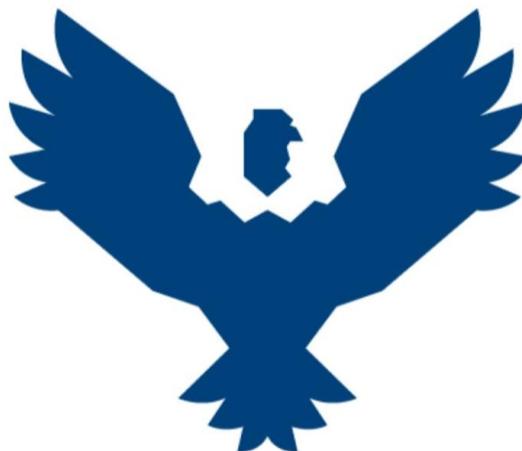




UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

"PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CICLOVÍA EN LA AV. DE LA CULTURA
APLICANDO LA GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE TRANSPORTE
SOSTENIBLE NO MOTORIZADO DEL MTC."

Línea de investigación: Ingeniería de Transportes

Presentado por:

Bach. Ing. Edson Eduardo Carrasco Fuentes

Código ORCID: 0009-0000-5606-9718

Bach. Ing. José Luis Huaranca López

Código ORCID: 0009-0000-4324-1945

Para Optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Asesor:

Mgt. Ing. Edson Julio Salas Fortón

Código ORCID: 0000-0002-6142-8217

CUSCO – PERÚ

2023



METADATOS

Datos del autor	
Nombres y apellidos	EDSON EDUARDO CARRASCO FUENTES
	JOSÉ LUIS HUARANNCA LÓPEZ
Numero de documento de identidad	70134504
	46219013
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0000-5606-9718
	https://orcid.org/0009-0000-4324-1945
Datos del asesor	
Nombres y apellidos	MGT. ING. EDSON JULIO SALAS FORTON
Numero de documento de identidad	23853692
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6142-8217
Datos del Jurado	
Presidente del jurado (jurado 1)	
Nombres y apellidos	MGT. YIMMY CHIPANA MOLINA
Numero de documento de identidad	41064741
Jurado 2	
Nombres y apellidos	ING. JULIO BENJAMIN DEZA CAVERO
Numero de documento de identidad	23918608
Jurado 3	
Nombres y apellidos	MGT. ING. JOSE CARLOS SOLIS TITO
Numero de documento de identidad	43491953
Jurado 4	
Nombres y apellidos	ING. HEBER DARWIN GUTIERREZ VALLEJO
Numero de documento de identidad	23921471
Datos de la investigación	
Línea de investigación de la escuela	Ingeniería de Transportes



PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CICLOVÍA EN LA AV. DE LA CULTURA APLICANDO LA GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE TRANSPORTE SOSTENIBLE NO MOTORIZADO DEL MTC

por EDSON EDUARDO CARRASCO FUENTES

(Nombres y apellidos) Edson Eduardo Carrasco Fuentes,
Docente Asesor

Fecha de entrega: 23-feb-2024 01:19p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2302612496

Nombre del archivo: Tesis_VerFinal.pdf (18.6M)

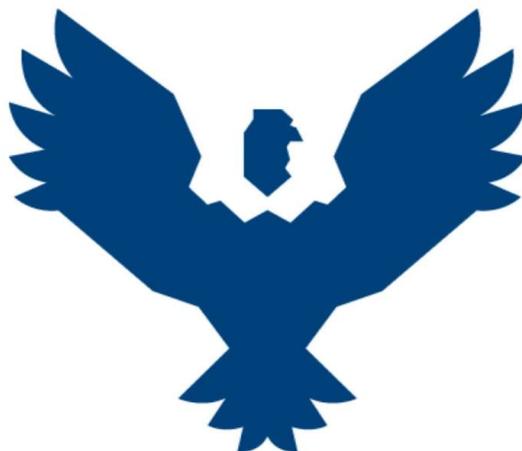
Total de palabras: 35872

Total de caracteres: 209535



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

"PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CICLOVÍA EN LA AV. DE LA CULTURA
APLICANDO LA GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE TRANSPORTE
SOSTENIBLE NO MOTORIZADO DEL MTC."

Línea de investigación: Ingeniería de Transportes

Presentado por:

Bach. Ing. Edson Eduardo Carrasco Fuentes

Código ORCID: 0009-0000-5606-9718

Bach. Ing. José Luis Huaranca López

Código ORCID: 0009-0000-4324-1945

Para Optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Asesor:

Mgt. Ing. Edson Julio Salas Fortón

Código ORCID: 0000-0002-6142-8217

(Nombres y apellidos)

Edson Julio Salas Fortón

Docente Asesor

CUSCO – PERÚ

2023



DE LA CULTURA APLICANDO LA GUIA DE IMPLEMENTACION DE SISTEMAS DE TRANSPORTE SOSTENIBLE NO MOTORIZADO DEL MTC

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet	2%
2	img.lpderecho.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.usmp.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	riunet.upv.es Fuente de Internet	1%
7	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Técnica de Machala Trabajo del estudiante	1%

(Nombres y apellidos) Edson Jhon Soto Font
Docente Asesor



Recibo digital

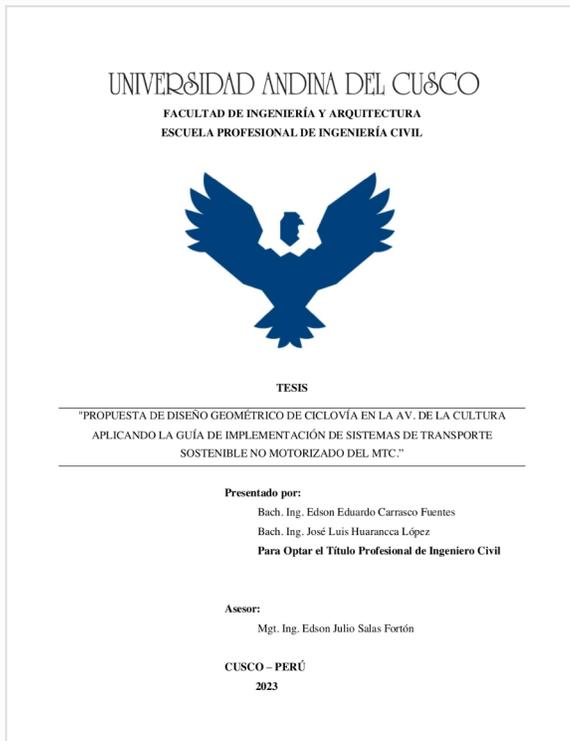
Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: **EDSON EDUARDO CARRASCO FUENTES**
Título del ejercicio: **ciclovias reajust**
Título de la entrega: **Tesis_Ver1.2**
Nombre del archivo: **Tesis_VerFinal.pdf**
Tamaño del archivo: **18.6M**
Total páginas: **214**
Total de palabras: **35,872**
Total de caracteres: **209,535**
Fecha de entrega: **23-feb.-2024 01:19p. m. (UTC-0500)**
Identificador de la entrega... **2302612496**



(Nombres y apellidos) **Edson Julio Salas Fortón**
Docente Asesor





DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación está dedicado a mis padres, por su constante apoyo en mi crecimiento profesional y su paciencia infinita.

Edson Eduardo Carrasco Fuentes

A mis padres, quienes siempre han creído en mí. Gracias por su amor, por su sacrificio y por enseñarme a nunca rendirme ante los obstáculos de la vida. Este logro es también suyo.

Jose Luis Huaranca López



AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres eternamente, y a todas las personas que me ofrecieron su apoyo para poder lograr este objetivo profesional.

Edson Eduardo Carrasco Fuentes

Primero doy gracias a Dios por darme la voluntad, a mis padres por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por cada día confiar y creer en mí y a todas las personas que me ofrecieron su apoyo en todo momento.

Jose Luis Huarancca López



RESUMEN

Esta tesis tiene como objetivo proponer una red de ciclovía con un adecuado diseño geométrico, además de analizar y evaluar las propuestas de diseño y su influencia en la continuidad vial y sostenibilidad urbana tomando como referencia la Guía de implementación de sistemas de transporte sostenible no motorizado del MTC complementado con el Manual de Criterios de Diseño de Infraestructura Ciclo-inclusiva y Guía de Circulación del Ciclista 2017 de la Municipalidad Metropolitana de Lima. En la actualidad, Cusco presenta 7.2 km de ciclovías establecidas; sin embargo, el principal problema de las ciclovías de la ciudad imperial según la Contraloría General (Control N° 017-2022-OCI/0385-SVC), son la falta de funcionalidad, planificación y deficiencia en el diseño geométrico, así como también carecer de elementos de señalización y segregación (relacionados a protección y seguridad).

Por lo tanto, el objetivo principal de la presente investigación es el de analizar la ciclovía actual y su infraestructura, e identificar las deficiencias, con ello elaborar una proposición completa de 2 diseños geométricos. Primero realizamos una búsqueda bibliográfica y determinamos un marco normativo que se ajuste a los parámetros de esta investigación, seguido de la recolección de datos de campo como topografía, características geométricas e inventario vial, flujo vehicular, flujo peatonal, tiempos semafóricos. Una vez recopilado lo explicado anteriormente, se estableció la viabilidad técnica de las propuestas de diseño a través de simulaciones en PTV Vissim, ingresando información de las condiciones proyectadas en un periodo de diseño de 20 años en 5 intersecciones seleccionadas: Magisterio (Av. de la Cultura y Av. Perú), Marcavalle (Av. de la Cultura y Av. José Gabriel Cosío), Prado (Av. de la Cultura y Av. Diagonal Angamos), Hospital (Av. de la Cultura y Av. Hermanos Ayar) y Clorinda (Av. de la Cultura y Av. Tacna). Luego se efectuó la calibración del modelo del software Vissim mediante un análisis estadístico con el software Statkey, debido a que se debe comprobar que el modelo simulado por Vissim representa lo que ocurre realmente en las intersecciones de la Av. de la Cultura.

Luego de ello se evaluó los resultados ambas propuestas de diseño geométrico en función de los tiempos de viaje, tiempos de demora, velocidad promedio y el nivel de servicio. La propuesta 1 consiste en reubicar la ciclovía actual a los bordes de la acera peatonal como carriles unidireccionales de 1.6m de ancho protegidos en ambos sentidos de la Av. de la Cultura, la propuesta 2 consiste en reubicar las ciclovías unidireccionales actuales a la berma central, modificando su geometría a una ciclovía bidireccional de 3.0m de ancho, usando la berma central arborizada como confinamiento para ambos extremos.



Se concluyó que la propuesta 1 se obtienen resultados mixtos, se observó reducción de 40% en tiempos de demora en la intersección Prado, variaciones poco significativas (nulas) en las intersecciones Marcavalle, Magisterio y Clorinda, y aumento desfavorables en 10% de tiempos de demora en la intersección Hospital; con la propuesta 2 disminuyen los tiempos de demora desde un 10% a 40%, así como también el nivel de servicio (LOS) ofrecido por las intersecciones en estudio, la propuesta 2 es la de mayores cambios geométricos, sus características son de alto costo y duración, por lo tanto, implica modificaciones a nivel de infraestructura que incluye: reubicaciones de postes eléctricos, cajas de alta tensión, semáforos, señaléticas, así como también modificar la estructura de la berma central (sin disminuir el área verde existente). Se determinó que implementación de esta ciclovía tendría un costo aproximado de 1.6 millones de soles.

Palabras clave: ciclovía, propuesta, diseño geométrico, trafico, transporte no motorizado, intersección, tiempo de demora, nivel de servicio.



Abstract

This thesis has the objective to propose a cycle path with an appropriate geometric design, in addition to analyze and evaluate the design proposals and their influence on road continuity and urban sustainability, taking as reference the Implementation Guide for sustainable non-motorized transportation systems of the MTC complemented with the Cycle-inclusive Infrastructure Design Criteria Manual and Cyclist's Circulation Guide 2017 of the Metropolitan Municipality of Lima. Currently, Cusco has 7.2 km of established cycle paths; however, the main problem of the cycle paths from the imperial city according to the General Comptroller (Control No. 017-2022-OCI/0385-SVC), are the lack of functionality, planning and deficiency in the geometric design, as well as lack of signaling and segregation elements (related to protection and security).

Therefore, the main objective of this research is to analyze the current cycle path and its infrastructure, also to identify the deficiencies to develop a complete proposal of 2 geometric designs. First, we carried out bibliographic research to determine a regulatory framework that fits the parameters of this research, followed by the collection of field data such as topography, geometric characteristics and road inventory, vehicular flow, pedestrian flow and traffic light times. Once compiled what was explained above, the technical feasibility of the design proposals were established through simulations in PTV Vissim, entering information on the projected conditions in a design period of 20 years in 5 selected intersections: Magisterio (La Cultura and Perú avenue), Marcavalle (La Cultura and José Gabriel Cosio avenue), Prado (La Cultura and Diagonal Angamos avenue), Hospital (La Cultura and Hermanos Ayar avenue) and Clorinda (La Cultura and Tacna avenue). Then the calibration of the Vissim software model was carried out through a statistical analysis with the Statkey software because it must be verified that the model simulated by Vissim represents what really happens at the intersections of La Cultura Avenue.

After that, the results of both geometric design proposals were evaluated based on travel times, delay times, average speed and level of service. Proposal 1 consists of relocating the current cycle path to the edges of the pedestrian sidewalk as 1.6m wide unidirectional lanes protected in both directions of La Cultura Avenue, proposal 2 consists of relocating the current unidirectional cycle lanes to the central berm, modifying its geometry to a 3.2m wide bidirectional cycle path, using the tree-lined central berm as confinement for both ends.

It was concluded that proposal 1 obtained mixed results, a 40% reduction in delay times was observed at the Prado intersection, insignificant variations (null) at the Marcavalle, Magisterio and Clorinda



intersections, and an unfavorable increase of 10% in delay times at Hospital intersection; with proposal 2, delay times are reduced from 10% to 40%, as well as the level of service (LOS) offered by the intersections under study. Proposal 2 is the one with the greatest geometric changes, its characteristics are high cost and duration, therefore, implies modifications at the infrastructure level that include: relocation of electric poles, high voltage boxes, traffic lights, signage, as well as modifying the structure of the central berm (without reducing the existing green area). It was determined that the implementation of this cycle path would have an approximate cost of 1.6 million PEN.

Keywords: cycle path, proposal, geometric design, traffic, non-motorized transportation, intersection, delay time, level of service (LOS).



INTRODUCCIÓN

Con el anuncio del Estado de Emergencia Nacional en el país, a causa de la pandemia generada por COVID-19, gran parte de los derechos de convivencia y tránsito de la población han sido restringidos para prevenir la propagación del virus. Estas medidas impuestas por el Gobierno Peruano han impactado en la movilidad y en el transporte de las personas.

Durante los últimos años se ha comenzado a tomar en cuenta en los diseños de las vías urbanas y periurbanas la definición de vías exclusivas para la circulación de bicicletas, dado que la población ha empezado a optar por un cambio de hábitos, sobre todo como una alternativa de buscar una vida mucho más saludable, donde el uso de la bicicleta constituye una alternativa, pero a la vez como una forma complementaria al transporte motorizado. En este contexto, es necesario promover una alternativa segura ante el Covid-19, de bajo costo. La bicicleta es el vehículo idóneo para ello por su asequibilidad, por el distanciamiento social y por los efectos positivos que genera en la salud de las personas. Sin embargo, para hacer uso atractivo de la bicicleta, se debe proveer de infraestructura que garantice la seguridad y comodidad en los desplazamientos.

La demanda por una red de ciclovía en Cusco aumentó considerablemente, se busca una infraestructura de ciclovía de calidad e integrada que sean seguras. Actualmente se cuenta con dos tramos de ciclovías, la primera (ciclovía bidireccional) se inicia en el paradero Control en San Jerónimo y va por la Av. De la Cultura hasta el Condor (6.0km), la segunda está en la Av. Velasco Astete (1.2km).

Según la Revista Plan de Movilidad y Espacio Público de Cusco la demanda vehicular en la Av. De la Cultura es considerado un punto crítico, por ende, es preciso proponer el diseño de una nueva ciclovía complementando los tramos de ciclovía ya existentes en esta avenida, desde la plaza Limacpampa hasta el paradero Condor (3.82 Km), con ello se lograría aminorar el uso de transporte público y priorizar el uso de vehículos no motorizados, los distritos del Cusco son relativamente planos y no tienen pendientes muy marcadas, lo cual hace que el mayor reto para manejar sea la falta de infraestructura y no la geografía.

Esta propuesta de diseño geométrico de ciclovía bajo la guía de implementación de sistemas de transporte sostenible no motorizado del MTC, recorrerá cuatro distritos principales de la ciudad como Cusco,



Wánchaq, San Sebastián y San Jerónimo y se extiende por casi 13 kilómetros una vez complementada la actual ciclovía con la propuesta de ciclovía, debido a su longitud e importancia, es ideal para albergar una ciclovía principal para la ciudad, con este proyecto se daría el primer paso para poder implementar una red de ciclovías interconectadas en la ciudad, sería de gran aporte para las Municipalidades y el Plan COPESCO que tiene como futuro proyecto el “Programa mejoramiento del transporte en la ciudad del Cusco - Componente 2: mejoramiento de la movilidad en la ciudad de cusco - plan urbano de movilidad y espacio público”.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS	III
RESUMEN	IV
Abstract	VI
INTRODUCCIÓN	VIII
ÍNDICE GENERAL	X
ÍNDICE DE IMÁGENES	XIII
ÍNDICE DE TABLAS	XVII
1. CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. Ámbito de Influencia de la Tesis	1
1.1.1. Ámbito de Influencia Teórica	2
1.2. Descripción del Problema	2
1.3. Justificación de la Investigación	5
1.3.1. Justificación técnica	5
1.3.2. Justificación social	6
1.3.3. Justificación por viabilidad	7
1.3.4. Justificación por relevancia	7
1.4. Formulación del problema	8
1.4.1. Formulación Interrogativa del Problema General	8
1.4.2. Formulación Interrogativa de los Problemas Específicos	8
1.5.1. Objetivo General	9
1.5.2. Objetivo Específicos	9
2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO DE LA TESIS	10
2.1. Antecedentes de la tesis	10
2.1.1. Antecedentes a Nivel Nacional	10
2.1.2. Antecedentes a Nivel Internacional	11
2.2. Bases Teóricas – Científicas	11
2.2.1. Bicicleta	11
2.2.2. Ciclovías	16
2.2.3. Estudio de tráfico	19
2.2.4. Niveles de Servicio	21
	X



2.2.5.	PTV Vissim	24
2.3.	Diseño Geométrico de Ciclovías	26
2.3.1.	Ancho de Vía	26
2.3.2.	Velocidad Vehicular	27
2.3.3.	Pendiente Longitudinal	27
2.3.4.	Intersecciones Viales	28
2.3.5.	Señalización	29
2.3.6.	Seguridad y Elementos complementarios	32
2.3.7.	Cicloparqueaderos	35
2.4.	Semaforización	36
2.4.1.	Tipos de semáforos	36
2.4.2.	Diagrama de fases semafórico	37
2.5.	Hipótesis	42
2.5.1.	Hipótesis General	42
2.5.2.	Hipótesis Específicas	42
2.6.	Definición de Variables	43
2.6.1.	Variables Independientes	43
2.6.2.	Variables Dependientes	43
2.6.3.	Variables Intervinientes	43
2.6.4.	Matriz de Operacionalización de variables	44
3.	CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	45
3.1.	Metodología de la Investigación	45
3.1.1.	Enfoque de la Investigación	45
3.1.2.	Nivel del Investigación	45
3.1.3.	Método de Investigación	45
3.2.	Diseño de la Investigación	45
3.2.1.	Diseño Metodológico	45
3.2.2.	Diseño de Ingeniería	46
3.3.	Instrumentos	47
3.3.1.	Instrumentos Metodológicos	47
3.3.2.	Instrumentos de Ingeniería	50
3.4.	Procedimiento de Recolección de Datos	50
3.4.1.	Estado Situacional e Inventario Vial	50
3.4.2.	Medición de Características Geométricas	58
		XI



3.4.3.	Volumen de Tránsito	71
3.4.4.	Flujo Peatonal.....	82
3.4.5.	Tiempos Semafóricos	87
3.5.	Procedimiento de Análisis de Datos.....	92
3.5.1.	Proyección de tránsito futuro y vehículos equivalentes.....	92
3.5.2.	Proyecciones peatonales	99
3.5.3.	Diseño geométrico de la ciclovía por tramos.	101
3.5.4.	Diseño geométrico en intersecciones viales.....	116
3.5.5.	Diseño de Estacionamientos	122
3.5.6.	Simulación de Ciclovías en PTV Vissim	124
4.	CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	141
4.1.	Resultados de Simulación por intersección.....	141
4.2.	Costos y Presupuestos de las Propuestas de Diseño.	160
5.	CAPÍTULO V: DISCUSIONES.....	164
A.	CONCLUSIONES.....	168
B.	RECOMENDACIONES.....	171
C.	REFERENCIAS	172
D.	ANEXOS.....	175
E.	PANEL FOTOGRAFICO.....	195



