obtuvo los siguientes resultados: el 87% de la población encuestada cuya edad oscila entre los 17 y 37 años de edad, de los cuales el 48% son mujeres y el 52% hombres, estaría dispuesta a utilizar infraestructura ciclística, si esta ofreciera espacios aptos con circuitos especiales, estacionamientos y seguridad. (pag.18). Finalmente concluimos que la implementación de las ciclovías en las cuatro instancias propuestas, ayudará a reducir la congestión vehicular y el impacto ambiental. Esta investigación, es una de las mejores opciones para promover la movilidad sustentable utilizando la bicicleta en la ciudad de Loja. (pag.21).Esta

investigación nos aporta una modalidad interesante de consulta hacia nuestra población demandante del servicio. Mediante la cual lograremos mejores resultados en nuestro cálculo de oferta/ demanda y de esta manera se asegura el confort de las personas que las utilizarían en un futuro. Martínez (2016), determinó una propuesta inicial de Plan Maestro de ciclorutas en determinados sectores de la ciudad de Valparaíso. (pag.2). La metodología utilizada se basó en la elaboración de estadísticas sobre el uso de bicicletas como medio de transporte en la ciudad de Valparaíso. Posteriormente, la elaboración de perfiles transversales de las vías en estudio indicando la capacidad de estas dada por el ancho de sus calzadas. (pag.3). El investigador obtuvo una velocidad de diseño (pendiente long. 0-3%) de 30 km/h, y para (pendientes entre 3.1% - 6%) de 50 km/h para ambas direcciones. El compromiso ambiental es de calificación ALTO. (pag.58-61). Finalmente, el investigador corrobora el interés por parte de la población de Valparaíso y Viña del Mar en el uso cotidiano de la bicicleta como medio de transporte, más allá de un uso recreacional y deportivo (pag.62). Esta investigación nos aporta una información interesante, ya que la aceptación del uso de la bicicleta en Latinoamérica se está convirtiendo en un comportamiento con mayor peso. Es por eso que de aquí partimos para plantearnos soluciones que a un futuro no muy lejano serán muy necesarias. Machego (2018), se mostró el proceso necesario para diseñar una calle, la cual constituye el primer tipo de vía de estar, que devuelve el protagonismo al peatón. (pag.1). La metodología utilizada se basó en la aplicación de la técnica del Design Thinking, para diseñar espacios públicos. Este proceso de diseño, que permitió la peatonalización de una calle, consta de cinco etapas y fue aplicado en la calle principal de la ciudad de Moquegua. (pag.7). El investigador concluye que el

flujo de autos es bajo en la calle Moquegua, lo que repercutiría levemente en las vías alternas una vez que se cierre la calle. Esta medida ofrecería a los ciudadanos todos los beneficios que otorgan los espacios públicos adecuadamente diseñados: movilidad, seguridad, mejora de la economía, sentimiento de pertenencia, transitabilidad, mayor atractivo. (pag.12). Finalmente, el investigador concluye que la seguridad de los trayectos es parte fundamental para su uso masivo, otra de las consideraciones es que el paisaje que se muestra al usuario ayuda a crear una mejor concepción de la ciudad por lo que en los diseños se trata de incluir estos parámetros. Por otro lado, para el diseño de trayectos en los cuales los cruces provocarían accidentes se pueden minimizar ya que en vías con un alto tráfico vehicular este parámetro no es fácil de cumplirlo. (pag.12). Esta investigación nos aporta importantes consideraciones dentro de su metodología donde nos recuerda el protagonismo e importancia del peatón que todo diseñador debe tener en cuenta y de esa manera volver nuestro proyecto no solo amigable con el medio ambiente; sino con todos los elementos involucrados.

1.2. Bases teóricas

Principales avenidas de la provincia de Trujillo.

Concepto de principales avenidas.

Las principales avenidas son vías que se refieren a una “calzada construida para la circulación rodada” (Real Academia Española, s.f. definición 4)

Concepto de la provincia de Trujillo.

El Instituto Nacional de Estadística e Informática (2020) en su Boletín Especial N° 26 se menciona lo siguiente:

Tomando como base las poblaciones provinciales y distritales según los censos del año 2007 y del año 2017, se calcula una proyección estimada para el periodo 2018-2020 para la provincia de Trujillo. En el distrito de Trujillo, la población

para para este año 2020 está estimada en 344 374 habitantes y según sus distritos, se detallan a continuación en la Tabla 1.

Tabla 1.

Cantidad de habitantes en los distritos de Trujillo proyectados hasta el año 2020.

Ubigeo	Distrito	Año 2018	Año 2019	Año 2020
130101	Trujillo	335 811	340 582	344 374

Fuente. INEI, 2020

1.1. Tipo de red vial en Trujillo.

La red vial en la provincia de Trujillo presenta una característica estructuración y según Sagastegui (2016), describe lo siguiente:

La red vial en Trujillo presenta jerarquía debido a su importancia y por lo tanto abarca tres niveles. El nivel nacional que viene compuesto por la Panamericana Norte, que además se conecta con la Vía Evitamiento; y de esta forma, se evita el paso de los vehículos por el centro de la ciudad. Para el nivel regional se compone de: la carretera que conecta Trujillo – Otuzco – Huamachuco, la carretera Salaverry – Juanjuí y también la que une a Salaverry – Santiago de Cao. Y por último en el nivel local y/o metropolitano, tiene una forma de radio céntrico, es decir que La Avenida España y la Avenida América forman parte de unos anillos que rodean al centro histórico de Trujillo.

1.2. El mapa vial de Trujillo.

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2017) en el Mapa Vial por Provincias (D.S. N° 011-2016-MTC) se identifican las vías que interconectan a la Provincia de Trujillo internamente y externamente.



Figura 1. Mapa vial en la Provincia de Trujillo.
Fuente. Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

Diseño de ciclovías

Concepto de diseño de ciclovía.

Según Real Academia Española (s.f) definición 2, el diseño es “proyecto, plan que configura algo”. Y para una ciclovía Real Academia Española (s.f), define como “en una vía pública, carril destinado exclusivamente a la circulación de bicicletas”. Por lo tanto, se concluye que el diseño de ciclovías consiste en el desarrollo de un proyecto que nos dirige hacia la construcción de una vía exclusiva para el uso de usuarios que utilizan vehículos no motorizados.

Importancia del diseño de ciclovías.

La infraestructura vial sostenible tiene como objetivos lograr un alcance cooperativo en los ámbitos sociales, económicos y sobre todo ambiental. Lamentablemente por temas políticos en nuestro país no se desarrolla una infraestructura que brinde seguridad a este tipo de usuarios lo cual ha provocado que ellos busquen otras maneras de moverse que no son precisamente amigables con el medio ambiente. Para demostrar que el uso de la

bicicleta es una manera sostenible de transportarse nos regimos de lo siguiente:

Pirámide de modos

Según la Municipalidad de Lima (2017), la pirámide de modos nos muestra de mayor a menos prioridad los tipos de transporte que existen para una ciudad. La jerarquización de la pirámide se enfoca en característicaspeculiares como la disminución de los efectos adversos a la sociedad. Esto implica la reducción de consumo energético, el bajo costo de la implementación y mantenimiento de la infraestructura vial y la eficiencia del uso en el espacio urbano. El mensaje es que los modos más sostenibles y que deben tener prioridad son los no motorizados (ubicadosen la base de la pirámide invertida), dentro de los cuales los peatones son los que mayorprioridad deben tener, y a éstos le siguen los ciclistas. Por estas razones es de suma importancia la implementación de normativa y lineamientos técnicos para el diseño de ciclovías.

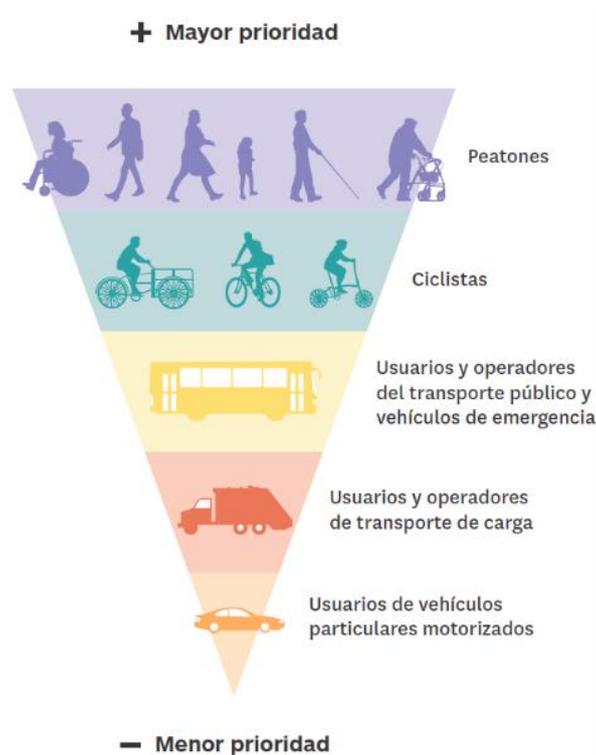


Figura 2. Pirámide de modos y sus características

Fuente. Universidad de Monterrey

Componentes.

(a) Evitar.

Implica disminución de los usuarios a utilizar las vías de transporte y que solo se haga de manera esencial y obligatoria; además si los usuarios escogen una ruta más pequeña colabora para la reducción en emisión de gases y a su vez disminución del envejecimiento de nuestras vías.

(b) Cambiar.

Está enfocado al reemplazo de los medios de transportes por los más amigables con el medio ambiente.

(c) Mejorar.

Se refiere a la utilización de medios de transportes con menor uso energético y que colaboren con la limpieza y armonía del planeamiento urbano.

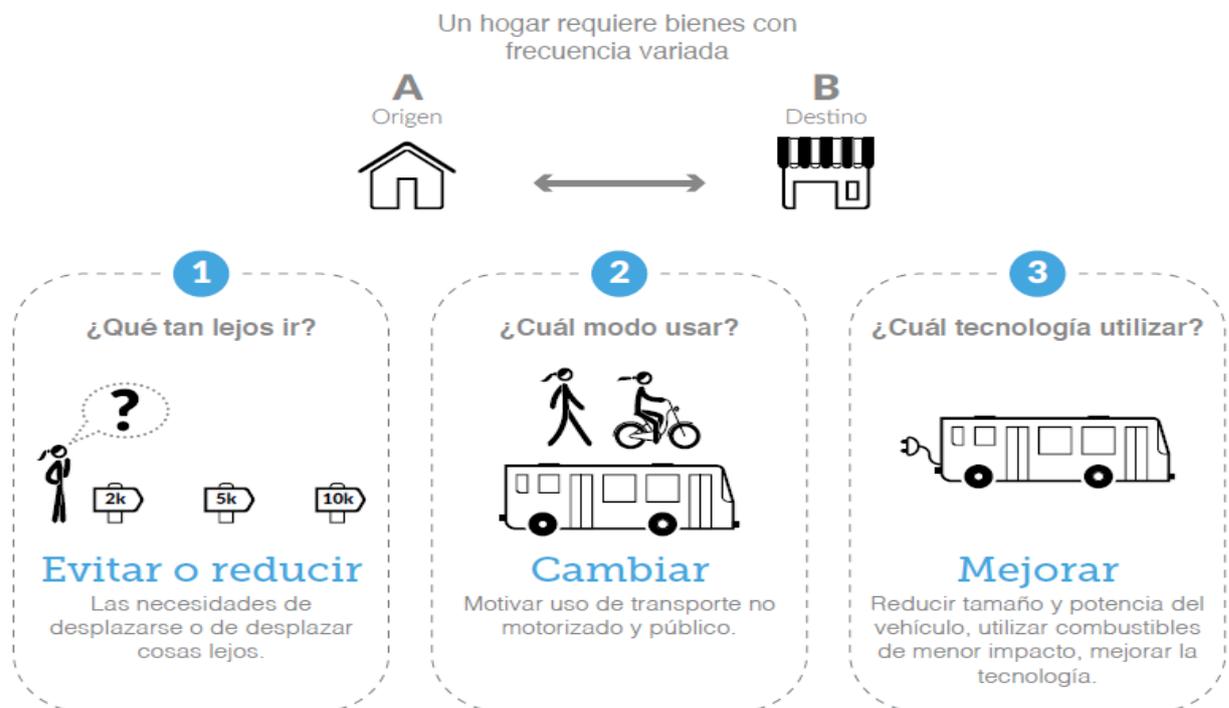


Figura 3. Enfoque Evitar-Cambiar-Mejorar y las decisiones relevantes.

Fuente: Municipalidad de Lima

Ciclovías en el Perú.

Una lista de algunas ciclovías nos presenta a Gamarra (2018), presenta y hace mención lo siguiente:

“Quizás una de las ciclovías de mejor cuidado e infraestructura es la que se encuentra ubicada en el Malecón de Miraflores, y es que con casi 4.95km de longitud, esta ciclovía no sólo sirve como ruta de transporte, sino también como medio recreativo debido a su aislamiento del tráfico vehicular” (pag.13).

Uno de sus principales errores es que la separación entre la vereda y la ciclovía no es suficiente para que eduque a los peatones a no invadir dicho territorio y evitar ponerse en peligro.



Figura 4. Ciclovía en Malecón de Miraflores.

Fuente: Municipalidad Metropolitana de Lima (2014).

(a) Av. Universitaria – Lima

“Se encuentra en ambos extremos de la calzada segregada por sardineles peraltados, mostraba un panorama escaso en vegetación, hasta que, en el año 2014, con ayuda de la Municipalidad Metropolitana de Lima (MML)

se logró reforzar su carpeta asfáltica y se añadieron señales de seguridad para ayuda del ciclista” (pag.10).

Es una infraestructura que cumple con asegurar la necesidad de los ciclistas, ya que es exclusiva y perfectamente aislada de la vía principal. Pero este podría ser un problema, ya que los ciclistas no tendrían acceso a zonas intermedias de las avenidas para estacionarse, lo cual es un factor a considerar para comodidad de los usuarios.



Figura 5. Ciclovía en Av. Universitaria.

Fuente: Municipalidad Metropolitana de Lima, 2014.

(a) Av. Larco – Lima

“La ciclovía ubicada en la Av. Larco cuenta con 1.33 km y es una vía totalmente segregada separada por sardineles peraltados considerada tanto para el tránsito unidireccional como bidireccional. Se encuentra distribuida desde la Av. Armendáriz hasta la Av. José Pardo del distrito de Miraflores” (pag.11).

Cabe resaltar el respeto a las normas de tránsito y señalización que se evidencia en esta ciclovía. Es tan importante que un buen diseño de ciclovía se implemente con un programa de sensibilización y educación hacia todos los usuarios que hacen uso de nuestras vías.



Figura 6. Ciclovía en Av. Larco.

Fuente: Editora Andina, 2015.

(a) Av. Salaverry – Lima

“La ciclovía ubicada en la Av. Salaverry cuenta con cerca de 4.8km de longitud y 4m de ancho, tiene acceso en ambas direcciones desde la Av. 28 de Julio hasta la Av. Del Ejército que conecta a los distritos de Jesús María, Lince y San Isidro” (pag.9).

Es una ciclovía muy espaciosa y que asegura los estándares de seguridad en cuanto al respeto de los peatones. Pero además es muy importante que se dé el mantenimiento continuo en las ciclovías, ya que, aunque son pavimentos que soportan bajas cargas, también es posible que se encuentren en mal estado producto de los agentes abrasivos, que pueden venir del medio ambiente a través de los cambios de temperatura y el desgaste por el uso.



Figura 7. Ciclovía en Av. Salaverry.

Fuente: Google Maps.

(A) Estudios preliminares.

(a.1) Levantamiento topográfico.

Para Franquet & Querol (2010), el levantamiento topográfico viene a ser el conjunto de operaciones que se ejecutan en un terreno con los instrumentos necesarios y así poder confeccionar una representación gráfica o plano. Este plano resulta ser muy útil para poder situar correctamente cualquier obra que se va a llevar a cabo. Entonces si se lo que se desea es conocer la posición de los puntos en el área a utilizar, es muy esencial determinar esta ubicación a través de tres coordenadas que vienen a ser: latitud, longitud y elevación.

Por lo tanto, el levantamiento topográfico va ser el punto de inicio para llegar a realizar una serie de etapas principales dentro de la identificación y señalamiento del área o terreno que se va a edificar, como realizar el levantamiento de planos (planimétricos y altimétricos), replanteo de los planos, deslindes, amojonamientos y demás. Hay dos modalidades:

Levantamiento topográfico planimétrico: que “es el conjunto de operaciones necesarias para obtener los puntos y definir la proyección sobre el plano de comparación”(pag.17).

Levantamiento topográfico altimétrico: “es el conjunto de operaciones necesarias para obtener las alturas respecto al plano de comparación” (pag.17).

(a.2) Estudio hidrológico.

Según Certicalia (2020), cuando se desea desarrollar una nueva infraestructura o comenzar algún proceso de construcción se va necesitar realizar un estudio hidrológico o estudiohidráulico; ya que, estos pueden llegar afectar ciertos causes de ríos, de algunos arroyos u otras masas de agua según la proximidad donde se desarrollan.

Entonces un estudio hidráulico, viene a ser un documento que va definir cuáles son aquellas consecuencias hidráulicas que el proyecto puede llegar a afectar aquel estado de una cuenca hidrológica.

Fases del estudio

En primer lugar, se va a delimitar aquellas zonas que va afectar el proyecto. Ello va tener como objetivo definir cuál va a ser el cauce de una cuenca hidrográfica y sus características físicas. Posteriormente, se debe realizar un estudio hidráulico del cauce para obtener los perfiles transversales y los aquellos puntos donde hay algún elemento especial, como bien podría ser un estrechamiento del cauce. Para poder conseguirlo, se deben realizar trabajos de campo. Y, en segundo lugar, ayudándose de un software, se contrasta la información que se obtiene y se procede con el estudio de la propagación y la limitación de edificación

(a.3) Estudio de tráfico.

El Ministerio de Transporte y Comunicaciones, menciona que el estudio de tráfico tiene como objeto la cuantificar, clasificar por tipos de vehículos y llegar a

conocer el volumen diario de los vehículos que circulan por la carretera en materia de estudio; y así según el conteo de los vehículos poder tener los elementos necesarios para poder determinar las características del diseño de vía, por otro lado, es de utilidad para cuando se va a evaluar económicamente las alternativas de solución planteadas, para que se den solución aquellos problemas identificados.

(B) Diseño en Civil 3D.

Según Autodesk (s.f.), AutoCAD Civil 3D viene a ser una solución de diseño y documentación que se usa para la ingeniería civil y, además que admite flujos de trabajo de Building Information Modeling (BIM). Este software va a ayudar a aquellos profesionales de las infraestructuras a conocer de mejor manera el rendimiento de los proyectos, a mantener datos y procesos más coherentes, y sobre todo a reaccionar con mayor rapidez ante los aquellos cambios que se lleguen a presentar.

I. Concepto de transporte sostenible.

Según Línea Verde Smart City (2020) En el Módulo IX: Transporte Sostenible, se menciona que:

El transporte sostenible abarca todo un sistema en donde para transportar mercancías y personas se debe realizar con un menor costo social y ambiental, es decir debemos reducir el uso de vehículos privados y por ende el petróleo como combustible. Esto también implica un cambio en la cultura en las personas y que se llegue a garantizar una mejor calidad de vida actual y en las generaciones futuras. Esto no solo se va a solucionar cambiando de fuente de energía, sino que va a significar un cambio en medios de transporte.

Los pilares fundamentales en que se basa el transporte sostenible son: Racionalización y restricción de los vehículos privados y Potenciación del transporte público. De haber alguna falla de estos, el transporte se convierte en insostenible.

II. Sostenibilidad en el Perú.

En el primer Reporte Nacional de Indicadores Urbanos 2018, en las ciudades del Perú, desarrollado por Periferia (2019) menciona que:

En el Perú uno de los mayores retos es desarrollar una sostenibilidad de las ciudades, debido a que un 78.2% de la población del país, se encuentra viviendo en las ciudades. Estas a nivel nacional ocupan el 2% del territorio peruano y por lo tanto demandan un gran consumo de energía del 78% y, a consecuencia de esto se produce y libera un 70% de los gases que contaminan el medio ambiente. La inadecuada planificación y mala gestión de las ciudades genera que se produzca un desarrollo insostenible, a consecuencia de esto podemos encontrar un gran porcentaje de escasez en lo que respecta a servicios públicos y planeamiento urbano con un transporte confuso y con mínimo cuidado al medio ambiente.

En Colombia el Instituto Nacional de Vías (2019) hace mención de:

Una propuesta política que permitirá a que durante el ciclo de vida de los proyectos se fomente como eje principal el desarrollo sostenible, y que mediante esta política se plantean los objetivos, los cuales se deben considerar y concretar para solucionar las necesidades que se presentan a consecuencia de una infraestructura vial no sostenible.

Entonces estos objetivos definen a lo que se debe entender como una infraestructura vial sostenible. Primero, se debe implementar puntos de vista de sostenibilidad durante el desarrollo de los proyectos de infraestructura vial, donde se pretenda implementar el uso de energías renovables, reservar y aprovechar el uso de materiales alternos, como el caso de los que son reciclados y nuevas opciones que permita conservar y restaurar el medio ambiente donde

se va desarrollar el proyecto y que esto tenga impacto global en el cuidado y conservación de nuestros recursos. Segundo, mediante innovaciones y actualizaciones tecnológicas que permitan mitigar los componentes generadores de contaminación ambiental que se van a lograr usando tecnologías ambientales sostenibles.

III. Concepto de transporte no motorizado.

Para Loayza & Primo (2018) al momento de la movilización de personas se puede elegir otras medidas sobre el parque automotor. Es decir, se puede considerar la movilidad peatonal o la movilización en bicicletas a la cual se denomina un transporte no motorizado.

Ahora bien, el Fondo Nacional del Ambiente (s.f.) menciona que:

Un transporte sostenible no motorizado es ya sea montar en bicicleta o caminar, y viene a ser un medio socialmente inclusivo por su naturaleza en nuestra sociedad. Pero, no está muy orientado a su uso, puesto que el enfoque está más dirigido al uso de vehículos motorizados. Además, mejora la calidad de nuestro medio ambiente y proporciona una inclusión a las personas que no se favorecen de sistema de transporte público.

IV. Tipos de sistemas de transporte sostenible no motorizado.

La Gerencia de sostenibilidad de la Municipalidad Distrital de San Isidro (2016) presentó un plan de movilidad urbana sostenible donde define lo siguiente:

Sistema red peatonal.

Se determina por la presencia peatonal y para lo cual debe ser como finalidad del espacio público. Lo cual implica considerar ciertas condiciones para esta red: la señalización especial para personas con movilidad reducida y sobre todo en los de mayor afluencia peatonal, la accesibilidad, y la promoción

de los beneficios de lacaminata (Municipalidad Distrital de San Isidro, 2016).

Sistema red bicicleta.

Está compuesto por un grupo o conjunto de vías, compuestas de acuerdo a los equipamientos requeridos y que va estar destino al desplazamiento de bicicletas (Municipalidad Distrital de San Isidro, 2016).

V. Importancia del transporte sostenible no motorizado.

Para Calle (2016) en su publicación Infraestructura vial en la Amazonía peruana: hacia una gestión sostenible menciona:

El impacto negativo que se puede llegar a presentar en las generaciones futuras si continuamos depredando los recursos como actualmente lo venimos haciendo, es por ello, la importancia de incentivar nuevas estrategias en conjunto con las entidades y tecnologías que aseguren un desarrollo amigable y en beneficio de las futuras generaciones.

Por parte del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2019, p.38) refiere que “la experiencia internacional demuestra que el concepto de sostenibilidad ambiental debe ser incorporado en los planes de infraestructura. Australia, por ejemplo, lo incluye en la visión y objetivos, en particular para temas de resiliencia”.

Por último, el Fondo Nacional del Ambiente (s.f.) considera importante:

El desplazamiento en bicicleta porque va ofrecer una autonomía propia. Y que en distancias no mayores a 6 km. y en hora punta se va tener un eficiente viaje. También es importante a manera global, es decir muy amigable con el medio ambiente debido a la noemisión de gases y no generación de ruidos molestos; y a la vez, en temas económicos, una infraestructura para bicicletas es menor su costo en comparación de una, para los vehículos.

VI. *Indicadores.*

En su trabajo de máster. Motos (2019) hace referencia a un conjunto de indicadores que sirve para cuantificar la sostenibilidad urbana.

Tabla 2.

Lista internacional de indicadores de sostenibilidad urbana.

Dimensión	Indicador
Medio ambiente	Valor límite de los contaminantes atmosféricos.
	Emisiones de gases de efecto invernadero.
	Huella ecológica (EF). Uso de materiales alternativos.
	Zonas verdes.
Economía	Porcentaje de fuentes de energía renovables.
	Beneficios del transporte.
	Gastos de transporte.
Social	Tiempo de viaje.
	Exposición al ruido del tráfico.
	Accesibilidad a los servicios.
	Longitud de la red ciclista.
	Disponibilidad de estacionamiento.
	Muerte y lesiones por transporte.

Fuente y elaboración. Los autores de la investigación basados en Motos (2019).

Manual de criterios de diseño de infraestructura ciclo-inclusiva y guía de circulación del ciclista.

Según el manual que presenta la Municipalidad de Lima (2017), se establecen criterios y características que debe tener una ciclovía para su diseño, los cuales se detallan a continuación:

(A) Parámetros generales de diseño.

(a) El usuario y el vehículo.

El diseño de ciclovías debe ser pensados en que el usuario va usar su energía propia (su esfuerzo) para movilizarse. Entonces debe analizar aspectos

importantes como los cambios de nivel, textura del pavimento y desvíos que se puede presentar y dificultar el desplazamiento. Debido a que la bicicleta es un vehículo liviano y que no va a demandar un amplio espacio de circulación, entonces algunas dimensiones que se deben considerar según el tipo de bicicleta son las siguientes:

Tabla 3.
Dimensiones básicas estándar por tipo de bicicleta.

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

Fuente: Municipalidad de Lima (2017) guiados del Ministerio de Transportes de Colombia, 2016.

Estas dimensiones sirven como requisitos mínimos que debe presentar una ciclovía para que el usuario pueda maniobrar para mantener el equilibrio, realizar giros, rebasar obstáculos y sobrepasar otros vehículos y/o usuarios sin ningún tipo de dificultad ocasionando accidentes por no existir los espacios mínimos para realizar estas acciones al momento de desplazarse.

(b) El entorno urbano.

El entorno va a estar definido por las condiciones que debe presentar la red por la cual se van a desplazar los ciclistas. A continuación, se presentan los esquemas para diferentes casos.