ÍNDICE DE IMÁGENES

FIGURA 1: MAPA DEL PERÚ	1
FIGURA 2: MAPA DEL CUSCO	1
FIGURA 3: RUTAS DE PROPUESTA DE LA CICLOVÍA	2
FIGURA 4: RED DE CICLOVÍA ACTUAL DEL CUSCO	3
FIGURA 5: DEMANDA VEHICULAR DE LA CIUDAD DE CUSCO.....	4
FIGURA 6: PRINCIPALES MEDIOS DE TRANSPORTE EN CUSCO.....	5
FIGURA 7: PUNTOS DE ATRACCIÓN EN LA AV. LA CULTURA	6
FIGURA 8: ESTADO SITUACIONAL – CICLOVÍA PROVISIONAL	7
FIGURA 9: BICICLETA EN CODEX ATLANTICUS POR LEONARDO DA VINCI.	12
FIGURA 10: MODELO DE BICICLETA SBP ENCICLA.....	14
FIGURA 11: RUTAS DE PROPUESTA DE LA CICLOVÍA	15
FIGURA 12: MODELO DE BICICLETA SBP MIBICI.....	16
FIGURA 13: NIVELES DE SERVICIO SEGÚN DEMORA DE CONTROL	22
FIGURA 14: NIVELES DE SERVICIO SEGÚN DEMORA DE CONTROL	23
FIGURA 15: LA ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE VISSIM.....	25
FIGURA 16: BICICLETA DE CARRETERA Y URBANA.....	29
FIGURA 17: SEÑALES REGLAMENTARIAS EXTRAS PROPUESTAS	31
FIGURA 18: SEÑALES PREVENTIVAS ORIENTADAS AL CONDUCTOR MOTORIZADO	31
FIGURA 19: SEÑALES PREVENTIVAS ORIENTADAS AL CICLISTA	31
FIGURA 20: SEÑALES INFORMATIVAS PROPUESTAS ADICIONALES	32
FIGURA 21: ÁREA VERDE ARTIFICIAL EN CICLOVÍA - LIMA.....	32
FIGURA 22: POSTE DELIMITADOR EN CICLOVÍA EMERGENTE - LIMA.....	33
FIGURA 23: POSTE DELIMITADOR EN CICLOVÍA EMERGENTE - LIMA.....	33
FIGURA 24: BORDILLOS SEPARADORES	34
FIGURA 25: BOLARDOS.....	34
FIGURA 26: DIMENSIONES DE CICLOPARQUEADERO (TIPO U INVERTIDO).....	35
FIGURA 27: CICLOPARQUEADEROS EN ESPACIO PÚBLICO TIPO U INVERTIDA EN SANTIAGO DE CHILE.....	35
FIGURA 28: SEMÁFOROS PARA BICICLETA.....	36
FIGURA 29: DIAGRAMA DE FASE VEHICULAR	39
FIGURA 30: DIAGRAMA DE FASES PEATONALES RESPECTO AL DIAGRAMA VEHICULAR	41
FIGURA 31: FICHA DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	50
FIGURA 32: ESTADO SITUACIONAL – CONDOR APUCHIN	51
FIGURA 33: ESTADO SITUACIONAL – MARCAVALLE	52
FIGURA 34: ESTADO SITUACIONAL – MAGISTERIO	53
FIGURA 35: ESTADO SITUACIONAL – PARADERO PRADO	54
FIGURA 36: ESTADO SITUACIONAL – INTERSECCIÓN HOSPITAL / UNSAAC.....	55
FIGURA 37: ESTADO SITUACIONAL – PARADERO SERVICENTRO.....	56
FIGURA 38: ESTADO SITUACIONAL – PARADERO CLORINDA	57
FIGURA 39: FLUJO VEHICULAR 8HRS ACTUAL DE LAS INTERSECCIONES EN ESTUDIO.....	71
FIGURA 40: MANIOBRAS DE GIRO EN INTERSECCIÓN 1 - MARCAVALLE.....	72
FIGURA 41: PORCENTAJE SEGÚN TIPO DE VEHÍCULO HORA PUNTA– INTERSECCIÓN 1.....	73
FIGURA 42: DIAGRAMA DE FLUJO ACTUAL DE LA INTERSECCIÓN 1.....	73
FIGURA 43: MANIOBRAS DE GIRO EN INTERSECCIÓN 2 - MAGISTERIO	74
FIGURA 44: PORCENTAJE SEGÚN TIPO DE VEHÍCULO HORA PUNTA– INTERSECCIÓN 2.....	75
FIGURA 45: DIAGRAMA DE FLUJO ACTUAL DE LA INTERSECCIÓN 2.....	75
FIGURA 46: MANIOBRAS DE GIRO EN INTERSECCIÓN 3 - PRADO	76
FIGURA 47: PORCENTAJE SEGÚN TIPO DE VEHÍCULO HORA PUNTA– INTERSECCIÓN 3.....	77



FIGURA 48: DIAGRAMA DE FLUJO ACTUAL DE LA INTERSECCIÓN 3.....	77
FIGURA 49: MANIOBRAS DE GIRO EN INTERSECCIÓN 4 – HOSPITAL REGIONAL.....	78
FIGURA 50: PORCENTAJE SEGÚN TIPO DE VEHÍCULO HORA PUNTA– INTERSECCIÓN 4.....	79
FIGURA 51: DIAGRAMA DE FLUJO ACTUAL DE LA INTERSECCIÓN 4.....	79
FIGURA 52: MANIOBRAS DE GIRO EN INTERSECCIÓN 5 – CLORINDA	80
FIGURA 53: PORCENTAJE SEGÚN TIPO DE VEHÍCULO HORA PUNTA– INTERSECCIÓN 5.....	81
FIGURA 54: DIAGRAMA DE FLUJO ACTUAL DE LA INTERSECCIÓN 5.....	81
FIGURA 55: DIAGRAMA DE FLUJO PEATONAL DE LA INTERSECCIÓN 1	82
FIGURA 56: DIAGRAMA DE FLUJO PEATONAL DE LA INTERSECCIÓN 2	83
FIGURA 57: DIAGRAMA DE FLUJO PEATONAL DE LA INTERSECCIÓN 3	84
FIGURA 58: DIAGRAMA DE FLUJO PEATONAL DE LA INTERSECCIÓN 4	85
FIGURA 59: DIAGRAMA DE FLUJO PEATONAL DE LA INTERSECCIÓN 5	86
FIGURA 60: NUMERO DE FASES EN LA INTERSECCIÓN 1 DE LAS AV. LA CULTURA Y AV. PERÚ	87
FIGURA 61: NUMERO DE FASES EN LA INTERSECCIÓN 2 DE LAS AV. LA CULTURA Y AV. JOSÉ GABRIEL COSIO.....	88
FIGURA 62: NUMERO DE FASES EN LA INTERSECCIÓN 5 DE LAS AV. LA CULTURA Y AV. TACNA	88
FIGURA 63: NUMERO DE FASES EN LA INTERSECCIÓN 3 DE LAS AV. LA CULTURA Y AV. DIAGONAL ANGAMOS.....	88
FIGURA 64: NUMERO DE FASES EN LA INTERSECCIÓN 4 DE LAS AV. LA CULTURA Y AV. VÍCTOR RAÚL HAYA DEL TORRES	89
FIGURA 65: DIAGRAMA DE FASES VEHICULAR Y PEATONAL DE LA INTERSECCIÓN MARCAVALLE.....	89
FIGURA 66: DIAGRAMA DE FASES VEHICULAR Y PEATONAL DE LA INTERSECCIÓN MAGISTERIO	90
FIGURA 67: DIAGRAMA DE FASES VEHICULAR Y PEATONAL DE LA INTERSECCIÓN PRADO	90
FIGURA 68: DIAGRAMA DE FASES VEHICULAR Y PEATONAL DE LA INTERSECCIÓN HOSPITAL.....	91
FIGURA 69: DIAGRAMA DE FASES VEHICULAR Y PEATONAL DE LA INTERSECCIÓN CLORINDA	92
FIGURA 70: DIAGRAMA DE FLUJO PARA DISEÑO (2042) DE LA INTERSECCIÓN 1.....	96
FIGURA 71: DIAGRAMA DE FLUJO PARA DISEÑO (2042) DE LA INTERSECCIÓN 2.....	97
FIGURA 72: DIAGRAMA DE FLUJO PARA DISEÑO (2042) DE LA INTERSECCIÓN 3.....	98
FIGURA 73: DIAGRAMA DE FLUJO PARA DISEÑO (2042) DE LA INTERSECCIÓN 4.....	98
FIGURA 74: DIAGRAMA DE FLUJO PARA DISEÑO (2042) DE LA INTERSECCIÓN 5.....	99
FIGURA 75: CICLOVÍAS UNIDIRECCIONALES UBICADA EN LA POSICIÓN CENTRAL.....	103
FIGURA 76: CICLOVÍAS UNIDIRECCIONALES UBICADO A LA DERECHA DE VÍA EN AMBOS SENTIDOS.	103
FIGURA 77: DISTANCIA Y SECCIÓN LONGITUDINAL DE CICLOVÍA PROPUESTA.....	104
FIGURA 78: CICLOVÍAS UNIDIRECCIONALES POR SENTIDO UBICADA EN BERMA CENTRAL (MARCAVALLE).....	105
FIGURA 79: SECCIÓN TRANSVERSAL ACTUAL (ELEVACIÓN 1) DE LA INTERSECCIÓN MARCAVALLE.....	106
FIGURA 80: PROPUESTA 1 – SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA INTERSECCIÓN MARCAVALLE	106
FIGURA 81: PROPUESTA 2 – SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA INTERSECCIÓN MARCAVALLE	107
FIGURA 82: CICLOVÍAS UNIDIRECCIONALES POR SENTIDO UBICADA EN BERMA CENTRAL (MAGISTERIO).....	107
FIGURA 83: SECCIÓN TRANSVERSAL (ELEVACIÓN 2) DE LA INTERSECCIÓN MAGISTERIO	108
FIGURA 84: PROPUESTA 1 – SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA INTERSECCIÓN MAGISTERIO	108
FIGURA 85: PROPUESTA 2 – SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA INTERSECCIÓN MAGISTERIO	109
FIGURA 86: CICLOVÍAS UNIDIRECCIONALES POR SENTIDO UBICADA EN BERMA CENTRAL (PRADO)	109
FIGURA 87: SECCIÓN TRANSVERSAL (ELEVACIÓN 1) DE LA INTERSECCIÓN PRADO.....	110
FIGURA 88: PROPUESTA 1 – SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA INTERSECCIÓN PRADO.....	110
FIGURA 89: PROPUESTA 2 – SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA INTERSECCIÓN PRADO.....	111
FIGURA 90: CICLOVÍAS UNIDIRECCIONALES POR SENTIDO UBICADA EN BERMA CENTRAL (HOSPITAL REGIONAL)	111
FIGURA 91: SECCIÓN TRANSVERSAL (ELEVACIÓN 1) DE LA INTERSECCIÓN HOSPITAL	112
FIGURA 92: PROPUESTA 1 – SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA INTERSECCIÓN HOSPITAL	112
FIGURA 93: PROPUESTA 2 – SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA INTERSECCIÓN HOSPITAL	113
FIGURA 94: CICLOVÍAS UNIDIRECCIONALES UBICADO A LA DERECHA DE VÍA EN AMBOS SENTIDOS (CLORINDA)	113
FIGURA 95: SECCIÓN TRANSVERSAL (ELEVACIÓN 1) DE LA INTERSECCIÓN CLORINDA.....	114
FIGURA 96: PROPUESTA 1 – SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA INTERSECCIÓN CLORINDA	114
FIGURA 97: PROPUESTA 2 – SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA INTERSECCIÓN CLORINDA	115
FIGURA 98: INTERACCIÓN CICLOVÍA – PARADERO DE TRANSPORTE PUBLICO	115



FIGURA 99: INTERACCIÓN CICLOVÍA – PARADERO DE TRANSPORTE PUBLICO	116
FIGURA 100: PROPUESTAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CICLOVÍA EN INTERSECCIÓN MARCAVALLE	117
FIGURA 101: PROPUESTAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CICLOVÍA EN INTERSECCIÓN MAGISTERIO.....	118
FIGURA 102: PROPUESTAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CICLOVÍA EN INTERSECCIÓN PRADO	119
FIGURA 103: PROPUESTAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CICLOVÍA EN INTERSECCIÓN HOSPITAL.....	120
FIGURA 104: PROPUESTAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CICLOVÍA EN INTERSECCIÓN CLORINDA	121
FIGURA 105: DISEÑO DE CICLOPARQUEADERO SEGÚN CICLOVÍA ACTUAL (INTERSECCIÓN HOSPITAL)	122
FIGURA 106: DISEÑO DE CICLOPARQUEADERO SEGÚN PROPUESTA 1 (INTERSECCIÓN HOSPITAL)	123
FIGURA 107: DETALLES DE CICLOPARQUEADERO	123
FIGURA 108: DISEÑO DE CICLOPARQUEADERO.....	124
FIGURA 109: BÚSQUEDA DE LOCALIZACIÓN	125
FIGURA 110: CREACIÓN ‘LINKS’ PARA CARRETERAS	125
FIGURA 111: MENÚ DE CAMBIOS DE LINK	126
FIGURA 112: CREACIÓN DEL ENLACE	126
FIGURA 113: EMPALME DE SECCIONES	127
FIGURA 114: CREAR CAMBIOS DE DIRECCIÓN DE LOS GIROS	127
FIGURA 115: VISTA DE TRAMOS EN 3D.....	128
FIGURA 116: COMPOSICIÓN DEL VEHÍCULO	128
FIGURA 117: CONFIGURACIÓN DE LA VELOCIDAD E INCIDENCIA	129
FIGURA 118: ASIGNACIÓN DE RUTAS.....	129
FIGURA 119: ASIGNACIÓN DE VOLUMEN VEHICULAR EN CADA RUTA	130
FIGURA 120: CREACIÓN DE SEÑALES DE CONTROL.....	130
FIGURA 121: CREACIÓN DE SEMÁFOROS	131
FIGURA 122:SECUENCIA DE LUCES	131
FIGURA 123: TIEMPOS DEL COLOR VERDE DE CADA SEMÁFORO.....	132
FIGURA 124: SIMULACIÓN DEL TRÁFICO CON SEMAFORIZACIÓN.....	132
FIGURA 125: SEÑALIZACIÓN DE PASO DE CEBRA	133
FIGURA 126: INCORPORACIÓN DE BICICLETAS AL SISTEMA	133
FIGURA 127: INCORPORACIÓN DE PEATONES.....	134
FIGURA 128: INCORPORACIÓN DE RUTAS DE PEATONES	134
FIGURA 129: USO DE VEHICLE COMPOSITIONS PARA BICICLETAS	135
FIGURA 130: USO DE VEHICULE IMPUTS.....	135
FIGURA 131: MODELO FINAL (PROPUESTA 1) DE LA CICLOVÍA DE LA INTERSECCIÓN HOSPITAL – UNSAAC	136
FIGURA 132: SECCIÓN DE CALIBRACIÓN PARA TIEMPOS DE VIAJE VEHICULAR	136
FIGURA 133: CALCULO DE NUMERO DE CORRIDAS VEHICULARES	139
FIGURA 134: PRUEBA DE HIPÓTESIS - STATKEY EN EL ANÁLISIS VEHICULAR.....	140
FIGURA 135: MODELO DE CICLOVÍA ACTUAL (INTERSECCIÓN HOSPITAL)	141
FIGURA 136: MODELO PROPUESTA 1 DE CICLOVÍA (INTERSECCIÓN HOSPITAL).....	142
FIGURA 137: MODELO PROPUESTA 2 DE CICLOVÍA (INTERSECCIÓN HOSPITAL).....	143
FIGURA 138: DEMORAS EN LAS INTERSECCIONES SEGÚN TRÁFICO PROYECTADO.....	144
FIGURA 139: LONGITUD DE COLA EN LA INTERSECCIÓN MARCAVALLE – AV. DE LA CULTURA	145
FIGURA 140: TIEMPOS DE DEMORA EN LA INTERSECCIÓN MARCAVALLE – AV. DE LA CULTURA.....	145
FIGURA 141:VELOCIDAD PROMEDIO EN LA INTERSECCIÓN MARCAVALLE – AV. DE LA CULTURA	146
FIGURA 142: EMISIÓN DE CO2 EN LA INTERSECCIÓN MARCAVALLE – AV. DE LA CULTURA.....	146
FIGURA 143: TIEMPOS SEMAFÓRICOS VEHICULAR Y PEATONAL DE SIMULACIÓN EN PTV VISSIM PARA INTERSECCIÓN MARCAVALLE	147
FIGURA 144: LONGITUD DE COLA EN LA INTERSECCIÓN MAGISTERIO – AV. DE LA CULTURA	148
FIGURA 145: TIEMPOS DE DEMORA EN LA INTERSECCIÓN MAGISTERIO – AV. DE LA CULTURA.....	148
FIGURA 146: VELOCIDAD PROMEDIO EN LA INTERSECCIÓN MAGISTERIO – AV. DE LA CULTURA.....	149
FIGURA 147: EMISIÓN DE CO2 EN LA INTERSECCIÓN MAGISTERIO – AV. DE LA CULTURA	149
FIGURA 148: TIEMPOS SEMAFÓRICOS VEHICULAR Y PEATONAL DE SIMULACIÓN EN PTV VISSIM PARA INTERSECCIÓN MAGISTERIO	150
FIGURA 149: LONGITUD DE COLA EN LA INTERSECCIÓN PRADO – AV. DE LA CULTURA	151



FIGURA 150: TIEMPOS DE DEMORA EN LA INTERSECCIÓN PRADO – AV. DE LA CULTURA	151
FIGURA 151: VELOCIDAD PROMEDIO EN LA INTERSECCIÓN PRADO – AV. DE LA CULTURA	152
FIGURA 152: EMISIÓN DE CO ₂ EN LA INTERSECCIÓN PRADO – AV. DE LA CULTURA	152
FIGURA 153: TIEMPOS SEMAFÓRICOS VEHICULAR Y PEATONAL DE SIMULACIÓN EN PTV VISSIM PARA INTERSECCIÓN 3	153
FIGURA 154: TIEMPOS DE VIAJE EN LA INTERSECCIÓN HOSPITAL – AV. DE LA CULTURA	154
FIGURA 155: TIEMPOS DE DEMORA EN LA INTERSECCIÓN HOSPITAL – AV. DE LA CULTURA	154
FIGURA 156: VELOCIDAD PROMEDIO EN LA INTERSECCIÓN HOSPITAL – AV. DE LA CULTURA	155
FIGURA 157: EMISIÓN DE CO ₂ EN LA INTERSECCIÓN HOSPITAL – AV. DE LA CULTURA	155
FIGURA 158: TIEMPOS SEMAFÓRICOS VEHICULAR Y PEATONAL DE SIMULACIÓN EN PTV VISSIM PARA INTERSECCIÓN HOSPITAL	156
FIGURA 159: TIEMPOS DE VIAJE EN LA INTERSECCIÓN CLORINDA – AV. DE LA CULTURA	157
FIGURA 160: TIEMPOS DE DEMORA EN LA INTERSECCIÓN CLORINDA – AV. DE LA CULTURA	157
FIGURA 161: VELOCIDAD PROMEDIO EN LA INTERSECCIÓN CLORINDA – AV. DE LA CULTURA	158
FIGURA 162: EMISIÓN DE CO ₂ EN LA INTERSECCIÓN CLORINDA – AV. DE LA CULTURA	158
FIGURA 163: TIEMPOS SEMAFÓRICOS VEHICULAR Y PEATONAL DE SIMULACIÓN EN PTV VISSIM PARA INTERSECCIÓN 3	159
FIGURA 164: PROPUESTA 1 – SEÑALIZACIÓN Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD PARA LA CICLOVÍA.	160
FIGURA 165: PROPUESTA 2 – SECCIÓN TRANSVERSAL TÍPICA EN AV. DE LA CULTURA	161



ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: ESQUEMA DE LA RED DE INFRAESTRUCTURA CICLOVIAL	17
TABLA 2: APLICACIÓN DE LOS CINCO REQUISITOS PARA UNA INFRAESTRUCTURA CICLO-INCLUSIVA	18
TABLA 3: DIMENSIONES ESTÁNDAR DE ANCHO LIBRE POR TIPO DE INFRAESTRUCTURA	27
TABLA 4: TIPO DE INFRAESTRUCTURA RECOMENDADA SEGÚN VELOCIDAD/VOLUMEN	27
TABLA 5: SEÑALES REGLAMENTARIAS RECOMENDADAS EN INFRAESTRUCTURA CICLO VIAL	30
TABLA 6: FACTORES DE CONVERSIÓN A UNIDADES VEHICULARES EQUIVALENTES	38
TABLA 7: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	44
TABLA 8: FICHA DE AFORO VEHICULAR	47
TABLA 9: FICHA DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	48
TABLA 10: FICHA DE CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA VÍA	49
TABLA 11: FICHA DE INVENTARIO DE LA CARPETA DE RODADURA (A NIVEL DESCRIPTIVO)	49
TABLA 12: BM DE LEVANTAMIENTO	59
TABLA 13: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO N° 1	61
TABLA 14: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO N° 2	62
TABLA 15: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO N° 3	63
TABLA 16: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO N° 4	64
TABLA 17: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO N° 5.....	65
TABLA 18: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO N° 6	66
TABLA 19: FICHA DE CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS N° 1.....	67
TABLA 20: FICHA DE CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS N° 2.....	67
TABLA 21: FICHA DE CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS N° 3.....	68
TABLA 22: FICHA DE CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS N° 4.....	68
TABLA 23: FICHA DE CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS N° 5.....	69
TABLA 24: FICHA DE CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS N° 6.....	69
TABLA 25: FICHA DE CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS N° 7.....	70
TABLA 26: CONTEO VEHICULAR DE INTERSECCIÓN 1.....	72
TABLA 27: CONTEO VEHICULAR DE INTERSECCIÓN 2.....	74
TABLA 28: CONTEO VEHICULAR DE INTERSECCIÓN 3.....	76
TABLA 29: CONTEO VEHICULAR DE INTERSECCIÓN 4.....	78
TABLA 30: CONTEO VEHICULAR DE INTERSECCIÓN 5.....	80
TABLA 31: VOLUMEN PEATONAL 2022 DE LA INTERSECCIÓN 1	82
TABLA 32: VOLUMEN PEATONAL 2022 DE LA INTERSECCIÓN 2	83
TABLA 33: VOLUMEN PEATONAL 2022 DE LA INTERSECCIÓN 3	84
TABLA 34: VOLUMEN PEATONAL 2022 Y 2042 DE LA INTERSECCIÓN 4	85
TABLA 35: VOLUMEN PEATONAL 2022 Y 2042 DE LA INTERSECCIÓN 5	86
TABLA 36: VHMD PARA EL AÑO 2022 – INTERSECCIÓN 1	93
TABLA 37: VOLUMEN DE TRÁNSITO EN PERIODOS DE 15 MINUTOS – INTERSECCIÓN 1.....	93
TABLA 38: VHD PARA EL AÑO 2022 – INTERSECCIÓN 1	94
TABLA 39: VHMD PARA EL AÑO DE DISEÑO (2042) – INTERSECCIÓN 1.....	95
TABLA 40: VHD PARA EL AÑO DE DISEÑO (2042) – INTERSECCIÓN 1	95
TABLA 41: VALORES DE UNIDAD VEHICULAR EQUIVALENTE EN LA CIUDAD DE CUSCO.....	96
TABLA 42: DIAGRAMA DE FLUJO PEATONAL (2042) DE LA INTERSECCIÓN 1	100
TABLA 43: DIAGRAMA DE FLUJO PEATONAL (2042) DE LA INTERSECCIÓN 2.....	100
TABLA 44: DIAGRAMA DE FLUJO PEATONAL (2042) DE LA INTERSECCIÓN 3.....	100
TABLA 45: DIAGRAMA DE FLUJO PEATONAL (2042) DE LA INTERSECCIÓN 4.....	101
TABLA 46: DIAGRAMA DE FLUJO PEATONAL (2042) DE LA INTERSECCIÓN 5.....	101
TABLA 47: TIEMPOS DE VIAJE DE VEHÍCULOS - RESULTADOS DE CAMPO	137



TABLA 48: ITERACIÓN DE PARÁMETROS EMPLEADOS PARA LA CALIBRACIÓN	138
TABLA 49: DESEMPEÑO DE LAS INTERSECCIONES SEGÚN SIMULACIÓN PTV VISSIM	144
TABLA 50: COMPARACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO OFRECIDO EN LA INTERSECCIÓN 1	147
TABLA 51: COMPARACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO OFRECIDO EN LA INTERSECCIÓN 2	150
TABLA 52: COMPARACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO OFRECIDO EN LA INTERSECCIÓN 3	153
TABLA 53: COMPARACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO OFRECIDO EN LA INTERSECCIÓN 4	156
TABLA 54: COMPARACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO OFRECIDO EN LA INTERSECCIÓN 5	159
TABLA 55: COSTOS Y PRESUPUESTOS DE CICLOVÍA – PROPUESTA 1	162
TABLA 56: COSTOS Y PRESUPUESTOS DE CICLOVÍA – PROPUESTA 2	163
TABLA 57: COMPARACIÓN 1 DE CICLOVÍA ACTUAL VS CICLOVÍAS PROPUESTAS.....	168
TABLA 58: COMPARACIÓN 2 DE CICLOVÍA ACTUAL VS CICLOVÍAS PROPUESTAS.....	169



1. CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Ámbito de Influencia de la Tesis

El proyecto se desarrollará en las especialidades de Ingeniería de Transportes, teniendo como herramienta principal de trabajo la Guía de implementación de sistemas de transporte sostenible no motorizado del MTC.