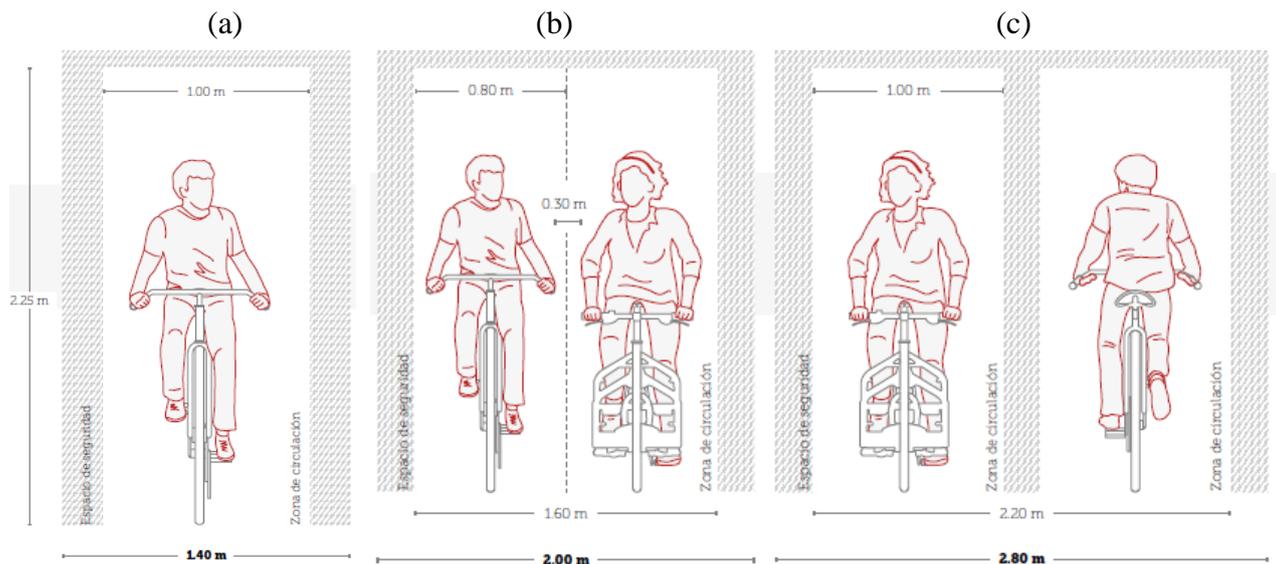


Figura 8. Espacio libre requerido por un ciclista urbano.

Fuente. Municipalidad de Lima, 2017.

(B) Tipologías.

(A) Vías no segregadas o compartidas.

También son conocidas como ciclovías conectoras ya que pueden agregarse a la calzada, acera o mediana. Cumplen la función de brindar acceso al usuario hacia la red principal ciclovial, lo cual permite a ciclistas compartir las vías con los usuarios de vehículos motorizados. Deben circular en la misma dirección que los demás usuarios para evitar un caos. Cabe resaltar que, por eso, es recomendable su uso en zonas de bajo tránsito (hasta 10000 vehículos/ día) y donde la velocidad máxima sea de 30 km/h. Las vías no segregadas o compartidas mejoran el orden y, por consiguiente, la seguridad ciudadana. Tanto ciclistas como peatones quienes transitan por estas vías tienen una mejor calidad de vida ya que disminuye el volumen de tráfico motorizado.



Figura 9. Ejemplo de una vía no segregada en Barcelona.

Fuente. Municipalidad de Lima, 2017.

(a.1) Vía compartida o carril compartido.

En estas vías el ciclista es priorizado sobre los vehículos motorizados. La velocidad para los vehículos motorizados es de 30 km/h, evitando así los accidentes fatales que se pueden presentar y por lo tanto ser más amigable con los ciclistas y peatones. Estas vías se caracterizan por presentar una sección vial reducida, por lo tanto, va a presentar un tráfico calmado.

Cuando las vías compartidas son de un solo carril de circulación, debe tener un ancho mínimo entre 4.00m a 4.30m, para que así el vehículo pueda adelantar al ciclista de manera segura.



Figura 10. Ejemplo esquematizado de vía compartida.

Fuente. Municipalidad de Lima, 2017.

Cuando la vía presenta más de dos carriles de circulación y uno de ellos va ser compartido con ciclistas, el ancho mínimo que debe tener este carril debe estar entre 2.70m a 3.00m, para que el automóvil pueda adelantar al ciclista de manera segura.



Figura 11. Ejemplo esquematizado de carril compartido.

Fuente. Municipalidad de Lima, 2017.

(a.2) Ciclocarril.

Es una franja dentro de la calzada y que está delimitado la circulación de bicicletas y automóviles, siempre va presentar un sentido unidireccional. Debe presentar un color visible para los ciclistas y tener señalizado el sentido de circulación. En ocasiones puede ser utilizado por los vehículos motorizados. La sección recomendada varía entre 1.40m y 1.80m de ciclocarril, más una adicional de 0.60m de un espacio de delimitación. El carril adyacente al ciclocarril debe contener una velocidad máxima de 40 km/h.



Figura 12. Ejemplo esquemático de ciclocarril.

Fuente. Municipalidad de Lima, 2017.

(b) Vías Segregadas.

“Están demarcadas con pintura, con un color contrastante y segregadas del tránsito motorizado y de los peatones. Es preciso demarcar la infraestructura ciclovial de color diferente al de la calzada o la vereda para que sea fácilmente detectable para todos los usuarios de la vía.” (pag.61).

Este tipo de ciclovías son las más utilizadas porque son segregadas a la red principal de infraestructura ciclovial. Por ende, son las de mayor impacto dentro de nuestra investigación ya que se desarrollará dentro de un ámbito urbano y cubren mayores distancias. Además, menciona que las vías donde deben utilizarse son las que tienen velocidades superiores a 40 km/h y flujos mayores a 10.000 vehículos/día.

Según Gamarra (2018), “Se consideran las más costosas, pero también las más seguras al nivel de percepción del ciclista, por lo que aumenta el uso de bicicleta y disminuye el riesgo de accidente. Ésta vía recibe el nombre también de Pista-bici. Está segregada del tráfico motorizado, con trazado y plataforma independiente de las carreteras, en uno o dos sentidos” (pag.21).



Figura 13. Ejemplo de una vía segregada en Santiago de Chile.
Fuente. Diario Constitucional.

(b.1) Ciclovías.

Es un tipo de infraestructura que puede estar ubicada al nivel de la calzada o al separador lateral o central. Puede ser bidireccional o unidireccional. Para el caso de una unidireccional, esta se ubica de preferencia al costado derecho de la vía, y a si facilitar a los ciclistas desplazarse en el mismo sentido que el flujo vehicular y poder integrarse fácilmente a una nueva calle.” Además, son las de mayor costo eficiencia dado que son intervenciones de bajo costo, rápida implementación y proveen seguridad y comodidad a los ciclistas” (pag.62). Las bidireccionales es preferible en avenidas, dondees muy difícil el paso de un lado al otro de la vía y, por lo tanto, se requiere que el desplazamiento sea a ambos sentidos. Se deberá tener mucho cuidado en las intersecciones dado que se va a requerir mayor espacio para las maniobras que realiza el usuario en el paso entre vías.



Figura 14. Ejemplo esquemático de una ciclovía unidireccional.

Fuente. Municipalidad de Lima, 2017.

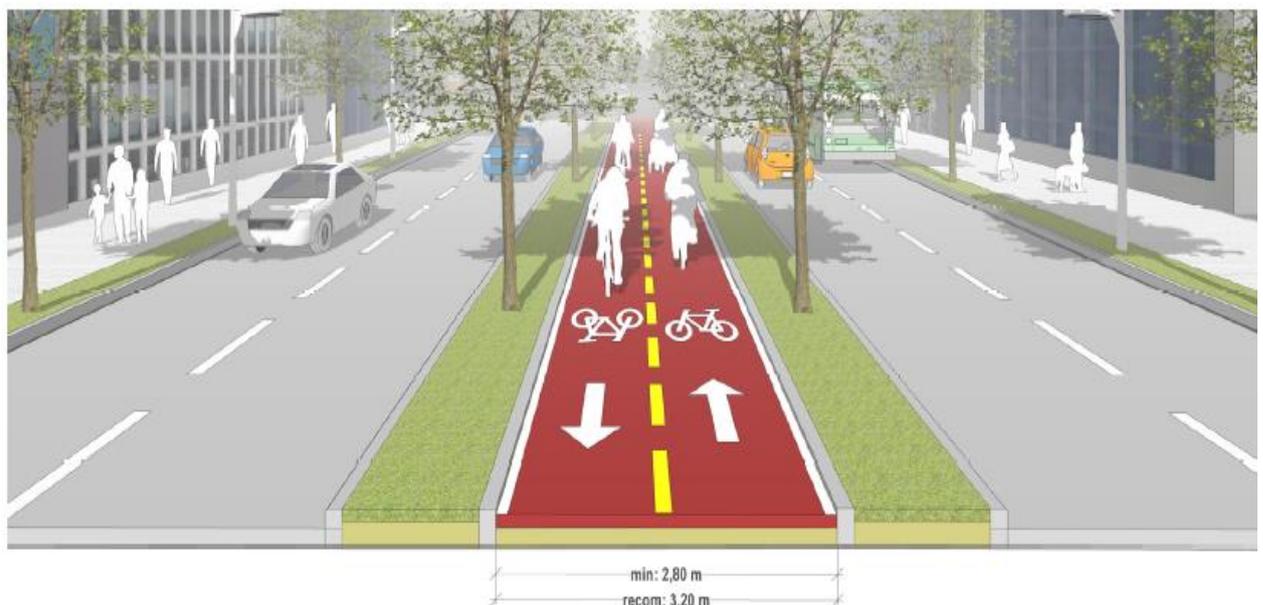


Figura 15. Ejemplo esquemático de una ciclovía bidireccional.

Fuente. Municipalidad de Lima, 2017.

(b.2) Cicloacera o ciclosenda.

Viene a ser la ciclovía que va estar dentro de la vereda o en aquellos espacios que va ser compartido con los peatones. Se debe tener en cuenta el fluido peatonal y además que cuenten con el ancho necesario para que la circulación tanto de ciclistas como peatones sea fluida, cómoda y segura.

“Es necesario reducir al mínimo los cambios de nivel (rampas con pendientes máximas del 8% o instalación de pasos pompeyanos) y solucionar de manera adecuada y casi puntual cada intersección para no generar conflictos con peatones, quienes siempre tendrán la prioridad en las veredas.” (Municipalidad de Lima, 2017, pág. 64).

En el caso de las ciclosendas no se direccionan con el trazo de la vía motorizada, sino que está orientada y vinculada a parques lineales, malecones, alamedas y corredores verdes u otra infraestructura donde no hay vehículos motorizados.



Figura 16. Ejemplo esquemático de una ciclocera unidireccional.

Fuente. Municipalidad de Lima, 2017.



Figura 17. Ejemplo esquemático de una cicloacera bidireccional.

Fuente. Municipalidad de Lima, 2017.

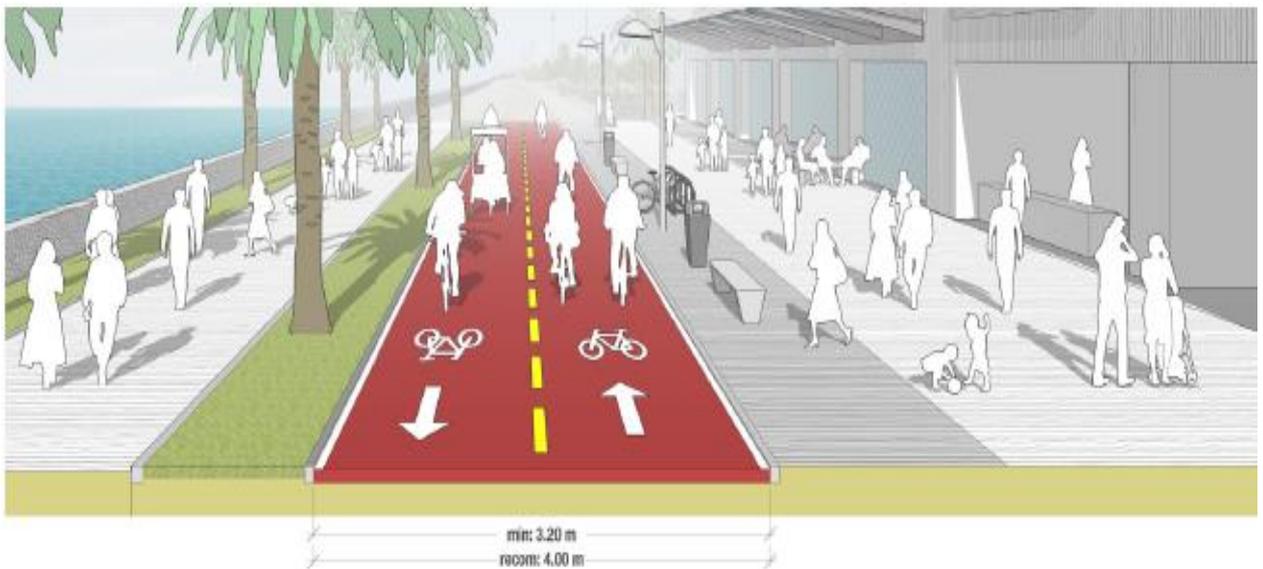


Figura 18. Ejemplo esquemático de una ciclocenda en un corredor.

Fuente. Municipalidad de Lima, 2017.

(C) Diseño geométrico de una ciclovía.

Dimensionamiento básico de las ciclovías.

(a) Ancho de la ciclovía.

Para la Municipalidad de Lima (2017). Se resume los anchos mínimos según el tipo de ciclovía.

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

Figura 19. Dimensiones estándar de ancho libre de circulación por tipo de infraestructura.

Fuente. Municipalidad de Lima, 2017.

Nota. (*) Significa que aplica también para cicloaceras y ciclosendas.

(b) Velocidad de diseño.

Con respecto al diseño de ciclovías propuesto por el Fondo Nacional del Ambiente (2005) establece las relaciones con respecto a la velocidad de diseño para determinar el radio y el peralte de las curvas, y también va tener implicancia en la distancia de señalización y el ancho de esta.

Hay algunas consideraciones según el tipo de pavimentación y condiciones, por ejemplo, bajo consideraciones normales (buenas condiciones de clima, un terreno plano y pavimentado), la velocidad de diseño va ser de 30 Km/h y en cambio en terrenos que no presenten pavimentación la velocidad a considerar debe ser de 24 Km/h. Si en caso la orografía del terreno presenta otras consideraciones de pendiente se establece una clasificación en función de la pendiente que se muestra a continuación.

Tabla 4.
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

Fuente. Fondo Nacional del Ambiente, 2005.

(c) Radios de volteo.

El radio de volteo va estar relacionado con la velocidad de diseño, como se muestra la siguiente ecuación.

Ecuación 1. Radio de volteo

$$R = 0.24 * V + 0.42 \text{ m}$$

Donde:

R = Radio de la curvatura (en m).

V = Velocidad de diseño (en km/h)

Y esta ecuación permite elaborar una tabla de relación:

Tabla 5.
Relación de velocidad de diseño con el radio de volteo.

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

Fuente. Fondo Nacional del Ambiente, 2005.

(d) Sobreancho de ciclovías.

Son los espacios adicionales que se va necesitar para maniobrar de acuerdo a la pendiente y el radio de curvatura. Este sobreancho va permitir que el ciclista desplazarse con mayor espacio que le permita maniobrar con mayor seguridad y comodidad.

(d.1) Por pendiente.

Los sobreanchos en pendiente va permitir que el ciclista maniobre de un lado a otro con la finalidad de mantener el equilibrio. En la siguiente tabla hay algunas consideraciones.

Tabla 6.
Sobreanchos de ciclovía por pendiente.

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

Fuente. Fondo Nacional del Ambiente, 2005.

(d.2) Por radio de curvatura.

Estos sobreanchos permiten que el ciclista disminuya el riesgo de colisión al momento de inclinarse para tomar una curva. Para esto la curva debe ensancharse la parte interior. Este sobreancho en función del radio de curvatura se detalla en la siguiente tabla,

Tabla 7.
Sobreanchos de ciclovías por radios de curvaturas.

Radio de curvatura	Sobreancho requerido (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

Fuente. Fondo Nacional del Ambiente, 2005.

(a) Peralte.

“Como recomendación especial, el peralte de una curva nunca debe exceder el 12%; porcentajes más altos pueden causar movimientos lentos por la sensación de incomodidad de la pendiente” (pag.11).

“Para ayudar a los ciclistas que van escalando en un camino bidireccional con curvas con pendientes mayores del 4%, el peralte no debe exceder el 8%” (pag.11).

Perfil longitudinal.

Para determinar la pendiente en el diseño de ciclovías, va depender de varios factores, tales como: tipo de bicicleta, ciclista, edad del ciclista, viento, superficie de rodadura, etc. Entonces el FONAM recomienda una pendiente máxima de 4%, y con un marco excepcional un valor máximo de 6% para una longitud de hasta 90 m. Las pendientes mayores a 6% ya no son recomendables debido a va a ocasional algún tipo de fatiga en los ciclistas.

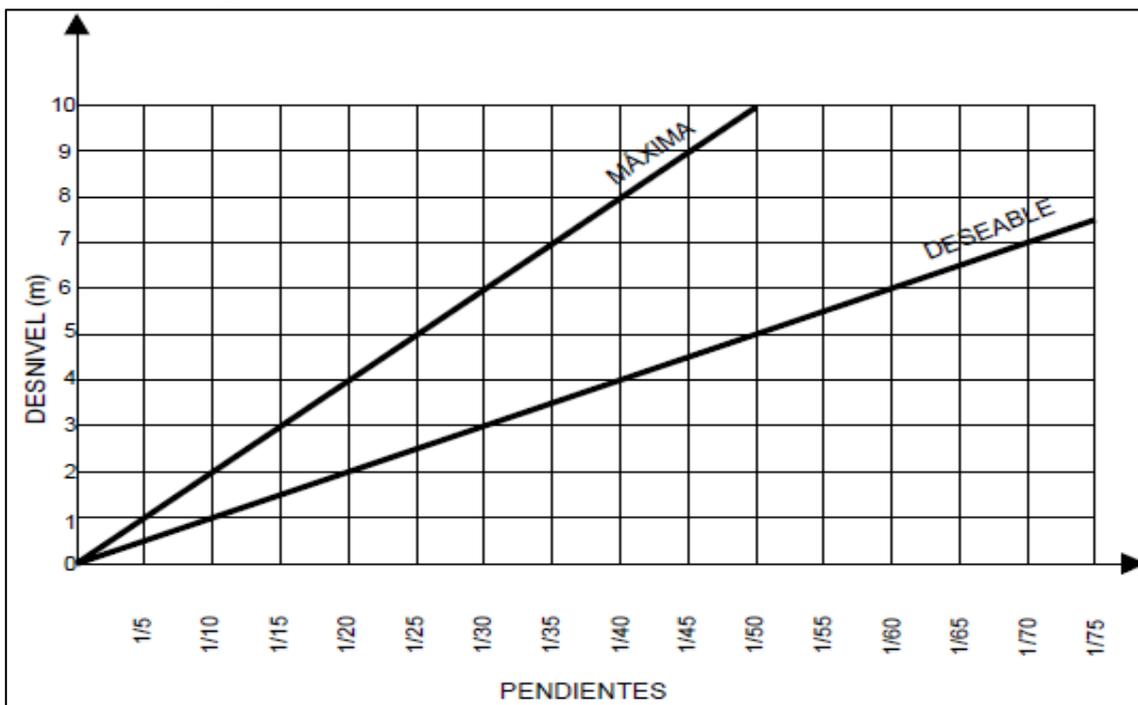


Figura 20. Gráfico de rampas.

Fuente. Fondo Nacional del Ambiente, 2005.

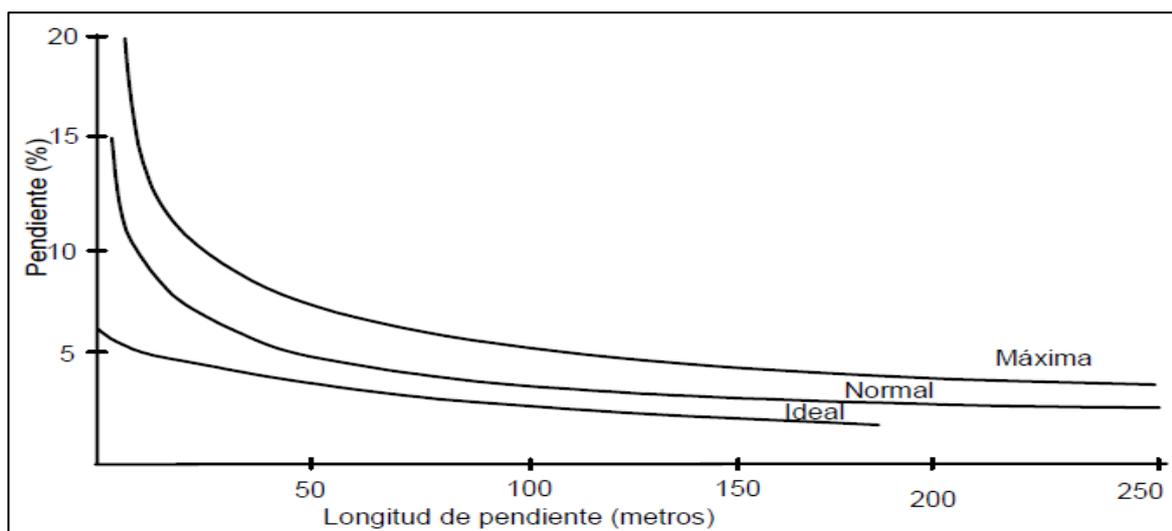


Figura 21. Pendientes adecuadas en función de la longitud.

Fuente. Fondo Nacional del Ambiente, 2005.

Nota. Esta figura muestra la longitud de la pendiente, cada cambio de pendiente deberá estar precedido por una longitud que permita acelerar antes de empezar a escalar.

Distancia de visibilidad.

Es la distancia que necesita el ciclista para detenerse completamente al observar algún obstáculo. Esta distancia va estar en función al tiempo de percepción y reacción del ciclista, del estado de la superficie, el coeficiente de fricción, la pendiente y la velocidad de diseño.

Para el tiempo de percepción y reacción se asume 2.5 segundos, y en el caso del coeficiente de fricción un valor de 0.25. “Dichos factores permiten simular un sistema de frenos en superficies húmedas” (pag.12). La siguiente ecuación nos permite determinar la distancia de visibilidad.

Ecuación 2. Distancia de visibilidad

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

Donde:

S = Distancia de visibilidad (en m)

V = Velocidad de diseño (en km/h)

f = Coeficiente de fricción (igual a 0.25)

G = Pendiente (en %)

Y para calcular el despeje lateral se presenta la siguiente ecuación:

Ecuación 3. Despeje lateral

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

Donde:

M = Despeje lateral, medido desde la línea central y el bordillo (en m)

S = Distancia de parada (en m)

R = Radio en el centro del carril (en m)

Esta expresión se va aplicar cuando el valor de S es igual o menor a la longitud de la curva.

“Para ciclovías bidireccionales es recomendable que el campo de visión sea iguala dos veces la distancia de visibilidad para reducir el riesgo de colisión entre ciclistas endirecciones opuestas. Cuando esta distancia de visibilidad no se puede proveer, se debe pintar una línea central continua entre carriles desde el inicio en toda la longitud de la curva y extendida 10 m. más allá del final de la curva” (pag.14).

(D) Diseño de intersecciones

En las intersecciones o en cruces de ciclovías se presentan generalmente la mayor cantidad de accidentes y conflictos. Por ello la Municipalidad de Lima (2017) mencionalos criterios principales que se debe considerar para poder diseñar con seguridad, coherencia y directas. Cada uno de estos criterios presentan características y las cuales se detallan a continuación:

Intersecciones seguras.

- Deben garantizar una buena visibilidad tanto de los ciclistas como de los conductores de los vehículos motorizados.
- Deben reducir los puntos de conflicto entre usuarios, entendiendo que los niveles de prioridad en la vía son: 1. peatones, 2. ciclistas y 3. motorizados.
- Deben facilitar la percepción entre los diferentes usuarios para que estos puedan reaccionar con anticipación ante cualquier riesgo de

incidente.

- Deben considerar la reducción de velocidad y la buena visibilidad como factores clave de diseño.

Intersecciones coherentes.

- Con diseños y señalización claros que permitan entender fácilmente el camino a seguir.
- Deben ser claramente legibles y conectadas entre tramos viales para evitar tumbos o desorientación al ciclista.
- Deben estar completamente demarcados, no sólo para guiar al usuario sino para advertir a peatones y motorizados del paso de ciclistas.

Intersecciones directas.

- Deben ofrecer fluidez, buena interacción entre usuarios y pocos desvíos.
- Deben reducir los tiempos de espera y de recorrido del ciclista, no alargarlos.

En el Anexo 2 se encuentran las figuras con algunos detalles para el diseño en intersecciones, óvalos y en situaciones que la ciclovía se ubica detrás del paradero de transporte público

(C) Señalización.

La señalización adecuada va a facilitar y guiar a los ciclistas y de esta forma mejorando las condiciones de seguridad en los puntos de cruce y también va a ayudar a que los vehículos motorizados controlen su velocidad.

(a) Señalización vertical.

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, se denomina señal vertical a aquella señal que se va a instalar al costado o sobre la ciclovía. Estas señales van a informar a los usuarios sobre alguna eventualidad que se puede

existir en el camino.

Para ver los tipos de señalización vigentes según el Ministerio de Transportes, 2016 y las señales propuestas por la Municipalidad de Lima (2017) revisar el Anexo 3.

(b) Señalización horizontal.

El propósito de la señalización horizontal en la infraestructura ciclovial es definir los espacios de circulación para los ciclistas e indicar a los usuarios el sentido de circulación, la ruta a seguir en las intersecciones y los puntos o espacios de detención.

(b.1) Demarcaciones en vías segregadas y ciclocarriles.

Según Municipalidad de Lima (2017), la señal que no debe faltar es el pictograma o símbolo de la bicicleta. Esta señal debe estar demarcada en el pavimento con pintura blanca y ubicada en las esquinas preferiblemente, al inicio y final, y se acompaña de la flecha que va a indicar la dirección del flujo. Estas flechas también deben indicar las maniobras de conexión a otras vías.

“Además del pictograma y las flechas, en las ciclovías, ciclocarriles o cicloceras con más de un carril de circulación, se deben demarcar con una línea continua o segmentada” (pag.82). Para el caso de las ciclovías unidireccionales la línea es de color blanco y va a ser amarilla para el caso de bidireccionales. “Cuando la ciclovía se encuentra ubicada a nivel de calzada y contigua al carril de vehículos motorizados, se debe incluir un espacio de separación o también llamado amortiguamiento de 0,60 m, y debe contener 2 líneas amarillas paralelas con líneas diagonales entre ellas a 35° que pueden incluir elementos de segregación, y una línea continua amarilla al costado de la acera, para demarcar la restricción de estacionamientos de vehículos motorizados sobre la

ciclovía”(pag.82).

“Las intersecciones se van a demarcan en la zona de aproximación con una línea blanca transversal y la palabra PARE en color blanco para indicar el punto de detención de los ciclistas. Los cruces son de color rojo contrastante delimitados con dos franjas paralelas de cuadrados blancos de 50 x 50 cm, a intervalos de 50 cm” (pag.82).

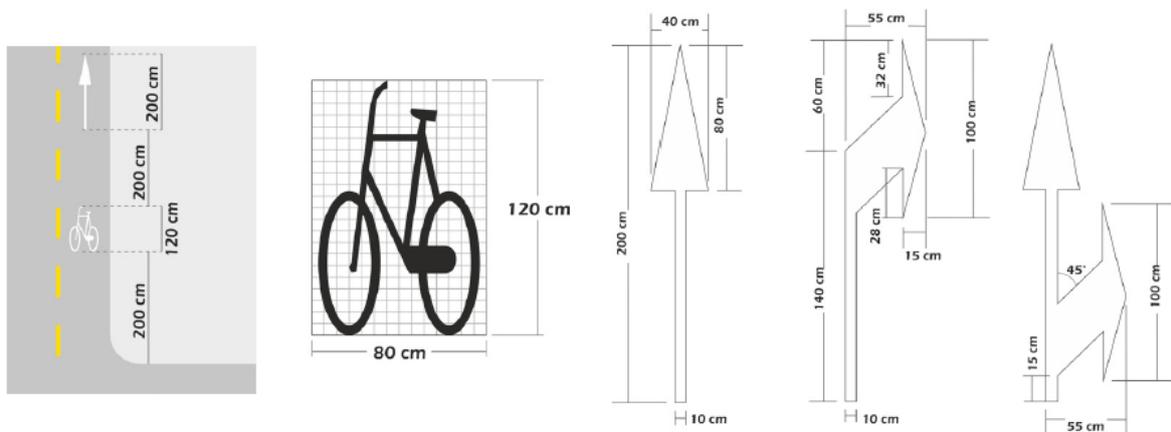


Figura 22. Señalización horizontal.