Ubicación Geográfica

Ubicación de la Av. De La Cultura

- Distritos: Wánchaq –San Sebastián - Cusco
- Provincia: Cusco
- Departamento: Cusco



Figura 1: Mapa del Perú

(Fuente: INDECI)



Figura 2: Mapa del Cusco

(Fuente: INDECI)



Coordenadas Geográficas

➤ Plaza Limacpampa

Latitud: 13°31'10.63"S

Longitud: 71°58'24.93"O

➤ 1er Paradero San Sebastián (Condor)

Latitud: 13°31'41.25"S

Longitud: 71°56'23.

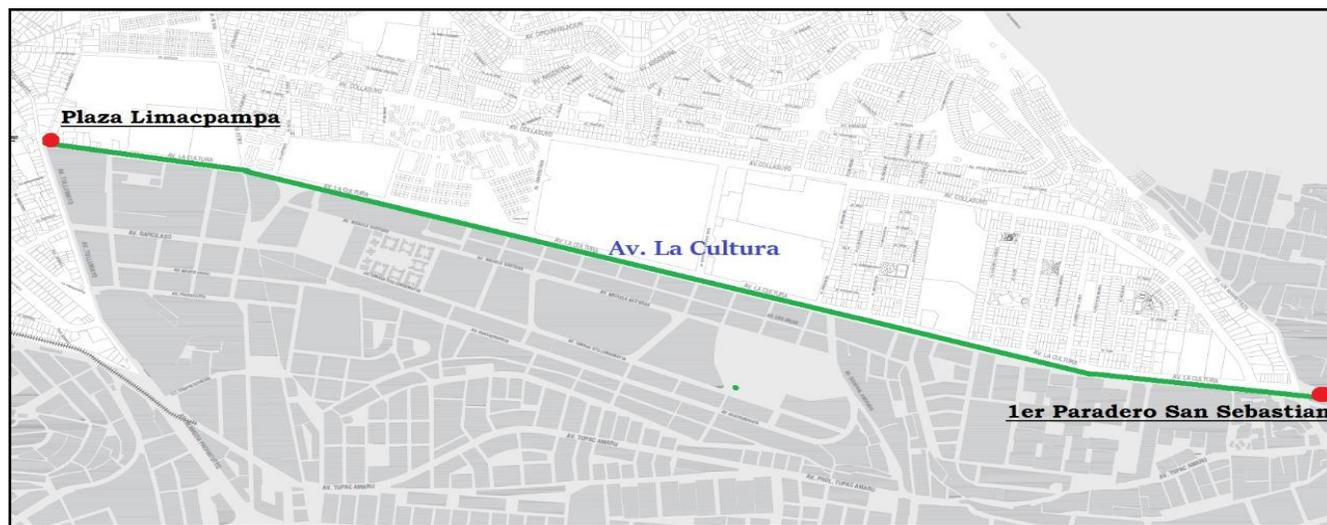


Figura 3: Rutas de Propuesta de la Ciclovía

(Fuente: Propia)

1.1.1. **Ámbito de Influencia Teórica**

El proyecto se desarrolló en las especialidades de Ingeniería de Transportes, teniendo como herramienta principal de trabajo la Guía de implementación de sistemas de transporte sostenible no motorizado del MTC y el Manual de Criterios de Diseño de Infraestructura Ciclo-inclusiva y Guía de Circulación del Ciclista 2017 de la Municipalidad Metropolitana de Lima.

1.2. **Descripción del Problema**

La capital peruana es la quinta ciudad de Latinoamérica de mayor extensión ciclovitaria, un estudio realizado por el Banco Interamericano de Desarrollo 2017 (BID) afirma que solo el 0.3% de la población peruana viaja en bicicleta.

Con el anuncio del Estado de Emergencia Nacional en el país, a causa de la pandemia generada por COVID-19, gran parte de los derechos de convivencia y tránsito de la población han sido restringidos para prevenir la propagación del virus. Estas medidas impuestas por el Gobierno Peruano han impactado en la movilidad y en el transporte de las personas.

No obstante, persiste la necesidad de movilizarse por parte de la población, principalmente aquella que requiere seguir laborando o realizar actividades de abastecimiento. Ante ello resulta necesario generar estrategias al corto, mediano y largo plazo que permitan a la población realizar sus desplazamientos de manera segura y manteniendo el distanciamiento social. En este contexto, es necesario promover una alternativa segura ante el Covid-19, de bajo costo. La bicicleta es el vehículo idóneo para ello por su asequibilidad, por el distanciamiento social y por los efectos positivos que genera en la salud de las personas, sin embargo, para hacer uso atractivo de la bicicleta, se debe proveer de infraestructura que garantice la seguridad y comodidad en los desplazamientos.

En Cusco al año 2021 cuenta con dos tramos de ciclovías bidireccionales en la berma central, la primera se inicia en el paradero Control en San Jerónimo y recorre la Av. de la Cultura hasta el paradero Condor (6.0km), la segunda está en la Av. Velasco Astete (1.2km).

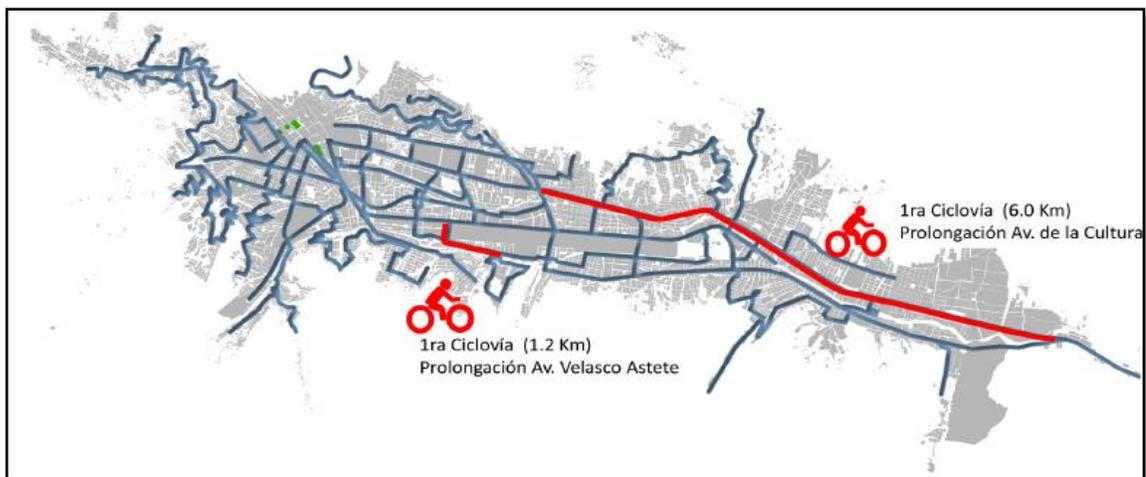


Figura 4: Red de Ciclovía Actual del Cusco

(Fuente: Plan de Movilidad y Espacio Público del Cusco)

La Revista Plan de Movilidad y Espacio Público de Cusco afirma que la demanda vehicular en la Av. De la Cultura es crítica, debido a ello, es preciso proponer el diseño de una nueva ciclo vía con el fin de aminorar el uso de transporte público y priorizar el uso de vehículos no motorizados, el primer paso sería el complementar los tramos de ciclo vía ya existentes en esta avenida, desde la plaza Limacpampa hasta el paradero Condor (3.62 Km)

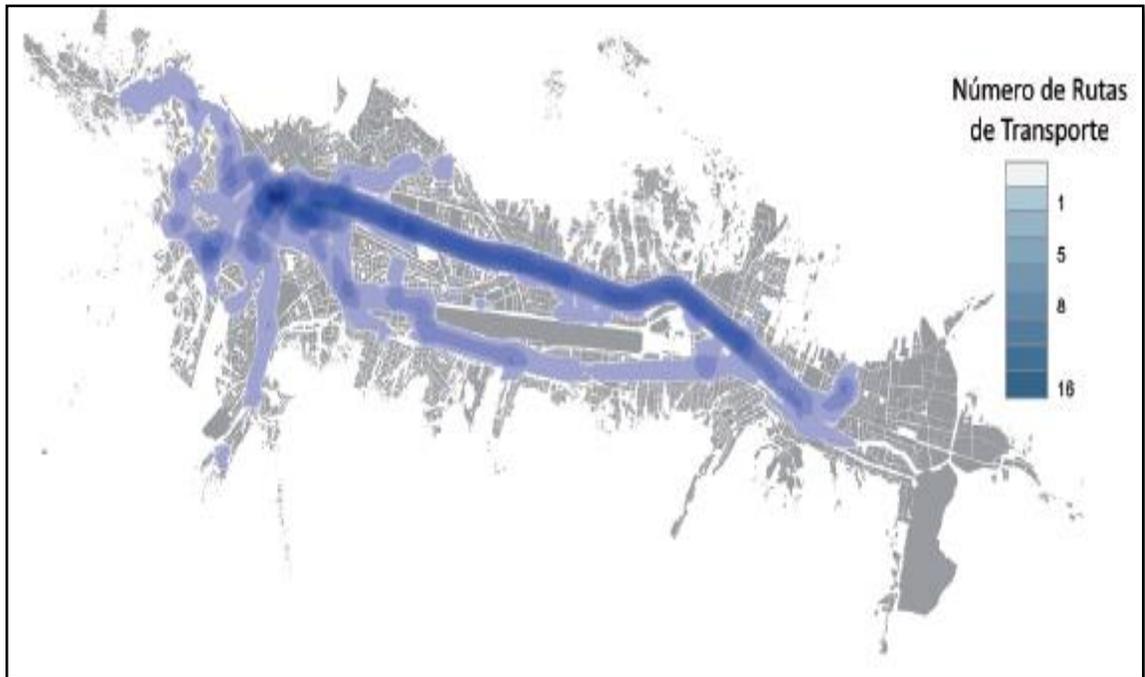


Figura 5: Demanda Vehicular de la ciudad de Cusco

(Fuente: Plan de Movilidad y Espacio Público del Cusco 2017)

Desde un punto de vista teórico, la alta congestión vehicular tiene un fuerte impacto en las condiciones medio ambientales de la provincia del Cusco, Plan de Acción Cusco (2016) afirma que el 55% de las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) provienen del sector transporte, y el 40% del total de consumo de energía corresponde al diésel y otros combustibles, este proyecto promueve la implementación de un transporte sostenible en la ciudad del Cusco como lo tienen algunos distritos de Lima Metropolitana.



1.3. Justificación de la Investigación

1.3.1. Justificación técnica

Plan de Acción Cusco (2016) afirma que el desempeño de Cusco en Movilidad y Transporte es altamente crítico e insostenible, la circulación en bicicleta y/o peatonal es limitada puesto que no existe corredores exclusivos a estas actividades, la ciclovía actual de la Av. de la Cultura se encuentra en abandono (sin señalización, ni elementos de seguridad), en el año 2021 debido al estado de emergencia nacional en el país, la municipalidad Provincial del Cusco decidió darle continuidad, sin embargo, carece de elementos de seguridad e inspectores de tránsito que verifiquen que los conductores de vehículos motorizados respeten esta vía ciclista.

Debido a ello esta investigación pretende el diseño geométrico de una nueva ciclovía complementando a la existente, bajo los parámetros de la guía del MTC con una correcta infraestructura que garantice la seguridad y comodidad en los desplazamientos.

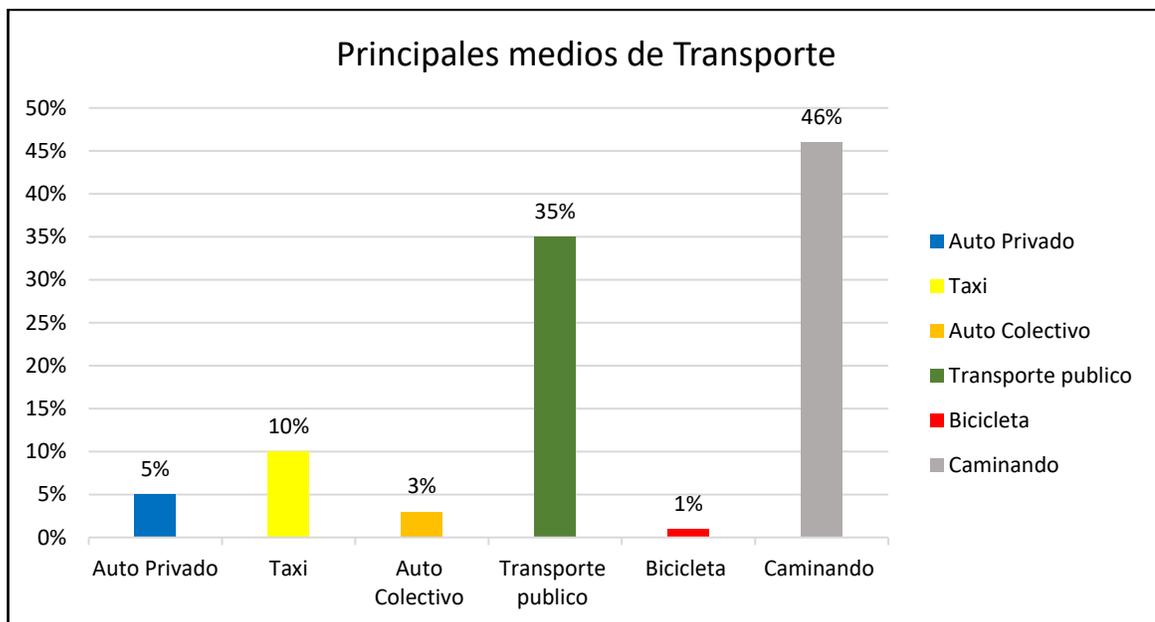


Figura 6: Principales medios de transporte en Cusco

(Fuente: Plan de movilidad y espacio público de Cusco 2016 MPC)

1.3.2. Justificación social

Desde el valor social, las vías no motorizadas motivan al ciudadano a usar la bicicleta como medio de transporte, siendo amigables al medio ambiente, pero para ello es necesario que integren en su diseño un espacio fuera de riesgos.

(BICIÑAN - Colectivo de Movilidad Sostenible, 2022) afirma que los ciclistas cusqueños son conscientes de los beneficios de usar bicicletas, e-bike y scooters, reafirman que lo que buscan como colectivo no es el “no uso” de vehículos motorizados, porque son conscientes de su importancia, si no que haya un equilibrio o balance entre los medios de transportes, con el fin de que las personas se puedan mover de forma empática.

La investigación busca complementar la ciclovia de la Av. de la Cultura desde Limacpampa hasta el paradero Condor (San Sebastián) recorriendo 4 distritos principales de la ciudad como Cusco, Wánchaq, San Sebastián y San Jerónimo que se extiende por aproximadamente 13 km con la ciclovia existente. Este nuevo diseño geométrico debe garantizar la seguridad, así como también el no afectar negativamente al tráfico motorizado

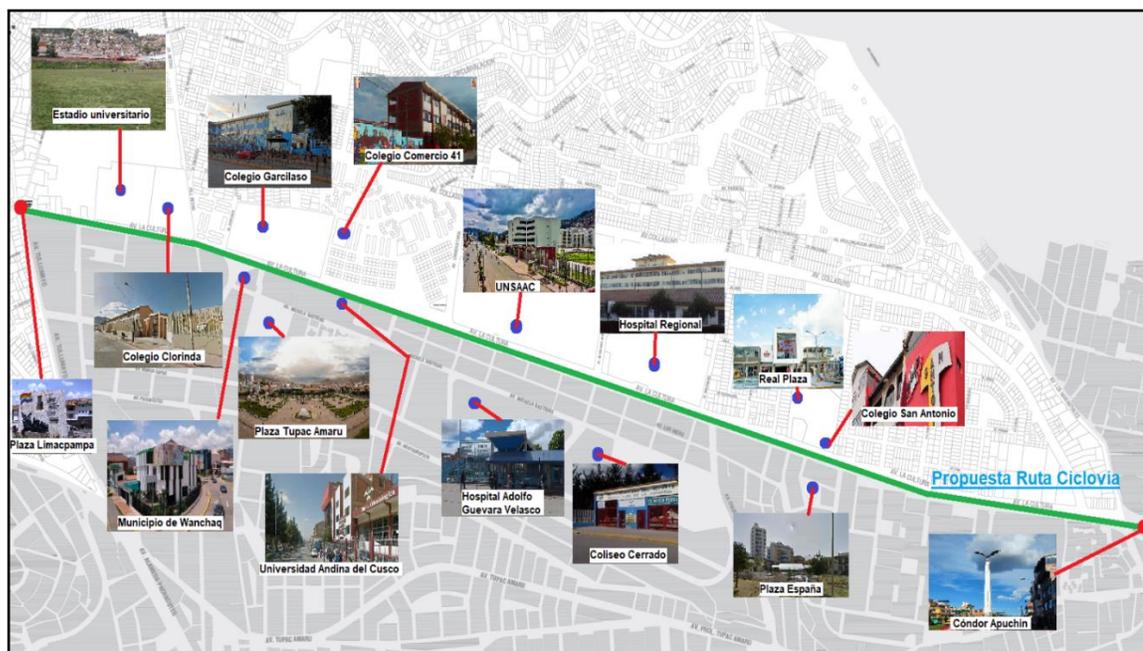


Figura 7: Puntos de Atracción en la Av. La Cultura

(Fuente: Propia)



1.3.3. Justificación por viabilidad

La implementación de la propuesta de diseño es viable, tanto los materiales y los equipos para desarrollarlo están a nuestro alcance, así como también los manuales para el desarrollo del proyecto, siendo: la Guía de Implementación de Sistemas de Transporte no Motorizado del MTC y la Guía de Circulación del Ciclista de la Municipalidad Metropolitana de Lima. Este trabajo podría ser utilizado por las municipalidades y colectivos de ciclistas del Cusco para futuras intervenciones y/o mejoras a la infraestructura ciclovial.

1.3.4. Justificación por relevancia

El presente proyecto es la primera investigación (tesis) que analiza la ciclovía actual de la Av. de la Cultura y propone una nueva infraestructura apoyándose en los manuales de diseño de ciclovías del MTC, todo ello tomando como base la evaluación del comportamiento de la ciclovía frente al tráfico motorizado, evaluando parámetros como: Tiempos de demora y Niveles de Servicio (LOS)

El proyecto es relevante ante la decidía de las autoridades de la ciudad de implantar ciclovías. Los colectivos organizados (Biciñan y Bicired Cusco) improvisan su propia ciclovía, para ello realizan las señalizaciones en las principales avenidas de la ciudad, así como también clicloparqueaderos temporales.

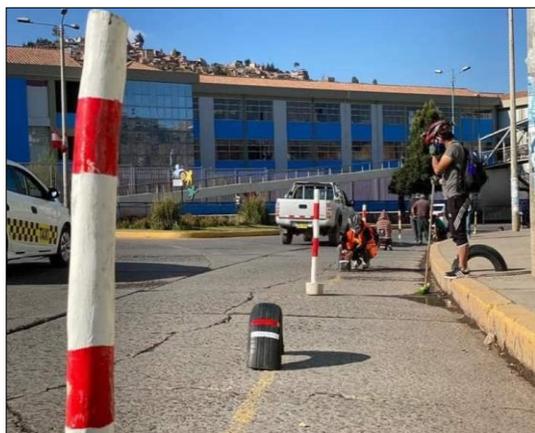


Figura 8: Estado situacional – Ciclovía Provisional

(Fuente: Biciñan Masa Crítica – Facebook)



1.4. Formulación del problema

1.4.1. Formulación Interrogativa del Problema General

¿Cuál será la propuesta de diseño geométrico de Ciclovía que afecte en menor forma a los niveles de servicio del tráfico vehicular en la Av. de la Cultura tramo Condor – Plaza Limacpampa aplicando la guía de implementación de sistemas de transporte sostenible no motorizado del MTC?

1.4.2. Formulación Interrogativa de los Problemas Específicos

- ✓ **Problema específico N°1:** ¿Cuál es el estado situacional de las ciclovías y zonas adyacentes?
- ✓ **Problema específico N°2:** ¿La topografía y geometría serán adecuados para implementar una ciclovía y clicloparqueaderos?
- ✓ **Problema específico N°3:** ¿Cuáles serán los tiempos demora y niveles de servicio en el tramo de estudio de la Av. de la Cultura y cuál será la variación con respecto a la infraestructura actual?
- ✓ **Problema específico N°4:** ¿Cuáles será los costos y presupuestos de la ciclovía propuesta?
- ✓ **Problema específico N°5:** ¿Cómo se aprecian los niveles de contaminación de los vehículos motorizados?



1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Realizar una propuesta de Diseño Geométrico de Ciclovía aplicando la guía de implementación de sistemas de transporte sostenible no motorizado del MTC, sin generar impacto vial al tráfico motorizado en la Av. de la Cultura tramo Condor – Plaza Limacpampa de la ciudad de Cusco.

1.5.2. Objetivo Específicos

- ✓ **Objetivo específico N°1:** Conocer el estado situacional de la ciclovía actual, así como también realizar el inventario vial correspondiente.
- ✓ **Objetivo específico N°2:** Identificar los elementos topográficos y geometría para poder diseñar la ciclovía mejorando la calidad de vida y la transitabilidad no motorizada.
- ✓ **Objetivo específico N°3:** Determinar los tiempos de demora y los niveles de servicio de tramo en estudio y analizar las variaciones con respecto a la infraestructura actual.
- ✓ **Objetivo específico N°4:** Determinar y evaluar los costos y presupuestos de las ciclovías propuestas.
- ✓ **Objetivo específico N°5:** Determinar los niveles de contaminación (CO₂) generados por los vehículos motorizados.



2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO DE LA TESIS

2.1. Antecedentes de la tesis

2.1.1. Antecedentes a Nivel Nacional

TÍTULO: PROPUESTA DE UN DISEÑO DE CICLOVÍAS QUE INTERCONECTE LAS PRINCIPALES UNIVERSIDADES Y CENTROS COMERCIALES DE LA CIUDAD DE TRUJILLO

AUTOR: BR. YOMONA AGUILAR, JHON MOISES

INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

LUGAR: TRUJILLO - PERU

AÑO: 2020

RESUMEN:

Esta investigación se desarrolló en la ciudad de Trujillo, donde se propuso diseñar ciclovías específicamente ubicadas en la plataforma media de las calles Pablo Casals, América Oeste y América Sur, para ello el autor estudió el área de investigación bajo la premisa de la necesidad de construir una ciclovía en estas calles, determinándolo viable debido a que el ancho de la berma central es superior a 7 m. Entonces se realizaron estudios técnicos básicos como levantamientos topográficos y análisis de tránsito y recopilados de manera aleatoria, obteniendo la aprobación de los habitantes de la zona de estudio para la implementación de la ciclovía, con la información recibida de campo y con la ayuda de software aplicativo de ingeniería (AutoCAD Civil 3D, ArcGIS, costos y presupuestos (S10), El resultado fue de una orografía plana, se diseñó con un IMDA de 44 bicicletas por día, la longitud de la ciclovía de doble sentido fue de 5367,46 metros lineales, 93% de aceptación de implementación de la ciclovía según encuesta aleatoria, 31 intersecciones (29 intersecciones en el año), 25 señales preventivas y 43 señales reglamentarias y micro pavimento de 2 cm de 8 cm con base y 10 cm. de subbase, se estimó un presupuesto S/1,245,028.75.



2.1.2. Antecedentes a Nivel Internacional

TÍTULO: DISEÑO DE UNA CICLOVÍA EN LA CIUDAD DE GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR

AUTOR: VISTÍN NIKOLAY WENCESLAO

INSTITUCIÓN: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

LUGAR: CIUDAD DE GUARANDA, PROVINCIA DE BOLÍVAR

AÑO: 2018

RESUMEN:

Este trabajo de investigación es una propuesta de diseño de ciclovia en el municipio de Guaranda, Departamento de Bolívar, desarrollado con base en los estándares técnicos de la normativa internacional y normativa ecuatoriana. Para ello, se presentan en cinco capítulos desarrollos, que contienen los principales aspectos relacionados con el diseño de ciclovias en el casco urbano de la ciudad de Guaranda. Por ejemplo, el estado actual de las ciclovias en el mundo, estudios de impactos regionales, estudios de tránsito, determinación de rutas, análisis de normativa vigente, dimensiones de los espacios, señalización necesaria, elementos de protección y disposición geométrica de las ciclovias, parámetros tomados en cuenta. en cuenta a la hora de diseñar ciclovias para garantizar el nivel de seguridad y protección este servicio es para usuarios de esta vía.

2.2. Bases Teóricas – Científicas

2.2.1. Bicicleta

La bicicleta es un medio de transporte simple, asequible, limpio, además de ser ambientalmente sostenible, es un transporte no motorizado de dos ruedas, con pedales que permiten transmitir el movimiento a la rueda trasera por una cadena, un piñón y un plato.

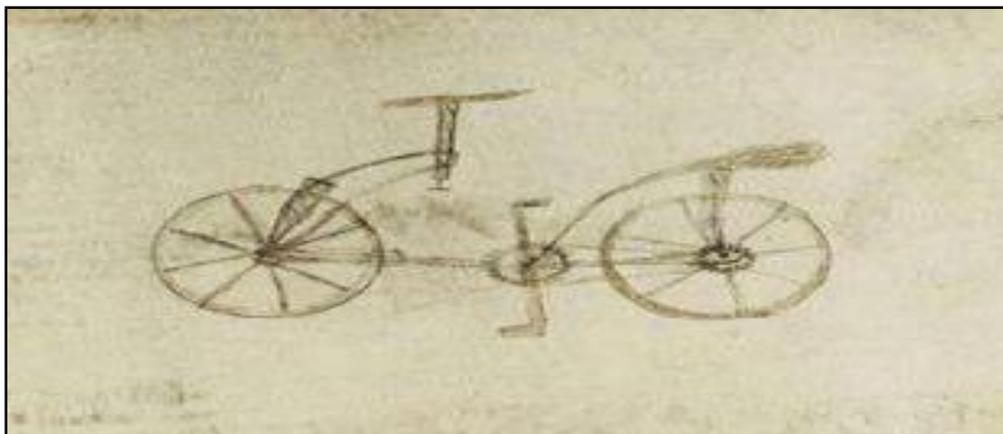


Figura 9: Bicicleta en Codex Atlanticus por Leonardo Da Vinci.

(Fuente: La Bicicleta de Leonardo. Seudópodo, 2012)

Las ventajas de utilizar la bicicleta como medio de transporte son muchas. Los más relevantes se describen a continuación:

- **Eficiencia:** Para trayectos de hasta 5 kilómetros, la bicicleta es la forma de transporte más eficaz y rápido (Manchego, 2016). Además, es muy competitivo hasta una distancia de entre 7 y 10 kilómetros.
- **Autonomía y Flexibilidad:** La bicicleta es accesible durante cualquier hora, independientemente del motivo y/o destino. Proporciona la facilidad de subir, bajar, realizar paradas y alternar rutas, además de necesitar un reducido espacio necesario para estacionar.
- **Fiabilidad:** La bicicleta tiene el tiempo de viaje más predecible en un ambiente urbano, más amplio que el transporte público, siempre que cuenten con la infraestructura idónea. “*Los ciclistas desperdician menos tiempo en el tráfico y logran ser más puntuales*” (Manchego, 2016).
- **Salud:** La OMS sugiere al menos media hora de actividad física diaria, esto se refiere a caminar, pedalear, trotar, etc. Usar la bicicleta es un buen mecanismo para mantener el cuerpo en movimiento, además de evitar el riesgo de enfermedades como la obesidad.



- **Energía y Medio Ambiente:** *“El pedaleo habitual es una forma de locomoción que utiliza la energía metabólica del cuerpo humano”* (Manchego, 2016), la bicicleta no requiere combustible para su uso. Además, no se utilizan motores de combustión, lo que hace que se evite la emanación de gases tóxicos para la salud y el medio ambiente.
- **Economía:** Usar una bicicleta es más económico frente al transporte público y mucho más barato que poseer un automóvil privado, la compra y mantenimiento de una bicicleta son entre 80 y 100 veces más baratos con respecto a transportes motorizados.

2.2.1.1. Bicicleta como transporte

“Existe una relación entre el espacio y el transporte, donde este último está en función del primero, debido a la distribución geográfica de las actividades” (Miralles-Guasch, 2002).

De esta forma se presentan diferentes opciones de transporte, incluyendo a los vehículos motorizados que pueden ser públicos (taxis, minibuses, combis, etc.) y privados (vehículo propio). En cualquier caso, ambas opciones tienen restricciones debido a la dependencia en su operación, así como en el abastecimiento de gasolina, petróleo o gas (recientemente generalizado en el Perú), lo que incrementa sus costos. Las consecuencias del aumento de estos vehículos conllevan atascos y contaminación, dando nombre a la nueva cara de la ciudad. (Miralles-Guasch, 2002) *“Debe existir un plan integral de la movilidad urbana que satisfaga a todos los elementos de la ciudad y no solamente a los que poseen vehículos motorizados.”*

Caso Colombia, Medellín, EnCicla

Medellín es un municipio colombiano, el núcleo principal del área metropolitana del Valle de Aburrá. La ciudad tiene una población de 2.5 millones de habitantes al año 2015. El SBP Encicla es la propuesta de movilidad sostenible, esta propuesta se hace realidad gracias al convenio entre el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y la Universidad EAFIT. Encicla



es una alternativa integrada y que también complementa al sistema de transporte. El sistema El sistema de inicio en el 2011, con el fin de evaluar la sostenibilidad del proyecto, los costes de mantenimiento, repuestos y funcionamiento, pero sobre todo para saber si los vecinos eran lo suficientemente responsables, como en modo de evaluación en el uso de las bicicletas. El modelo de bicicleta tiene las siguientes características:

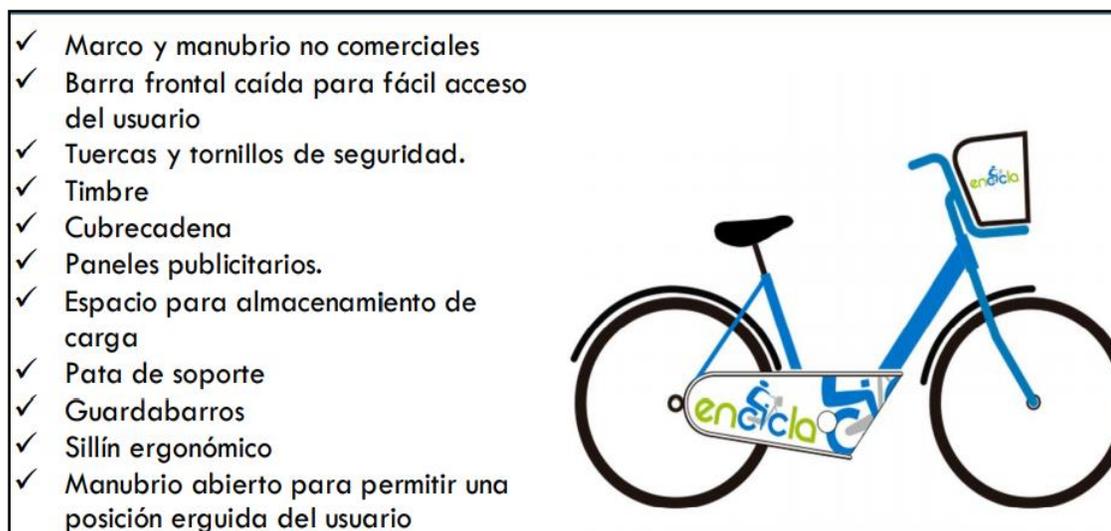


Figura 10: Modelo de Bicicleta SBP Encicla

(Fuente: Boletín Ciclovía al día Alcaldía de Bogotá, 2017)

Con una financiación de medio millón de euros, se llevó a cabo una prueba piloto para implementar el sistema, que incluye 6 plazas de aparcamiento para bicicletas y 145 bicicletas, 105 urbanas y 40 rurales. Se estimó que Encicla solo atendería a estudiantes de las Universidades Pontificias Bolivarianas (U.P.B.) del área urbana. y de la Universidad Nacional de Colombia. El sistema opera de lunes a viernes de 5:30 a. m. a 7:30 p. m. El horario de inicio de operaciones surge debido a que el horario académico diario de la universidad en la ciudad de Medellín inicia a las 6 a.m. Este cronograma requiere dos turnos de trabajo para los jefes de estación, para lo cual el sistema ha contratado a 35 personas, entre gerentes, supervisores y mecánicos, además del equipo administrativo.

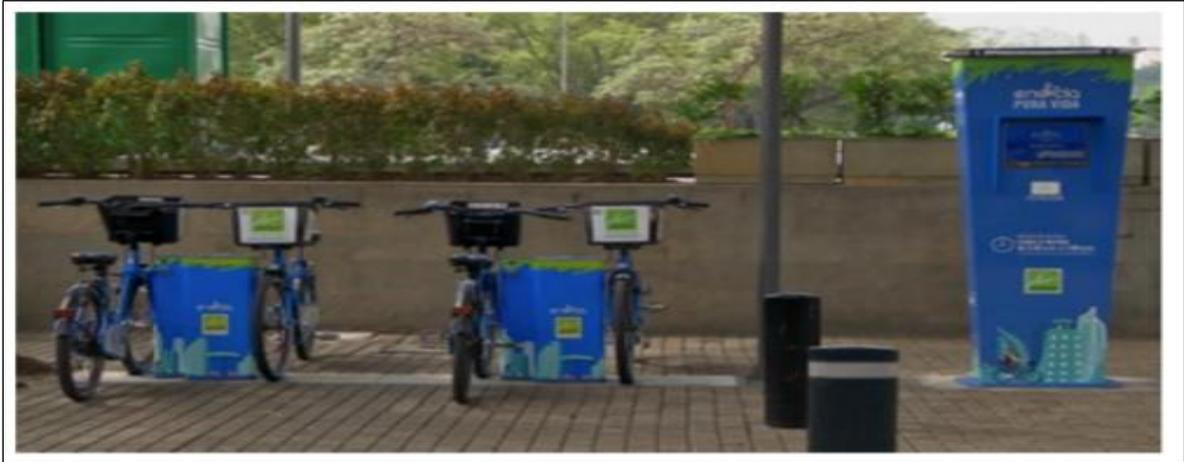


Figura 11: Rutas de Propuesta de la Ciclovía

(Fuente: Boletín Ciclovía al día Alcaldía de Bogotá, 2017)

México, Guadalajara, Mibici

Guadalajara es una ciudad y municipio mexicano. Se ubica al oeste de México, en el centro de Jalisco, en la zona geográfica conocida como Valle de Atemajac. Con 1,5 millones de habitantes, es la segunda megalópolis más grande de México y junto con otros 8 municipios, pertenece a la llamada región metropolitana de Guadalajara, que es referenciada la segunda área urbana más grande de México. Mibici es un nuevo sistema de transporte público en bicicleta. En la Política de Bienestar para el Estado de Jalisco, cuyo objetivo específico es optimizar costos, tiempos de viaje, seguridad y comodidad para el usuario. Mibici representa un intento de desarrollar alternativas de movilidad no motorizada que, a su vez, complementen los distintos sistemas de transporte existentes en la zona metropolitana de Guadalajara.

Mibici fue diseñado tomando en cuenta cuatro importantes aspectos:

- Identificando barrios y/o colonias propicias para el Sistema
- Delimitando los polígonos de acción más apropiados
- Estudiando variables de demanda para el diseño de la red de estaciones
- Socializando la ubicación de las estaciones

Las bicicletas que te ofrece este servicio cuentan con las siguientes características:

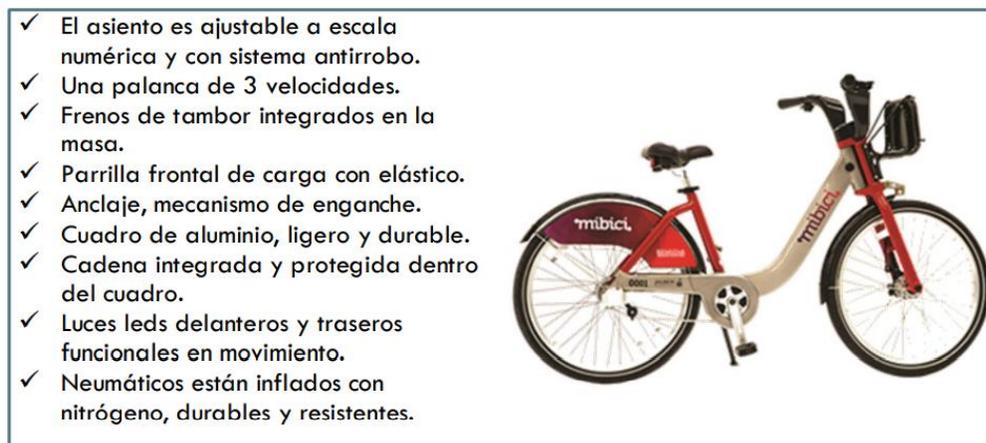


Figura 12: Modelo de Bicicleta SBP Mibici

Fuente: Revista Mibici (infraestructura para la movilidad) Gobierno de Guadalajara.

2.2.2. Ciclovías

Ciclovía, carril bici, bicicarrill, ciclorruta, vía ciclista o ciclopista son nombres genéricos, cuyos espacios son reservados exclusivamente para la circulación segura de bicicletas y scooters eléctricos como un medio de transporte alternativo, el cual presenta como solución concreta y factible a los problemas de congestión vehicular y contaminación ambiental. (Manual de Criterios de Diseño de Infraestructura Ciclo-inclusiva y Guía de Circulación, 2017).

Los ejemplos y secciones ciclovías se definen en función de su función, forma, uso e intensidad del flujo de tráfico ciclista (usuarios) y se combinan con dos factores: velocidad y volumen de tráfico motorizado (ambiente) para determinar las necesidades de segregación y garantizar la protección de los ciclistas. Asimismo, siempre se deben tener en cuenta las necesidades del tráfico peatonal, que siempre debe tener prioridad sobre otros modos de transporte.



RED CICLOVIAL (MODIFICACIÓN ORDENANZA 1851)		
NIVEL DE SEGREGACIÓN**	TIPO DE INFRAESTRUCTURA	CLASIFICACIÓN
Vías no segregadas (Artículo 35)	Vía compartidas	Carril compartido (incluye vía compartida)
	Vía delimitada	Ciclocarril
Vías segregadas (Artículo 34)	Integrada a la calzada (por carril lateral derecho) o por separador lateral o central	Ciclovía
	Integrada a la vereda	Cicloacera (incluye ciclosenda)

Tabla 1: Esquema de la red de infraestructura ciclovial

(Fuente: Manual de Criterios de Diseño de Infraestructura Ciclo-inclusiva 2017)

En el caso de las vías ciclistas temporales, se consideran admisibles las dos tipologías siguientes, porque sólo pueden realizarse redistribuyendo el espacio vial:

- **Ciclovía:** Un espacio en la vía pública que se encuentra físicamente separado por dispositivos de barrera según las características definidas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Algunas vías públicas existentes cuentan con ciclovía separado de la autopista y/o acera.
- **Ciclocarril:** Un espacio vial formado por uno o más carriles, que, de acuerdo con la normativa del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, se encuentra debidamente señalizado para permitir el tránsito común de bicicletas y vehículos de motor, los cuales deberán circular en esta vía a una velocidad máxima de 30 km/h.
- **Cicloparqueadero:** Es la infraestructura destinada para el estacionamiento de bicicletas, normalmente se encuentra en un área abierta, son un factor clave para influenciar la decisión de la ciudadanía a usar las bicicletas como medio de transporte.

2.2.2.1. Requisitos para una red de infraestructura ciclo-inclusiva.

La red de infraestructuras basada en ciclo - inclusiva esta debe ser segura, cómoda, coherente, inmediata y atractiva. Las ciclovías temporales de buena calidad deberían tener las mismas



características. Para garantizar el éxito de este tipo de "nueva infraestructura", es importante que se tengan en cuenta todos los requisitos a la hora de diseñar esta red vial. También se reconoce que, debido a la naturaleza temporal de la infraestructura que se está implementando, se requiere un enfoque adaptado según la siguiente tabla.

Tabla 2: Aplicación de los cinco requisitos para una infraestructura ciclo-inclusiva.

(Fuente: Guía de implementación de vehículos no motorizados del MTC)

Requisito	Aplicación a Vías Ciclistas Temporales
<p>Seguridad</p> <p>Una red de infraestructura ciclovial debe mejorar la seguridad vial de las personas ciclistas y protegerlas de los vehículos motorizados</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Elegir adecuadamente el elemento confinador e implementar las marcas en el pavimento y señales verticales adecuadas. <ul style="list-style-type: none"> • Dar protección en las intersecciones peligrosas. • Considerar en el diseño el espacio suficiente en el carril de circulación ciclista y para el elemento confinador.
<p>Directividad</p> <p>Estrechamente vinculada al ahorro de tiempo. Una ruta ciclista debe ser lo más directa posible, evitando demoras innecesarias, por ejemplo, en desvíos o intersecciones.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Priorizar la colocación en las vías arteriales que son continuas y que conectan las diferentes zonas de la ciudad. <ul style="list-style-type: none"> • Evitar desvíos innecesarios que puedan alargar la ruta. • Implementar infraestructura que permita viajar hacia diferentes zonas de la ciudad (norte-sur, oriente-occidente), con la mayor efectividad posible. • Acortar fases semafóricas en las vías donde se implemente la infraestructura.
<p>Coherencia</p> <p>Relacionada a la continuidad y consistencia de la infraestructura. Debe proveer conexión entre los puntos de origen y destino.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Conectar los principales orígenes y destinos de la ciudad. • Elegir el tipo de infraestructura ciclovial de acuerdo a la configuración de las vías. • Generar la conexión y continuidad entre tramos de infraestructura existentes y temporales. • Ser consistentes en la señalización entre infraestructuras diferentes. <ul style="list-style-type: none"> • Ser compatibles entre la geometría, señalización y operación semafórica.
<p>Comodidad</p> <p>La comodidad juega un rol importante al incentivar el uso de la bicicleta. Por ello, se debe considerar la configuración del entorno físico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Considerar el ancho suficiente para el rebase entre ciclistas. <ul style="list-style-type: none"> • Verificar la uniformidad en la superficie de rodadura. • Verificar el estado del drenaje de la vía para que no presente inundaciones. <ul style="list-style-type: none"> • Elegir vías con presencia de arbolado.
<p>Atractividad</p> <p>Mediante este principio se considera la estética ambiental o paisajística y se busca generar la conexión con elementos vivos y característicos de la ciudad.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Considerar la iluminación de las vías donde se implementará la infraestructura. <ul style="list-style-type: none"> • Elegir vías con ambiente seguro y amable. • Considerar las vías con arbolado urbano dentro del trazado.



2.2.3. Estudio de tráfico

El estudio de tráfico vehicular nos permitirá obtener específicamente información de la transitabilidad de bicicletas en la zona de estudio y de esta manera poder calcular el índice diario anual (IMDA), el cual consiste en la representación de vehículos que transitan por la zona de estudio, la información recopilada serviría de un lado como base para el estudio de la proyección de la demanda.

Para este estudio se deberá ubicar estratégicamente un punto de control a lo largo de la avenida o calle en estudio. Mediante una plantilla y/o formato de conteo vehicular adaptada para el tráfico motorizado y no motorizado que son las bicicletas, se registrara el número de bicicletas que circulan por la zona de estudio, así como también los vehículos motorizados, durante una semana de lunes a domingo de cuatro horas diarias en dos turnos mañana y tarde, con la finalidad de obtener datos precisos. Una vez obtenido y procesado los datos registrados de la plantilla de conteo vehicular, se logrará calcular el índice medio diario semanal (IMDS).

Este resultado deberá ser verificado con un factor de corrección; obtenido de la base de datos de Provias nacional se logrará obtener el IMDA actual de la zona de estudio. Una vez calculado el IMDA actual, finalmente se calculará el IMDA proyectado mediante una ecuación exponencial con un periodo de diseño de 20 años para los vehículos, tomando como referencia la tasa de crecimiento vehicular (obtenido de la base de datos del INEI).

2.2.3.1. Volumen de Transito

Transportation Research Board of the National Academies (2010) nos indica que el flujo máximo o el volumen horario de diseño (VHD), es el mayor volumen horario o también denominado el volumen de máxima demanda en la hora “pico” con sus factores de hora punta respectivos los cuales serán definidos en intervalos de 15min durante esta hora seleccionada.