Fuente. Municipalidad de Lima guiados del Ministerio de Transportes de Colombia, 2016.

Nota. Pictograma bicicleta en ciclovía, ciclocarril o cicloacera y localización con respecto a la esquina (izquierda) y Flechas que indican el sentido de circulación o los giros en ciclovía, ciclocarril o cicloacera (derecha).

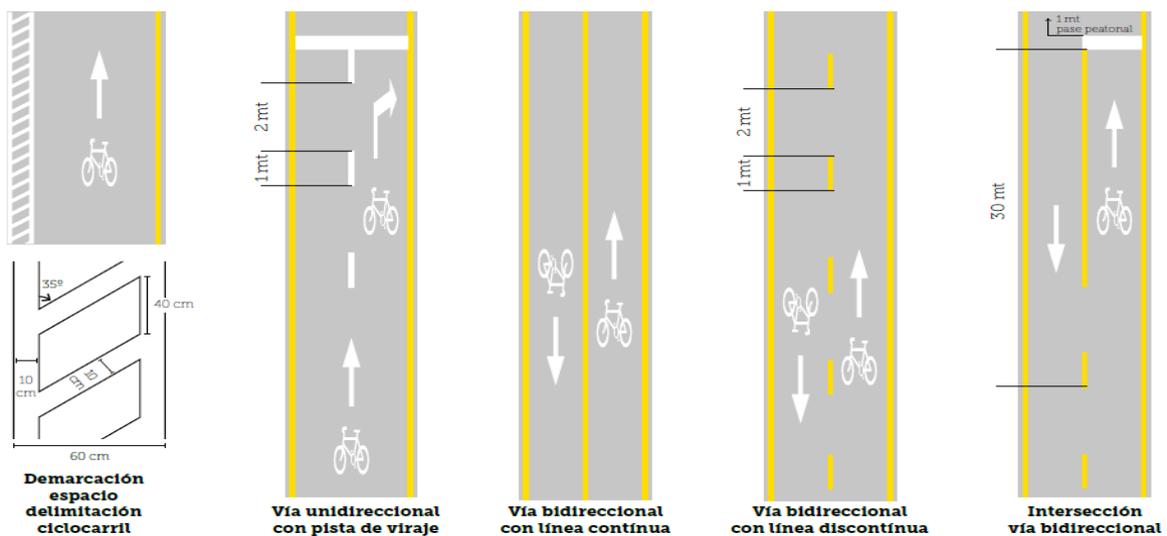


Figura 23. Características de las flechas y líneas en una ciclovía.

Fuente. Municipalidad de Lima, 2017.

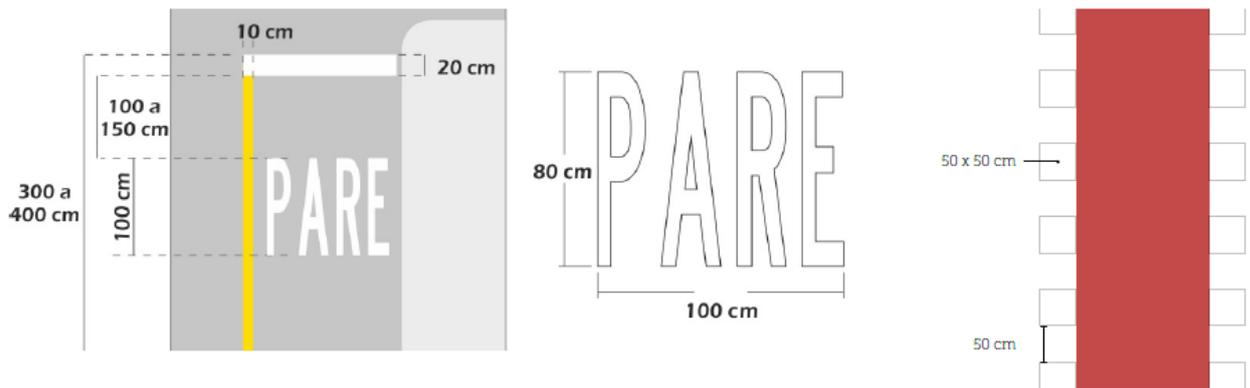


Figura 24. Señales de detención y demarcación en cruces.

Fuente. Municipalidad de Lima, 2017.

Nota. Señales de detención en ciclovía, ciclocarril o cicloacera (izquierda). Demarcación roja para cruces de ciclovías, ciclocarriles o cicloaceras y su respectiva delimitación con cuadros blancos (derecha).

(b.2) Demarcaciones de vías no segregadas, vías o carriles compartidos.

“Las vías y carriles compartidos manejan una demarcación diferente a la de las ciclovías, dado que sus dimensiones permiten advertir no sólo a los ciclistas sino a los automotores. Las señales principales a utilizar en este tipo de vías son la de zona 30, que indica la velocidad máxima a la cual deben circular los vehículos motorizados” (pag.84). “En las intersecciones semaforizadas de cualquier tipo de infraestructura ciclista (segregada o compartida), se deben demarcar los cajones bici para delimitar el espacio de detención de los ciclistas. Esta señal indica la prelación de los ciclistas en el momento de arranque, y genera un resguardo especialmente para quienes van a realizar giros a la izquierda” (pag.84).

Un ejemplo de una demarcación de carril compartido con Sharrow se puede apreciar en el anexo 4.

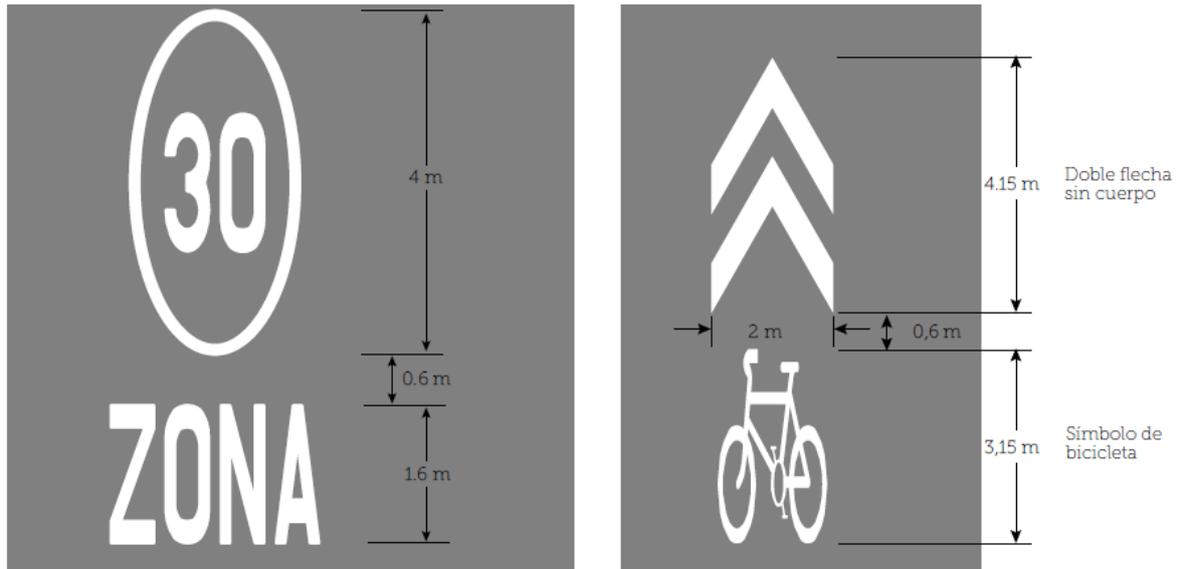


Figura 25. Señales horizontales.

Fuente. Municipalidad de Lima, basado en Instituto de Políticas para el Transporte y Desarrollo (ITDP México) y la Interface for Cycling Expertise (I-CE).

Nota. Demarcación Zona 30 (izquierda). Sharrow: para carriles compartidos (derecha).

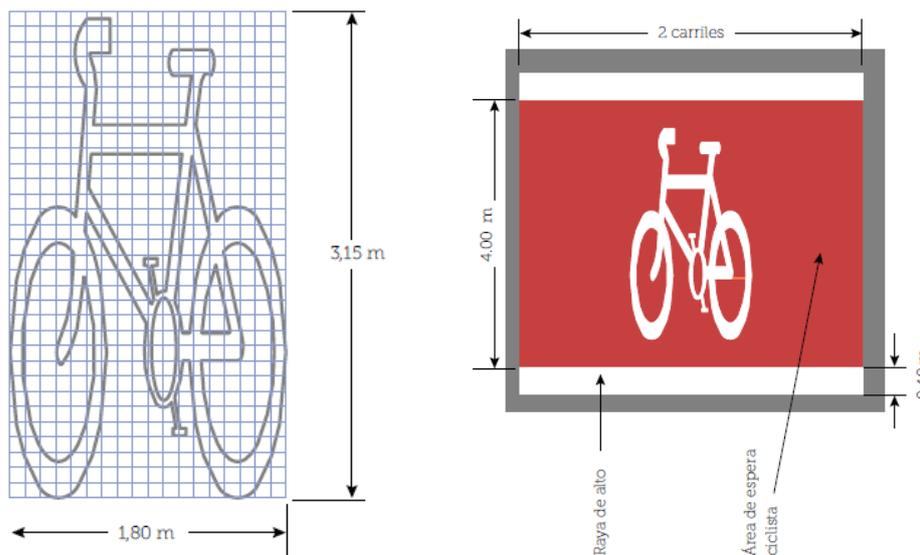


Figura 26. Cajón bici (bike box).

Fuente. Municipalidad de Lima basado en Instituto de Políticas para el Transporte y Desarrollo (ITDP México) y la Interface for Cycling Expertise (I-CE).

(D) Interferencias

(a) Metodología BIM

BIM (Building Información Modeling), según el BIM Handbook, se define como el modelado tecnológico y el conjunto de procesos que producen, comunican y analizan el modelado de una edificación, caracterizado por cada

uno de los componentes del edificio y representado por elementos paramétricos (Eastman, 2011).

Según la página web de Autodesk, BIM es “un proceso inteligente basado en un modelo 3D que brinda a los profesionales de la arquitectura, la ingeniería y la construcción, la visión y las herramientas para planificar, diseñar, construir y administrar edificios e infraestructura de manera más eficiente”.

(b) Dimensiones BIM

La metodología BIM es un nuevo modelo de trabajo colaborativo e interespecializado que basa su gestión en el uso correcto de datos de información durante todo el ciclo de vida de una edificación, específicamente dentro de las tres fases importante de un proyecto: diseño, construcción y mantenimiento.

Cada fase del ciclo de vida de un proyecto puede enmarcarse en una dimensión:

Primera dimensión: La idea. Todos los proyectos, ya sea que se desarrollen en un mundo 2D o 3D comienzan con la idea principal del proyecto.

Segunda dimensión: El boceto. Una vez obtenidos todos los datos iniciales, se elabora un dibujo esquemático que define las características generales del proyecto. Aquí, la disciplina civil, al ser una obra lineal, recibe mucha atención, ya que se describen los materiales utilizados, las dimensiones aproximadas y más detalles de la estructura.

Tercera dimensión: El modelo gráfico tridimensional. Una vez considerada toda la información del proyecto, al menos desde el punto de vista civil, se pasará por el programa a su modelado 3D.

Cuarta dimensión: El tiempo. De este aspecto encontramos una gran ventaja sobre el enfoque tradicional porque encontramos dinamismo en el modelo de proyecto. Podemos diseñar el proyecto en 3D con un software BIM que nos ayuda a programar el proyecto a partir de la información que le añadimos.

Quinta dimensión: El costo. Esta etapa es una de las más importantes, ya que desarrolla un análisis y estimación de costos del proyecto, además permite su control, ya que existen formas de determinar el avance del proyecto en campo de acuerdo a su economía. Al integrar BIM en la ecuación, tenemos información sobre todos los elementos del proyecto que se pueden representar en el presupuesto con un mínimo detalle.

(c) Programas en obras lineales más comunes

De los programas más utilizados encontramos el software Civil 3D y, en formato de apoyo al diseño, Dynamo para Civil 3D, así mismo se valida el uso de Infracore para la determinación de interferencias.

(E) Pavimentación.

Los tipos de pavimentos más usados son: asfalto, concreto y adoquín.

Tabla 8.
Características de los pavimentos.

Asfalto	Concreto	Adoquín
<p>Entrega mayor comodidad a los usuarios de la bicicleta.</p> <p>Provee las mejores condiciones de cohesión, uniformidad en el acabado, antideslizamiento y resistencia.</p> <p>Su uniformidad, permite fácil aplicación de pintura para manejo de señalización o de color en su superficie.</p> <p>Permite que se realicen mezclas para manejo de pavimentos de color.</p> <p>Se puede utilizar en todos los tipos de infraestructura ciclovial.</p>	<p>Entrega comodidad a los usuarios de la bicicleta.</p> <p>Provee condiciones de cohesión, uniformidad en el acabado, antideslizamiento y resistencia, sin embargo, se debe tener especial cuidado en el manejo de las juntas para evitar generar desniveles, sobresaltos o impactos que afecten la circulación de los ciclistas.</p> <p>Gracias a la durabilidad del material las probabilidades de aparición de baches o daños, son menores que en el asfalto o el adoquín, pero cuando aparecen fracturas pueden afectar altamente la seguridad de los ciclistas.</p> <p>Requiere bajo mantenimiento.</p> <p>Su desventaja principal es el alto costo de instalación y que su color no es contrastante.</p>	<p>No es cómodo para los ciclistas debido a que su superficie no es uniforme por el tamaño de sus piezas y el número de uniones.</p> <p>Requiere elementos de confinamiento como bordillos.</p> <p>Su instalación se debe hacer en sentido transversal para evitar inconvenientes con juntas longitudinales y se debe reducir al máximo el ancho de las juntas.</p> <p>Se debe tener especial cuidado con el manejo de drenajes para evitar daños en la subbase y levantamiento de las piezas.</p> <p>Es ideal para en vías compartidas porque reduce la velocidad de los motorizados, pero se debe dar un manejo especial a la franja de circulación de los ciclistas para reducir la vibración.</p>

Fuente: Municipalidad de Lima, 2017.

1.2 Formulación del problema

¿Cuál es la aplicación de la metodología Building Information (BIM) en las ciclovías de la provincia de Trujillo, 2022?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Aplicar la metodología Building Information (BIM) en las ciclovías de la provincia de Trujillo, 2022.

1.3.2 Objetivos específicos

O.E.1. Evaluar la aceptación de la población del diseño de ciclovías en las principales avenidas de la provincia de Trujillo, 2022.

O.E.2. Realizar el estudio topográfico para el diseño de ciclovías en las principales avenidas de la provincia de Trujillo, 2022.

O.E.3. Realizar el estudio de tráfico para el diseño de ciclovías en las principales avenidas de la provincia de Trujillo, 2022.

O.E.4. Realizar el diseño geométrico, bajo la Metodología BIM, de las ciclovías acortando el tiempo de diseño y reducir las interferencias del diseño (3D) en las principales avenidas de la provincia de Trujillo, 2022.

O.E.5. Calcular el estudio de costos y el presupuesto (5D) de la ciclovía de las principales avenidas de la provincia de Trujillo, 2022.

1.4 Hipótesis

1.4.1 Hipótesis general

La aplicación de la tecnología BIM en el diseño de ciclovías cumplirá con los requisitos mínimos establecidos en la Norma Técnica CE. 030 que nos brinda los lineamientos técnicos para el diseño y construcción de ciclovías mediante la eliminación de incongruencias en la provincia de Trujillo, 2022.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1 Enfoque de investigación

El presente estudio tiene un enfoque cuantitativo, por tanto, se medirá la variable de investigación, utilizando el método deductivo que utiliza la ciencia formal de la lógica y la matemática para procesar los datos y validar la hipótesis.

2.2. Tipo de investigación

2.2.1. Por el propósito

La presente investigación por el propósito es investigación aplicada, por lo que, basa su estudio en una teoría existente o investigaciones realizadas, y por medio de los resultados se contrasta la investigación que contribuye a nuevos conocimientos.

2.2.2. Según el diseño de investigación

La presente investigación según el diseño es no experimental, por lo que, no se manipula la variable de estudio; se basa en la observación, recopilación de información y análisis de documentos válidos y confiables para encontrar resultados de forma independiente.

2.2.3. Según el nivel

La presente investigación según el nivel es descriptiva, debido a que analiza e interpreta los resultados en su contexto natural para dar solución a la pregunta de investigación, por lo que recopila información verídica y verificable a cerca de la variable de estudio.

2.3. Diseño de investigación

La investigación tiene un diseño no experimental porque no se realiza una manipulación de la variable que se está investigando. A su vez, es transversal

ya que durante la recolección de datos se empleará un único periodo de tiempo. Asimismo, es descriptiva porque luego de la recolección de datos, se estudian todos los parámetros de diseño de una ciclovía para aplicarlos en la propuesta de ciclovías.

Tabla 9.
Diseño de investigación.

Estudio	Técnica	Variable
M	O, AD	X

Donde,

M: Muestra

O: Observación

AD: Análisis documental

X: Transporte sostenible no motorizado.

2.4 Clasificación de variables

2.4.1 Variables

Ciclovías:

Según, La Real Academia Española (2018), una ciclovía como concepto es un carril destinado exclusivamente a la circulación de bicicletas en una vía pública. Por ende, se concluye que el diseño de ciclovías consiste en el desarrollo de un proyecto que nos dirige hacia la construcción de una vía exclusiva para el uso de usuarios que utilizan vehículos nomotorizados. El diseño tiene como concepto es un proyecto o plan que configura algo.

2.4.2 Clasificación de variables

Tabla 10.
Matriz de clasificación de variables.

Variables	Relación	Naturaleza	Escala de medición	Dimensión	Forma de medición
-----------	----------	------------	--------------------	-----------	-------------------

Ciclovías	Independiente	Cuantitativa: Continua	Razón	Multidimensional	Indirecta
-----------	---------------	---------------------------	-------	------------------	-----------

Fuente: Propia.

2.4.3 Operacionalización De Variables

Tabla 11.
Matriz de operacionalización de variables.

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Diseño de ciclovías.	La realización de un diseño de ciclovías debe cumplir con los requisitos establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones. Por otra parte, los requisitos para el diseño de ciclovía varían dependiendo del tipo de vía arterial, colectora o local, por lo general requieren secciones viales con infraestructura segregada o delimitada para la bicicleta y las vías locales no requieren esta segregación, gracias a que por lo regular son calles con velocidades menores. (Manual de Criterios de Diseño de Infraestructura Ciclo-inclusiva y Guía de Circulación del Ciclista, 2017)	El diseño de ciclovías va a ser realizado bajo los criterios que exige la normativa del RNE, así mismo se va a llevar a cabo luego de obtener los resultados de los estudios preliminares como lo son el estudio topográfico, estudio hidrológico y estudio de tráfico. Luego de realizar el diseño, bajo los estándares de la metodología BIM, se concluye con la mejor propuesta que nos brinde una solución sostenible para la mejora del transporte no motorizado.	1.1. Brecha de infraestructura para ciclovías.	1.1.1. Aceptabilidad de la infraestructura.	Razón
			1.2. Estudio topográfico.	1.2.1. Levantamiento Altimétrico (cotas).	Razón
				1.2.2. Levantamiento planimétrico (coordenadas, distancias)	Razón
			1.3. Estudio de tráfico.	1.3.1. Índice medio diario anual de ciclistas.	Razón
				1.3.2. Índice medio diario anual de automóviles.	Razón
			1.4. Diseño geométrico con BIM.	1.4.1. Velocidad de diseño (km/h).	Razón
				1.4.2. Radio de curvatura (m)	Razón
				1.4.3. Radio mínimo (m).	Razón
				1.4.4. Distancia de visibilidad (%)	Razón
				1.4.5. Peralte (%)	Razón
				1.4.6. Ancho de calzada (m)	Razón
				1.4.7. Intersecciones	Razón
				1.4.8. Sección Transversal	Razón
				1.4.9. Interferencias con BIM	Razón
				1.5. Estudio de costos y presupuestos con BIM	1.5.1. Metrados.
		1.5.3. Presupuesto	Razón		

Fuente: Propia.

2.5 Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

2.5.1 Población

Todas las avenidas principales de la provincia de Trujillo en el año 2022.

2.5.2 Muestra

2.5.2.1 Técnicas de muestreo.

La técnica de muestreo es **no probabilística** porque nuestra investigación no permite una elección de manera aleatoria, ya que no todas las vías cumplen con los requisitos mínimos para la aplicación de la propuesta planteada en la tesis. En consecuencia, es muestreada **por juicio de investigador**, quien debe considerar características de las vías para determinar su elección.

Según la Guía de Implementación de Sistemas de Transporte Sostenible no Motorizado (2020), se deben seguir las siguientes prioridades:

- Priorizar corredor con mayor potencial de uso (por cobertura y conectividad entre orígenes y destinos) o de reemplazo de transporte público (normalmente, paralelas a las rutas de transporte).
- Mejorar la seguridad vial y reducir las velocidades de vehículos motorizados (50Km/h a 30Km/h), por lo cual se prioriza implementación en vías arteriales y colectoras sobre vías locales.
- Maximizar la cobertura de la red en términos de área, población, empleo, etc.
- Habilitar rutas lógicas y directas, sin vueltas innecesarias o cambios abruptos de perfil, por lo cual se priorizan vías arteriales continuas.
- Garantizar la interconexión de las rutas y hacer conexiones con la

infraestructura ciclovial existente.

- Satisfacer viajes cotidianos, viajes con motivo trabajo, estudio, compras, etc.

2.5.2.2 *Tamaño de muestra.*

En la presente investigación tendrá como referencia desde la avenida que interconecta el tramo de la avenida Húsares de Junín con el Ovalo Larco; así mismo, la avenida que existe entre el Ovalo Larco hasta el Ovalo Papal; luego, el tramo desde el Ovalo Papal hasta la Segunda puerta de la Universidad Nacional de Trujillo.

Tabla 12.
Tamaño de la muestra.

Distrito	Muestra	Recorrido	Distancia
Trujillo	A	Tramo desde Av. Húsares de Junín hasta Ovalo Larco	2.4Km
		Tramo desde Ovalo Larco hasta el Ovalo Papal	
		Tramo desde Ovalo Papal hasta la Segunda puerta de la UNT	

Fuente: Propia.

2.6. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.6.1 *Técnicas de recolección de datos*

Las técnicas utilizadas para la recolección de datos en la presente investigación son la observación, la revisión documental y las encuestas.

Las **encuestas** sirven como técnica de recolección de datos, ya que recopilamos información de los principales beneficiarios que son los pobladores que viven cerca a los tramos propuestos para esta investigación para que nos brinde su punto de vista acerca de la propuesta de diseño de ciclovías en la provincia de Trujillo.

La **observación** se utilizó a para realizar el estudio de tráfico en las vías

determinadas por la investigación para el diseño de ciclovías en la provincia de Trujillo.

El **análisis documental** porque tanto la elección de la muestra como la obtención de sus características van a ser obtenidas de bases de datos de diferentes entidades. Estas entidades nos aseguran un alto porcentaje de confiabilidad en sus datos.

2.6.2. Instrumentos de recolección de datos

En consecuencia, como instrumentos de recolección de datos que vamos a utilizar serán: **la guía de observación, la ficha de resumen y el cuestionario.**

El cuestionario es utilizado a través de la plataforma Google Forms y este contiene preguntas generales que se aplica a la población para que nos brinde su punto de vista acerca de la propuesta que planteamos en nuestro trabajo de investigación. (Ver Anexo 01)

Las guías de observación van a contener el formato preciso para la recopilación de información en campo del tránsito de vehículos que contiene nuestro objeto de estudio. (Ver Anexo 02). La ficha resumen va a contener el formato para la recopilación de datos que nos brinda el Senamhi y con este instrumento lograremos organizar la información para que sea utilizada de manera eficaz. (Ver Anexo 03)

2.6.3 Validación de instrumentos.

La validación de los instrumentos de recolección de datos será de un ingeniero especialista en Ingeniería Vial (Anexo 04). También se tendrá en cuenta los manuales y guías vigentes indicados en la Tabla 17 que son avalados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

Tabla 13.

Validación de instrumentos.

Dimensiones	Instrumentos	Validación
Brecha de infraestructura para ciclovías	Encuesta (Anexo 01)	Juicio de experto
Levantamiento topográfico	Ficha de Resumen (Anexo 04)	Juicio de experto
Estudio hidrológico	Ficha de Resumen (Anexo 03)	Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, Juicio de experto
Estudio de tráfico	Guía de Observación (Anexo 02)	Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, Juicio de experto
Diseño de ciclovías	Ficha de Resumen (Anexo 04) Ficha de Resumen (Anexo 03) Guía de Observación (Anexo 02)	Guía de Implementación de Sistemas de Transporte Sostenible no Motorizado, Juicio de experto
Detección de interferencias	Observaciones y documentos de archivo y fuentes gubernamentales.	Juicio de experto

Fuente: Propia.

2.7 Procedimientos

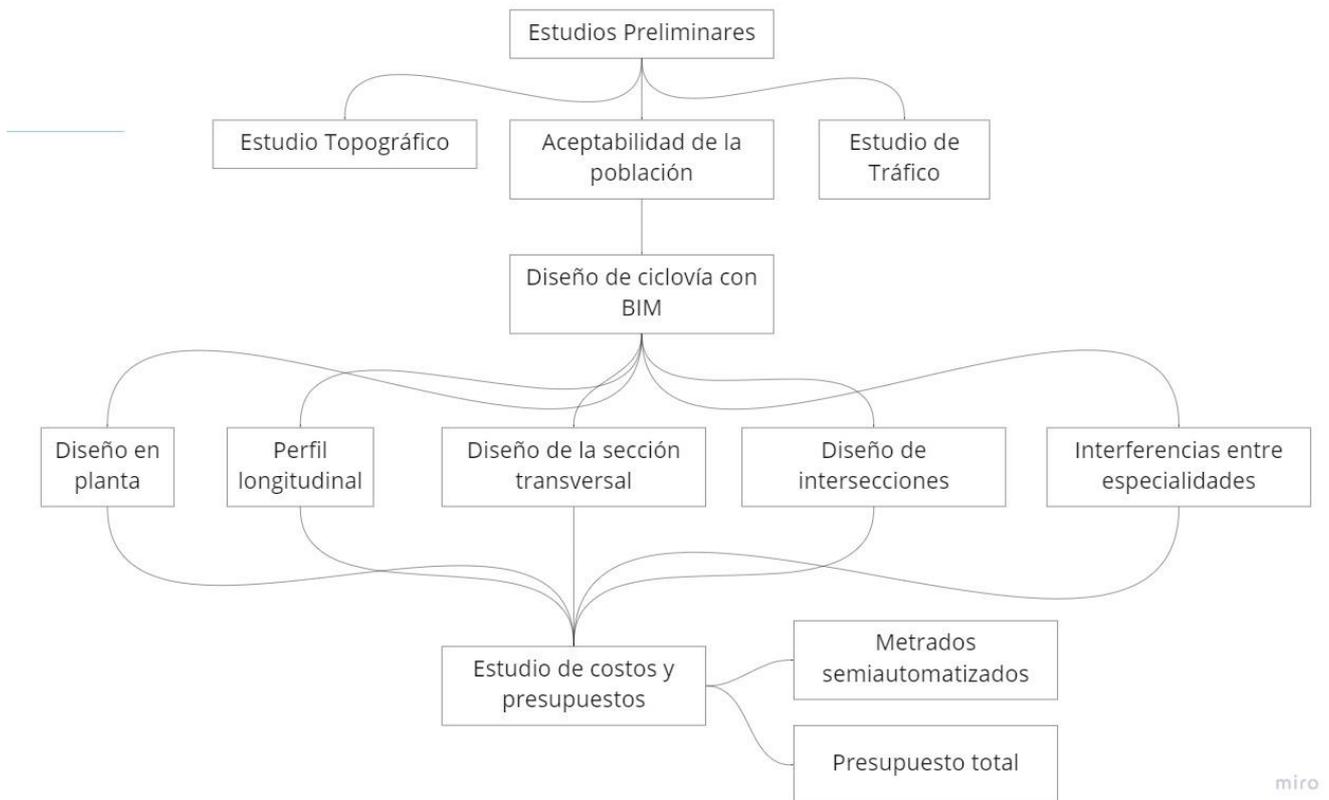


Figura 27. Diagrama de flujo del procedimiento experimental

Fuente: Propia.