Para llevar a cabo este análisis se deberá contar con información hasta 45 minutos posteriores de la hora “pico”, esto se debe a que cada factor tomará volúmenes de 60 minutos a partir del inicio del intervalo. El VHD se calcula con la ecuación 1 (Ec.1) y el factor de hora punta con la ecuación 2 (Ec.2)



$$VHD = \frac{VHMD}{FHP}$$

Ec. 1

Donde:

- VHD : Volumen horario de diseño (veh/hr).
VHMD: Volumen horario de máxima demanda (veh/hr).
FHP : Indicador de hora punta

$$FHP = \frac{V}{4 \times V_{15}}$$

Ec. 2

Donde:

- V : Volumen horario (veh/hr).
V15 : Volumen durante 15 minutos analizados del VHMD (veh/hr).

2.2.3.2. Año de diseño (Proyección vehicular)

El diseño vial de la infraestructura tiene como soporte o base el volumen del posible tráfico futuro generado durante los años en puesta servicio o de uso, estos parámetros que determinan los años de vida útil del proyecto se encuentran en la Manual de Carreteras del MTC 2018, en el cual nos aconsejan un periodo de 20 años para el diseño, por lo cual recomienda el determinar el volumen de tránsito futuro a través de la siguiente ecuación:

$$P_f = P_o(1 + T_c)^n$$

Ec. 3

Donde:

- Pf : Tránsito en el año n
Po : Tránsito en el año de aforo
Tc : Tasa de crecimiento anual por tipo de vehículo
n : Año a estimarse



Con respecto a la Tasa de crecimiento anual por tipo de vehículo (T_c), en caso de vehículos ligeros se utiliza la tasa de crecimiento poblacional, con respecto a los vehículos pesados se utiliza la tasa de crecimiento económico (PBI).

En el primer caso (vehículos livianos) esta información es proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), y en el caso de los vehículos pesados es proporcionado por la Oficina de Programación Multianual de Inversiones (OPMI).

2.2.4. Niveles de Servicio

El HCM define como nivel de servicio el que tan bueno o cuan bien funciona una instalación de transporte, tomando como referencia la perspectiva del viajero. Así mismo los niveles de servicio están definidos como un valor cuantitativo de una medida de funcionalidad o calidad de servicio ofrecido (FHWA, 2011).

Se tienen 6 niveles de servicio ofrecidos:

- **Nivel A:** Ofrecen altas velocidades con libres condiciones incluyendo bajos volúmenes de tránsito. La facilidad de maniobrar es considerable además de tener velocidades constantes que permiten tiempo de demorar reducidos.
- **Nivel B:** Ofrecen velocidades medias limitadas de operación por las condiciones de tránsito. Aun se ofrece libertad para maniobrar y mantener las velocidades con poca demora.
- **Nivel C:** Ofrecen poca posibilidad de maniobrar debido a los volúmenes de tránsito altos que limitan las velocidades, empiezan a surgir las demoras para mantener una velocidad estable, así como también para cambiar de carril o rebasar.
- **Nivel D:** Las variaciones operacionales del tránsito afectan de manera más considerable y desfavorable a la condición del flujo, próxima a la inestabilidad. Se consideran aceptables los tiempos de demorar para mantener velocidad constante y maniobrar.

- **Nivel E:** El flujo ya es inestable, esto se debe a que los volúmenes de tránsito son altos, por lo tanto, se tienen velocidades bajas. El maniobrar o mantener las velocidades tienen demoras altas y son considerables con respecto a los niveles de servicio mencionado anteriormente.
- **Nivel F:** Existe un flujo congestionado provocando así grandes demoras y velocidades bajas.

La figura 13 muestra los niveles de servicio previamente definidos, clasificados según la demora por semáforo (seg/veh)

La figura 14 muestra de forma análoga los niveles de servicio según el Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas (Instituto de la Construcción y Gerencia, 2005)

Figura 13: Niveles de servicio según demora de control

(Fuente: Transportation Research Board of the National Academies 2010)

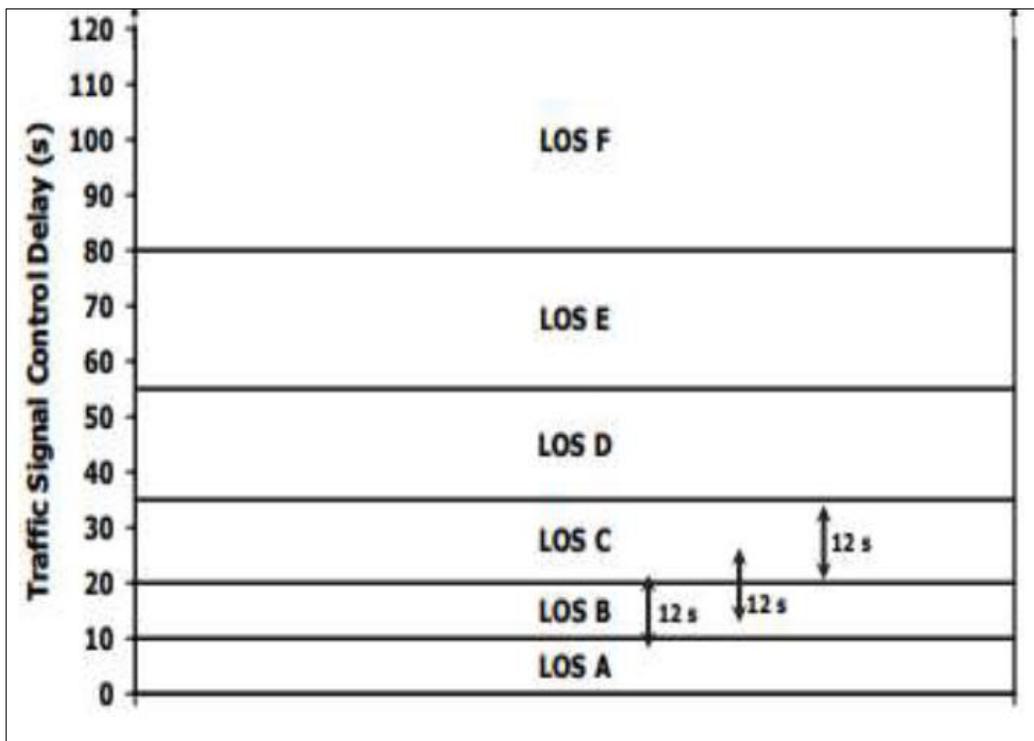
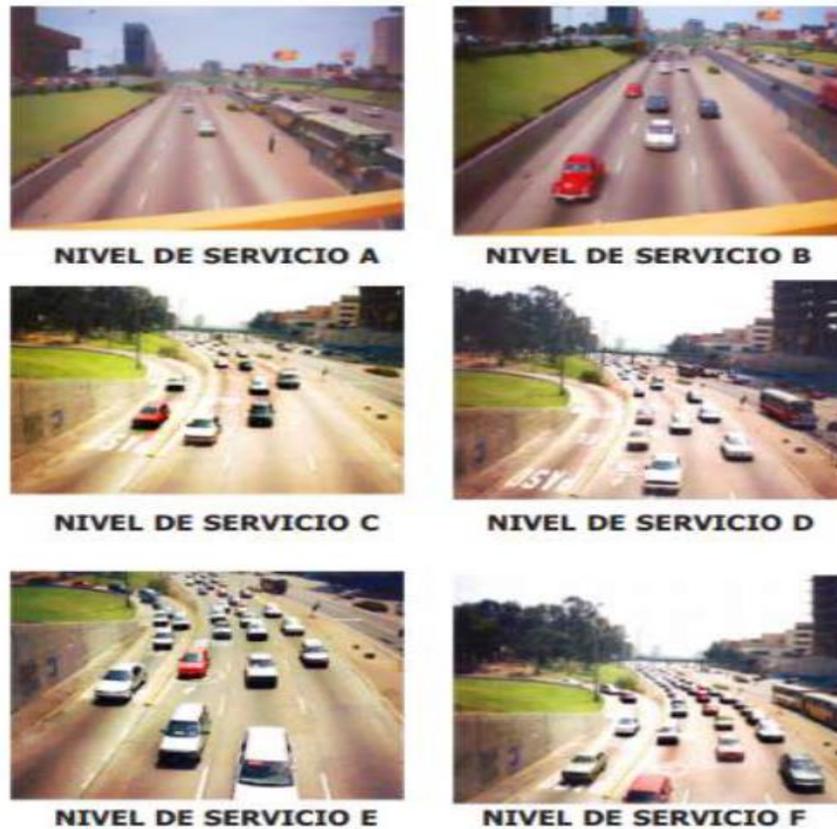


Figura 14: Niveles de servicio según demora de control
(Fuente: Instituto de la Construcción y Gerencia 2005)



2.2.4.1. Niveles de Servicio con VISSIM

Al igual que la Metodología HCM, el software Vissim establece seis niveles de servicio, desde el Nivel A hasta el nivel F.

Cuando se realiza la simulación del modelo en Vissim para obtener el nivel de servicio del tramo o intersección en estudio, se analizan parámetros tales como las demoras vehiculares, longitud de cola, tiempos de viaje, entre otros.

- **Velocidad de Viaje:** Es la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda un vehículo en recorrer el tramo o intersección. Es decir, para un vehículo representa su relación de movimiento, para este trabajo de investigación se expresará en kilómetros por hora (km/h).



- Tiempo de demora: Es un parámetro de eficiencia de gran importancia, el tiempo está relacionado con la efectividad, en el caso de los modelos de simulación en Vissim representaran el tiempo que demora un vehículo desde un punto inicial en la intersección hasta su lugar de deseo. El tiempo de demora se relaciona directamente con la aglomeración de vehículos en la zona de estudio.
- Longitud de Cola: Es la distancia (en metros) generada por número “x” de vehículos esperando en el carril de análisis, en el instante de tiempo (t) cuando el semáforo se encuentra en rojo. Esta longitud puede ser calculada en campo o a través del software Vissim.

El modelo de simulación Vissim está calibrado cuando el parámetro de eficiencia escogido coincide con los datos de campo, el proceso de calibración se basa en hacer ajustes en el modelo hasta que coincida con los datos observados en campo (Hollander & Liu, 2008)

2.2.5. PTV Vissim

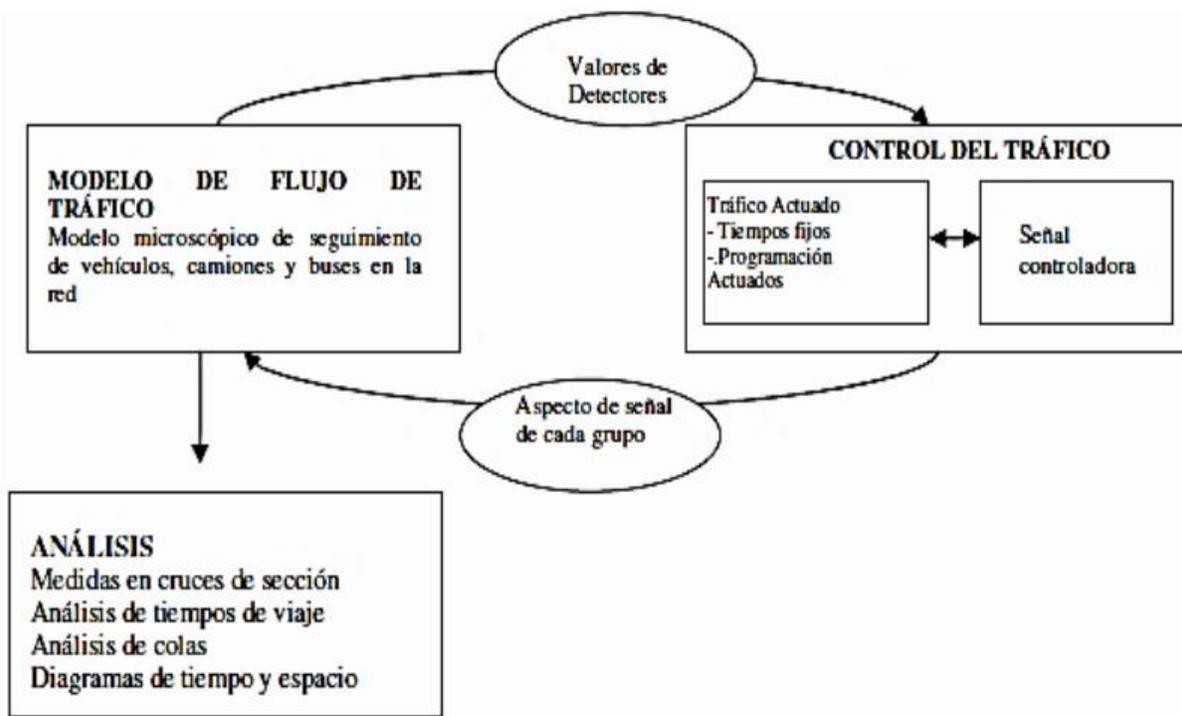
El software Vissim es de origen alemán, es una herramienta que tiene como fundamento la simulación microscópica, ésta puede representar el flujo de tránsito de manera multimodal, es decir que analiza el tráfico incluyendo a todo participante de la circulación de una zona de estudio. Adicionalmente PTV Vissim permite modelar tridimensionalmente y visualizar el comportamiento a tiempo real durante la simulación, además de evaluar y planificar las infraestructuras viales (PTV Group, 2019).

Por otro lado, la presente tesis utiliza la última versión del programa del grupo PTV (Vissim 24) con licencia de tesis, la cual nos permite simulaciones con tiempos ilimitados. En el caso de la calibración, se analizó los parámetros de Wiedemann, parámetros tales como: ax, bxadd y bxmult, los cuales representan distancia entre vehículos y factores de seguridad a tener en cuenta previo a los resultados obtenidos del programa.

El programa Vissim como modelo computacional trabaja con parámetros como: seguimiento vehicular, psicofísicos formulados por Wiedemann, además de contar con dos modelos: flujo de tráfico y modelo de control de señales (Papageorgiou, 2006).

Figura 15: La arquitectura del sistema de Vissim

(Fuente: Adaptado de PTV American (2006))



2.2.5.1. Calibración y Validación de microsimulación

El proceso consiste en ajustar el modelo de la simulación hasta lograra que coincidan con los datos observados en campo (Hollander & Liu, 2008). Para lograr ello se debe asignar los parámetros al modelo, la manera de calibrar la simulación es propuesta por Dowling y colaboradores (2004), ésta consiste en iniciar el modelo con los parámetros que generan más impacto en la simulación (programado por defecto en Vissim), para luego ir modificándolos con el fin de generar menor impacto.

Los parámetros que se usaron son los del Modelo 74 de Wiedemann (recomendado para zonas urbanas), estos parámetros son 3: distancia de separación entre vehículos, factor de seguridad deseada (factor de adición) y el factor de seguridad deseada, PTV Group, (2016).

El proceso de calibración consiste en llevar el modelo a un punto de equilibrio o la máxima similitud en los comportamientos peatonales y vehiculares, es decir que la simulación del programa sea lo más cercano a la realidad (Zuñiga, 2010)



Por último, la validación del modelo es posterior de haberlo calibrado, para ello se realiza una comparación de los resultados obtenidos con los datos de salida, estos datos se obtienen de la toma de datos de campo (Chura, 2028)

2.2.5.2. Periodo de estabilización (Warm Up).

Para que el modelo se encuentre en un punto de estabilización se debe considerar un periodo de tiempo (t), esto con el fin de que en el modelo transcurra el tiempo “t”, como un estado de vacío a un estado con presencia de vehículos, a esta transición o periodo se le conoce como Warm up (FHWA, 2004).

Al iniciar la simulación, se observa las condiciones de tránsito vehicular y peatonal, donde el ingreso de ambos se da de manera paulatina, estos no pueden ser tomados como resultados finales. La estabilización con un tiempo de 10 a 30 minutos es lo recomendado por el grupo PTV, para la presente investigación se tomó 30 minutos como tiempo de estabilización.

2.3. Diseño Geométrico de Ciclovías

2.3.1. Ancho de Vía

La primera medida es determinar la sección transversal con el levantamiento topográfico previo, con ello analizar el ancho requerido para el usuario, también conocer el tipo de vehículo y la necesidad del conductor motorizado. Las dimensiones recomendadas por la guía del MTC son: tener en cuenta la circulación no solo de bicicletas, sino también el de scooters eléctricos, considerar también posibles adelantamientos y el aumento de usuarios en horas pico

En la tabla 3 se muestran las dimensiones de ancho libre de circulación del carril de ciclista según el tipo de infraestructura a implementar, estas podrían ser segregadas o sin segregar, es necesario contar un espacio seguro que delimite la ciclovía y los vehículos motorizados, además mencionar que estos anchos recomendados no incluyen los espacios para la señalización vertical o señalética de seguridad.

Tabla 3: Dimensiones estándar de ancho libre por tipo de infraestructura

(Fuente: MTC, 2021)

Ancho	Ciclocarril	Ciclovía Unidireccional	Ciclovía Unidireccional (con sobrepaso)	Ciclovía Bidireccional
Mínimo (sin incluir resguardo)	1.40 m	1.60 m	2.0 m	2.8 m
Recomendado	1.80 m	2.00 m	2.40 m	3.2 m

2.3.2. Velocidad Vehicular

En la tabla 4 se presenta el tipo de infraestructura a seleccionar según las condiciones ofrecidas por el sistema vial tales como: volumen vehicular y velocidades (máxima permitida)

Tabla 4: Tipo de Infraestructura recomendada según velocidad/volumen

(Fuente: MTC, 2021)

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	Ciclo carril	Hasta 40	Hasta 18.000
Vía colectora	Ciclovía unidireccional	Hasta 60	Mayores a 18.000
Vía arterial	Ciclovía bidireccional (en ambos costados de la vía)	Hasta 60	Mayores a 18.000

2.3.3. Pendiente Longitudinal

La pendiente longitudinal tendrá un efecto directo y proporcional a la velocidad de los vehículos motorizados y no motorizados. La guía del MTC recomienda un pendiente longitudinal superior al 0.5% para garantizar el drenaje, a menos que se trate de una zona de poca precipitación pluvial.

El manual o guía también hace énfasis a la “longitud máxima”, definida como la distancia horizontal desde el punto origen hasta el punto “x” que alcance los 15m de altura, otro



parámetro es de la longitud crítica de pendiente, que aplica para pendientes que superen el 3%, en caso de que la pendiente sea superior esta la opción de proponer un diseño de un segundo carril continuo ascendente.

2.3.4. Intersecciones Viales

Son el área de mayor peligro para la estabilidad del ciclista, es por ello que la guía del MTC en conjunto con la Municipalidad de Lima (2017) desarrollan aplicar 3 criterios de diseño para intersecciones:

a) Intersecciones seguras (Municipalidad de Lima, 2017)

- Que aseguren la visibilidad para los conductores de vehículos motorizados y no motorizados.
- Que minimicen la problemática entre usuarios desde el punto de vista del nivel de prioridad en la vía, es decir que se respete la pirámide de la movilidad.
- Que faciliten la percepción de los usuarios, se debe buscar la facilidad de anticipación ante posibles peligros.
- Los componentes primordiales de diseño deben ser: reducción de velocidades y buena visibilidad
- Todos los cruces de las intersecciones deben estar debidamente marcados, se debe hacer uso de pintura contrastante, con la finalidad que sea de fácil detección para el ciclista y así ubicar la conexión con su nueva ruta, así como también se le facilitaría al conductor del motorizados y peatones la visualización y prevención de cualquier incidente.

b) Intersecciones coherentes

- Para buscar comprender e identificar fácilmente el camino se debe hacer uso de señalización con diseños claros y llamativos. Este diseño tiene que ser legible y con una ubicación optima previo estudio, con el fin de evitar desorientar al ciclista.
- Toda la intersección debe ser demarcada, no solo para el usuario final (ciclista) sino también para los peatones y conductores de motorizados como una advertencia del paso del ciclista.

c) Intersecciones directas

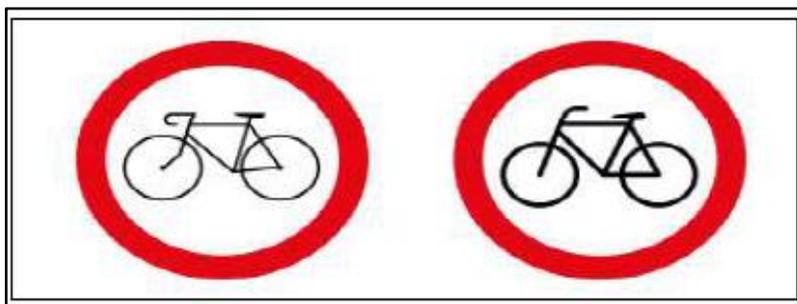
- La intersección debe proporcionar la buena relación entre usuarios y ciclistas, poca presencia de desvíos y un fluides de tránsito adecuada
- Reducir los tiempos de espera y viaje del ciclista, así como también los campos de visión que deben estar despejados, evitar las obstrucciones las puedan alterar lo anteriormente mencionado.
- En las intersecciones con cruces semafóricos se deberá implementar al carril de ciclistas y a los peatones semáforos exclusivos, bajo la premisa de ser prioridad frente a los vehículos motorizados, la continuidad de paso ciclista y peatonal es el punto de mayor control en las intersecciones.

2.3.5. Señalización

Según la guía del MTC y el Manual de Normas Técnicas para la Construcción de Ciclovías y Guía De Circulación de Bicicletas de la Municipalidad de Lima (2017), la señalización para ciclovía puede ser horizontales y verticales, de las cuales pueden representar reglamentación (velocidades máximas, giros permitidos, giros prohibidos) informativa (rutas) y preventivas

Figura 16: Bicicleta de carretera y urbana

(Fuente: Calderón, 2017)



Nota: la bicicleta de carretera – derecha y urbano – izquierda

a) Señalización Reglamentaria:

La idea fundamental de este tipo de señalización es la de notificar e informar a los usuarios acerca de las limitaciones, prohibiciones o restricciones de la vía, si el caso es omiso por

parte de los usuarios a estas señalizaciones se constituye un delito. Con respecto a la señalización vertical hacen énfasis a los dispositivos instalados sobre la vía, debidamente fijadas y con la visibilidad adecuada, estas señalizaciones se muestran en la tabla 5.

Tabla 5: Señales reglamentarias recomendadas en infraestructura ciclo vial

(Fuente: Manual de Criterios de Diseño de Infraestructura Ciclo-inclusiva y guía de Circulación del Ciclista, Calderón, 2017)

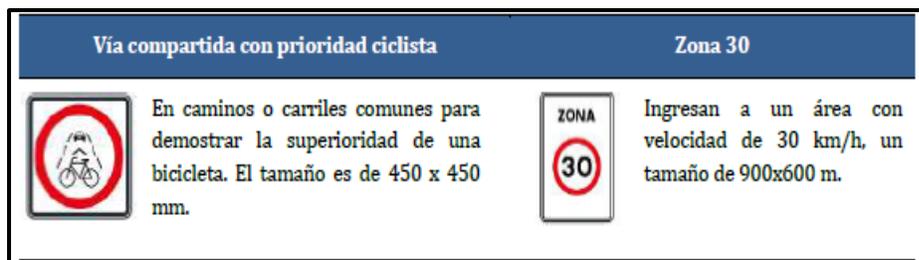
R-1: Pare  Detiene a los motorizados y ofrecer prioridad del paso ciclista.	R-2: Ceda el paso  Indica a los motorizados la prioridad del paso ciclista.
R-6: Prohibido voltear izquierda  Prohíbe girar a la izquierda frente a la realidad de una ciclovia por separador central.	R-10: Prohibido voltear en U  Prohíbe girar en U frente a la vida de una ciclovia por separador central.
R-22: Prohibido la circulación de bicicletas  Únicamente para uso en vías expresas (se indica modificar el pictograma)	R-30: Velocidad máxima  Indica la rapidez máxima según sitio (excepto en regiones 30 donde se utiliza la señal específica).
R-42: Ciclovia  Notifica a los usuarios la vida de una vía única para el tránsito de bicicletas.	R-58 A / R-58B: Vía segregada motorizadas - bicicletas  Establecen las vías separadas para el tránsito de vehículos motorizados y bicicletas..
R-42 A Conserve la derecha  Dispone que el ciclista se obligue a circular por el carril derecho de la ciclovia.	R-42 C : Circulación no compartida  Se instituye la obligación del ciclista y el peatón de circular por la vía que les corresponde
R-42 B: Obligatorio descender de la bicicleta  Tiene la obligación de descender de la bicicleta y circular caminando por un tramo o punto detallado.	

b) **Señalización próxima para incorporar por el MDTC:**

En caso de una ciclovia compartida será necesario la incorporación señalética que indique el ciclista es la prioridad, por ello la reducción de velocidad como se muestra en la figura 27.

Figura 17: Señales reglamentarias extras propuestas

(Fuente: Manual de Criterios de Diseño de Infraestructura Ciclo-inclusiva, Calderón, 2017)



c) **Señalización preventiva:**

Permite a los conductores y peatones cuando hay bicicletas en el área, son señaléticas de advertencia y/o preventivas como se muestra en la figura 18.

Figura 18: Señales preventivas orientadas al conductor motorizado

(Fuente: Manual de Criterios de Diseño de Infraestructura Ciclo-inclusiva, Calderón, 2017)

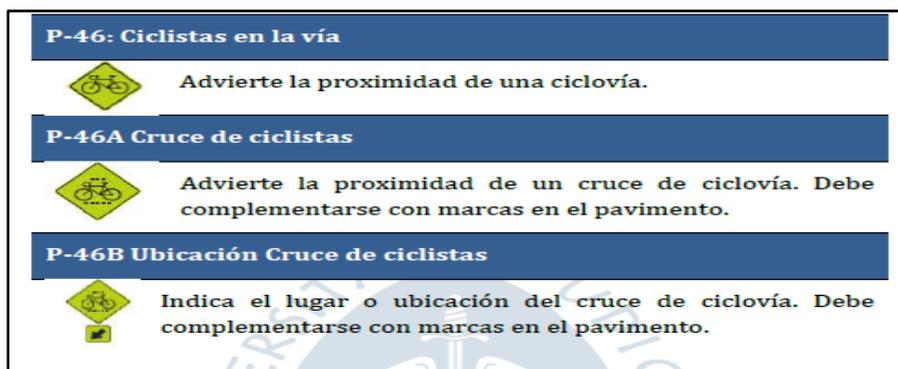
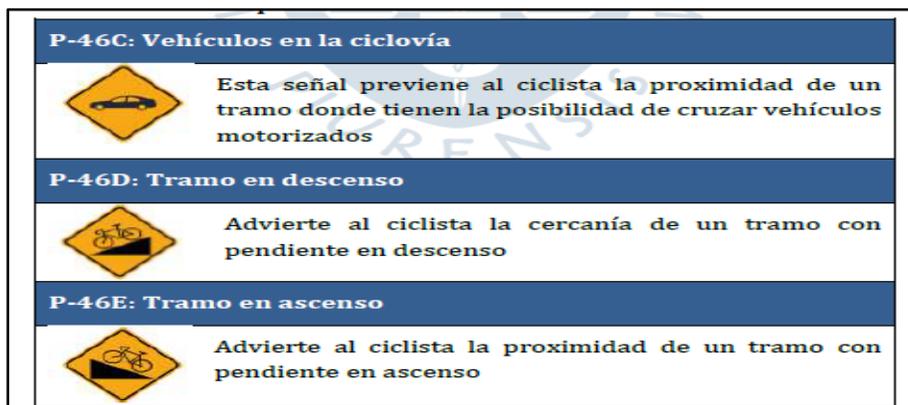


Figura 19: Señales preventivas orientadas al ciclista

(Fuente: Manual de Criterios de Diseño de Infraestructura Ciclo-inclusiva, Calderón, 2017)

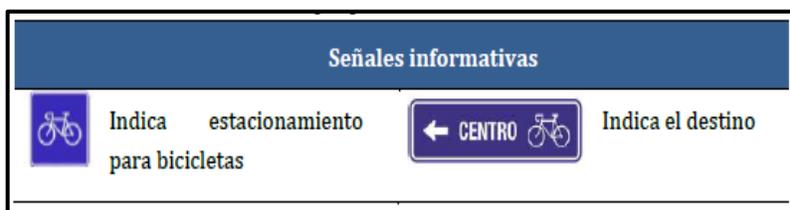


d) **Señalización informativa:**

Esta señalización se encuentra en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito para Calles y Carreteras, aprobado mediante Resolución Directoral N° 16-2016-MTC/14, dirigidas exclusivamente a ciclistas, las cuales se muestran en la figura 20.

Figura 20: Señales informativas propuestas adicionales

(Fuente: Calderón, 2017)



2.3.6. Seguridad y Elementos complementarios

Según el Manual de Diseño para el Tráfico de Bicicletas de Holanda (CROW, 2006), una ciclo vía deber tener en consideración para su diseño los siguientes criterios: comodidad, seguridad, coherencia, rutas directas y atractivas, además de los elementos de seguridad respectivos aplicados en toda el área de infraestructura ciclo vial.

2.3.6.1. Elementos de Segregación

- **Áreas Verdes:** Cumplen como elemento de segregación ya que cuentan con un área de arbolado y vegetación, estas áreas verdes trabajaran como separadores orientados a brindar seguridad al ciclista.

Figura 21: Área Verde artificial en ciclo vía - Lima

(Fuente: Luis Choy / Archivo El Comercio)



- Sardineles: Elementos segregadores que pueden ser exteriores en caso de separar la calzada de la vía ciclista, o interiores que sirven para alertar al ciclista de los límites de su circulación)
- Postes delimitadores: Elementos de polietileno de 90cm de altura, deben contar con una cinta reflectiva en la parte superior y ubicados en la parte central (línea de separación) de un carril bidireccional como se muestra en la figura 22.

Figura 22: Poste delimitador en ciclovía emergente - Lima

(Fuente: Municipalidad Metropolitana de Lima)



- Bordillos: Son elementos prefabricados de plástico o concreto, distanciados a 0.5m o 1.0m con el objetivo de demarcar la ciclovía frente al tráfico motorizado e impedir que interrumpen el cruce con el ciclista
- Bolardos: Los bolardos son elementos de señalización ideales para confinar carriles de ciclovías, pueden estar hechos en PVC flexible, los cuales proveen seguridad al ciclista, evitando posibles daños ocasionales.

Figura 23: Poste delimitador en ciclovía emergente - Lima

(Fuente: Municipalidad Metropolitana de Lima)



Figura 24: Bordillos Separadores

(Fuente: Ministerio de Transporte de Colombia, 2016)

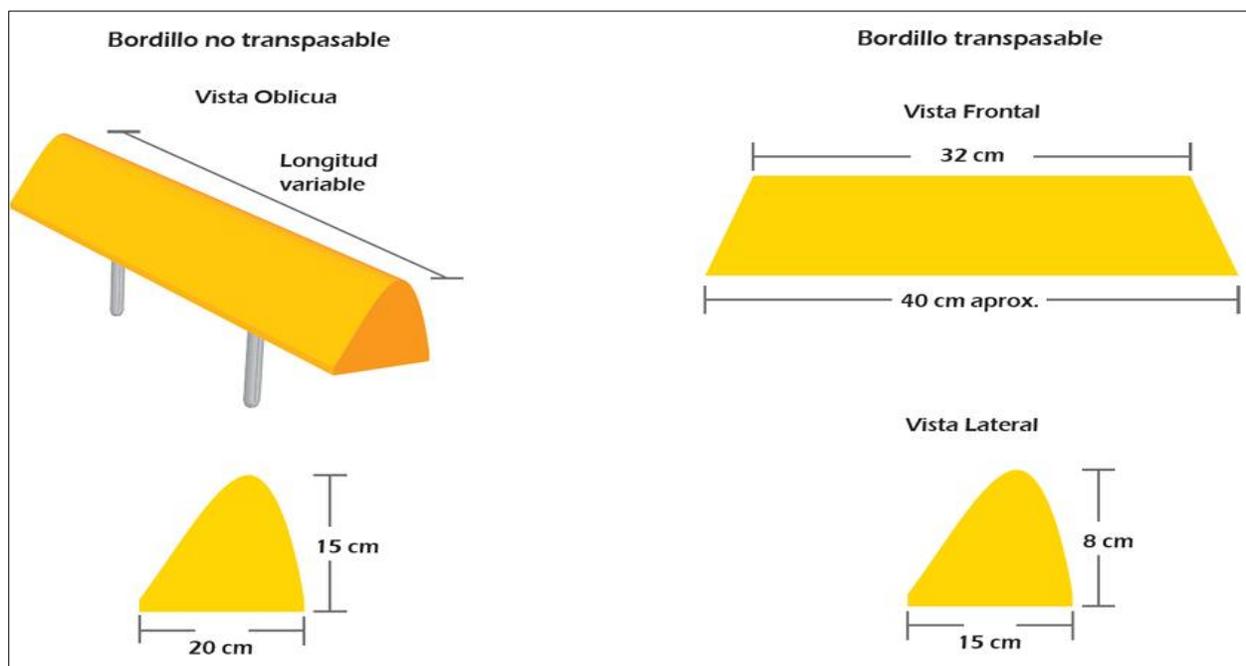
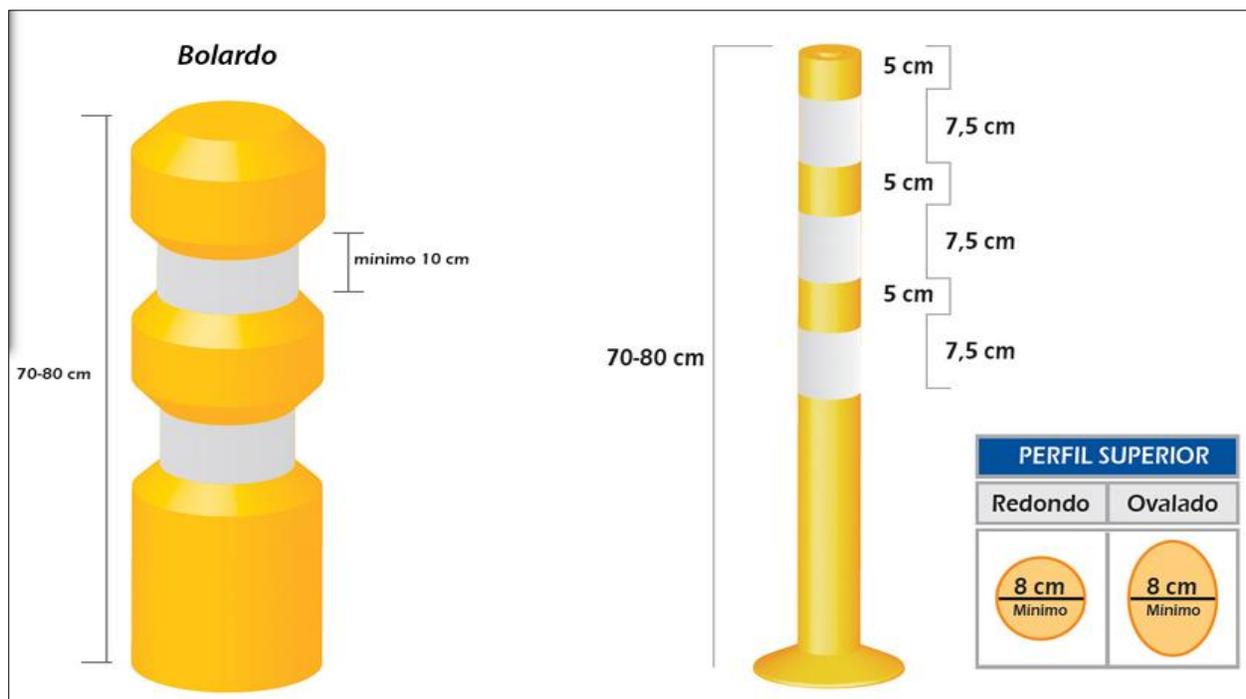


Figura 25: Bolardos

(Fuente: Ministerio de Transporte de Colombia, 2016)



2.3.7. Cicloparqueaderos

Son estructuras completarías destinada a la comodidad y seguridad del modo de transporte de los ciclistas. El gobierno ha implementado la Ley 30936 (MTC, 2019), en la cual indica que un 5% del área destinada a los estacionamientos de vehículos automotores deberán ser usadas como zonas de cicloparqueaderos. Con respecto a la ubicación del cicloparqueadero se debe tener en cuenta los siguientes criterios:

Figura 26: Dimensiones de cicloparqueadero (Tipo U invertido)

(Fuente: Ministerio de Transporte de Colombia, 2016)

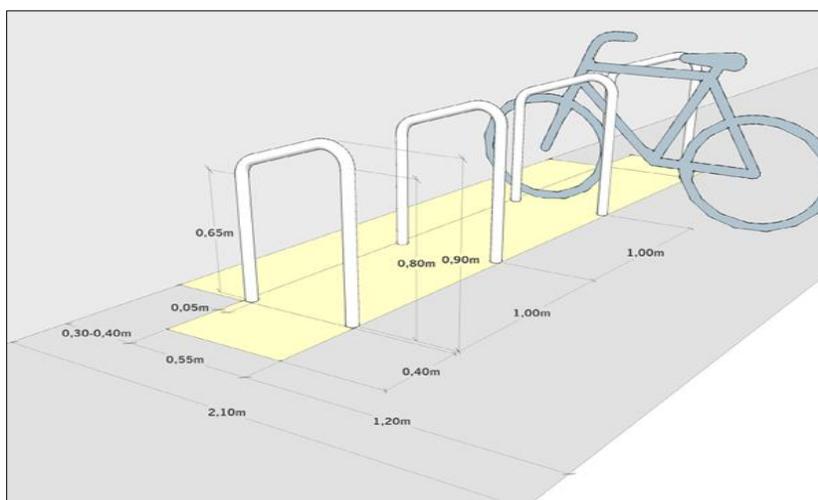


Figura 27: Cicloparqueaderos en espacio público tipo U Invertida en Santiago de Chile

(Fuente: Ministerio de Transporte de Colombia, 2016)



2.4. SemafORIZACIÓN

Los semáforos son dispositivos de control de tránsito que se encargan de regular y controlar el flujo o tránsito vehicular motorizado, así como también el peatonal y no motorizado por medio de luces que permiten el paso (MTC, 2016)

Las intersecciones deben el ser el mayor punto de control vehicular ya que estadísticamente es donde ocurren muchos de los accidentes a los ciclistas. Es por ello que se exige que existan semáforos en ciclovías donde se tenga un elevado flujo vehicular motorizado previo aforo, así como también en casos donde la cantidad de ciclistas sea considerable (BiciRED, 2005).

Figura 28: Semáforos para Bicicleta

(Fuente: Ministerio de Transporte de Colombia, 2016)



2.4.1. Tipos de semáforos

Existen tres tipos de semáforos siendo estos para vehículos, peatones y especiales según (MTC, 2016):

- Semáforos para vehículos:

Los cuales controlan el tránsito con tiempos fijos, deben estar sincronizados con el tránsito en función de las demandas vehiculares y peatonales, son también denominados



semáforos inteligentes, ajustados automáticamente teniendo como base los parámetros previamente mencionados.

- Semáforos para peatones:

Los cuales controlan el tránsito peatonal, sus dispositivos visuales y sonoros en algunos casos, esto último se debe a personas con limitación visual.

- Semáforos especiales:

Pueden indicar situaciones como presencia de peligro indicando “PARE”, también para prioridad de paso de vehículos de emergencia o trenes, en incluso acceso a casas de cobro de pasajes.

2.4.2. Diagrama de fases semafórico

Los diagramas de fases son divisiones de tiempo necesario para para que los vehículos circulen sin generar conflictos. El tiempo total para que circulen los vehículos de una intersección se le llama ciclo, y cualquiera de estas divisiones en el que no cambien las indicaciones del semáforo, se les llama intervalos. (Lamego, 2017).

Para comprender un diagrama de fases es necesario tener en claro las siguientes definiciones, según (Timana, 2019):

- Intervalo entre verdes (I): Es el tiempo entre el final de la luz verde de una fase y el inicio de la siguiente.
- Todo rojo (AR): Es el tiempo en el que todo movimiento en la intersección se paraliza.
- Giro a la izquierda permitido: El movimiento a la izquierda se realiza en conjunto con otros movimientos sin generar conflictos de congestión.
- Giro a la izquierda protegido: El movimiento a la izquierda es el único permitido, indicado como una fase adicional.



2.4.2.1. Diseño de diagrama de fase vehicular.

Para los diseños debemos contar con los volúmenes de tráfico vehicular y el flujograma de entradas viales, de modo que se puedan identificar las fases o movimientos por carril. Generalmente se tiene 2 fases, en dirección “x” y “y”, en caso una intersección presente un carril el cual tenga un volumen vehicular superior a 200 veh/hr con giro a la izquierda se debe adicionar un giro a la izquierda protegido (Timana, 2019)

Al realizar el conteo vehicular o aforos se obtendrás datos mixtos, por lo cual es necesario transformar a una unidad equivalente con la información de la tabla 6.

Tabla 6: Factores de conversión a unidades vehiculares equivalentes

(Fuente: Timana, 2019)

Factores de conversión a UVE	
Giro a la derecha	1.10
Giro a la izquierda protegido	1.10
Giro a la izquierda permitido	1.5
Camión	1.5
Ómnibus grande	1.5
Ómnibus Mediano	1.5
Combi	1.25
Mototaxi	1.25

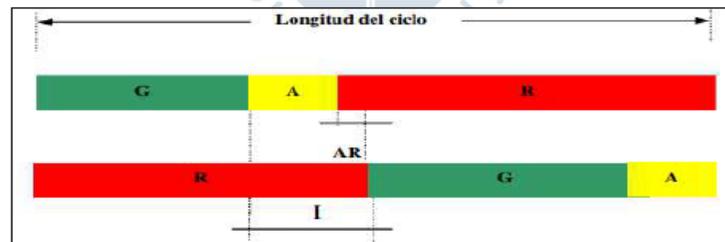
Para el caso de las motos lineales, no deberían convertirse en vehículos equivalentes, esto debido a que no siguen las condiciones de un automóvil en un carril, es decir no forman filas, sin embargo estas llegan afectar el flujo de saturación en una intersección semaforizada, es por ello que para el presente de trabajo de investigación el factor de conversión UVE para las motos lineales será de “1” como se recomienda en la tesis de investigación “Determinación del efecto de las motos en el flujo de saturación en intersecciones semaforizadas de dos carriles” (Sayago, 2014)

Ya determinado los vehículos mixtos a unidades de vehículos equivalentes, el volumen dentro la ecuación “ $Y = (\text{volumen} / \text{flujo de saturación})$ ” estará determinado por el mayor flujo vehicular para cada fase. Para las simulaciones en PTV Vissim usaremos un flujo de saturaciones 1800 vehículos hora por carril, este valor según recomendación por el “Highway capacity manual (HCM, 2000)”.

Según (Timaná, 2019) para graficar el diagrama de fases vehicular es necesario operar las 4 siguientes formulas, en el caso de esta tesis de investigación será calculadas a través del software PTV Vissim en función de la data ingresada detallada en el capítulo 3.4.5.

Figura 29: Diagrama de fase vehicular

(Fuente: Timana, 2019)



- **Tiempo entre verdes**

$$I = t_r + \frac{V}{2f_x g} + \frac{W + L}{V}$$

Donde:

- t_r : Tiempo de reacción del conductor
- V : Velocidad del vehículo
- f_x : Factor de rozamiento del pavimento
- G : Gravedad
- W : Ancho de la intersección
- L : Longitud de vehículo

- **Tiempo de ámbar**

$$I = A + AR$$

Donde:

- A : Tiempo de ámbar
- AR : Tiempo de todo rojo



- **Longitud de ciclo**

$$C_0 = \frac{1.5 L + 5}{1 - \sum_{i=1}^{\phi} Y_i}$$

Donde:

C_0 : Tiempo de ciclo

L : Tiempo perdido por fase, puede usarse una aproximación de 5 segundos

Y_i : Relación entre el volumen y el flujo de saturación

ϕ : Número de fases

- **Distribución de Intervalo**

$$I_i = C_0 * \frac{Y_i}{\sum_{i=1}^{\phi} Y_i}$$

Donde:

C_0 : Tiempo de ciclo

Y : Relación volumen y flujo de saturación

2.4.2.2. Diseño de diagrama de fase peatonal.

El tiempo mínimo permitido para un semáforo peatonal es 7 seg y debe complementarse a una de las fases del diagrama de fase vehicular. El tiempo optimo está definido por la siguiente ecuación (Timana, 2019):

$$R_i = \frac{W}{V_p}$$



Donde:

R_i : Tiempo mínimo para cruzar la calle

W : Ancho de la calle

V_p : Velocidad del peatón

$$G = Z + R_i - A$$

Donde:

G : Es el verde mínimo

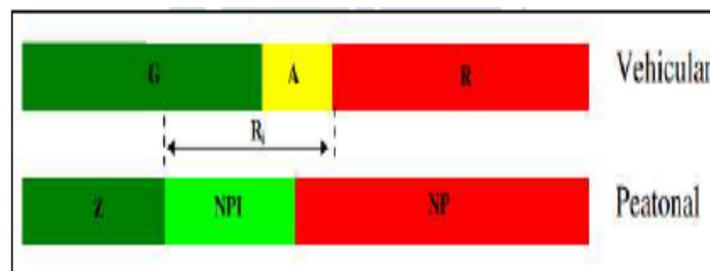
Z : Tiempo mínimo, se usa generalmente 7 segundos

A : Ámbar de la fase vehicular relacionada

El diagrama de fase peatonal está directamente relacionado con el diagrama fase vehicular, ambas fases suceden de forma simultánea, la relación entre ambos se muestra en la figura 40

Figura 30: Diagrama de fases peatonales respecto al diagrama vehicular

(Fuente: Timana, 2019)





2.5. Hipótesis

2.5.1. Hipótesis General

La propuesta de diseño geométrico de ciclovía que ofrece mejores resultados será la segunda propuesta planteada que incluye cambios drásticos en la geometría actual en la Av. de la Cultura en el tramo Condor – Limacpampa, ésta mejorará los parámetros de eficiencia vehicular como niveles de servicio en las intersecciones de mayor congestión vehicular y reducirá las demoras en todas las intersecciones en más del 15% en promedio.