Aceptabilidad de la población.

Este estudio se realizó mediante la aplicación de encuestas a la población, lo cual nos permitió conseguir resultados sobre sus opiniones respecto a preguntas específicas que se relacionan directa e indirectamente con nuestra investigación. Para la elección del número de entrevistados se obtuvo información del último censo efectuado por el INEI en la población del distrito de Trujillo; de tal manera que tengamos el alcance aproximado de cuantas personas están involucradas y a la vez realizar un muestreo según el análisis estadístico de datos para que nos genere confiabilidad en nuestros resultados. Luego de aplicar la encuesta en los interesados, realizamos el procesamiento de datos mediante el software Excel, el

cual nos permitió obtener los porcentajes y figuras que nos grafican de mejor manera los resultados.

Estudio topográfico.

El estudio topográfico se realizará de manera indirecta, mediante la restitución fotográfica del terreno. El primer paso se realiza en AutoCAD con el dibujo de un rectángulo en la zona donde posteriormente se va a descargar la imagen satelital. En el segundo paso consiste en abrir este archivo en Global Mapper, en este software vamos a obtener todo el planeta proyectado virtualmente y es el primer acercamiento a la georreferencia. De esta manera obtenemos la primera imagen satelital de nuestro objeto de estudio. Posteriormente exportamos a Google Earth pro, dónde podemos ver una fotografía más sofisticada porque también nos aporta relieve de todo el planeta. Este tipo de levantamientos topográficos con imagen satelital finalizan con la descarga de imágenes satelitales de SAS PLANET. Este software cuenta con un menú “Maps” y es donde encontraremos los mapas e imágenes de manera online. Como cuarto paso vamos a utilizar el menú “Layers” donde tenemos la data de distintas fuentes de información como capas. Elegimos según nuestra conveniencia una imagen con las mejores proyecciones y de esta manera, obtenemos las coordenadas geográficas con el elipsoide WGS84. Finalmente, se exporta la imagen de SAS PLANET hacia el AutoCAD para la georreferencia y se procede a la elaboración de los planos topográficos que servirán de interés para el desarrollo de nuestro proyecto. (YanapaChoque, 2018)

Estudio hidrológico

Según el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (2014) para la ejecución de los cálculos hidrológicos correspondientes es necesario obtener los caudales de diseño para diseñar las obras de drenaje. El tipo de precipitación elegido para los cálculos definitivos, es la precipitación máxima en 24 horas. La información de este parámetro es obtenida de la base de datos de SENAMHI, debemos recopilar dicha información en el formato de la guía de recolección de datos.

Posteriormente, se comprueba su consistencia mediante los métodos a la cual la distribución teórica se ajusta más, la proyección de la precipitación máxima calculada a un determinado periodo de retorno. Mediante el método del Hidrograma Triangular, obtenemos los caudales máximos y además nos proporciona las descargas más aproximadas a la realidad. También, se estimarán los periodos de estiaje, periodos de crecidas, ocurrencia de eventos extremos y se realizarán las debidas recomendaciones para una posterior construcción. Finalmente, se debe elaborar en software como Civil 3D, mapas en donde se visualice la vía. Además de visualizar las estaciones hidrológicas y meteorológicas con la información de ubicación geográfica (UTM). Luego de realizar el estudio Hidrológico en base a los datos obtenidos del SENHAMI se realiza un diseño estructural de construcciones que colaboren con el drenaje de la escorrentía y para eso Provías Nacional nos recomienda utilizar el software HEC-RAS. Se diseñan las secciones hidráulicas a lo largo del ancho de vía. Todo lo anteriormente mencionado se podrá visualizar en 3D en el programa Infraworks.

Estudio de tráfico

Según el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (2018) es necesario

realizar un estudio de tráfico en las avenidas donde serán diseñadas las ciclovías para calcular el índice diarioanual (IDMA). Esta metodología se realiza bajo la norma del Manual de Carreteras en la sección de suelos y pavimentos. Consiste en el conteo de los vehículos que transitan por la zona de estudio durante un mínimo de siete días continuos indicado en la norma. Se realiza la elección de tramos homogéneos para concluir en la elección de un punto estratégico por cada vía para realizar este estudio. Todos los datos obtenidos en campo serán recopilados en la guía de recolección de datos, en la cual debemos contabilizar los vehículos motorizados y no motorizados anotando sus características de carga dinámica. En caso de ser una vía de dos sentidos se contabiliza tanto los vehículos de ida como de vuelta.

Al finalizar, el conteo se debe sacar un promedio entre ambos sentidos de la vía y ese será el resultado final. Luego de obtener el IMDA actual debemos obtener el IMDA proyectado, dicho valor será calculado considerando la tasa de crecimiento de los vehículos que nos brinda el Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (INEI). Además, se realiza un mapeo visual para la identificación de centros de demanda como escuelas, mercados, paraderos, etc.

Diseño de ciclovías

Para el procedimiento del diseño de ciclovías se consideran los lineamientos técnicos de la Guía de implementación de Sistemas de Transporte Sostenible no Motorizado, 2020, donde nos explica que el primer paso es decidir cómo redistribuir el espacio vial.

El primer lineamiento básico para decidirlo es la ***direccionalidad***. El diseñador realiza la clasificación del tipo de vía existente basándose en los datos del estudio topográfico y su cálculo del IMDA. Luego de esta clasificación, se

determina el tipo de ciclovía adecuada para cada una de las muestras en estudio; que pueden ser unidireccional, bidireccional, etc. A continuación, mostramos un resumen en la Figura:

Figura 28. Relación entre tipo de vía y su correspondiente tipo de infraestructura recomendada.

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

Fuente. Manual de Lima, 2017

El segundo lineamiento básico para decidir el adecuado espacio vial son los *anchos mínimos*. De acuerdo a la figura 14, el diseñador determina para cada una de las ciclovías su ancho mínimorecomendado. Asimismo, según lo indicado en la Norma técnica GH-020 en el artículo 7 nos dice que las características que contemplan las secciones transversales de las vías lo establecen el Plan de Desarrollo Urbano. De acuerdo a estos valores mínimos es que se deben diseñar. Posteriormente, se realiza el cálculo de la reducción de ancho de vía. Por tanto, si es que el tamaño de la ciclovía invade menos de un carril vehicular, entonces se procede al diseño dentro de las dimensiones de todo el carril. Algo importante a añadir es que en este proceso se recolecta información que pueda afectar en el trazado final para el diseño de la vía. Los factores más importantes en el ámbito de interferencias son otras obras civiles, zonas prediales que puedan convertirse en afectaciones y el cambio paisajista.

Diseño de sección transversal

Generalmente cuando se diseña una ciclovía se le presta más atención al diseño en planta y el perfil. Un aspecto importante que interviene en su trazado que vamos a definir en nuestro proyecto son las secciones de tipo de la ciclovía. El modelamiento de la sección transversal se realizará mediante el software Subassembly Composer de Autodesk en el cual el diseñador evalúa tramo a tramo los lineamientos básicos que se mencionaron en el paso 1. Posteriormente, se realiza la evaluación del bombeo de la plataforma de la ciclovía también se lleva a cabo en esta parte del diseño, ya que debemos asegurar que la evacuación del agua hacia el exterior sea posible. En esta parte del diseño mostramos con detalle el diseño geométrico de estas, así como detalles de ancho de calzada y las bermas. Cabe resaltar que el diseño de bermas se llevara a cabo solo en vías urbanas y que carezcan de ellas, de ser así nos guiaremos del Manual de Carreteras DG-2018. Por el contrario, si ya son existentes entonces se incluye la geometría existente en el modelamiento. Lo mencionado en la última instancia se puede observar en el modelo Infracore, en el cual podemos ver las vías actuales como es que se entrelazan con la zona urbana y paisajista, por ende, se revisa el alineamiento propuesto que involucra a la ciclovía proyectada vs las estructuras civiles que existen.

Perfil longitudinal

El diseño del perfil longitudinal será a través del software Civil 3D. Cuando se realiza el alineamiento en base a la topografía importada, ya sea en formato xml o tiff, el software nos permite realizar un perfil longitudinal donde, dependiendo de la normativa de diseño, se realiza la rasante que servirá de guía para la creación del corredor, el cual nos permitirá obtener las progresivas, longitud de trabajo, metrados de corte y relleno, según sea el caso. Este software nos permite

agregar títulos, textos de progresivas, cotas, pendientes, etc., que en conjunto hacen presentable la lista de coordenadas. Contando con una alineación definida de nuestro ruteo de ciclovías podremos obtener su perfil y su respectiva visualización.

Además, la pendiente a determinar en una ciclovía es un conjunto de factores, tales como: tipo de bicicleta, ciclista, edad del ciclista, viento, superficie de rodadura, etc. Por eso, en la figura 6 se recomienda como pendiente máxima utilizar el 4% con un máximo excepcional de 5% con una longitud de hasta 90 m. Las pendientes mayores al 6% causan fatiga al ciclista.

Diseño de intersecciones

Esta parte del diseño es una de las más importantes, ya que a causa de malos diseños en las intersecciones se producen accidentes. El primer paso en este ítem será clasificar todas las ciclovías de acuerdo a su tipología y las características de tráfico. Debemos considerar que cada intersección es un estudio especializado y se debe proponer las opciones de circulación tomando en consideración lo estipulado en la Guía de implementación de Sistemas de Transporte Sostenible no Motorizado, 2020, que es la base teórica más actualizada en nuestro país.

El campo de visión que requiere un ciclista está entre 20-30 m, por lo cual se debe apoyar en la señalización para que los usuarios sean precavidos en esa zona. Otro tema a considerar es el diseño en zonas con paraderos, para estos casos la ciclovía debe ir por detrás del paradero. Es importante recalcar que las propuestas de las ciclovías son consideradas dentro de la visualización 3D dentro del programa infraworks, el cual tiene la data de las especialidades como predial, paisajismo y civil existente, lo cual dentro de la metodología BIM juega

un rol importante para pasar desde la tercera dimensión a la cuarta y quinta, las cuales involucran las etapas de diseño como cronograma y costo, respectivamente. Finalmente, se realiza un último análisis de pro y contras a través de un cuadro comparativo de todas las propuestas de circulación y se elegirá la mejor en cuanto a comodidad y seguridad, la cual se resumen en la siguiente figura:

Figura 29. 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.

Fuente. Guía del MTC, 2020

Estudio de costos y presupuestos

Dentro de todos los beneficios que tiene el uso de BIM en el presente diseño, uno de los más importantes es el uso de Dynamo para la obtención de los metrados de manera más rápida, precisa y con el alcance de un solo clic. Así mismo, es conocido que los elementos dentro de Civil 3D necesitan ser reactualizados en cada momento para evitar errores en los metrados, es por ello que con la misma herramienta hemos actualizado datos de los elementos internos del programa para obtener un metrado correcto que facilite la planificación y cronograma.

Según el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (2018), El cálculo de costos y presupuestos de nuestro proyecto se llevará a cabo en base al manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (2013), ya que

contempla la uniformidad y consistencia en las partidas y materiales que son empleados en obras viales.

El primer paso para realizar este procedimiento va a ser la *elección de partidas* especificadas en el manual que sean congruentes a todo el diseño que hemos planteado en un apartado anterior.

En el siguiente paso se realizará el cálculo de los *metrados* de acuerdo a la unidad de medida que se especifique en cada partida escogida del manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción. Este procedimiento se realizará a través del software Civil 3D y Dynamo, las cuales son herramientas BIM integradas, debido a que los metrados pueden ser exportados automáticamente del modelo a Excel al realizar una programación interna. Por otro lado, en algunos casos se utilizará el conteo por unidad para contabilizar materiales por unidad, solo en los casos en los cuales el uso de un modelo 3D no representa una ayuda, sino un dato el cual se puede tomar como una unidad o global. Todos estos cálculos intermedios y posteriormente el cálculo final se realizarán mediante una hoja de cálculo en Excel.

Por último, se utiliza el software S10, el diseñador debe armar una hoja de datos generales que especifiquen detalles del proyecto. Se transporta la información de la hoja de cálculo en Excel hacia el S10 para el cálculo de **Precios Unitarios** por partida antes elegida. Luego de ingresar todos los recursos necesarios (materiales, mano de obra y equipos) se corre el programa y se obtiene el Costo total del proyecto.

Brecha de infraestructura para ciclovías

Aceptabilidad de la población

La aceptabilidad de la población le permitió obtener un resultado real

sobre la comodidadde la población con la idea propuesta en la investigación. Para ello se consideró como dato principal la cantidad de población que según (INEI, 2017) **para el distrito de Trujillo es de 314,939 habitantes**. Por lo tanto, según (Yomona,2020) la ecuación que se utilizó para obtener eltamaño de la muestra necesario para cumplir con la confiabilidad de un muestreo aleatorio de una variable cualitativa fue:

Ecuación 4. Tamaño de muestra

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

Donde:

N: Tamaño de la muestra

N: población

e: Error admisible

k: Nivel de confianza

P: Porcentaje de posibilidad de éxito

Q: Porcentaje de posibilidad de fracaso

La investigación realizada en mejora para la sociedad exigió un 95% de confianza para que los resultados de la tesis sean validados. Por lo tanto, el valor de k fue igual a 1.96, de tal manera que el valor P y el valor Q (1-p) sean iguales. A continuación, se muestra el tamaño de muestra con el que se podía trabajar. (Yomona, 2020):

$$n = \frac{314\,939 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.5^2 (314939 - 1) + 1.96^2 0.5 * 0.5} = 384$$

En esta investigación se encuesto a 396 personas, lo cual valida que los datos obtenidos son aceptados para la investigación.

Luego de obtener dichos datos, se procedió a analizar mediante el software Excel.

Tabla 14.

Resultados obtenidos en las encuestas aplicadas al muestreo obtenido.

Preguntas	Alternativas	Resultados
01. ¿Usted ha hecho uso de una bicicleta alguna vez?	SI	319
	NO	77
02. ¿Ha transitado en bicicleta por la Av. América, en el tramo: UPAO - UNT?	SI	214
	NO	182
03. ¿Considera que el tramo en la Av. América de UPAO - UNT, es segura para transitar en bicicleta?	1	0
	2	25
	3	127
	4	95
	5	149
04. ¿Considera útil una ciclovía insertada desde la intersección de la Av. América Sur y Av. Húsares de Junín hasta la Universidad Nacional de Trujillo?	1	214
	2	75
	3	56
	4	37
	5	14
05. Si consideras que es necesario una bici paradero ¿Dónde se debería ubicar?	UPAO	95
	UNT	147
	Ambas	154
06. Las ciclovías deberían ser consideradas como:	O1	314
	O2	82
07. ¿Consideras que las ciclovías contribuyen a mejorar las condiciones del tránsito y la seguridad de los ciclistas?	SI	185
	NO	211
08. Si el sistema de ciclovías fuera el óptimo, ¿utilizarías la bicicleta para movilizarte por la ciudad?	SI	357
	NO	39
09. ¿Qué medida(s) consideras que sería(n) buena(s) para fomentar el uso de las bicicletas?		
	SI	0

10. ¿Consideras que es suficiente la cantidad de ciclovías implementadas en Trujillo?	Si, pero se podría mejorar	12
	No, son muy escasas	243
	NO	141

Fuente: Propia.

Estudio topográfico

Levantamiento altimétrico

Este estudio se realizó haciendo uso del software Google Earth, que proporcionó el relieve de la ruta con cotas y coordenadas. Posterior a ello se preparó esta información para que se realice la importación de los puntos al programa Civil 3D e InfraWorks de la siguiente manera:

- Los puntos extraídos del Google Earth, con extensión “KML”, se convirtió en extensión “GPX” por el programa en línea GPS Visualizer.
- Los puntos en formato “KML”, se insertó en la herramienta Global Mapper, y así se convirtió los puntos en un archivo de texto (.txt) obteniendo las curvas de nivel producto de los puntos extraídos del Google Earth.
- Para comparar y reducir el error de softwares, se utilizó el software ArcGIS. Este software hizo uso de los puntos con extensión GPX y convirtió en puntos con sus coordenadas norte y sur y su cota. Estos puntos se copiaron a la herramienta de Excel, para que se ordenen y reúnan en un solo archivo exportable.
- Utilizando la herramienta Excel se procedió a guardar la topografía en un archivo de extensión “.csv”, siendo una extensión importable para Civil 3D.

Levantamiento planimétrico

Este estudio se realizó haciendo uso del software Google Earth, que proporcionó el relieve de la ruta con cotas y coordenadas. Posterior a ello se preparó esta

información para que se realice la importación de los puntos al programa Civil 3D e InfraWorks de la siguiente manera:

- Los puntos extraídos del Google Earth, con extensión “KML”, se convirtió en extensión “GPX” por el programa en línea GPS Visualizer.
- Los puntos en formato “KML”, se insertó en la herramienta Global Mapper, y así se convirtió los puntos en un archivo de texto (.txt) obteniendo las curvas de nivel producto de los puntos extraídos del Google Earth.
- Para comparar y reducir el error de softwares, se utilizó el software ArcGIS. Este software hizo uso de los puntos con extensión GPX y convirtió en puntos con sus coordenadas norte y sur y su cota. Estos puntos se copiaron a la herramienta de Excel, para que se ordenen y reúnan en un solo archivo exportable.
- Utilizando la herramienta Excel se procedió a guardar la topografía en un archivo de extensión “.csv”, siendo una extensión importable para Civil 3D.

Estudio de tráfico

Índice medio diario anual de ciclistas

Este estudio se realizó con el objetivo de obtener información sobre la transitabilidad de bicicletas en la zona de estudio y así poder determinar el índice medio diario anual (IMDA), necesario para el diseño de la ciclovía y su clasificación. Ver Anexo 3. Una vez ubicado estratégicamente el punto de control, se procedió a contabilizar y llenar manualmente en una plantilla el número de ciclistas que transitan por las avenidas en estudio, dicho estudio tuvo un periodo de una semana de lunes a domingo de nueve horas diarias, específicamente en tres turnos entre mañana, tarde y noche. Terminado con el conteo vehicular se procedió a procesar los datos, logrando obtener así el índice diario semanal (IMDS), alcanzando a 44 vehículos/día.

Ecuación 5. Cálculo del IMDA actual.

$$IMDA = IMDS * Fc$$

Donde:

IMDA: Índice medio diario anual actual.

IMDS: Índice medio diario semanal.

Fc: Factor de corrección estacional por el tipo de vehículo. (Provias Nacional)

Una vez encontrado el IMDS y al ser relacionado con el factor de corrección, obtenido de la base de PROVÍAS NACIONAL (Fc=1.0), se logró calcular el índice medio diario anual actual, resultando 44 vehículos/día.

El IMDA proyectado, se calculó a través de la siguiente ecuación exponencial matemática, teniendo como periodo de diseño n=10 años:

Ecuación 6. IMDA proyectado

$$T_n = T_0(1 + r)^{n-1}$$

Dónde:

T_n: Tránsito proyectado al año “n” en vehículos/día.

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

n: Número de años del periodo de diseño

r: Tasa anual de crecimiento de tránsito. (Yomona, 2020)

Una vez obtenido el IMDA actual de la zona de estudio, finalmente se calculó el IMDA proyectado mediante una ecuación exponencial con un periodo de diseño de 10 años para vehículos como la bicicleta, tomando como referencia la tasa de crecimiento de vehículos en la garita del peaje de Chicama es de 5.4% (obtenido de la base de datos de Yomona, 2020), obteniendo 74 vehículos/día.

Índice medio diario anual para automóviles

Este estudio se realizó con el objetivo de obtener información sobre la transitabilidad de bicicletas en la zona de estudio y así poder determinar el índice medio diario anual (IMDA), necesario para el diseño de la ciclovía y su clasificación. Ver Anexo 3. Una vez ubicado estratégicamente el punto de control, se procedió a contabilizar y llenar manualmente en una plantilla el número de ciclistas que transitan por las avenidas en estudio, dicho estudio tuvo un periodo de una semana de lunes a domingo de nueve horas diarias, específicamente en tres turnos entre mañana, tarde y noche. Terminado con el conteo vehicular se procedió a procesar los datos, logrando obtener así el índice diario semanal (IMDS), alcanzando a 44 vehículos/día.

Ecuación 7. Cálculo del IMDA actual.

$$IMDA = IMDS * Fc$$

Donde:

IMDA: Índice medio diario anual actual.

IMDS: Índice medio diario semanal.

Fc: Factor de corrección estacional por el tipo de vehículo. (Provias Nacional)

Una vez encontrado el IMDS y al ser relacionado con el factor de corrección, obtenido de la base de PROVÍAS NACIONAL (Fc=1.0), se logró calcular el índice medio diario anual actual, resultando 44 vehículos/día.

El IMDA proyectado, se calculó a través de la siguiente ecuación exponencial matemática, teniendo como periodo de diseño n=10 años:

Ecuación 8. IMDA proyectado

$$T_n = T_0(1 + r)^{n-1}$$

Dónde:

T_n: Transito proyectado al año “n” en vehículos/día.

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

n: Número de años del periodo de diseño

r: Tasa anual de crecimiento de tránsito. (Yomona, 2020)

Una vez obtenido el IMDA actual de la zona de estudio, finalmente se calculó el IMDA proyectado mediante una ecuación exponencial con un periodo de diseño de 10 años para vehículos como la bicicleta, tomando como referencia la tasa de crecimiento de vehículos en la garita del peaje de Chicama es de 5.4% (obtenido de la base de datos de Yomona, 2020), obteniendo 74 vehículos/día.

Diseño Geométrico

Velocidad de diseño

Según la clasificación que nos brinda el Manual de Lima (2017), la cual podemos apreciar en la Figura 28. Según esta clasificación y las características de la vía se eligió la velocidad de diseño de 30 km/h.

Radio mínimo

De acuerdo al FONAM (2005), el radio de curvatura se relaciona directamente con la velocidad de diseño, por lo tanto, revisando la Tabla 7 se aprecia los valores para cada velocidad de diseño. Por lo tanto, se obtuvo un radio de 7.6m para la velocidad de diseño de este proyecto.

Distancia de visibilidad

De acuerdo con el manual de diseño para infraestructuras de ciclovías 2005 de Lima Metropolitana, nos proporciona una fórmula para encontrar la distancia de visibilidad de parada que está en función a la pendiente y la velocidad de diseño como también el coeficiente de fricción (0.25, dato estipulado en la norma para infraestructura de ciclovías), el estado de la

superficie, el tiempo de percepción y reacción del ciclista.

Según la Municipalidad de Lima (2017), nos expresa en la Figura 26 las condiciones para obtener la velocidad de diseño. Por lo tanto, la velocidad de diseño de ciclovías en la investigación es de 30km/h. Ver tabla 22.

Ecuación 9. Distancia de visibilidad

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

Donde:

S: Distancia de visibilidad (m)

V: Velocidad de diseño (km/h)

f: Coeficiente de fricción (0.25)

G: Pendiente (%), (-) cuesta abajo y (+) cuesta arriba.

Peralte

Para ayudar a los ciclistas que van escalando en un camino bidireccional con curvas con pendientes mayores del 4%, el peralte no debe exceder el 8%.

Este dato estuvo presente para la corroboración de los valores máximos en curvas, en el diseño de la ciclovía.

Ancho de calzada

El ancho de calzada para cada carril se consideró de 1.60m, y adicional a ello un sardinel de 0.05m de espesor. El valor fue con relación a la Municipalidad de Lima, 2017 que se muestra en la Figura 19.

Intersecciones

Este proyecto de investigación se realizó 14 intersecciones a lo largo de la ciclovía, entre ellos se diseñó una intersección para óvalos, calles y avenidas basado con el manual de diseño para infraestructuras de ciclovías 2017 de Lima. Para apreciar el diseño de una manera mucho más realista se diseñó en el Software InfraWorks.

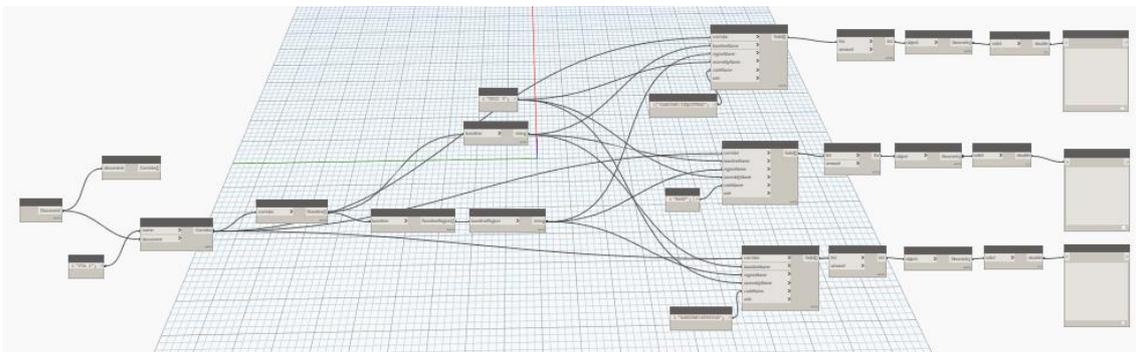
Sección transversal

Para el desarrollo de la sección transversal típica, se definió la longitud del carril según la Municipalidad de Lima (2017) que se muestra en la Figura 19.

El procedimiento fue el siguiente:

- Se utilizó el Subassembly Composer para diseñar una sección que se asemeje al diseño planteado.
- Se importó al software Civil 3D, el cual ya contenía la programación en dynamo para una facilitación en los procesos de diseño, y se procedió a realizar el ensamblaje, alineamiento, perfil longitudinal y, posteriormente, se ejecutó el corredor, para ambos carriles unidireccionales.

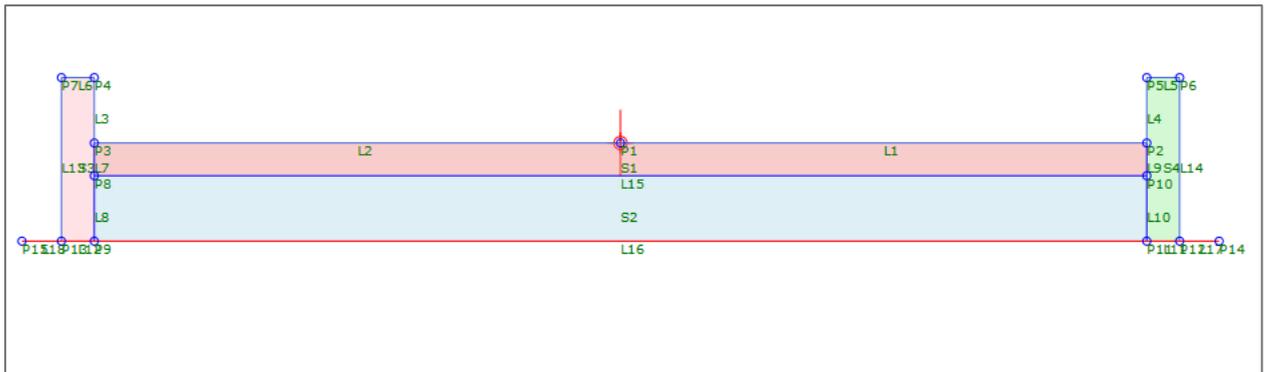
Figura 30. Uso de dynamo en la obtención de datos del proyecto



- En pleno desarrollo se importó la superficie y el corredor de Civil 3D al programa Infracore para visualizar las interferencias con otras especialidades y analizar si es que fuera necesario realizar un rediseño.