2.5.2. Hipótesis Específicas

- Hipótesis específica Nro. 01: El estado situacional e inventario vial de la ciclovía actual indicará las malas condiciones del pavimento (grietas o fisuras), así como también la carencia de señaléticas verticales, horizontales y elementos de protección.
- Hipótesis específica Nro. 02: La topografía será adecuada por la poca pendiente presente en el tramo de estudio, encontrándose por debajo de las pendientes máximas permitidas para ciclovías según el MTC, sin embargo, el estado del pavimento se encontrará en condiciones inadecuadas para el ciclista.
- Hipótesis específica Nro. 03: Con la propuesta de un nuevo diseño geométrico de ciclovía, los tiempos de demora del motorizado reducirán en un 15% con respecto a la infraestructura actual, esta variación provocará mejoras en los niveles de servicio de las intersecciones de la Av. de la Cultura tramo Condor – Limacpampa.
- Hipótesis específica Nro. 04: La primera propuesta de ciclovía tendrá un bajo costo económico al no ser un diseño geométrico de grandes cambios frente a la infraestructura existente, sin embargo, la segunda propuesta si bien será menos factible de implementar a corto plazo, será la de menor impacto al motorizado en las intersecciones.



- Hipótesis específica Nro. 05: Los niveles de contaminación reducirán al implementar la ciclovía, esto debido a que una infraestructura ciclovial adecuada promoverá el uso de la bicicleta y scooters y reducir el uso del transporte motorizado.

2.6. Definición de Variables

2.6.1. Variables Independientes

X1: Volumen de tráfico vehicular

X2: Volumen de tránsito peatonal

X3: Señalización

X4: Superficie de Rodadura

2.6.2. Variables Dependientes

Y1: Nivel de servicio

Y2: Tiempo de demora

Y3: Cola vehiculares

Y4: Velocidad vehicular

Y5: Contaminación C02

2.6.3. Variables Intervinientes

Z1: Tipo de vehículo

Z2: Diseño geométrico de intersección



2.6.4. Matriz de Operacionalización de variables

Tabla 7: Matriz de Operacionalización de variables

(Fuente: Propia)

TIPO DE VARIABLE	VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	INDICADOR	MEDICION
Variable Independiente	Volumen de tráfico vehicular	Es el volumen de vehiculos que circulan dentro de una interseccion	Cantidad de vehiculos	Unidades (und) IMDA (veh/dia) Transito Promedio Diario (TPD)
	Volumen de tráfico peatonal	Es el volumen de peatones que circulan dentro de una interseccion	Cantidad de personas	Personas (per)
	Señalización	La señalización horizontal o vertical son elementos fisicos que representan reglamentación, informacion o prevencion.	Cantidad de señales Hor. o Vert.	Unidades (und)
	Superficie de Rodadura	Se define como la estructura o composición de la superficie de rodadura	Tipo o estado de supericie de rodadura	Fallas (%) Ancho (m) Pendiente (%)
Variable Dependiente	Nivel de Servicio	Que tan bueno o cuan bien funciona una instalación de transporte	Nivel de servicio ofrecido por la interseccion	Nivel A, B, C, D, E, F
	Tiempo de demora	El tiempo de demora se relaciona directamente con la aglomeración de vehículos en la zona de estudio	Tiempo que demora un vehiculo en cruzar entre dos puntos	Tiempo (seg)
	Cola vehicular	Es la cola (m) de vehículos esperando en el carril, en el instante de tiempo cuando el semáforo se encuentra en rojo.	Largo de colas	Distancia (m)
	Velocidad vehicular	Es la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda un vehículo en recorrer la intersección	Velocidad de vehiculos	Velocidad (m/s)
	Contaminacion CO2	Es un gas que contribuye al calentamiento del planeta	Emision de CO2	Partes por millón (ppm)
Variable Interviniente	Diseño Geometrico de Ciclovía	Es una estructura de diseño de ciclovía posterior de un estudio descriptivo del levantamiento de información y que con esta estructura garantice la máxima eficiencia el periodo de operación del tráfico y la máxima seguridad al ciclista.	Orografia Indice Medio Diario Anual (IMDA) Tráfico Vehicular y peatonal Diseño de Intersecciones Costos y Presupuestos	



3. CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Metodología de la Investigación

3.1.1. Enfoque de la Investigación

La investigación es de tipo **Descriptiva Propositiva**, porque se indica la solución oportuna ante la problemática expresada, previamente indagada y evaluada (Estela, R. 2020), en la tesis se describe el sistema actual de diseño geométrico y una vez que se tome la información descrita, se realiza las propuestas para superar la problemática actual y las deficiencias encontradas.

3.1.2. Nivel del Investigación

El nivel de estudio es **Aplicativo**, porque se desarrolla la aplicación de la solución al problema de investigación (Schwarz, M. 2017), en la tesis se aplicó los conceptos básicos de diseño de infraestructuras de ciclovías ajustándose a la guía de diseños de ciclovías del MTC.

3.1.3. Método de Investigación

En la presente investigación se recurre al uso del **Método de Diseño de Ingeniería**, porque una vez formulado el problema y analizado incluyendo todos los detalles, se procederá con una investigación de la cual obtendremos múltiples soluciones, se tomará una decisión para luego especificar y detallar la solución propuesta (Krick, E.V. 1995)

3.2. Diseño de la Investigación

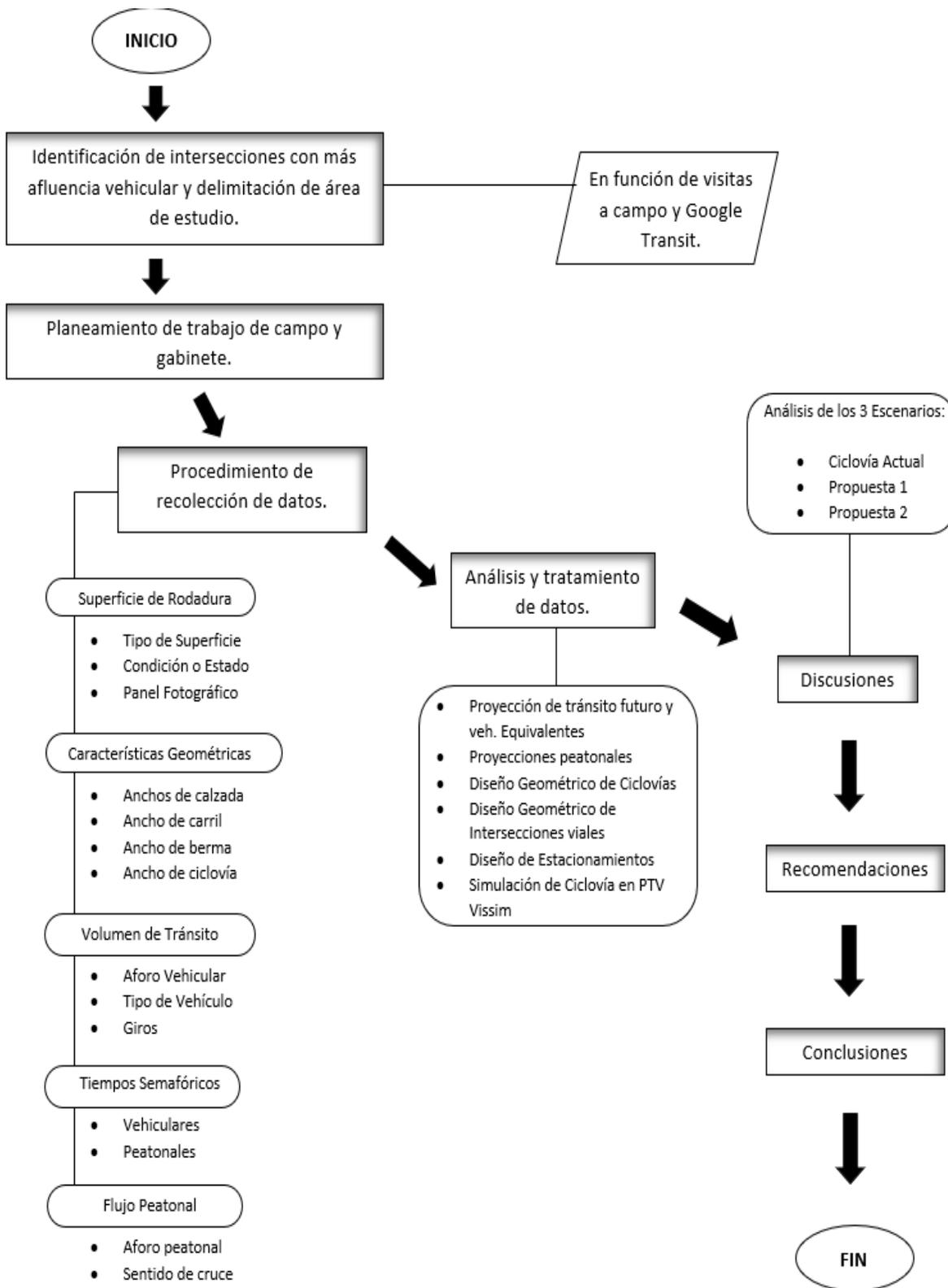
3.2.1. Diseño Metodológico

El marco normativo para este trabajo de investigación abarca los siguientes puntos:

- Guía de implementación de sistemas de transporte sostenible no motorizado del MTC.
- Manual de Criterios de Diseño de Infraestructura Ciclo-inclusiva y Guía de Circulación del Ciclista. Municipalidad de Lima.



3.2.2. Diseño de Ingeniería





3.3.1.3. Fichas de Características Geométricas de la Vía

Tabla 10: Ficha de Características Geométricas de la Vía

(Fuente: Propia)

FICHA DE CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA VÍA			
	PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CICLOVIA EN LA AV. DE LA CULTURA APLICANDO LA GUIA DE IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE TRANSPORTE SOSTENIBLE NO MOTORIZADO DEL MTC		
TESISTAS	EDSON EDUARDO CARRASCO FUENTES JOSE LUIS HUARANCCA LOPEZ	FECHA	
ZONA			
INTERSECCION			
SENTIDO			
ANCHO DE CALZADA			
PENDIENTE %			
ANCHO SEPARADOR			
NRO DE CARRILES			
ANCHO DE CARRIL			
ANCHO DE BERMA			
ANCHO DE CICLOVIA ACTUAL			
OBSERVACIONES			

3.3.1.4. Fichas de Inventario de Carpeta de Rodadura

Tabla 11: Ficha de Inventario de la Carpeta de Rodadura (A nivel descriptivo)

(Fuente: Propia)

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA				
 Tesis: "PROPUESTA DE DISEÑO GEOMETRICO DE CICLOVIA EN LA AV. DE LA CULTURA APLICANDO LA GUIA DE IMPLEMENTACION DE SISTEMAS DE TRANSPORTE SOSTENIBLE NO MOTORIZADO DEL MTC." 				
FICHA N° : FICHA DE INVENTARIO DE LA CARPETA RODADURA				
TEISTAS:	Bach. Ing. Eduardo Bach. Ing. Jose Luis Huarancca Lopez			
Ubicación:				
Fecha:				
A. Ubicación	B. Tipo de vía	C. tipo de superficie de rodadura	D. Condiciones de la superficie de rodadura	E. Registro fotografico
A. Calle en la cual se ubica la carpeta de rodadura				
B. El tipo de uso de la vía , sea peatonal o vehicular u ambos				
C. Tipo de superficie de rodadura.	Empedrado	EMPE		
	Adoquines	ADOQ		
	pavimento rigid	PARIG		
D. Condicion de la superficie de rodadura	pavimento flexibl	PAFLEX		
	Buena	B		
	Regular	R		
	Mala	M		

3.3.2. Instrumentos de Ingeniería

- Civil3D
- Google Earth
- Cámara filmadora
- Laptop personal
- Estación total
- Wincha
- Trípode
- Prisma (2Und)
- Cuaderno de apuntes
- Porta prisma (2Und)
- GPS

3.4. Procedimiento de Recolección de Datos

3.4.1. Estado Situacional e Inventario Vial

El área de estudio de la investigación se encuentra ubicada en distritos: Wánchaq, San Sebastián y Cusco, Provincia de Cusco, abarca lugares considerados de mayor concurrencia por ciclistas, los cuales son: Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, Real Plaza, Magisterio, Marcavalle, Colegio Garcilaso, Colegio Clorinda, Amauta, entre otros.

Figura 31: Ficha de Levantamiento Topográfico

(Fuente: Propia)



La Av. De la Cultura es la avenida principal del Cusco, conectando los lugares más concurrentes para ciclistas para fines de rutinas deportivas y recreativas.

Las intersecciones de esta avenida en estudio se tiene el transporte no motorizado y motorizado en conjunto, se detalla a continuación los problemas encontrados en cada uno de ellos:

- a) **Condor Apuchin:** El Condor se considera una de las zonas más importantes y representativas de la ciudad del Cusco y de las más transitadas por los ciudadanos. En el paradero Condor Apuchin se encuentran ubicadas la I.E. Diego Quispe Ttito, además de gimnasios, restaurantes, clínicas, comercios en general u otros importantes inmuebles. Este punto representa el inicio de la ciclovía existente ubicada en la berma central de la Av. De la Cultura.

Figura 32: Estado Situacional – Condor Apuchin

(Fuente: Propia)



Notas:

- *Poste eléctricos y cables de acero en medio de la ciclovía existente.*
- *Roturas y grietas en la ciclovía de la berma central.*
- *Carencia de señalética horizontal y/o demarcación del ciclocarril.*

- b) **Marcavalle:** La ciudad de Cusco en la Av. De la Cultura cuenta con una ciclovía la cual fue construida durante el toque de queda impuesto por el gobierno peruano en el año 2020, al observar esta ciclovía podemos apreciar que no garantiza la seguridad del usuario, expuestos a sufrir cualquier accidente, sobre todo en las intersecciones las cuales no se cuentan con semáforos con el tiempo adecuado para el ciclista, carencia de señales preventivas o informáticas.

Figura 33: Estado Situacional – Marcavalle

(Fuente: Propia)



Notas:

- *Pavimento en mal estado (grietas, fisuras)*
- *Grietas en la ciclovía actual*
- *Ausencia de bordillos segregadores en la ciclovía actual*

- c) **Magisterio:** Esta intersección se encuentra en la Av. De la Cultura y Av. José Gabriel Cosío ocurre lo mismo que otras intersecciones del tramo en estudio, al tener los vehículos motorizados giros en dirección a la Av. José Gabriel Cosío ocasiona que el ciclista no pueda transitar de manera óptima, esto debido a que la ciclovía existente carece de señalizaciones, semáforos o un encargado de seguridad.

Figura 34: Estado Situacional – Magisterio

(Fuente: Propia)



Notas:

- *Pavimento en mal estado (grietas, fisuras).*
- *Se observa la carencia de señaléticas.*
- *Bordillos en mal estado o ausencia de ellos.*

- d) **Paradero Prado:** La Intersección de Av. De la Cultura con Av. Diagonal Angamos es uno de los puntos críticos del área de estudio debido a la gran cantidad de vehículos que se desvían en dirección a la Av. Diagonal Angamos, pese a la existencia de un semáforo para la ciclovía, éste no se encuentra correctamente sincronizado con los semáforos del tráfico motorizado.

Figura 35: Estado Situacional – Paradero Prado

(Fuente: Propia)



Nota:

- *Se puede observar la carencia de semáforos exclusivos para el ciclista*
- *En esta intersección los vehículos en dirección Oeste – Este pueden girar a la izquierda según el semáforo de vehículos motorizados, generando un conflicto con la actual ciclovía.*
- *Se conoce que en épocas de lluvia provoca inundación en la ciclovía por mal funcionamiento y/o diseño de la alcantarilla existente.*

- e) **Paradero Hospital:** La Intersección de Av. De la Cultura con Av. Hermanos Ayar y Víctor Raúl Haya de la Torre; observamos aquí la carencia de semáforos de ciclovía, así como también la señalética horizontal borrosa. Se requiere un mantenimiento del sardinel, así como también del pavimento ya que se aprecian baches y grietas.

Figura 36: Estado Situacional – Intersección Hospital / UNSAAC

(Fuente: Propia)



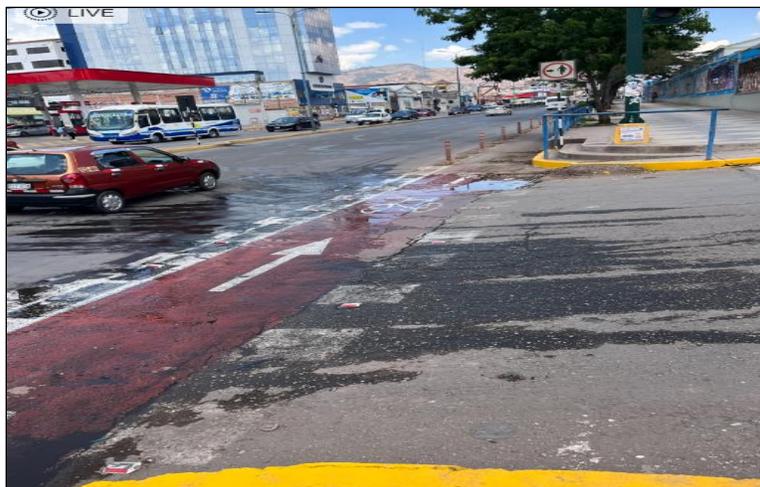
Notas:

- *Pavimento en mal estado (grietas, fisuras).*
- *Se requiere repintar las señaléticas horizontales.*
- *Ausencia de señalética vertical y semáforo de ciclovía defectuoso.*

- f) **Paradero Servicentro:** Es en esta intersección donde termina la ciclovía actual ubicada en la berma central, debido a la proximidad del ovalo de Garcilaso, la ciclovía actual se reubica a lado de la acera peatonal en ambos sentidos.

Figura 37: Estado Situacional – Paradero Servicentro

(Fuente: Propia)



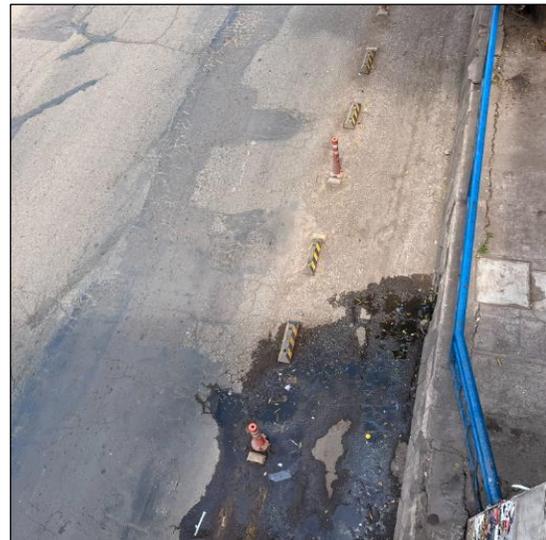
Notas:

- *Pavimento en mal estado (grietas, fisuras).*
- *Carencia de semáforos exclusivos para el ciclista.*
- *Se aprecia la presencia de charcos de agua acumulado en la ciclovía debido al mal funcionamiento de alcantarillas y/o buzones.*

- g) **Paradero Clorinda:** La cicloavía en esta intersección está ubicada al borde de la acera, siendo carriles de cicloavía unidireccionales tanto en los sentidos Este – Oeste y Oeste – Este.

Figura 38: Estado Situacional – Paradero Clorinda

(Fuente: Propia)



Notas:

- *Pavimento en mal estado (grietas, fisuras).*
- *Carencia de semáforos exclusivos para el ciclista*
- *Presencia de aguas sucias empozadas*
- *Desniveles en pavimento provocados por la mala ubicación/ejecución de los buzones*



3.4.2. Medición de Características Geométricas

a) Equipos Utilizados

Los equipos empleados para la medición de las características geométricas son: estación total, prismas, porta prismas, trípode, GPS satelital, cuaderno de campo, wincha de 50 m y radios.

b) Procedimiento

El método que se siguió para la recolección de datos fueron el siguiente:

En principio, para medir las características geométricas del lugar de estudio se tomaron 5 días, los cuales fueron los días 04 al 08 de junio del 2021, para ello se dividió en 2 áreas de trabajo que fueron el levantamiento topográfico mencionado anteriormente y su correspondiente llenado de información de las partes geométricas.

Posteriormente se hizo un levantamiento de información insitu, con el cual obtuvimos las características geométricas haciendo uso del formato detallado en la tabla 10.

Seguidamente también se hizo un levantamiento topográfico, para ello se utilizó una estación total, el cual tienen como objetivo contar con un plano con las mediciones de la red vial del tramo en estudio de la Av. de la Cultura. Para este procedimiento primero se buscó información de interés para el reconocimiento del área y la ubicación del punto inicio (Limacpampa), luego se estableció el punto fin (monumento histórico Condor Apuchin), se estableció los parámetros para la toma de medidas con la estación, además se tomó en consideración levantar información de buzones, esquinas, postes, señaléticas, arboles con fines de análisis para la elaboración de costos y presupuestos.

Finalmente se obtuvo la información requerida (puntos de levantamiento) para ser procesadas y analizar, con ello elaborar los planos e iniciar el trazado preliminar de la ciclovia.



3.4.2.1. Incorporación de Bench Mark.

Se monumentaron para posteriormente adquirir la data de coordenadas suministradas por el Instituto Geográfico Nacional con la finalidad de garantizar la confiabilidad del levantamiento topográfico generado para esta tesis. realizo la aplicación de 2 Bench Mark, los cuales fueron:

Tabla 12: BM de Levantamiento

(Fuente: Propia)

NUMERO DE BM	PROGRESIVA	LATITUD	LONGITUD	ELEVACIÓN
1	0+000.00	13°31'41.26"S	71°56'23.98"O	3308 m
2	3+750.00	13°31'10.72"S	71°58'24.41"O	3386 m

3.4.2.2. Perfil Topográfico

Se elaboró y analizó el perfil topográfico en las zonas de estudio mediante un levantamiento topográfico, determinando la topografía y recorrido de las rutas, a través de los puntos establecidos de la posible trayectoria de la propuesta de la ciclovía.