Al no encontrar una afectación grave, finalmente se procedió a insertar las tablas de secciones para ambos carriles.

Figura 31. Diseño de la sección del carril en el Subassembly Composer.



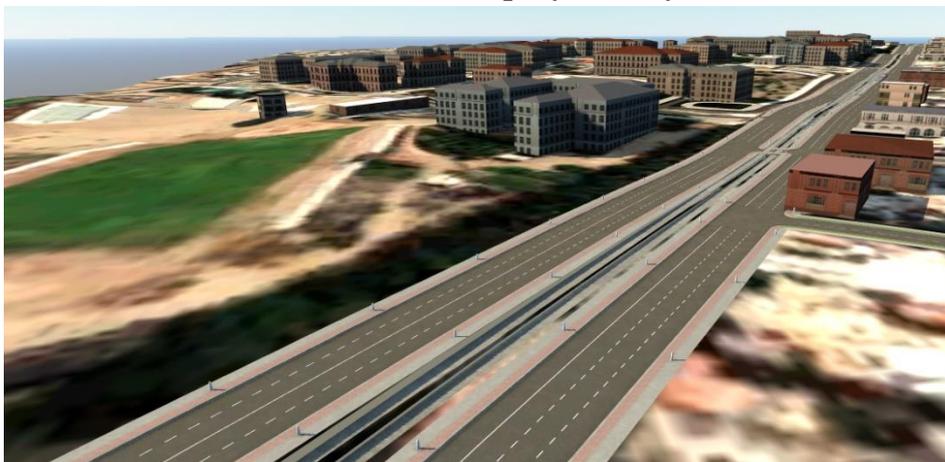
Fuente: Propia

Nota. Sección del carril

Interferencias

Para la detección de interferencias se definieron las especialidades de civil, paisajismo, predial y estructuras existentes. Cabe aclarar que, las especialidades de estructuras existentes contemplan interferencias de árboles, postes, bancas, etc. Es necesario precisar que las interferencias en obras lineales no tienen el mismo procedimiento de trabajo que las obras verticales, puesto que las obras verticales trabajan con el software Navisworks, en consecuencia, las obras lineales como es el caso de investigación se detectan las interferencias a través de la visualización en el software infraworks como se muestra en la siguiente imagen.

Figura 32. Visualización del carril de ciclovía proyectado y las vías existentes



Fuente: Propia

Nota. Carril de ciclovía.

La interferencia entre las obras existentes y obras proyectadas se han detectado de dos maneras, la primera es realizando un recorrido de todo el tramo tomando capturas para verificar si es que existe alguna estructura existente que impida el paso del proyecto y la segunda forma es con el propio procedimiento para determinar el alineamiento, con las capturas GIS y la visualización dentro de Infracore.

Las interferencias prediales se investigaron tomando camino a la Municipalidad Distrital de Trujillo, en el área de Desarrollo Urbano Rural, donde haciendo consultas a los expertos y gerente del área, se pudo determinar que toda la zona pública le corresponde a la Municipalidad, por ende, debido a que es un área del gobierno, esta permitiría que se realicen obras allí, sin la necesidad de hacer el procedimiento predial de marcar polígonos efectivos y/o necesarios.

La tercera interferencia que también se podría encontrar es respecto a paisajismo, sin embargo, la misma ha sido determinada con la visualización en campo analizada en el procedimiento de la presente tesis. Paisajismo, se refiere a los árboles y plantas ornamentales que afecten la zona donde transitará la ciclovía.

2.8 Aspectos éticos

En la presente investigación se respeta la ética en la investigación, teniendo en cuenta la moral y la conducta humana, investigando de acuerdo con los principios investigativos del conocimiento científico, se aplica las normas de redacción de la Normas APA séptima edición y se ha utilizado el software de similitud URKUND obtenido el porcentaje de similitud 18%.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1 Brecha de infraestructura para ciclovías

Aceptabilidad de la infraestructura

Nota. Se encuestó a un total de 396 personas dentro de la zona de estudio, dentro de los cuales el 81% de las personas encuestadas han hecho uso de la bicicleta alguna vez.

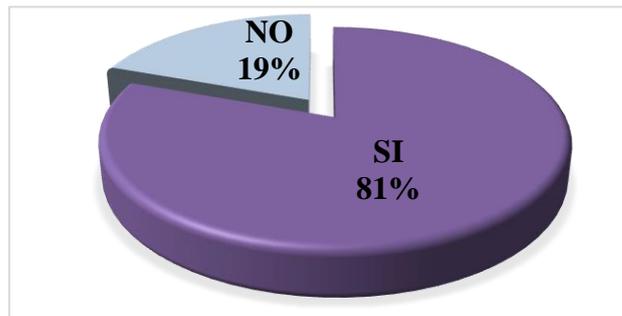


Figura 33. Personas que utilizaron la bicicleta alguna vez en su vida.

Fuente: Propia

Nota. El 54% de personas han transitado en bicicleta por la Av. América, en el tramo desde la Universidad Privada Antenor Orrego (UPAO) hasta la Universidad Nacional de Trujillo (UNT).

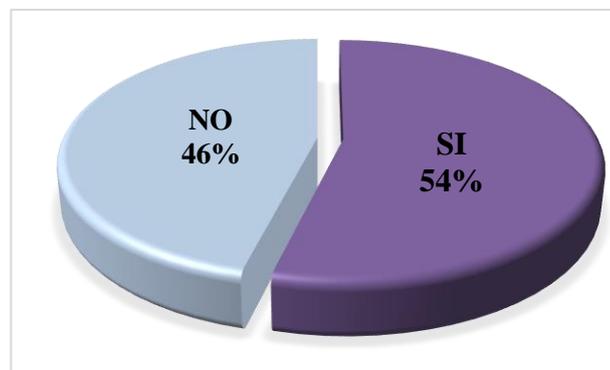


Figura 34. Personas que han transitado por la zona de estudio en bicicleta.

Fuente: Propia

Nota. El 38% de las personas encuestadas opinan que la zona de estudio es insegura para transitar en bicicleta. Además, la mayoría de las personas que respondieron coinciden con que ese tramo no es seguro para el tránsito de ciclistas.

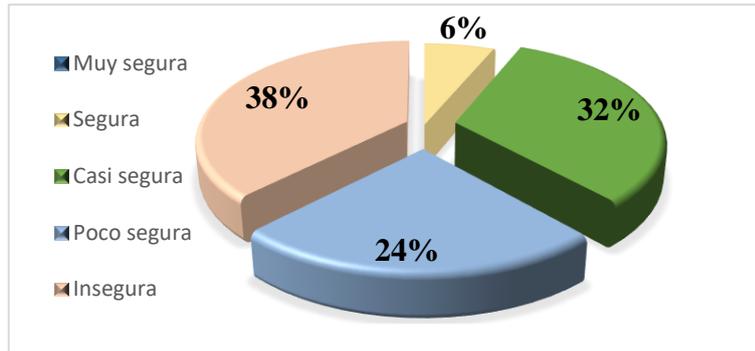


Figura 35. Evaluación de las personas encuestados frente a la seguridad de las ciclovías.

Fuente: Propia

Nota. La mayoría de las personas encuestadas coinciden con que sería útil una ciclovía insertada desde la intersección de la Av. América Sur y Av. Húsares de Junín hasta la Universidad Nacional de Trujillo.

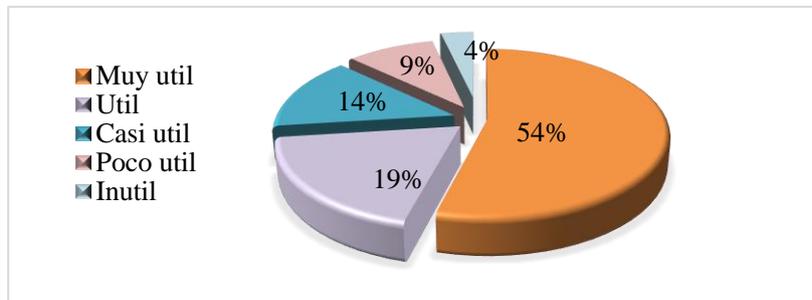


Figura 36. Evaluación de las personas frente a la utilidad de implementar ciclovías en la zona de estudio.

Fuente: Propia

Nota. El 39% de las personas encuestadas está de acuerdo con la colocación de bici paraderos en dos lugares estratégicos. Estos lugares son: “Bellas Artes” – Punto Inicial (se toma como referencia a la UPAO) y la otra alternativa es la segunda puerta de la UNT.

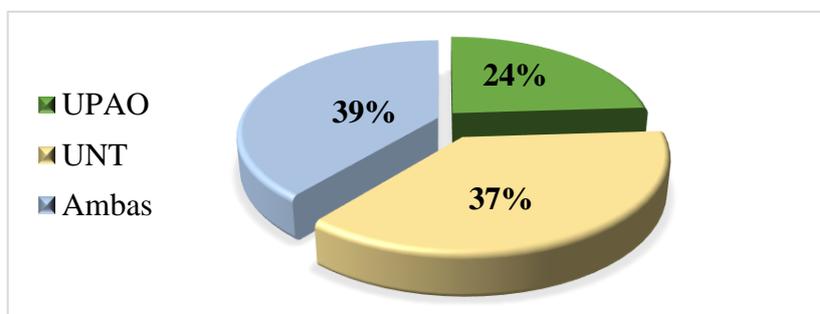


Figura 37. Elección de las personas encuestadas para la implementación de ciclo paraderos.

Fuente: Propia

Nota. El 79% de personas encuestadas consideran que el uso de la bicicleta es

un medio de transporte alternativo.

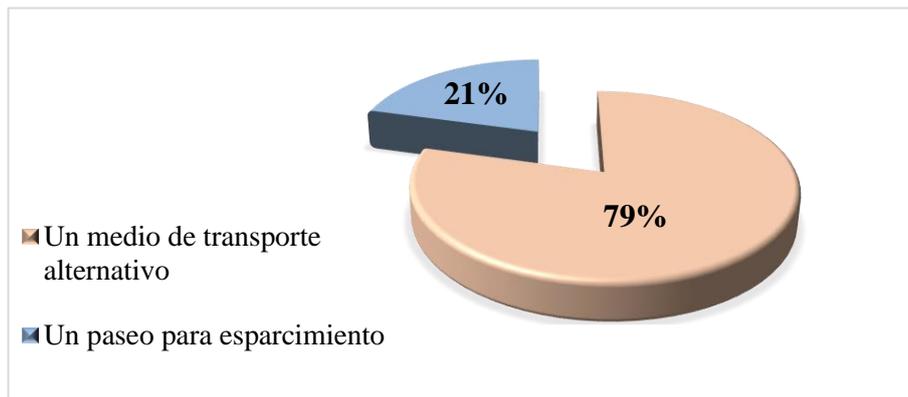


Figura 38. Evaluación del concepto de las ciclovías.

Fuente: Propia

Nota. La mayoría de personas considera que las ciclovías en Trujillo son muy escasas y no aportan nada socialmente.

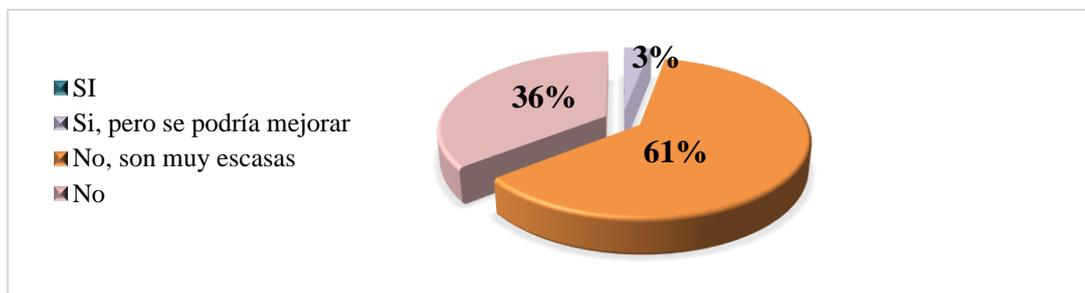


Figura 39. Opiniones de las personas encuestadas frente a la cantidad de ciclovías existentes en Trujillo.

Fuente: Propia

3.2 Estudio topográfico

Levantamiento altimétrico

Ubicación geográfica de la zona de estudio.

Localidad : Trujillo
 Distrito : Trujillo
 Provincia : Trujillo
 Región : La Libertad
 Coordenadas : UTM WGS84

Ubicación georreferenciada de la ciclovía.

Tabla 15.
Georreferenciación del inicio y final de la ciclovía.

Punto	Ubicación	Progresiva	Coordenadas UTM	Cota (m)
Inicio	Bella Artes	Km 0+000.00	1 9101 284.81 E 716 431.06 N	20.095
Final	UNT ¹	Km 1+714.00	27 109 101 276.73 E 716 473.8541 N	20.608

Nota: 1: Hace referencia a la Universidad Nacional de Trujillo.

Tabla 16.
Principales puntos topográficos de la ciclovía.

Punto	Descripción	Este (m)	Norte (m)	Cota (m)
1	B - 1	9101284.81	716431.06	20.10
104	Árbol	9101305.12	716368.18	20.12
101	Poste	9101309.13	716358.54	20.13
127	B - 1	9101283.88	716430.69	20.09
128	B - 2	9101352.35	716260.93	20.33
144	Árbol	9101370.76	716224.29	20.07
222	Poste	9101350.14	716254.91	20.31
227	B - 2	9101352.35	716260.93	20.33
228	B. Húsares De ¹	9101289.97	716444.27	20.28
251	Árbol	9101321.07	716463.24	20.68
253	Poste	9101323.09	716463.91	20.70
301	B. Húsares De ¹	9101289.97	716444.27	20.28
302	B. Húsares Iz ²	9101264.34	716441.31	20.19
326	Árbol	9101248.46	716425.58	20.02
342	Poste	9101219.72	716414.45	20.05
361	B. Húsares Iz ²	9101264.34	716441.31	20.19
362	B - 6	9101446.14	716081.05	20.22
381	Árbol	9101458.73	716089.74	20.42
1163	Poste	9102261.76	716175.56	24.14
1285	B - 6	9102409.51	716308.38	26.58
1286	Vereda	9101276.73	716473.85	20.61
1721	Árbol	9101768.99	715973.02	22.00
1875	Poste	9102002.62	715852.58	20.76
2710	Vereda	9101276.73	716473.85	20.61

Nota: 1: Hace referencia a la berma de la Av. Húsares de Junín en el carril derecho.

2: Hace referencia a la berma de la Av. Húsares de Junín en el carril izquierdo.

Levantamiento planimétrico

Tabla 17.
Principales puntos topográficos de la ciclovía.

Punto	Descripción	Este (m)	Norte (m)
1	B -1	9101284.81	716431.06
104	Árbol	9101305.12	716368.18
101	Poste	9101309.13	716358.54
127	B -1	9101283.88	716430.69
128	B – 2	9101352.35	716260.93
144	Árbol	9101370.76	716224.29
222	Poste	9101350.14	716254.91
227	B – 2	9101352.35	716260.93
228	B. Húsares De ¹	9101289.97	716444.27
251	Árbol	9101321.07	716463.24
253	Poste	9101323.09	716463.91
301	B. Húsares De ¹	9101289.97	716444.27
302	B. Húsares Iz ²	9101264.34	716441.31
326	Árbol	9101248.46	716425.58
342	Poste	9101219.72	716414.45
361	B. Húsares Iz ²	9101264.34	716441.31
362	B – 6	9101446.14	716081.05
381	Árbol	9101458.73	716089.74
1163	Poste	9102261.76	716175.56
1285	B – 6	9102409.51	716308.38
1286	Vereda	9101276.73	716473.85
1721	Árbol	9101768.99	715973.02
1875	Poste	9102002.62	715852.58
2710	Vereda	9101276.73	716473.85

Nota: 1: Hace referencia a la berma de la Av. Húsares de Junín en el carril derecho.

2: Hace referencia a la berma de la Av. Húsares de Junín en el carril izquierdo.

3.3 Estudio de tráfico

Resumen del conteo vehicular semanal en la zona de estudio.

Tabla 18.
Resumen del conteo de tráfico de acuerdo al tipo de vehículos.

Conteo De Vehículos									
Hora	Sentido	No Motorizado			Motorizados				
		Bicicleta	Auto	Camionetas	Micro	Bus	Camión	Semi Tráiler	Tráiler
Lunes	E	23	3663	634	2157	1743	596	72	26
	S	27	1957	753	2135	1935	698	36	69
		50	5620	1387	4292	3678	1294	108	95
Martes	E	22	3287	684	2569	11589	597	55	33
	S	21	2863	715	2032	1864	615	73	72
		43	6150	1399	4601	13453	1212	128	105
Miércoles	E	25	2987	631	2497	1739	635	63	46
	S	26	3368	678	2073	1693	578	57	59
		51	6355	1309	4570	3432	1213	120	105
Jueves	E	21	3198	695	2361	16955	639	62	27
	S	19	2986	714	2278	17361	698	48	68
		40	6184	1409	4639	34316	1337	110	95
Viernes	E	23	2876	637	2246	1673	591	62	56
	S	25	3159	756	2374	1689	637	49	78
		48	6035	1393	4620	3362	1228	111	134
Sábado	E	20	3071	719	2397	1609	801	52	26
	S	22	3128	683	2463	1694	759	46	69
		42	6199	1402	4860	3303	1560	98	95
Domingo	E	18	3261	703	2368	1730	703	72	26
	S	15	3196	691	2267	1695	691	36	69
		33	6457	1394	4635	3425	1394	108	95
PARCIAL		44	6143	1385	4602	9281	1320	112	103
TOTAL		44				22946			

Nota: Conteo de tráfico en febrero, 2022.

Índice Medio Diario Anual de Ciclistas

Tabla 19.
Índice Medio Anual (IMDA) para los vehículos no motorizados.

Tipo De Vehículo	No Motorizado
	Bicicleta
IMDS ¹	44
Fc	1
IMDA ²	44
Total	44

Nota: 1: IMDS: Índice medio diario semanal

2: IMDA: Índice medio diario anual

Índice Medio Diario Anual para Automóviles

Tabla 20.
Índice Medio Anual (IMDA) para los vehículos motorizados.

Tipo De Vehículo	No Motorizado			Motorizados				
	Bicicleta	Auto	Camionetas	Micro	Bus	Camión	Semi Tráiler	Tráiler
IMDS ¹	44	6143	1385	4602	9281	1320	112	103
Fc	1	1	1	1	1	1	1	1
IMDA ²	44	6143	1385	4602	9281	1320	112	103
Total	44							22946

Nota: 1: IMDS: Índice medio diario semanal

2: IMDA: Índice medio diario anual

Tabla 21.
Índice Medio Diario Anual (IMDA) proyectado para un periodo de diseño(n).

Tipo de Vehículo	No Motorizado	Motorizado
IMDA	44	22946
r	0.054	0.054
n	10	10
IMDAp ¹	74	38826

Nota: 1: IMDAp: Índice medio diario anual proyectado

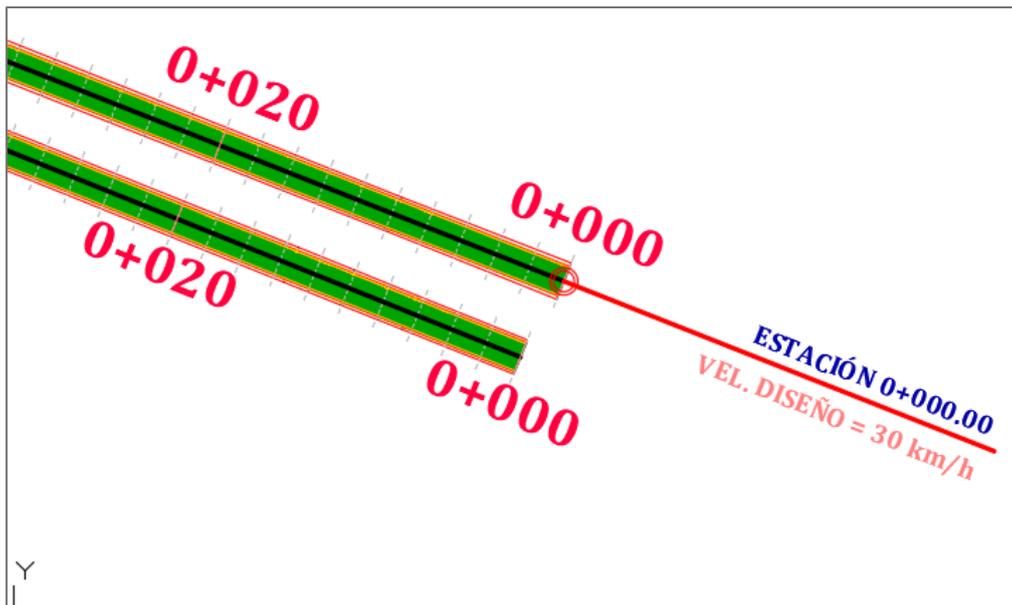
El IMDA proyectado para vehículo no motorizados como la bicicleta, entre otros es de 74 unidades para un periodo de 10 años de diseño. Por otro lado, el IMDA proyectado para vehículos motorizados es de 38826 para un periodo de 10 años de diseño.

3.4 Diseño geométrico

Velocidad de Diseño

Según la clasificación que nos brinda el Manual de Lima (2017), la cual podemos apreciar en la Figura 26. Según esta clasificación hemos elegido utilizar una velocidad de diseño de 30 km/h.

Figura 40. Velocidad de diseño que se muestra en AutoCAD Civil 3D.



Nota. Se muestra la velocidad de diseño de la vía.

Radio de curvatura

De acuerdo con el FONAM (2005), el radio de curvatura se relaciona directamente con la velocidad de diseño, por lo tanto, revisamos la Tabla 7 antes mostrada y obtenemos un radio de 7.6m para una velocidad de diseño de 30 km/h.

Distancia de visibilidad

Tabla 22.
Cálculo de la distancia de visibilidad para la ciclovía.

Velocidad de diseño (km/h)	Pendiente (%)	Coefficiente de fricción	Distancia de visibilidad de parada (m)
30	-0.46	0.14	56.35
30	-1.8	0.14	52.13
30	-0.57	0.14	49.63
30	-1.76	0.14	51.64
30	-0.43	0.14	49.36
30	-2.97	0.14	58.74
30	-0.59	0.14	49.37
30	-1.96	0.14	52.19
30	0.21	0.14	48.63
30	-0.15	0.14	49.68

30	-0.46	0.14	49.87
30	0.29	0.14	47.9
30	0.11	0.14	48.71
30	-0.14	0.14	48.65
30	1.46	0.14	46.18
30	0.65	0.14	47.61

Nota. Se hace referencia a la distancia de visibilidad

Peralte

Para ayudar a los ciclistas que van escalando en un camino bidireccional con curvas con pendientes mayores del 4%, el peralte no debe exceder el 8%.

Ancho de calzada

El ancho de calzada para cada carril se consideró de 1.60m, y adicional a ello un sardinel de 0.05m de espesor. El valor fue con relación a la Municipalidad de Lima, 2017 que se muestra en la Figura 19.

Diseño de intersecciones

En esta investigación se realizaron 14 intersecciones a lo largo de toda la ciclovía, esta sección ha sido diseñado en base al manual de diseño para infraestructuras de ciclovías 2005 de Lima Metropolitana.

Tabla 23.

Información sobre intersecciones entre calles a lo largo de la ciclovía.

Descripción	Dimensiones (m)		Ubicación					
Intersección entre calles	3	x	9.00	km+ 0	159.00	-	km+ 0	168.00
Intersección entre calles	3	x	6.90	km+ 0	393.10	-	km+ 0	400.00
Intersección entre calles	3	x	11.00	km+ 0	709.00	-	km+ 0	720.00
Intersección entre calles	3	x	7.10	km+ 1	172.90	-	km+ 1	180.00
Intersección entre calles	3	x	12.00	km+ 1	328.00	-	km+ 1	340.00
Intersección entre calles	3	x	12.37	km+ 1	387.63	-	km+ 1	400.00
Intersección entre calles	3	x	11.36	km+ 1	488.64	-	km+ 1	500.00
Intersección entre calles	3	x	13.98	km+ 1	626.02	-	km+ 1	640.00

Intersección entre calles 3 x 14.67 km+ 1 699.33 - km+ 1 714.00

Nota. Se hace referencia a la ubicación de las intersecciones en calles.

Tabla 24.

Información sobre intersecciones en avenidas a lo largo de la ciclovía.

Descripción	Dimensiones (m)			Ubicación				
Intersección en avenidas	3	x	19.56	km+ 0	940.44	-	km+ 0	960.00
Intersección en avenidas	3	x	21.36	km+ 1	98.64	-	km+ 1	120.00
Intersección en avenidas	3	x	18.79	km+ 1	161.21	-	km+ 1	180.00

Nota. Se hace referencia a la ubicación de las intersecciones en avenidas.

Tabla 25.

Información sobre intersecciones en rotondas a lo largo de la ciclovía.

Descripción	Ubicación				
Rotonda - 1	km+ 0	969.73	-	km+ 1	26.48
Rotonda - 2	km+ 1	154.36	-	km+ 1	387.97

Nota. Se hace referencia a la ubicación de las intersecciones en rotondas.

Como resultado final, en relación a las intersecciones que se presentarán en el recorrido de los carriles de la ciclovía en ambos sentidos, tenemos:

Tabla 26.

Resumen de intersecciones en las ciclovías.

Intersecciones en calles y avenidas	12
Intersecciones en rotondas	2

Figura 41. Intersecciones diseñadas en el programa InfraWorks.



Fuente: Propia

Sección Transversal

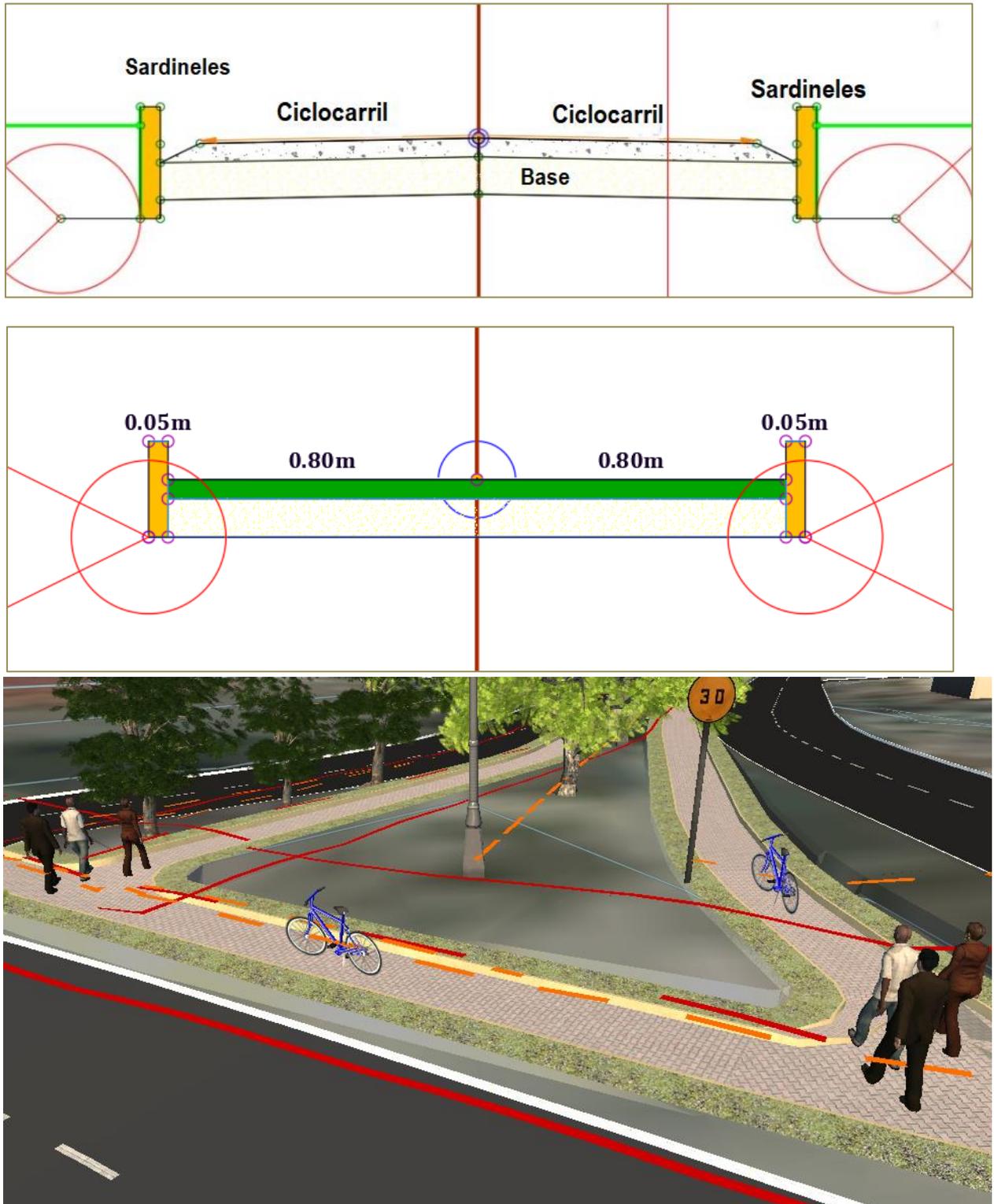


Figura 42. Detalles de la sección transversal del carril de ciclovía.

Fuente: Propia

Nota. Diseño de intersecciones con el software Infra Words.

Interferencias

El reporte de interferencias se va liberando en el camino mientras se realiza el diseño y no es tan cuantificable como en el caso de edificaciones, más si es visible y corregible en el transcurso del diseño, por ello, se muestra la magnitud, cobertura y riesgo de las interferencias encontradas.

INTERFERENCIAS LIBERADAS EN EL PROCESO DE DISEÑO			
Especialidades	Detección	Riesgo	Cobertura
Civil proyectada vs existente	Temprana	Medio	Todo el proyecto
Civil proyectada vs Predial	Temprana	Alto	Todo el proyecto
Civil proyectada vs Paisajismo	Temprana	Medio	Zonas mínimas

3.5 Estudio de costos y presupuestos

Metrados

Se obtuvo la siguiente tabla resumen de partidas evaluadas, cabe resaltar que se obtuvieron resultados rápidos con el uso de Dynamo en el proceso, y los datos mostrados son los metrados con todas las especialidades:

Tabla 27.
Resumen de Metrados.

Ítem	Descripción	Und.	Parcial
01.00	Obras provisionales		
01.01	Ambiente para almacén, oficina y guardiana	Mes	1.00
01.02	Cartel de identificación de la obra de 3.60x4.80m	Und	1.00
01.03	Movilización y desmovilización de equipos y herramientas	Glb	1.00
01.04	Mantenimiento y desvío del tránsito	Glb	1.00
02.00	Obras preliminares		
02.01	Trazo y replanteo	m2	6800.00
03.00	Movimiento de tierras		
02.03	Excavación para la base	m3	1112.12
03.03	Relleno y compactación	m3	584.75
02.04	Eliminación de material excedente	m3	527.37
03.00	Ciclovía		
03.01	asfalto para ciclovía e = 0.05m	m3	252.00
03.02	compactación y preparación de la base e = 0.10m	m3	505.00
02.03	encofrado de sardineles e = 0.05m	m2	787.50
03.03	Concreto f'c = 175 kg/cm2 para sardineles e = 0.05m	m3	78.75
04.00	Salud y seguridad en obra		
04.01	Elaboración, implementación y administración del plan de seguridad y plan de vigilancia, prevención y control del covid - 19 en el trabajo	glb	1.00
04.02	Equipos de protección individual	Und	10.00
04.03	Equipo de protección colectiva	Glb	1.00
04.04	Señalización temporal de seguridad	Glb	1.00
04.05	Capacitación en seguridad y salud	Glb	1.00
04.06	recurso para propuesta ante emergencias en seguridad y salud	Glb	1.00
05	Impacto ambiental		
05.01	Riego de zona de trabajo para mitigación - polvo	m2	6800.00

Fuente: Propia

Presupuesto Final

El monto del presupuesto global, luego del análisis de los precios unitarios, es de **S/. 149 692.74** nuevos soles. Considerando en este monto los gastos generales (10%), utilidades (5%) y el IGV (18%). A mayor detalle se aprecia en el Anexo 9. Cabe resaltar que, se ha logrado un LOD 5D al obtener los costos. La dimensión alcanzada ha sido en base a la integración de los metrado de manera automatizada al presupuesto del proyecto. Si bien es cierto, se ha utilizado una data en S10 , con APUS formados, se ha alcanzada la 5ta dimensión de manera rápida con los metrados obtenidos en el menor tiempo posible.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

El diseño de ciclovías en la ciudad de Trujillo entre las progresivas 0+000.00 y 1+174.00; verificó la hipótesis al cumplir con los requisitos mínimos establecidos en la Norma Técnica CE.030 que nos brinda los lineamientos técnicos para el diseño y construcción de ciclovías. La ciclovía presenta una longitud de 1714.00 metros lineales para cada carril unidireccional los cuales presentan un radio de volteo de 7.6 m y una velocidad de diseño de 30 km/h; y una sección transversal típica definida por una calzada de 1.60 m, un bombeo del 1% y un pavimento de 5 cm.

Como podemos apreciar en la Figura 31 se expresa parte de los resultados realizados en la encuesta, donde podemos apreciar que el 81% de las personas encuestadas han utilizado la bicicleta alguna vez. Por otro lado, en la Figura 32 se puede apreciar que el 54% de las personas encuestadas han transitado por la zona de estudio en bicicleta; por lo tanto, se valora aún más su opinión. En la Figura 33 podemos apreciar que la mayoría de personas encuestadas consideran que sería muy útil que se construya una ciclovía en este lugar. Por otro lado, en la Figura 34 apreciamos que el 39% de las personas encuestadas está de acuerdo con la colocación de bici paraderos en dos lugares estratégicos. Estos lugares son: “Bellas Artes” – Punto Inicial (se toma como referencia a la UPAO) y la otra alternativa es la segunda puerta de la UNT. Finalmente, en la Figura 33 se aprecia que el 79% de las personas encuestadas opinan que las ciclovías son un medio de transporte alternativo. Los resultados encontrados en las encuestas muestran una gran aceptabilidad del proyecto por parte de la población y según Yomona (2020), estos cumplen con 95% de confiabilidad. Para el estudio topográfico

hemos utilizado la Tabla 17 para expresar nuestros resultados de la georreferenciación del inicio y final de la ciclovía, en dicha tabla apreciamos la progresiva de la ciclovía que nos permite verificar la longitud de la misma; además nos muestra las coordenadas UTM y también las cotas que nos permiten comparar la altura inicial y final del terreno. Por otro lado, la Tabla 18 muestra los puntos más importantes del levantamiento topográfico de la misma manera como se muestran en la Tabla 17. De acuerdo al Manual de Carreteras del MTC la topografía indirecta es aceptada como una topografía alternativa para proyectos de menor alcance como lo son las ciclovías; por lo tanto, nuestros resultados son validados para este tipo de investigaciones. Para el estudio de tráfico se muestra en la Tabla 19 el resumen del conteo de tráfico clasificado en automóviles no motorizados y motorizados, en la cual se concluye que el IMDA para automóviles no motorizados es de 44 vehículos/día y para automóviles es de 22946 vehículos/día. Además, en la Tabla 21 se muestra el Índice medio diario anual proyectado (IMDA_p), en el cual tenemos que: para vehículos no motorizados el IMDA_p es de 74 vehículos/día y para los vehículos motorizados es de 38826 vehículos/día para un periodo de diseño de 10 años. Para el diseño geométrico tenemos la Tabla 22, la cual nos muestra las distancias de visibilidad de parada para realizar el trazo correspondiente a la ciclovía, lo cual cumple con lo estipulado en el Municipalidad de Lima (2017), en el diseño de intersecciones hemos utilizado la Tabla 23, Tabla 24 y Tabla 25 para mostrar las intersecciones entre calles, avenidas y rotondas; respectivamente. Por lo que llegamos a realizar un resumen en la Tabla 26 donde nos muestra que existen 12 intersecciones entre calles y avenidas, mientras que solo existen dos rotondas a lo largo de toda la ciclovía. Este diseño se rige al desarrollado por el (Municipalidad de Lima, 2017).

En la Figura 35 se muestra el diseño de secciones transversales que se logró diseñar basándose en el FONAM (2005).

La metodología de realizar encuestas a los habitantes interesados en la investigación ha sido también utilizada por Betancourt, Muñoz, & Jaramillo (2016), ellos obtienen que el 87% de su población encuestada está dispuesta a utilizar una infraestructura ciclística; mientras que en nuestra encuesta realizada a la población que transita la zona de estudio, un 79% de personas considera a el ciclismo como un medio de transporte alternativo. Por otro lado, en nuestra investigación el 90% de personas utilizaría las ciclovías si es que estas ofrecen comodidad y seguridad.

Rojas (2017), la metodología utilizada por el investigador recopiló información que revelan resultados del 72% de personas encuestadas consideran a las ciclovías muy peligrosas y el resto de las personas consideran que han padecido de inseguridad pero que no han sufrido algún accidente. Mientras tanto, en la encuesta realizada en nuestra investigación revela porcentajes altos como del 70% de personas que consideran el transporte de bicicletas inseguro en la ciudad de Trujillo. Esto se debe a que la implementación de la red de ciclovías no es la adecuada en las ciudades que se realizaron las investigaciones y que no aportan seguridad a sus usuarios.

Según la investigación que realiza Yomona (2018), concluye que los puntos de inicio y final tienen una diferencia de cotas de 25.37m, mientras que en nuestra investigación la diferencia de cotas entre el punto inicial y final es de 0.608m. Esto debido a que la zona de estudio utilizada por el investigador contempla mayor área que la nuestra y al expandir el terreno generamos mayores desniveles según la topografía de la ciudad de Trujillo.

En la investigación realizada por Gamarra (2018), se conoce que la zona de estudio es la provincia de Piura y que la avenida que analizan es calificada como urbana de tránsito moderado, ya que su IMDA actual es de 24 bicicletas/día (ciclistas). En nuestra investigación la avenida en estudio presenta un estudio de tránsito elevado, ya que tenemos un IMDA de 44 bicicletas/día. Cabe recalcar que en el último año el Estado peruano ha promovido el uso de la bicicleta como medio de transporte seguro y que evita los contagios por Covid-19, esto lo podemos ver reflejados en la diferencia elevada en la comparación de nuestro estudio de tráfico con el de Gamarra.

Realizando el análisis del estudio de tráfico en vehículos motorizados podemos resaltar que el IMDA actual es de 22946 vehículos, lo cual califica a la avenida de estudio como una vía saturada. En la investigación realizada por Machego (2018), en la ciudad de Moquegua, el investigador encontró que el flujo de autos es bajo lo cual facilita el diseño de las ciclovías en su ciudad, ya que aporta espacios públicos más cómodos y debido al tráfico encontrado no hay necesidad de sobrecanchos como si las exige algunas avenidas en la ciudad de Trujillo.

En la investigación realizada por Martínez (2016), en la cual determina la propuesta de un Plan Maestro de ciclorrutas en determinados sectores de Valparaíso, determina que la velocidad de diseño para ciclovías es de 30 km/h debido a la pendiente que tiene su terreno. Mientras tanto en nuestra investigación podemos resaltar que hemos utilizado la misma velocidad de diseño, pero debido al tipo de ciclovía que debíamos implementar, de acuerdo al Manual de Lima. Por lo tanto, podemos concluir que el Manual de Lima recomienda los tipos de ciclovías de acuerdo al tráfico vehicular pero que a su vez se relaciona

directamente con la orografía del terreno.

Gonzaga & Saavedra (2018), de acuerdo con las investigaciones se indica una ciclovía con un ancho máximo de 5.50 m y un ancho mínimo de 2.00 m. Mientras que en nuestra investigación consideramos una ciclovía unidireccional de dos sentidos con un ancho mínimo de 1.50m. Esta diferencia se debe al espacio urbano con el que cuenta cada una de las avenidas estudiadas. En el caso de nuestra avenida y de acuerdo al estudio de tráfico vehicular, no se puede invadir la calzada existente y por eso se reduce el espacio de la ciclovía porque solo podemos utilizar la berma central para diseñar.

Sagastegui (2016), luego de realizar el análisis global de los datos se llega a la siguiente propuesta: En la Av. España se recomienda la construcción de carriles bici, mientras que dentro del Centro Histórico de Trujillo (CHT) se pueden implantar ciclovías, compartiendo los usos con vehículo privado y taxis, con limitación de velocidad para estos vehículos de 30 Km/h. Lo cual se corrobora con la información obtenida en nuestra investigación en la cual se ha trabajado con la velocidad de diseño de 30 km/h.

La presente investigación tuvo limitaciones para realizar visitas a campo y realizamos un estudio topográfico apoyados en softwares de Georreferenciación; por lo tanto, se espera errores considerables en cuanto a la topografía, lo cual repercute directamente con el metrado y el presupuesto. Por otro lado, una limitación de la investigación es el tiempo de diseño para el cálculo de volumen de tráfico proyectado. En la actualidad estamos viviendo una pandemia que repercute en el comportamiento normal de las personas y muchas de ellas se limitan a salir de casa; por lo tanto, esto puede influenciar directamente en los resultados obtenidos. Otra limitante ha sido el de encontrar

los registros prediales de la ciudad, debido a que es una especialidad la cual se tiene que analizar en proyectos lineales, y ha sido necesaria para la validación de interferencias en los programas BIM utilizados.

Para la unidad de estudio que es el Tramo desde Av. Húsares de Junín hasta Ovalo Papal hasta la Segunda puerta de la UNT se obtiene que tiene una longitud de 1714.00 metros lineales, la cual también ha sido verificada con el software 3D de Infracore. Esta ciclovía se caracteriza por contar con una sección de vía constituida por una calzada de dos carriles en sentidos opuestos de 1.60m cada uno, también presenta un pavimento de 5 cm con base de 10 cm respectivamente, además con diseño de intersecciones; también complementando el estudio preliminar con la elaboración de su presupuesto. Lo mencionado también se comprueba con el levantamiento en 3D que se obtuvo en el generador de modelos del programa Infracore.

Se encuentra que la unidad de estudio no puede implementar una ciclovía que invade su carril debido al alto volumen de tráfico que existe para los vehículos motorizados. Sin embargo, en el estudio de tráfico también se encuentra un moderado volumen de bicicletas, por lo que se obtiene el diseño que se propone en esta investigación para que brinde seguridad a sus usuarios. Por otro lado, se demuestra que en ciudades como Tarapoto y Chulucanas el volumen de tráfico es bajo a comparación del tráfico que presenta la ciudad de Trujillo, debido a ese tema es que los diseños geométricos difieren uno del otro. Por lo tanto, es importante recalcar que los estudios básicos de ingeniería son importantes antes de realizar el diseño geométrico de una ciclovía.

La presente investigación aporta el proceso de aplicación de la metodología BIM desde el inicio en la concepción del proyecto en la primera

dimensión, la cual es la concepción de la idea, puesto que presenta una visualización en 3D desde el inicio; posteriormente, al pasar a la segunda y tercera dimensión hacemos usos de los softwares civil 3D, dynamo e infraworks para que se pueda acortar el tiempo de diseño y se pueda realizar un flujograma fluido al escoger la ruta y diseño más funcional que contenga el menor número de interferencias entre las especialidades de civil proyectada, civil existente, predial y paisajista. Así mismo, en el acortamiento de los tiempos en el cronograma de la línea base, además de una mejora en el diseño, optimizando las partidas del todo el proceso de construcción, en este caso de una ciclovía.

4.2 Conclusiones

Se realizó el diseño de ciclovías con Tecnología Building Information (BIM) acortando el tiempo de diseño y reduce los errores u omisiones del diseño la cual ha permitido conectar el punto inicial de nuestra ciclovía que es el lugar conocido como “Bellas Artes” así como el punto final que hace referencia a la Universidad Nacional de Trujillo. Dicha ciclovía tiene una longitud de 1714.00 metros lineales. Esta ciclovía se caracteriza por contar con una sección de vía constituida por una calzada de dos carriles en sentidos opuestos de 1.60m cada uno, también presenta un pavimento de 5 cm con base de 10 cm respectivamente, además con diseño de intersecciones; también complementando el estudio preliminar con la elaboración de su presupuesto.

Se realizó los estudios básicos de topografía y estudio de tráfico los cuales proporcionaron datos y parámetros necesarios para el desarrollo y diseño global de los estudios básicos de ingeniería, obteniendo una topografía plana y con un índice medio diario anual proyectado (IMDAp) para diseño de 74 bicicletas/día, y como también una encuesta aleatoria donde se encuestó a 396 personas donde

el 90% respaldan el estudio.

Se elaboró el diseño geométrico de la ciclovía en planta, perfil y sección transversal, basándonos en los parámetros descritos por el manual de diseño para infraestructura de ciclovías 2005 y el manual de diseño geométrico de carreteras vigente DG-2018, como también el manual de criterios de diseño de infraestructura ciclo inclusiva y guía de circulación del ciclista 2017, detallando que la ciclovía tiene una progresiva total de 1714.00 m. la cual presenta un radio de volteo de 7.6 m y una velocidad de diseño de 30 km/h; y una sección transversal típica definida por una calzada de 3.60 m en las avenidas en estudio con dos carriles de 160m cada uno, un bombeo del 1% y un pavimento de 5 cm con base de 10 cm y un sardinel que tiene la misma profundidad que la base del terreno. Finalmente, se elaboró un diseño de intersecciones en los cruces entre calles, avenidas y óvalos; donde se obtiene 2 intersecciones de rotondas, y 12 intersecciones entre avenidas y calles.

La construcción de ambos carriles de la ciclovía propuesta tendría un costo global de S/ 149 692.70 nuevos soles. Este valor está incluido el valor de los Gastos Generales (10%) S/11 031.60, Utilidades (5%) 5 515.60 e IGV (18%) S/ 2 2834. 50 nuevos soles.

4.3 Recomendaciones

Se recomienda a los futuros diseñadores que tengan en cuenta el espacio urbano con el cual cuenta cada una de las avenidas en estudio; de tal manera que consideren los parámetros necesarios como lo son el ancho de calzada, el tipo de ciclovía y la velocidad de diseño para que logren ciclovías con mayor circulación de ciclistas y menos tasas de accidentabilidad.

Se recomienda a las entidades que realicen el mantenimiento constante

de la infraestructura para conservarla en buenas condiciones y de esta manera se eviten accidentes. Por otro lado, se le recomienda realizar una buena planificación de la red ciclovial.

Se recomienda a la población utilizar el espacio peatonal respetando el espacio del ciclista, y a su vez; los vehículos motorizados deben respetar el espacio ciclovial. Por otro lado, se recomienda a la población a utilizar bicicletas como medio de transporte alternativo en las ciclovías implementadas que interconectara principales universidades y centros comerciales de Trujillo.

Se recomienda a los futuros investigadores que realicen sus estudios topográficos en campo y no mediante softwares georreferenciados, para que obtengan mayor exactitud., además profundizar en la aplicación de la Metodología BIM, que permita acortar el tiempo y los errores en el diseño con el uso de otros scripts de programación e incluso con el uso de phyton.

REFERENCIAS

- Autodesk. (s.f.). Recuperado el 2020, de <https://latinoamerica.autodesk.com/products/civil-3d/overview?plc=CIV3D&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1>
- Betancourt, D., Muñoz, V., & Jaramillo, W. (2016). Diseño de Ciclovías para Ciudades Intermedias, una propuesta para la Ciudad de Loja. *Innova*.
- Calle, I. (2016). *Infraestructura vial en la Amazonia Peruana: Hacia una gestión sostenible*. Lima: SPDA.
- Certicalia (2020). Estudios hidrológicos.
- Franquet J. y Querol A. (2010) Nivelación de terrenos por regresión tridimensional (Libro) Universidad nacional de educación a distancia, Centro asociado de Tortosa, obtenido de <https://www.eumed.net/libros-gratis/2011b/967/el%20levantamiento%20topografico%20y%20la%20taquimetria.html>
- Fondo Nacional del Ambiente. (2005). Manual de Diseño para Infraestructura de Ciclovías. Lima, Perú.
- Fondo Nacional del Ambiente. (s.f.). Recuperado el Septiembre de 2020, de <https://fonamperu.org.pe/un-fondo-ambiental-para-el-peru/transporte-no-motorizado/>
- Gamarra, A. (2018). *Aspectos técnicos para la Implementación de una Ciclovía como parte dela Remodelación de la av. Chulucanas*. Piura.
- Gonzaga, L., & Saavedra, G. (2019). Diseño de ciclovías y áreas peatonales para mejorar la transitabilidad no motorizada, tramo Morales – Tarapoto, San Martin. (*Tesis pregrado*).Universidad Cesar Vallejo, Tarapoto, Perú.
- Guerrero, A. (2017). Estudio preliminar de demanda para ciclovías para como un sistema

- de transporte no motorizado: Caso de estudio parroquia Cayambe. (*Tesis de pregrado*). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ingeniería, Ecuador.
- INEI. (2017). Censo Nacional . Instituto Nacional de Estadística e Informática. (enero de 2020). Perú: Estimaciones y proyecciones de población por departamento, provincia y distrito, 2018-2020. Boletín especial N° 26, 83.
- Instituto Nacional de Vías. (2019). Política de sostenibilidad del INVIAS para la *infraestructura del transporte*. Recuperado el 2020
- Línea Verde Smart City. (septiembre de 2020). Módulo IX: Transporte sostenible. 2. Obtenido de <http://www.lineaverdemunicipal.com/Guias-buenas-practicas-ambientales/es/c-transporte-sostenible-movilidad-ahorro.pdf>
- Loayza, B., & Primo, C. (2018). Desarrollo del uso de ciclovías como un método de evaporación del tráfico en la av. Salaverry. (*Tesis de pregrado*). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima. doi:<http://hdl.handle.net/10757/623039>
- Machego, X. (2018). Vías de tránsito y movilidad más seguras. (*Tesis pregrado*). Pontificia Universidad Católica del Perú, Moquegua.
- Marcelo, D. (9 de Agosto de 2017). Mejoramiento de la Av. Cahuide. Recuperado el Agosto de 2020
- Martínez, S. (2016). Propuesta Inicial de plan Maestro de Ciclorutas en Valparaíso. (*Tesis pregrado*). Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaíso, Chile.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (Abril de 2017). Mapa vial de la provincia de Trujillo. Obtenido de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/Mapas%20Provinciales/La%20Libertad/LI-01%20Trujillo.pdf
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2019). *Plan Nacional de Infraestructura*

para la competitividad. Obtenido de

https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_privada/planes/PNIC_2019.pdf

Motos, G. (2019). Análisis de indicadores de movilidad urbana sostenible. (*Tesis Máster*).

Universidad Politécnica de Cartagena.

Municipalidad de Lima. (2017). Manual de Criterios de Diseño de Infraestructura Ciclo-

inclusiva y Guía de Circulación del Ciclista, 2017. En P. Calderón, C. Pardo, & J.

Arrué. Lima, Perú.

Municipalidad de Trujillo. (Mayo, 2020). *Diagnóstico Y Prognosis Del Transporte Y La*

Movilidad Urbana En La Ciudad De Trujillo. La Libertad, Trujillo. Recuperado

elSeptiembre de 2020

Municipalidad Distrital de San Isidro. (2016). Plan de movilidad urbana sostenible. *San*

Isidro: Ciudad sostenible, 47-48. Recuperado el 2020

PERIFERIA. (2019). *Ciudades del Perú: Primer Reporte Nacional de Indicadores*

Urbanos2018. Lima, Lima. Recuperado el 2020

Real Academia Española. (s.f.). *Ciclovía*. El diccionario de la lengua española.

Recuperado elSeptiembre de 2020, de <https://dle.rae.es/ciclov%C3%ADa>

Real Academia Española. (s.f. definición 2). *Diseño*. El diccionario de la lengua española.

Recuperado el Septiembre de 2020, de <https://dle.rae.es/dise%C3%B1o?m=form>

Real Academia Española. (s.f. definición 4). *Vía*. El diccionario de la lengua española.

Recuperado el Septiembre de 2020, de <https://dle.rae.es/v%C3%ADa?m=form>

Rojas, F. (2017). *Análisis de las condiciones de seguridad vial de los vehículos no*

motorizados en la carretera interurbana Funza - Siberia. Universidad Católica

de Colombia, Bogotá.

Sagastegui, E. (2016). *Análisis de movilidad urbana y sistema de transporte sostenible*

en la ciudad de Trujillo. Provincia Trujillo. La Libertad. Trujillo.

Transportes metropolitanos de Trujillo. (s.f.). Trujillo, Trujillo, Peru .

Transportes Metropolitanos de Trujillo. (s.f.). Trujillo, Trujillo, Peru. Recuperado el
Agosto de2020

Transporte Sostenible, módulo IX (2020), Línea verde Smart City, (libro) obtenido de
<http://www.lineaverdemunicipal.com/Guias-buenas-practicas-ambientales/es/c-transporte-sostenible-movilidad-ahorro.pdf>

Yanapa Choque, N. (2018). *Precisión de imagen satelital, aplicado en proyectos de saneamiento, en los sectores tulani y altura de distrito antauta, provincia melgar, region puno*. Puno.

ANEXOS

Anexo 01: Cuestionario para verificar la aceptación de la población

I. Datos Generales

Título de Tesis:	
Lugar:	
Fecha:	

II. Herramienta para realizar la encuesta: _____

III. Link que redirige a la encuesta:

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScjl6_keOJ4lltsvB6m3nmxeXY08nwrDIPxuhcaMgZyfwvClg/viewform?usp=sf_link

IV. Programa de procesamiento de datos: _____

Fecha de acceso al programa: _____

V. Validación por parte del experto



Matriz para evaluación de expertos

Título de la investigación: Diseño de ciclovías con Tecnología Building Information en las principales avenidas de la provincia de Trujillo, 2022.

Línea de investigación: Salud Pública y Poblaciones Vulnerables

Apellidos y nombres del experto: Mg Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz

El instrumento de medición pertenece a la variable: Independiente

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	x		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	x		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	x		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	x		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	x		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	x		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	x		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	x		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	x		

Sugerencias:



Firma del experto:

ANEXO 02: GUÍA DE OBSERVACIÓN PARA EL ESTUDIO DE TRAFICO

I. Tramo de la carretera: _____

II. Sentido: _____

III. Ubicación: _____

IV. Día y fecha: _____



HORA	SENTIDO	BICICLETA	AUTO	CAMIONETAS			MICRO	BUS		camión			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	
00-01	E S																				
01-02	E S																				
02-03	E S																				
...	E S																				
21-22	E S																				
22-23	E S																				
23-24	E S																				
PARCIAL:		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

V. Validación por parte del experto:

Matriz para evaluación de expertos

Título de la investigación: Diseño de ciclovías con Tecnología Building Information en las principales avenidas de la provincia de Trujillo, 2021.

Línea de investigación: Salud Pública y Poblaciones Vulnerables

Apellidos y nombres del experto: Mg Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz

El instrumento de medición pertenece a la variable: Independiente

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias:

Firma del experto:



Matriz para evaluación de expertos

Título de la investigación: Diseño de ciclovías con Tecnología Building Information en las principales avenidas de la provincia de Trujillo, 2021.

Línea de investigación: Salud Pública y Poblaciones Vulnerables

Apellidos y nombres del experto: Mg Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz

El instrumento de medición pertenece a la variable: Independiente

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	x		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	x		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	x		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	x		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	x		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	x		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	x		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	x		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	x		

Sugerencias:

Firma del experto:



Anexo 04: Ficha de resumen para Estudio Topográfico

VI. Datos Generales

Título de Tesis:	
Lugar:	
Fecha:	

VII. Programa para obtener imagen satelital: _____

VIII. Imagen Satelital (Con fecha) y fecha de acceso al programa

Fecha de acceso: _____

IV. Sistema de coordenadas: _____

V. Puntos de referencia

Descripción del Punto	Norte	Este	Elevación

VI. Códigos utilizados para los puntos de referencia

Código	Descripción

VII. Programa para obtener curvas de nivel: _____

Fecha de acceso al programa: _____

VIII. Equidistancia de curvas de nivel: _____

IX. Programa de procesamiento de datos: _____

Fecha de acceso al programa: _____

X. Escala de planos

Plano	Escala
Planta	
Clave	

XI. Validación por parte del experto



Matriz para evaluación de expertos

Título de la investigación: Diseño de ciclovías con Tecnología Building Information en las principales avenidas de la provincia de Trujillo, 2022.

Línea de investigación: Salud Pública y Poblaciones Vulnerables

Apellidos y nombres del experto: Mg Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz

El instrumento de medición pertenece a la variable: Independiente

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia Observaciones	
		SÍ	NO
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	x	
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	x	
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	x	
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	x	
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	x	
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	x	
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	x	
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	x	
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	x	

Sugerencias:

Firma del experto:

Anexo 05. Diagramas de para el diseño geométrico.

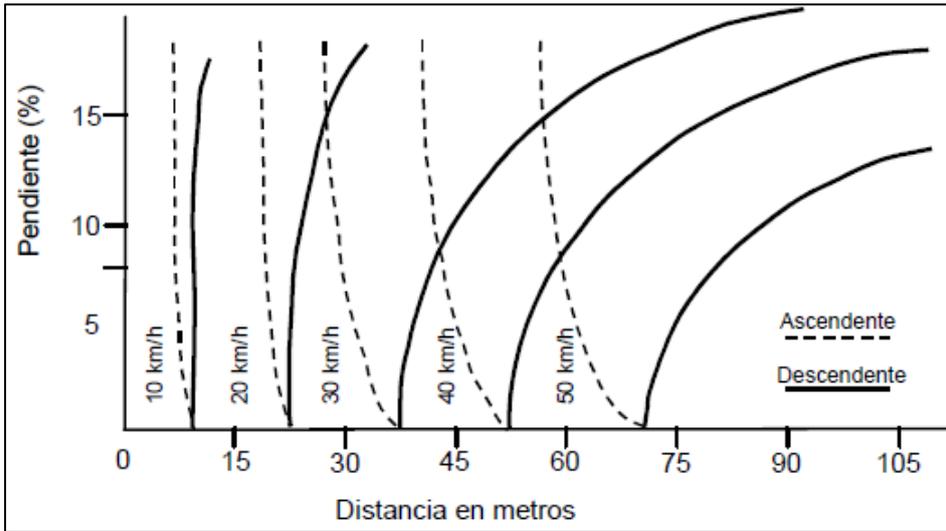


Figura 43. Distancia de visibilidad en curvas horizontales.

Fuente. Fondo Nacional del Ambiente, 2005.

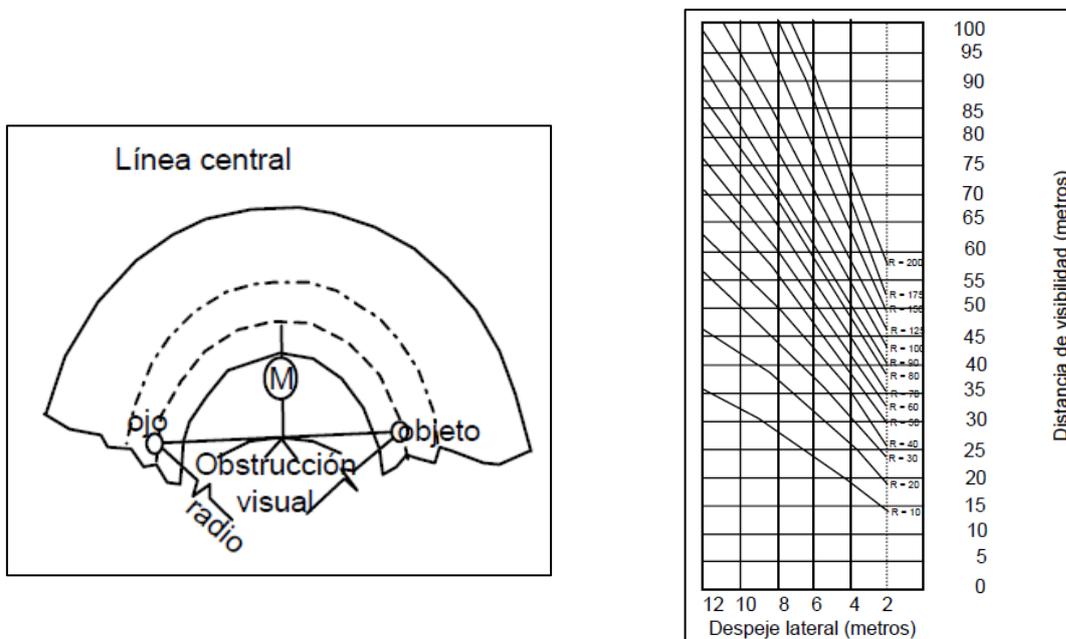


Figura 44. Distancia de visibilidad en función del despeje lateral.

Fuente. Fondo Nacional del Ambiente, 2005.

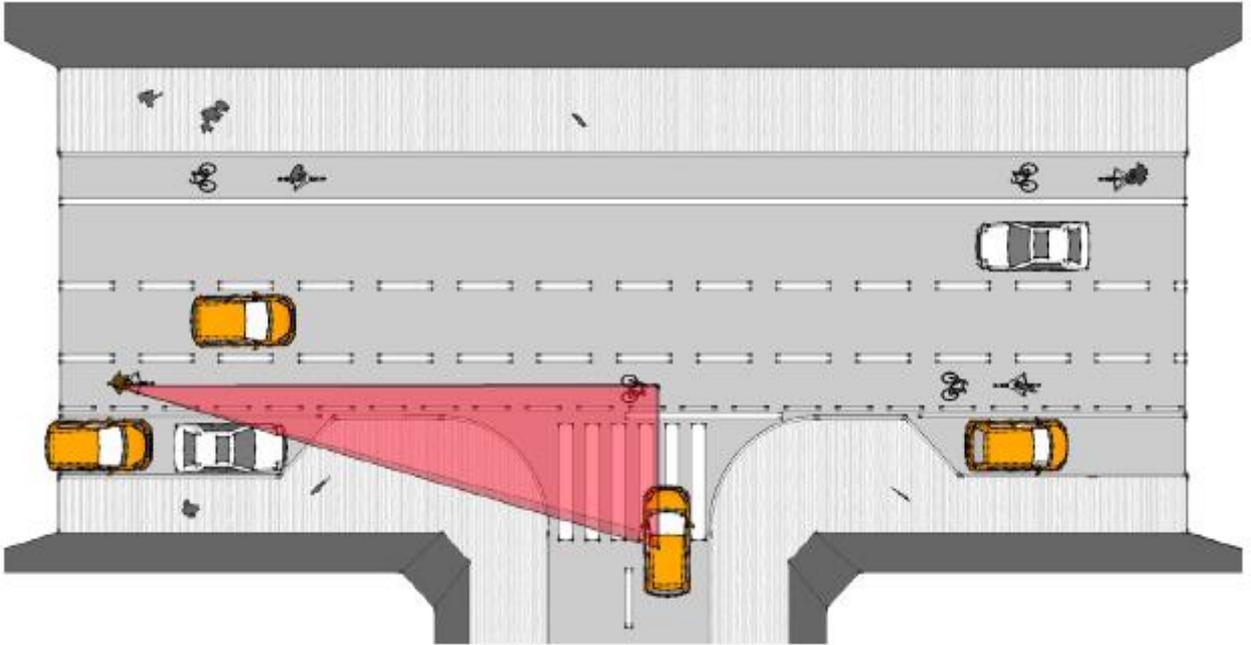


Figura 45. Campo de visión libre de obstáculos en intersecciones.
Fuente. Municipalidad de Lima, 2017.

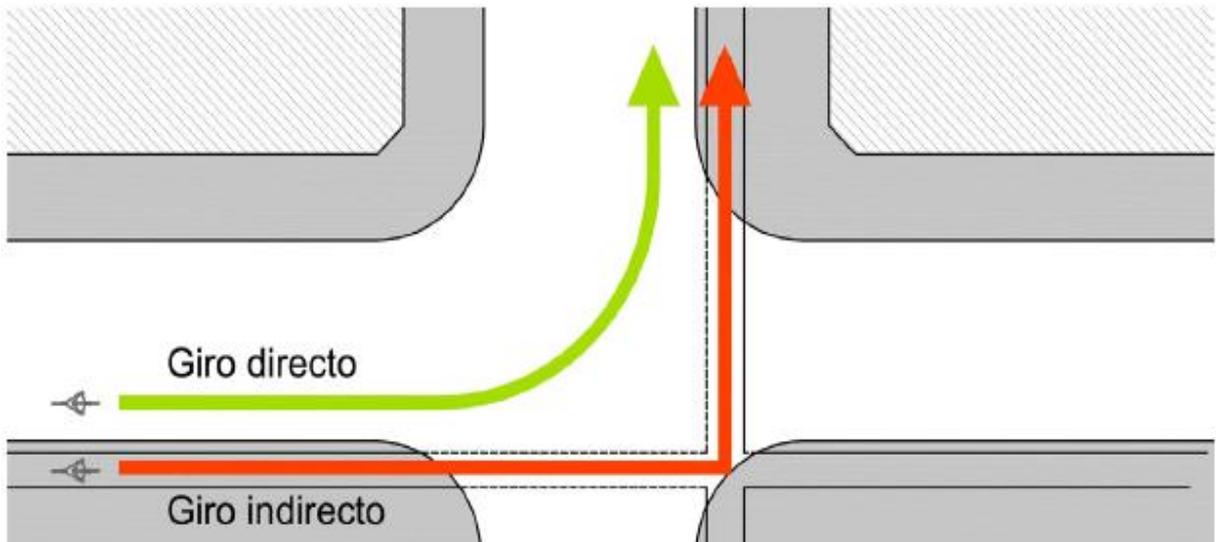


Figura 46. Línea de deseo vs ruta obligada.
Fuente. Municipalidad de Lima, 2017.

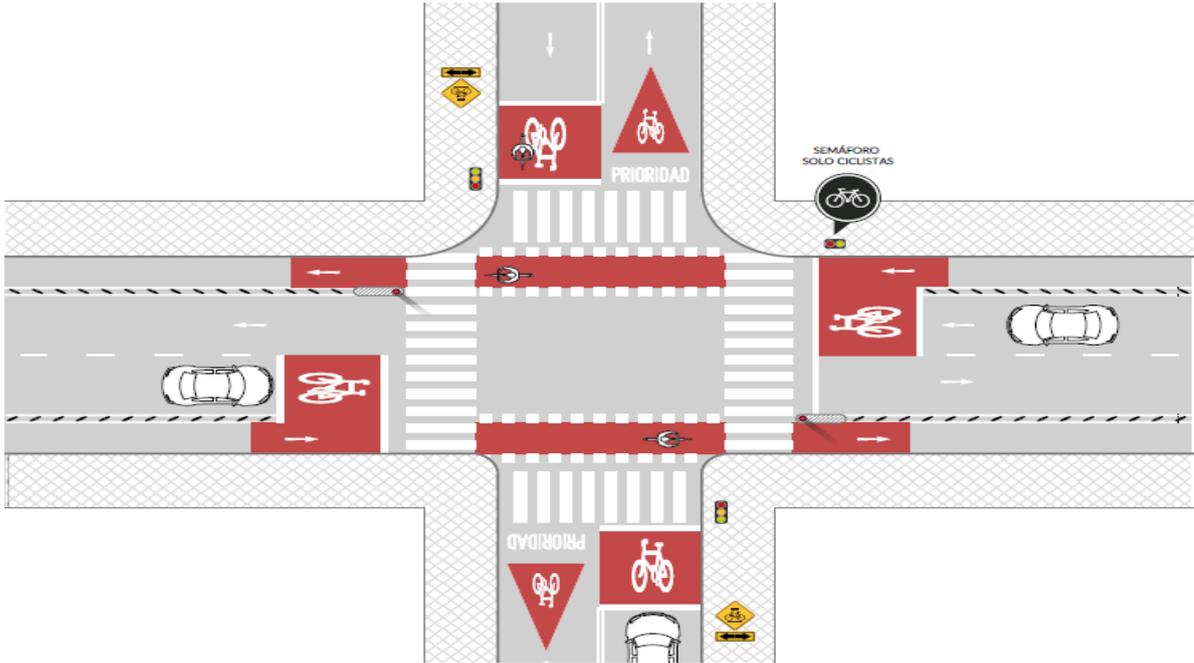


Figura 47. Cruce con ciclovía o ciclocarril unidireccional y vía o carril compartido.
Fuente. Municipalidad de Lima, 2017.

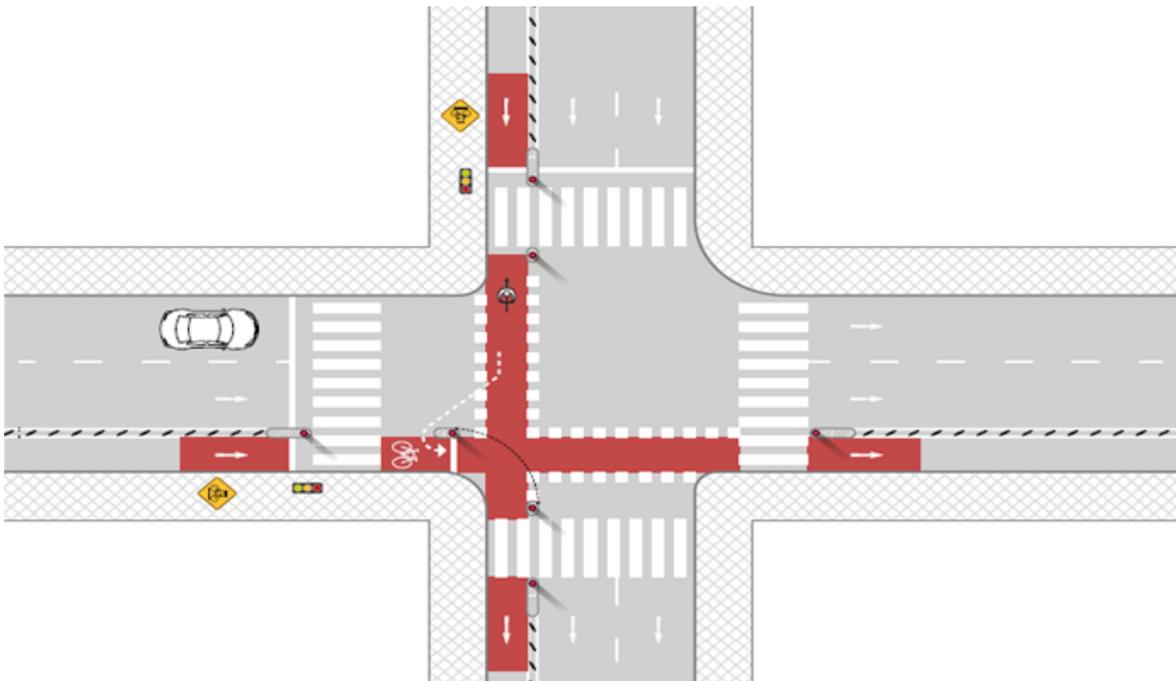


Figura 48. Cruce con ciclovía o ciclocarril unidireccional.
Fuente. Municipalidad de Lima, 2017.

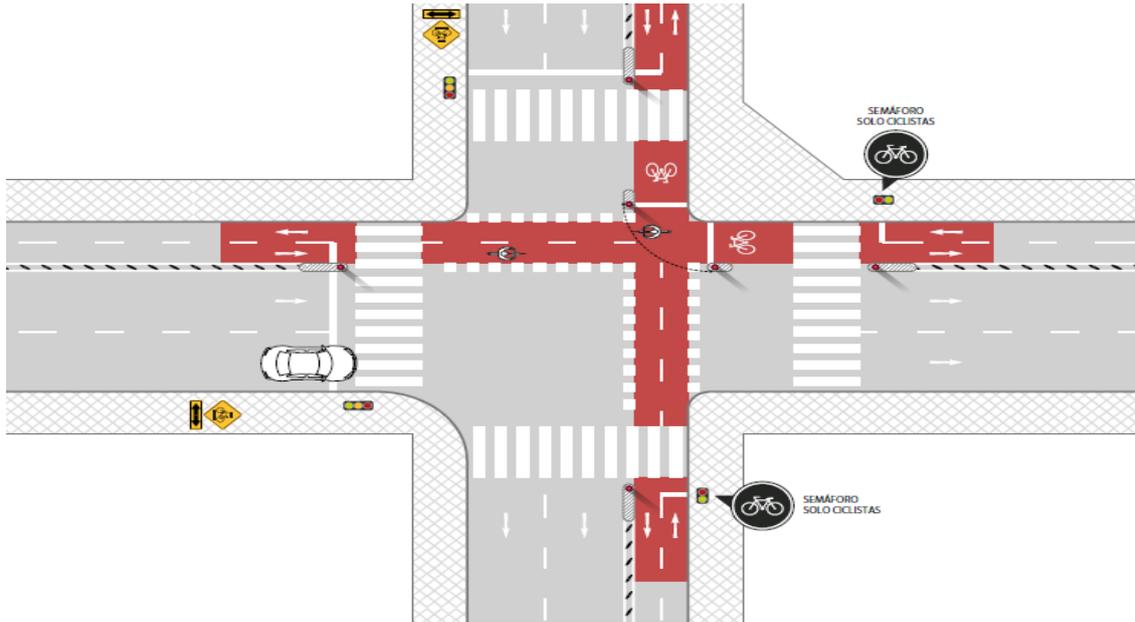


Figura 49. Cruce con ciclovía o ciclocarril bidireccional.

Fuente. Municipalidad de Lima, 2017.

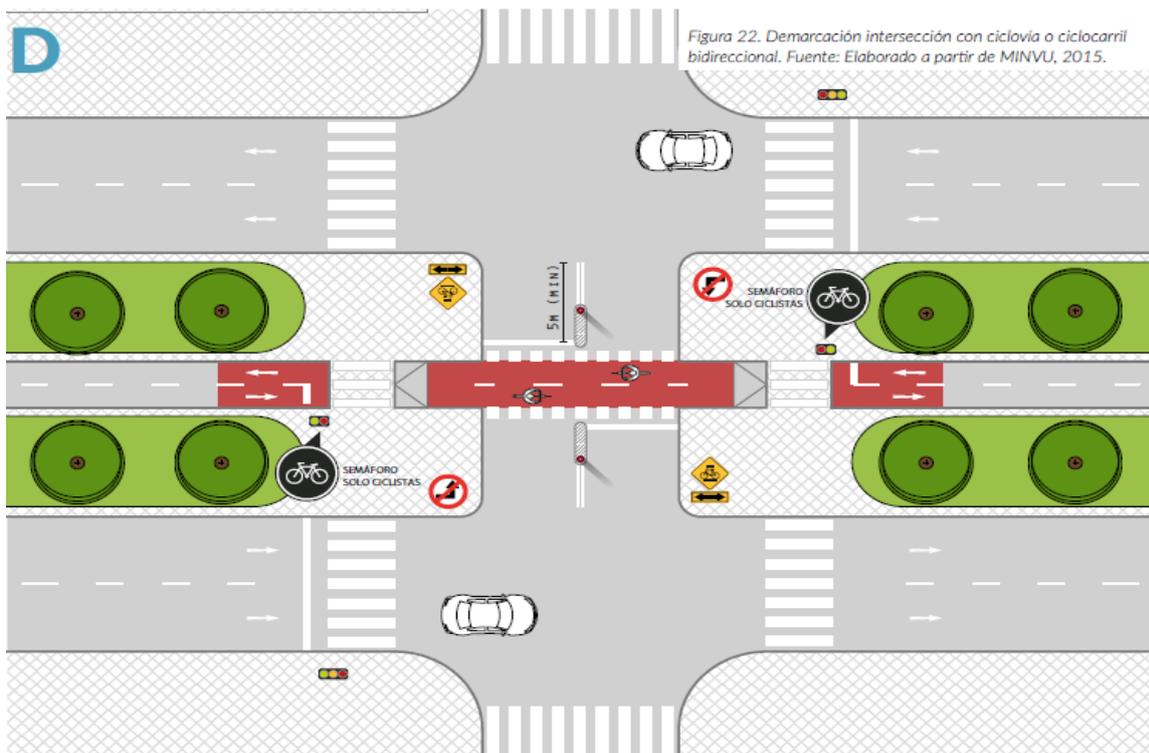


Figura 22. Demarcación intersección con ciclovía o ciclocarril bidireccional. Fuente: Elaborado a partir de MINVU, 2015.

Figura 50. Conexión de ciclovía por separador central.

Fuente. Municipalidad de Lima, 2017.

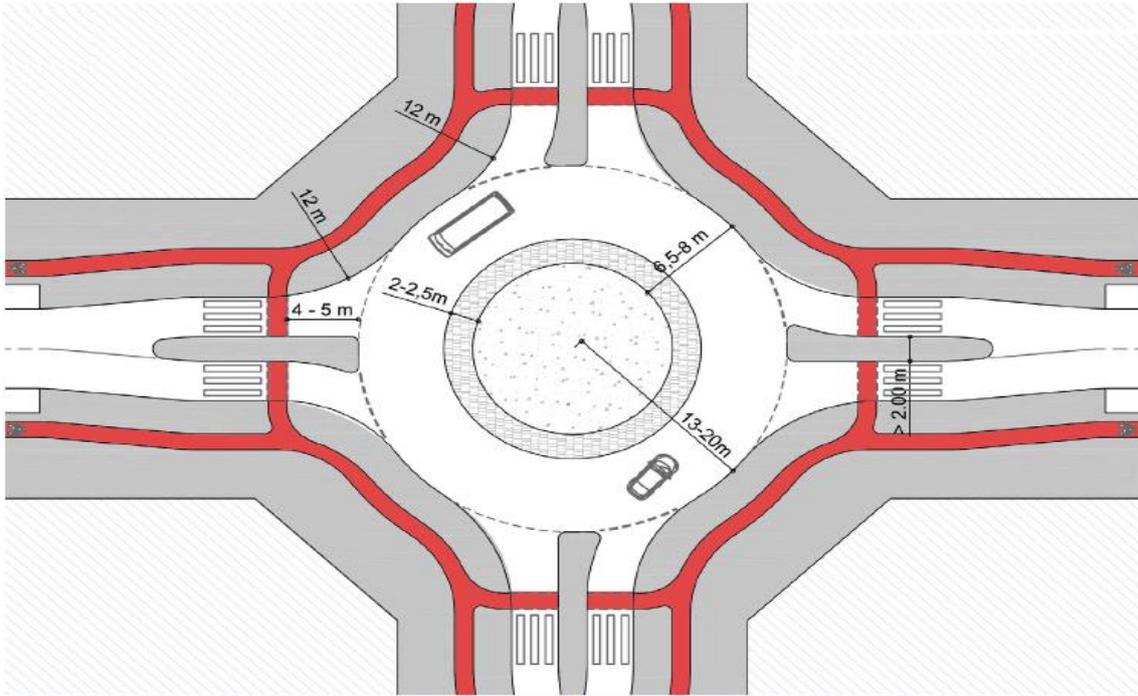


Figura 51. Con ciclovía integrada a la vereda en óvalos o rotondas.
Fuente. Municipalidad de Lima, 2017.

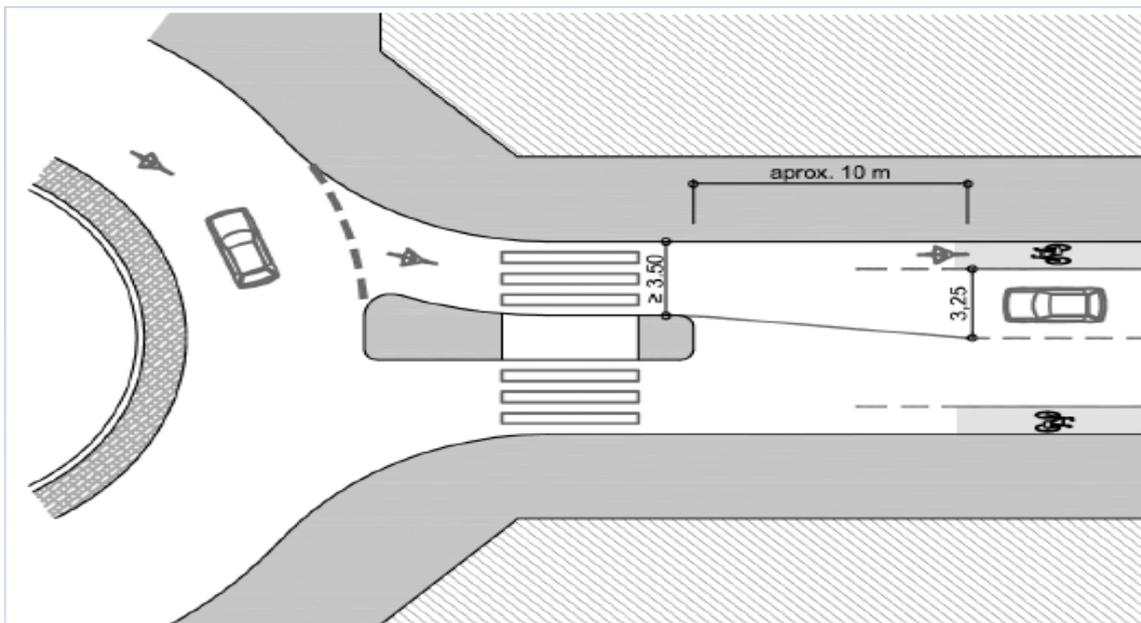


Figura 52. Con ciclovía integrada a la calzada en óvalos o rotondas.
Fuente. Municipalidad de Lima, 2017.

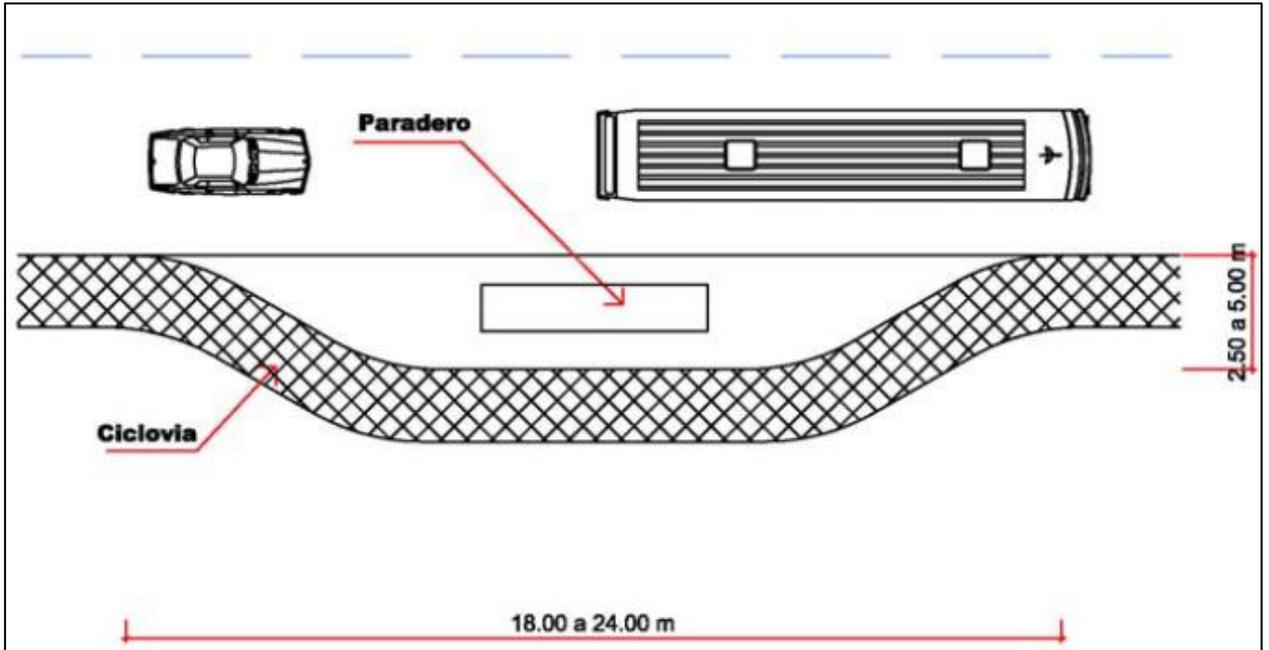


Figura 53. Ciclovía detrás del paradero de transporte público.
Fuente. Fondo Nacional del Ambiente, 2005.

Anexo 07: Señalización vigente

(A.3.1) Señalización Reglamentaria.



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 cicloceras (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.

Figura 54. Señales reglamentarias vigentes.

Fuente. Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2016.



Vía compartida con prioridad ciclista

En vías o carriles compartidos para indicar la prioridad del ciclista. Debe medir 450 x 450 mm. de acuerdo a los parámetros planteados en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito para Calles y Carreteras.



Zona 30

Notifica a los usuarios que están ingresando a una zona con velocidad máxima de 30 km/h, generalmente en vías locales compartidas o con carriles compartidos. Debe medir 900 x 600 mm. de acuerdo a los parámetros planteados en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito para Calles y Carreteras.



Circulación compartida

En ciclosendas o cicloaceras con bajo flujo peatonal (según diseño de la infraestructura). Debe medir 450 x 450 mm. de acuerdo a los parámetros planteados en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito para Calles y Carreteras.

Figura 55. Señalización reglamentaria propuesta por la Municipalidad de Lima.

Fuente. Municipalidad de Lima.

(A.3.2) Señales Preventivas.



P-46: Ciclistas en la vía

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



P-46C: Vehículos en la ciclovía

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



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-46D: Tramo en descenso

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



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.



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"



Figura 56. Señales preventivas vigentes.

Fuente. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016.

(A.3.3) Señales Informativas.



I-8: Ciclovía

Señal dirigida principalmente a los ciclistas, indica la dirección o distancia a la que se encuentra una infraestructura ciclovial.

Figura 57. Señal informativa vigente.

Fuente. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016.



Nombre o código de la infraestructura ciclovial

Está dirigida al ciclista e indica el nombre de la ciclovía, ciclocarril, o cicloacera por la que se está circulando. Debe medir 450 x 450 mm. de acuerdo a los parámetros planteados en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito para Calles y Carreteras.



Cicloparqueadero

Está dirigida al ciclista e indica la disponibilidad de estacionamiento para bicicletas. Debe medir 450 x 450 mm. de acuerdo a los parámetros planteados en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito para Calles y Carreteras.



Dirección de la infraestructura ciclovial

Está dirigida al ciclista e indica el o los destinos principales hacia donde lo está conduciendo la infraestructura.

Figura 58. Señales informativas propuestas por la Municipalidad de Lima.

Fuente. Municipalidad de Lima, 2017.

Anexo 08: Ejemplos de señalización



Figura 59. Demarcación de carril compartido con Sharrow.

Fuente. Municipalidad de Lima, 2017.

Anexo 09: Resumen del Presupuesto General
Tabla 28.
Resumen del Presupuesto.

Ítem	Descripción	Und.	Parcial	Cu	Parcial
01.00	OBRAS PROVISIONALES				
01.01	Ambiente para almacén, oficina y guardiana	Mes	1.00	1200.00	1200.00
01.02	Cartel de identificación de la obra de 3.60x4.80m	Und	1.00	1029.51	1029.51
01.03	Movilización y desmovilización de equipos y herramientas	Glb	1.00	2400.00	2400.00
01.04	Mantenimiento y desvío del tránsito	Glb	1.00	4931.57	4931.57
02.00	OBRAS PRELIMINARES				
02.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	6800.00	0.60	4080.00
03.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
02.03	Excavación para la base	m3	1112.12	10.11	11243.53
03.03	Relleno y Compactación	m3	584.75	5.24	3064.09
02.04	Eliminación de material excedente	m3	527.37	16.37	8633.05
03.00	CICLOVÍA				
03.01	Asfalto para ciclovía e = 0.05m	m3	252.00	34.50	8694.00
03.02	Compactación y preparación de la base e = 0.10m	m3	505.00	28.95	14619.75
02.03	Encofrado de Sardineles e = 0.05m	m2	787.50	36.70	28901.25
03.03	Concreto f'c = 175 kg/cm2 para Sardineles e = 0.05m	m3	78.75	30.25	2382.19
04.00	SALUD Y SEGURIDAD EN OBRA				
04.01	Elaboración, implementación y administración del plan de seguridad y plan de vigilancia, prevención y control del covid - 19 en el trabajo	glb	1.00	3600.00	3600.00
04.02	Equipos de protección individual	Und	10.00	354.47	3544.70
04.03	Equipo de protección colectiva	Glb	1.00	2875.65	2875.65
04.04	Señalización temporal de seguridad	Glb	1.00	3613.66	3613.66
04.05	Capacitación en seguridad y salud	Glb	1.00	351.00	351.00
04.06	Recurso para propuesta ante emergencias en seguridad y salud	Glb	1.00	2427.58	2427.58
05	IMPACTO AMBIENTAL				
05.01	Riego de zona de trabajo para mitigación - polvo	m2	6800.00	0.40	2720.00
					110311.53
	GASTOS GENERALES (10%)				11031.15276
	UTILIDAD (5%)				5515.57638
	SUB TOTAL				126858.26
	IGEV (18%)				22834.48621
	PRESUPUESTO TOTAL				149692.74

Anexo 10: Análisis de Precios Unitarios.

Partida	01.01	AMBIENTE PARA ALMACEN, OFICINA Y GUARDIANIA						
Rendimiento	mes/DIA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por : mes	1 200.00		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales							
0239010101	ALQUILER DE AMBIENTE PARA ALMACE	mes			1.0000	1 200.00	1 200.00	
							1 200.00	
Partida	01.02	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60 X 4.80 m						
Rendimiento	u/DIA	4.0000	EQ.	4.0000	Costo unitario directo por : u	1 029.51		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO		hh	1.0000	2.0000	23.40	46.80	
0147010004	PEON		hh	1.0000	2.0000	16.73	33.46	
							80.26	
	Materiales							
0202020028	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3" Y 4"		kg		1.5000	3.05	4.58	
0202050014	PERNO 5/8" x 8" C/TUERCA Y ANILLO		u		12.0000	3.65	43.80	
0205000043	PIEDRA MEDIANA MAX. 4"		m3		0.2835	27.00	7.65	
0221000095	CEMENTO PORTLAND TIPO MS (42.5 kg)		bls		2.4638	21.60	53.22	
0238000004	HORMIGON		m3		0.6548	25.00	16.37	
0239050000	AGUA		m3		0.1080	6.00	0.65	
0239500097	BANNER SEGUN DISEÑO		m2		17.2800	10.00	172.80	
0243040000	MADERA TORNILLO		p2		107.6030	6.02	647.77	
							946.84	
	Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	80.26	2.41	
							2.41	
Partida	01.03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
Rendimiento	glb/DIA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por : glb	2 400.00		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Equipos							
0348130002	CAMION PLATAFORMA 4 X 2 178-210 HP 1	hm		0.7500	6.0000	400.00	2 400.00	
							2 400.00	

Partida	01.04	MANTENIMIENTO Y DESVIO DEL TRANSITO						
Rendimiento	glb/DIA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por :	glb	4 931.57	
Código	Descripción Recurso		Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	
		Mano de Obra					Parcial S/.	
0147010004	PEON		hh	3.0000	24.0000	16.73	401.52	
		Materiales					401.52	
0229040092	CINTA DE SEGURIDAD AMARILLA (100m)		u		4.0000	22.03	88.12	
0229500096	SOLDADOS DE CONCRETO PARA SOPORT		u		40.0000	17.00	680.00	
0230370042	TRANQUERAS DE MADERA		glb		8.0000	296.61	2 372.88	
0239130018	CARTELES DE PREVENCION		u		7.0000	20.34	142.38	
0246010006	MALLA PLASTICA NARANJA 80 GR/M2 5		rl		4.0000	33.05	132.20	
0263040009	SEÑALES INFORMATIVAS		u		5.0000	20.34	101.70	
0263040012	LAMPARAS DE DESTELLOS		u		7.0000	72.03	504.21	
0263040014	CONOS DE SEGURIDAD		u		24.0000	21.19	508.56	
							4 530.05	
Partida	02.01	TRAZO Y REPLANTEO DE CALLE A MEJORAR						
Rendimiento	m2/DIA	450.0000	EQ.	450.0000	Costo unitario directo por :	m2	0.60	
Código	Descripción Recurso		Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	
		Mano de Obra					Parcial S/.	
0147010002	OPERARIO		hh	0.5000	0.0089	23.40	0.21	
0147010004	PEON		hh	1.0000	0.0178	16.73	0.30	
		Materiales					0.51	
0229060006	YESO x 18 Kg		bls		0.0050	13.90	0.07	
		Equipos					0.07	
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	0.51	0.02	
							0.02	
Partida	02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/ESPONJAMIENTO						
Rendimiento	m3/DIA	600.0000	EQ.	600.0000	Costo unitario directo por :	m3	16.37	
Código	Descripción Recurso		Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	
		Mano de Obra					Parcial S/.	
0147010003	OFICIAL		hh	1.0000	0.0133	18.50	0.25	
0147010004	PEON		hh	2.0000	0.0267	16.73	0.45	
		Equipos					0.70	
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	0.70	0.02	
0348040023	CAMION VOLQUETE 4 X 2 140-210 HP 6 m3		hm	8.0000	0.1067	124.29	13.26	
0349040094	CARGADOR S/LLANTAS 120 - 125 HP 2.5 Yl		hm	1.0000	0.0133	180.00	2.39	
							15.67	

Figura 60. Precios Unitarios de las partidas.

Anexo 11

Matriz de consistencia

TÍTULO: APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BUILDING INFORMATION (BIM) EN LAS CICLOVÍAS DE LA PROVINCIA DE TRUJILLO, 2022

Autor: LUIS ALBERTO MIRANDA ESQUIVEL

PROBLEMA GENERAL	O B J E T I V O S	A N T E C E D E N T E S	H I P Ó T E S I S	V A R I A B L E S	M E T O D O L O G Í A
<p>Formulación del problema:</p> <p>¿Cuál es la aplicación de la metodología Building Information (BIM) en las ciclovías de la provincia de Trujillo, 2022?</p> <p>Problemática:</p> <p>Debido a la coyuntura actual en la que el país está sumergido y la cual convierte al transporte público como un foco de contagio para la COVID-19, el Congreso de la Republica ha promovido la Ley N° 30936, la cual promueve y regula el uso de la bicicleta como medio de transporte sostenible. Pero, lamentablemente hemos sido testigos de muchos accidentes ocurridos hasta la</p>	<p>O. General: Determinar la aplicación de la metodología Building Information (BIM) en las ciclovías de la provincia de Trujillo, 2022.</p> <p>O. Específicos: O.E.1. Evaluar la aceptación de la población del diseño de ciclovías en las principales avenidas de la provincia de Trujillo, 2022.</p> <p>O.E.2. Realizar el estudio topográfico para el diseño de ciclovías en las principales avenidas de la provincia de Trujillo, 2022.</p> <p>O.E.3. Realizar el estudio de tráfico para el diseño de ciclovías en las principales avenidas de la provincia de Trujillo, 2022.</p>	<p>Propuesta de un diseño de ciclovías que interconecte las principales universidades centros comerciales de la ciudad de Trujillo, 2018”</p> <p>“Análisis De Movilidad Urbana Y Sistema De Transporte Sostenible En La Ciudad De Trujillo. Provincia Trujillo. La Libertad”.</p> <p>“Aspectos Técnicos Para La Implementación De Una Ciclovía Como Parte De La Remodelación De La Av. Chulucanas”.</p> <p>“Diseño De Ciclovías Y Áreas Peatonales Para Mejorar La Transitabilidad No Motorizada, Tramo Morales – Tarapoto, San Martín”.</p> <p>“Análisis De Las Condiciones De Seguridad Vial De Los Vehículos No Motorizados En La Carretera Interurbana Funza – Siberia”</p>	<p>H. General:</p> <p>. La aplicación de la tecnología BIM en el diseño de ciclovías cumplirá con los requisitos mínimos establecidos en la Norma Técnica CE. 030 que nos brinda los lineamientos técnicos para el diseño y construcción de ciclovías mediante la eliminación de incongruencias en la provincia de Trujillo, 2022.</p>	<p>V. Independiente:</p> <p>Ciclovías: Variable Independiente.</p> <p>Según (La Real Academia Española, 2018), una ciclovía como concepto es un carril destinado exclusivamente a la circulación de bicicletas en una vía pública. Por ende, que se concluye que el diseño de ciclovías consiste en el desarrollo de un proyecto que nos dirige hacia la construcción de una vía exclusiva para el uso de usuarios que utilizan vehículos no motorizados. El diseño tiene como concepto es un proyecto o plan que configura algo.</p>	<p>Diseño de Investigación:</p> <p>No experimental</p> <p>Transversal- descriptivo</p> <p>Unidad de Estudio:</p> <p>Una avenida de la ciudad de Trujillo.</p> <p>Población: Todas las avenidas principales de la provincia de Trujillo en el año 2022.</p> <p>Muestra:</p> <p>La avenida que interconecta el tramo de la avenida Húsares de Junín con el Ovalo Papal y luego el tramo desde el Ovalo Papal hasta la Segunda puerta de la Universidad Nacional de Trujillo.</p>

actualidad por desarrollar proyectos sin una buena planificación. Otro de los problemas que se presenta en la propuesta persuasiva hacia el uso de las bicicletas es que no se ha incluido una cultura de educación hacia el peatón y los conductores de vehículos motorizados.

O.E.4. Realizar el diseño geométrico de las ciclovías en las principales avenidas de la provincia de Trujillo, 2022.

O.E.5. Calcular el estudio de costos y el presupuesto de la ciclovía de las principales avenidas de la provincia de Trujillo, 2022.

“Diseño De Ciclovías Para Ciudades Intermedias, Una Propuesta Para La Ciudad De Loja.”

“Propuesta Inicial De Plan Maestro De Ciclorutas En Valparaíso”

Vías De Tránsito Y Movilidad Más Seguras”

Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Técnica.

El presente trabajo se realizará mediante la observación, simulación, entrevista y encuesta.

Instrumento.

Guía de observación
Ficha resumen
Cuestionario.

Procesamiento y análisis de datos.

Tablas
Gráficos
Excel

Anexo 12: PLANO “PLANTA DE CICLOVÍA”.

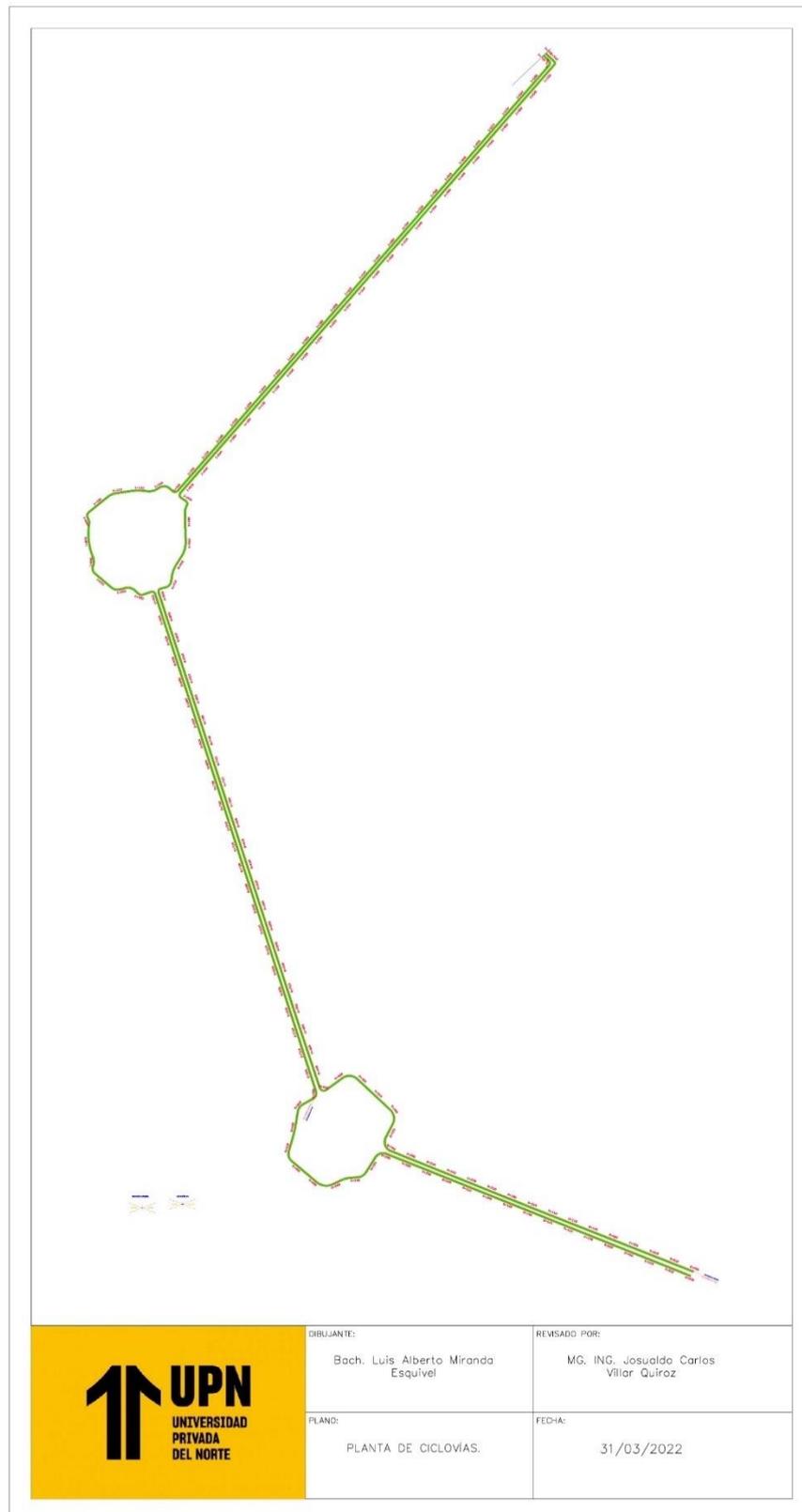


Figura 61: Planta de Ciclovía en Civil 3D

Fuente. Propia.

Anexo 13: PLANO “CORTE LONGITUDINAL CARRIL IZQUIERDO Y DERECHO”.

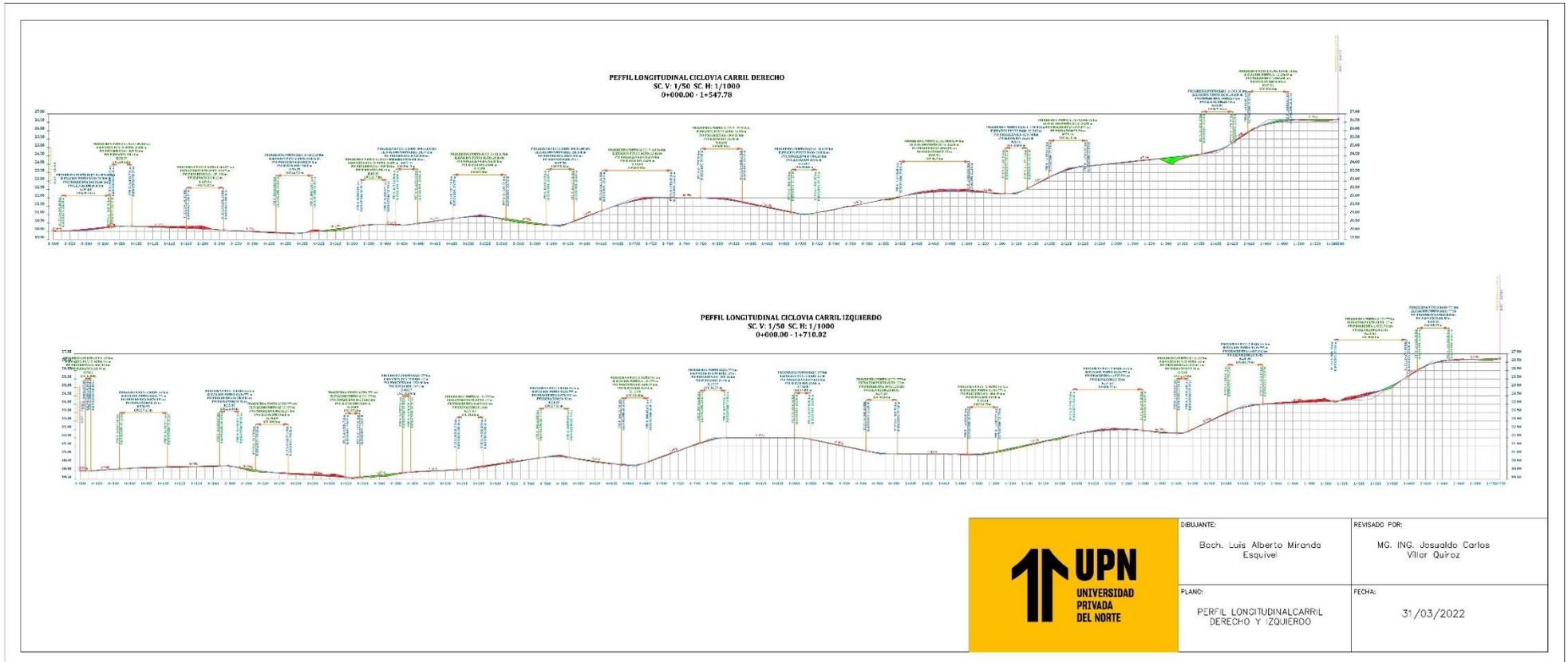


Figura 62: Corte Longitudinal Carriles en Civil 3D (programa BIM)

Fuente. Propia.



Figura 63: Vista en 3D del proyecto en Infracworks
Fuente. Propia.

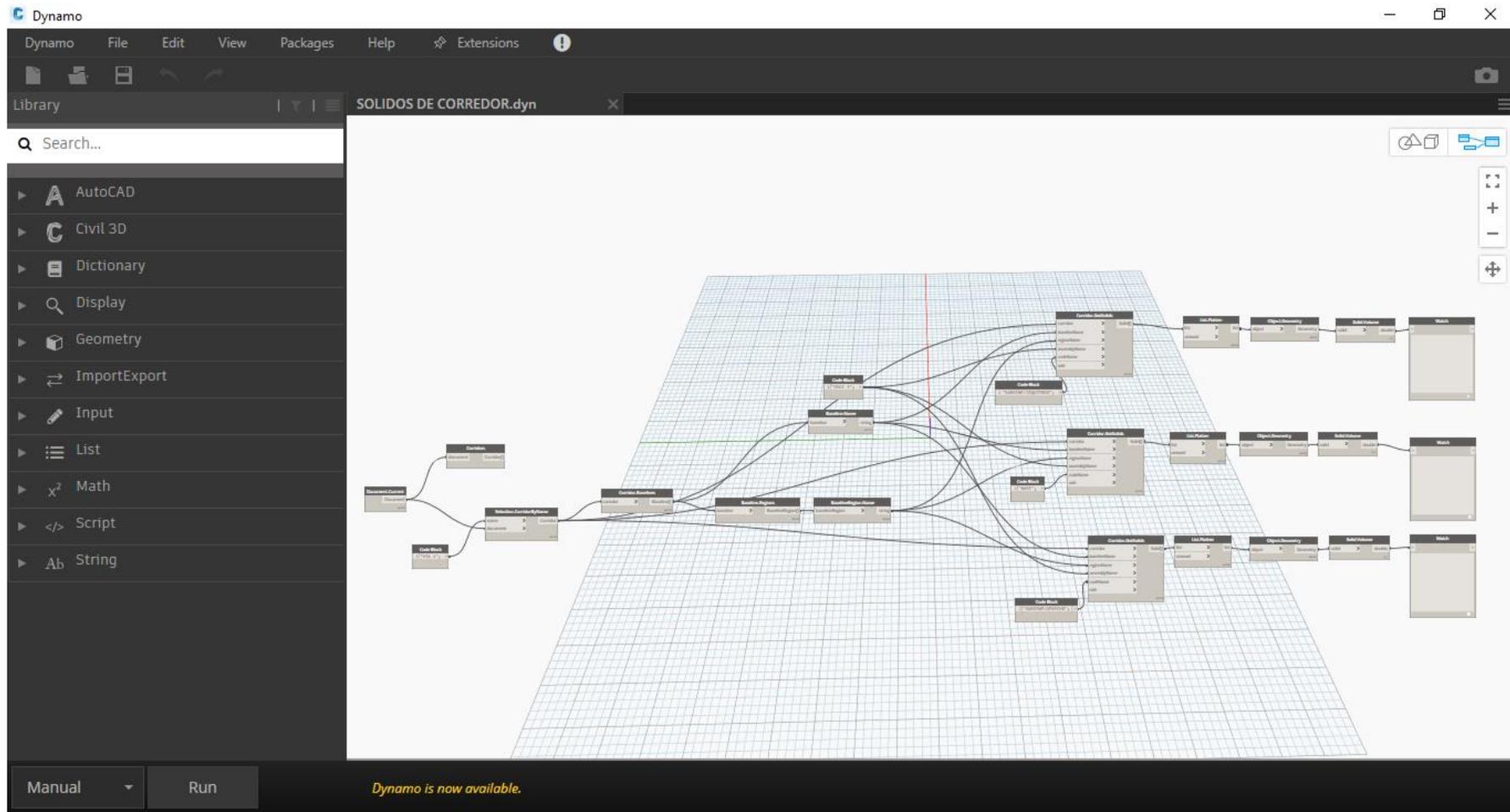


Figura 64: Muestra de la programación BIM realizada en Civil 3D con Dynamo.
Fuente. Propia.