Condor Apuchin - Paradero Santa Úrsula: Se determinó el perfil topográfico de la ruta donde se plantea la implementación de ciclovía en la Av. La Cultura, mostrando el trazo desde la progresiva Km 0+000 (inicio Condor) hasta Santa Úrsula km 0+345, con desniveles que van desde el punto de inicio con 3304 msnm hasta el punto final con 3313 msnm. Las pendientes son mínimas de los tramos menores a 4%, en excepción al tramo del km 0+210 al km 0+290, donde se tiene la pendiente más pronunciada de 6.7 % pero es permisible porque es una distancia corta de 80 m, no superando las restricciones de la pendiente, donde la distancia no debe ser mayor a 120 m según se detalla en las bases teóricas.

Paradero Santa Úrsula – Paradero Prado: Se determinó el perfil topográfico de la ruta donde se plantea la implementación de ciclovía en la Av. De la Cultura, mostrando el trazo de desde la progresiva Santa Úrsula km 0+345, hasta el Paradero Prado km 1+460, con desniveles que van desde el punto de inicio con 3313 msnm hasta el punto final con 3331



msnm. Continuando el tramo donde se implementará la ciclovía la pendiente entre los tramos varía, pero la mayoría tienen pendientes idóneas menores al 4%.

Paradero Prado – Paradero Servicentro: Se determinó el perfil topográfico donde se plantea la implementación de ciclovía en la Av. La Cultura, se muestra el trazo desde la progresiva del Paradero Prado km 1+460 hasta el paradero Servicentro km 2+800, con desniveles que van desde el punto de paradero Prado con 3331 msnm hasta el Paradero servicentro con 3364 msnm. En este tramo va de ascenso con una pendiente máxima de 4.8 % las más alta en paradero Amauta, la cual sigue siendo pendientes idóneas para la implementación de la Ciclovía.

Paradero Servicentro – Paradero Huáscar: Se determinó el perfil topográfico de la ruta donde se plantea la implementación de ciclovía en la Av. Cultura, mostrando el trazo desde el paradero Servicentro km 2+800 hasta el paradero Huáscar km 3+600, con desniveles que van desde el paradero Prado con 3331 msnm hasta el paradero Huáscar con 3383 msnm.

La mayoría de los tramos tienen pendientes idóneas, menores al 4% en excepción al tramo de la progresiva Km 3+00 hasta 3+005 donde tiene una pendiente más pronunciada de 4.7 % por lo que este tramo va en ascenso; pero es permisible porque es una distancia de 0.5 m, no superando las restricciones de la pendiente, donde la distancia no debe ser mayor a 240 m según se detalla en las bases teóricas.

Paradero Huáscar – Paradero Limac Pampa: Se determinó el perfil topográfico de la ruta donde se plantea la implementación de ciclovía en la Av. De la Cultura, mostrando el trazo de desde la progresiva paradero Huáscar km 3+600, hasta Limac Pampa km 3+750, con desniveles que van desde el punto paradero Huáscar con 3383 msnm. hasta el punto final Limac Pampa con 3383 msnm.



Tabla 13: Levantamiento Topográfico N° 1

(Fuente: Propia)

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		FACULTAD DE INGENIERIA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
	EDSON EDUARDO CARRASCO FUENTES				INICIO	
TESISTAS	JOSE LUIS HUARANCCA LOPEZ					
FECHA		N° FICHA			FIN	
ENSAYO	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO					
DESCRIPCION	CONDOR APUCHIN - MAGISTERIO					
OBSERVACIONES						
LEYENDA	N° (ORDEN NUMERICO), X (ESTE), Y (NORTE), Z (ALTURA), DESC (DESCRIPCION)					
	N°	NORTE	ESTE	Z	DESCR	
	1	8502564.736	181752.964	3304.864	Vereda	
	2	8502548.292	181752.873	3304.017	berma	
	3	8502534.953	181747.514	3303.33	berma	
	4	8502568.730	181742.740	3304.783	via	
	5	8502553.914	181730.546	3304.061	vereda	
	6	8502538.203	181725.537	3303.351	vereda	
	7	8502572.545	181721.209	3304.839	via	
	8	8502559.301	181699.701	3304.166	BM	
	9	8502544.232	181700.908	3303.388	vereda	
	10	8502577.945	181694.645	3304.952	vereda	
	11	8502561.825	181679.609	3304.107	vereda	
	12	8502547.798	181676.962	3303.383	pto cambio	
	13	8502579.235	181673.510	3305.043	pto cambio	
	14	8502566.341	181650.959	3304.416	vereda	
	15	8502551.535	181649.618	3303.681	vereda	
	16	8502580.810	181648.180	3305.399	berma	
	17	8502567.079	181631.497	3304.927	berma	
	18	8502554.983	181630.957	3304.489	berma	
	19	8502579.074	181628.473	3305.646	vereda	
	20	8502568.111	181613.082	3305.346	vereda	
	21	8502556.214	181613.786	3305.024	vereda	
	22	8502579.739	181615.960	3305.978	vereda	
	23	8502570.994	181591.173	3305.914	vereda	
	24	8502560.492	181591.423	3305.811	vereda	
	25	8502582.083	181591.683	3306.3	vereda	
	26	8502573.242	181569.648	3306.366	berma	
	27	8502563.100	181569.799	3306.427	berma	
	28	8502585.999	181569.319	3307.489	via	
	29	8502576.519	181544.283	3307.665	via	
	30	8502566.481	181543.218	3307.812	vereda	
	31	8502589.442	181543.981	3309.209	berma	
	32	8502581.908	181513.172	3309.546	berma	
	33	8502573.008	181510.249	3309.768	vereda	
	34	8502594.948	181509.943	3310.884	vereda	
	35	8502586.212	181483.006	3311.403	vereda	
	N°	NORTE	ESTE	Z	DESCR	
	36	8502573.684	181475.442	3311.813	vereda	
	37	8502602.406	181452.366	3311.891	via	
	38	8502589.186	181446.839	3312.275	vereda	
	39	8502576.256	181446.679	3312.48	berma	
	40	8502605.068	181420.512	3312.861	berma	
	41	8502593.839	181411.486	3313.209	berma	
	42	8502579.796	181410.307	3313.321	vereda	
	43	8502608.231	181388.258	3313.834	via	
	44	8502596.903	181387.576	3313.893	vereda	
	45	8502580.099	181387.194	3313.908	vereda	
	46	8502611.427	181362.110	3314.683	via	
	47	8502597.257	181362.803	3314.733	via	
	48	8502584.761	181362.908	3314.786	via	
	49	8502614.065	181340.704	3315.421	berma	
	50	8502600.176	181340.024	3315.499	berma	
	51	8502585.092	181339.375	3315.607	berma	
	52	8502617.805	181312.314	3316.339	vereda	
	53	8502603.125	181309.825	3316.528	vereda	
	54	8502589.848	181311.633	3316.593	via	
	55	8502618.547	181284.521	3317.126	vereda	
	56	8502606.661	181285.298	3317.247	vereda	
	57	8502593.194	181283.199	3317.413	via	
	58	8502622.964	181248.147	3317.916	via	
	59	8502610.511	181245.628	3318.065	vereda	
	60	8502596.666	181245.069	3318.237	vereda	
	61	8502627.379	181216.182	3318.655	via	
	62	8502613.311	181217.045	3318.67	via	
	63	8502598.996	181217.024	3318.821	via	
	64	8502629.257	181186.564	3319.411	via	
	65	8502615.470	181185.812	3319.388	via	
	66	8502602.593	181182.388	3319.532	vereda	
	67	8502631.580	181151.175	3320.37	vereda	
	68	8502620.012	181150.489	3320.274	via	
	69	8502605.919	181149.010	3320.21	vereda	
	70	8502635.070	181129.198	3321.05	vereda	



Tabla 14: Levantamiento Topográfico N° 2

(Fuente: Propia)

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		FACULTAD DE INGENIERIA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
TESISTAS	EDSON EDUARDO CARRASCO FUENTES			INICIO	
	JOSE LUIS HUARANCCA LOPEZ				
FECHA		N° FICHA		FIN	
ENSAYO	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO				
DESCRIPCION					
				OBSERVACIONES	
LEYENDA	N° (ORDEN NUMERICO), X (ESTE), Y (NORTE), Z (ALTURA), DESC (DESCRIPCION)				
	N°	NORTE	ESTE	Z	DESCR
	71	8502621.146	181128.407	3320.84	vereda
	72	8502605.130	181127.485	3320.668	via
	73	8502636.709	181106.933	3321.59	vereda
	74	8502625.534	181102.50	3321.394	vereda
	75	8502610.342	181103.291	3321.106	vereda
	76	8502639.3	181079.629	3321.764	berma
	77	8502629.600	181074.621	3321.659	berma
	78	8502614.630	181072.631	3321.489	berma
	79	8502642.879	181058.640	3321.885	vereda
	80	8502631.600	181055.528	3321.802	via
	81	8502617.465	181052.29	3321.719	vereda
	82	8502648.749	181036.767	3321.974	vereda
	83	8502635.967	181034.604	3321.939	vereda
	84	8502622.359	181030.147	3321.933	via
	85	8502652.19	181015.975	3322.147	berma
	86	8502638.918	181013.543	3322.185	berma
	87	8502639.830	181013.515	3322.188	berma
	88	8502626.452	181011.889	3322.229	vereda
	89	8502657.681	180990.865	3322.695	vereda
	90	8502645.200	180988.510	3322.745	vereda
	91	8502631.160	180986.370	3322.777	via
	92	8502663.673	180971.239	3323.111	via
	93	8502652.754	180966.385	3323.223	vereda
	94	8502638.515	180963.294	3323.299	berma
	95	8502670.6	180941.444	3323.767	berma
	96	8502658.89	180934.960	3323.939	berma
	97	8502647.742	180927.984	3324.117	vereda
	98	8502678.104	180914.556	3324.497	via
	99	8502666.302	180910.205	3324.603	vereda
	100	8502653.693	180905.260	3324.714	vereda
	101	8502685.873	180893.332	3325.164	vereda
	102	8502676.336	180886.177	3325.339	via
	103	8502661.182	180881.4	3325.432	via
	104	8502694.216	180865.607	3326.112	via
	105	8502683.703	180862.880	3326.141	via
	106	8502667.260	180860.37	3326.069	via
	107	8502704.958	180833.120	3327.273	berma
	108	8502689.865	180830.94	3327.091	berma
	109	8502677.3	180828.235	3326.976	berma
	110	8502711.644	180809.378	3327.909	via
	111	8502696.372	180806.682	3327.7	via
	112	8502682.604	180804.277	3327.489	via
	113	8502720.277	180777.379	3328.703	vereda
	114	8502709.11	180775.737	3328.582	vereda
	115	8502692.577	180771.849	3328.371	vereda
	116	8502730.64	180746.319	3329.409	pto de cambio
	117	8502719.819	180743.446	3329.364	pto de cambio
	118	8502704.340	180742.693	3329.234	vereda
	119	8502734.361	180725.708	3329.825	vereda
	120	8502723.211	180720.820	3329.845	vereda
	121	8502711.362	180715.569	3329.855	vereda
	122	8502749.269	180686.461	3330.574	via
	123	8502735.598	180682.72	3330.599	vereda
	124	8502721.474	180681.509	3330.583	via
	125	8502756.24	180660.498	3330.978	vereda
	126	8502744.845	180656.732	3330.957	vereda
	127	8502730.992	180654.139	3330.907	berma
	128	8502760.336	180640.180	3330.735	berma
	129	8502750.981	180638.9	3330.667	berma
	130	8502735.25	180631.123	3330.517	vereda
	131	8502769.369	180614.601	3330.4	via
	132	8502758.792	180610.305	3330.276	via
	133	8502743.85	180607.250	3330.145	via
	134	8502775.70	180594.837	3330.178	berma
	135	8502763.579	180589.247	3330.027	berma
	136	8502750.755	180588.266	3329.89	vereda
	137	8502783.439	180569.386	3329.951	via
	138	8502771.163	180565.129	3329.783	via
	139	8502757.564	180561.78	3329.541	vereda
	140	8502789.899	180545.158	3330.018	berma



Tabla 15: Levantamiento Topográfico N° 3

(Fuente: Propia)

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		FACULTAD DE INGENIERIA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
TESISTAS	EDSON EDUARDO CARRASCO FUENTES			INICIO	
	JOSE LUIS HUARANCCA LOPEZ				
FECHA		N° FICHA		FIN	
ENSAYO	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO				
DESCRIPCION					
					OBSERVACIONES
LEYENDA	N° (ORDEN NUMERICO), X (ESTE), Y (NORTE), Z (ALTURA), DESC (DESCRIPCION)				
	N°	NORTE	ESTE	Z	DESCR
	141	8502778.830	180540.351	3329.733	via
	142	8502764.604	180537.859	3329.295	vereda
	143	8502798.810	180521.239	3330.17	via
	144	8502787.978	180517.378	3329.962	berma
	145	8502770.419	180514.564	3329.259	berma
	146	8502805.780	180499.236	3330.331	berma
	147	8502792.269	180496.543	3330.099	berma
	148	8502778.320	180492.948	3329.473	via
	149	8502817.591	180461.964	3330.412	via
	150	8502806.76	180452.914	3329.971	vereda
	151	8502790.948	180442.775	3329.319	via
	152	8502830.959	180427.978	3330.357	vereda
	153	8502812.469	180420.622	3329.655	vereda
	154	8502800.446	180418.73	3329.151	vereda
	155	8502838.945	180391.864	3330.298	vereda
	156	8502823.920	180388.676	3329.62	berma
	157	8502809.407	180382.419	3329.031	berma
	158	8502851.998	180361.955	3331.065	berma
	159	8502833.197	180356.262	3330.214	vereda
	160	8502817.224	180357.466	3329.487	vereda
	161	8502857.743	180335.540	3331.561	vereda
	162	8502840.342	180331.831	3330.732	vereda
	163	8502827.277	180329.905	3330.124	via
	164	8502861.159	180315.651	3331.967	via
	165	8502847.704	180310.722	3331.286	vereda
	166	8502834.935	180307.400	3330.624	vereda
	167	8502868.490	180287.370	3332.241	berma
	168	8502854.50	180282.142	3331.474	berma
	169	8502841.287	180281.154	3330.869	via
	170	8502877.686	180250.304	3331.476	via
	171	8502865.88	180246.284	3331.075	pto de cambio
	172	8502851.634	180245.696	3330.682	pto de cambio
	173	8502885.174	180221.121	3330.784	vereda
	174	8502876.315	180216.889	3330.34	via
	175	8502861.879	180211.195	3330.13	via
	176	8502894.156	180193.863	3330.834	vereda
	177	8502884.511	180188.42	3330.63	vereda
	178	8502871.180	180184.547	3330.49	vereda
	179	8502903.114	180165.875	3331.671	berma
	180	8502893.147	180160.783	3331.491	berma
	181	8502878.233	180158.554	3331.121	berma
	182	8502913.571	180137.571	3332.443	via
	183	8502900.933	180132.215	3332.226	vereda
	184	8502885.3	180129.35	3331.929	berma
	185	8502922.399	180112.913	3333.104	berma
	186	8502907.557	180109.786	3332.873	berma
	187	8502892.754	180108.300	3332.606	vereda
	188	8502929.460	180088.862	3333.903	vereda
	189	8502913.275	180085.215	3333.698	vereda
	190	8502900.786	180081.742	3333.582	via
	191	8502941.352	180054.578	3334.986	vereda
	192	8502926.654	180050.553	3334.88	vereda
	193	8502911.261	180046.115	3334.775	vereda
	194	8502947.742	180033.691	3335.588	berma
	195	8502930.693	180030.345	3335.471	berma
	196	8502917.468	180025.278	3335.453	berma
	197	8502956.119	180003.802	3335.994	vereda
	198	8502938.694	180002.551	3336.001	via
	199	8502923.639	179997.617	3336.095	vereda
	200	8502961.742	179973.591	3336.055	vereda
	201	8502949.207	179964.6	3336.288	vereda
	202	8502935.779	179959.320	3336.613	via
	203	8502968.798	179945.329	3336.057	via
	204	8502956.928	179941.582	3336.269	berma
	205	8502943.587	179939.624	3336.657	berma
	206	8502974.980	179926.800	3336.455	berma
	207	8502979.901	179914.600	3336.487	BM
	208	8502949.222	179919.16	3336.971	via
	209	8502985.612	179904.579	3337.407	berma
	210	8502969.293	179901.956	3337.189	berma



Tabla 16: Levantamiento Topográfico N° 4

(Fuente: Propia)

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		FACULTAD DE INGENIERIA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
TESISTAS	EDSON EDUARDO CARRASCO FUENTES			INICIO	
	JOSE LUIS HUARANCCA LOPEZ				
FECHA		N° FICHA		FIN	
ENSAYO	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO				
DESCRIPCION					
				OBSERVACIONES	
LEYENDA	N° (ORDEN NUMERICO), X (ESTE), Y (NORTE), Z (ALTURA), DESC (DESCRIPCION)				
N°	NORTE	ESTE	Z	DESCR	
211	8502956.390	179895.513	3337.492	vereda	
212	8502989.613	179880.671	3338.326	berma	
213	8502978.864	179877.442	3338.174	berma	
214	8502964.484	179872.690	3338.045	berma	
215	8502995.527	179858.692	3339.185	vereda	
216	8502981.374	179855.641	3338.988	via	
217	8502970.122	179852.290	3338.838	via	
218	8502999.600	179844.893	3339.733	vereda	
219	8502987.639	179840.253	3339.538	vereda	
220	8502974.297	179837.253	3339.29	vereda	
221	8503003.787	179828.125	3339.954	vereda	
222	8502993.591	179823.523	3339.78	via	
223	8502979.381	179821.47	3339.552	via	
224	8503012.221	179802.64	3340.273	berma	
225	8503000.724	179798.449	3340.101	berma	
226	8502987.440	179795.844	3339.911	via	
227	8503023.564	179764.7	3340.604	via	
228	8503012.696	179761.966	3340.49	via	
229	8502997.31	179758.620	3340.342	vereda	
230	8503031.296	179736.486	3341.235	via	
231	8503020.87	179733.52	3341.185	vereda	
232	8503006.852	179729.786	3341.129	vereda	
233	8503039.109	179711.749	3342.132	vereda	
234	8503027.213	179705.714	3342.119	berma	
235	8503014.172	179699.233	3342.078	berma	
236	8503050.457	179676.602	3343.45	berma	
237	8503038.558	179672.363	3343.34	berma	
238	8503026.175	179668.528	3343.212	vereda	
239	8503059.59	179645.110	3344.24	vereda	
240	8503048.964	179643.881	3344.118	vereda	
241	8503036.390	179641.708	3343.941	via	
242	8503067.672	179616.409	3344.891	via	
243	8503056.680	179612.191	3344.644	vereda	
244	8503044.525	179607.197	3344.523	vereda	
245	8503077.31	179586.869	3345.919	vereda	
246	8503066.331	179581.250	3345.54	vereda	
247	8503053.689	179575.640	3344.984	pto de cambio	
248	8503084.184	179560.4	3346.915	pto de cambio	
249	8503074.187	179556.432	3346.529	vereda	
250	8503061.856	179552.247	3346.054	vereda	
251	8503092.303	179534.496	3347.838	vereda	
252	8503082.79	179530.540	3347.534	vereda	
253	8503068.808	179525.960	3347.145	via	
254	8503097.998	179512.95	3348.428	berma	
255	8503088.314	179509.459	3348.205	berma	
256	8503076.536	179505.31	3347.928	berma	
257	8503105.676	179486.224	3349.071	vereda	
258	8503096.209	179483.337	3348.916	via	
259	8503083.631	179478.333	3348.758	via	
260	8503113.979	179463.41	3349.79	via	
261	8503101.461	179460.155	3349.638	vereda	
262	8503089.284	179456.965	3349.534	via	
263	8503123.689	179429.64	3350.807	berma	
264	8503111.655	179427.17	3350.692	berma	
265	8503099.196	179423.789	3350.617	berma	
266	8503128.241	179412.588	3351.307	berma	
267	8503117.802	179408.759	3351.273	vereda	
268	8503105.52	179404.388	3351.234	vereda	
269	8503139.371	179376.889	3352.404	vereda	
270	8503127.957	179374.773	3352.376	via	
271	8503116.650	179368.794	3352.443	via	
272	8503148.799	179350.766	3353.541	via	
273	8503137.154	179345.212	3353.452	via	
274	8503124.942	179340.930	3353.459	vereda	
275	8503159.609	179310.360	3355.224	vereda	
276	8503148.198	179304.436	3355.054	via	
277	8503136.295	179299.272	3354.954	via	
278	8503169.450	179276.910	3356.517	vereda	
279	8503158.854	179272.35	3356.326	vereda	
280	8503146.90	179267.197	3356.199	vereda	



Tabla 17: Levantamiento Topográfico N° 5

(Fuente: Propia)

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		FACULTAD DE INGENIERIA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
TESISTAS	EDSON EDUARDO CARRASCO FUENTES			INICIO	
	JOSE LUIS HUARANCCA LOPEZ				
FECHA		N° FICHA		FIN	
ENSAYO	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO				
DESCRIPCION					
				OBSERVACIONES	
LEYENDA	N° (ORDEN NUMERICO), X (ESTE), Y (NORTE), Z (ALTURA), DESC (DESCRIPCION)				
N°	NORTE	ESTE	Z	DESCR	
281	8503177.341	179244.380	3357.534	via	
282	8503166.171	179240.448	3357.43	via	
283	8503155.399	179236.586	3357.34	berma	
284	8503193.561	179202.534	3358.888	berma	
285	8503179.11	179198.577	3358.881	berma	
286	8503168.491	179195.798	3358.838	vereda	
287	8503204.573	179182.451	3359.955	vereda	
288	8503188.993	179170.37	3360.252	via	
289	8503178.883	179162.689	3360.397	vereda	
290	8503218.480	179134.894	3362.741	vereda	
291	8503203.640	179119.467	3363.054	via	
292	8503193.177	179114.843	3362.896	via	
293	8503227.202	179087.899	3364.554	vereda	
294	8503212.86	179086.15	3364.235	vereda	
295	8503203.661	179082.995	3364.106	via	
296	8503237.266	179054.271	3365.422	via	
297	8503224.873	179051.931	3365.369	berma	
298	8503212.769	179051.335	3365.189	berma	
299	8503244.338	179024.425	3365.922	berma	
300	8503234.216	179020.546	3366.145	berma	
301	8503222.351	179017.659	3366.107	vereda	
302	8503248.755	179002.703	3366.361	vereda	
303	8503239.933	179000.121	3366.527	vereda	
304	8503229.970	178997.850	3366.628	vereda	
305	8503256.990	178975.899	3366.881	vereda	
306	8503248.204	178972.253	3367.045	vereda	
307	8503236.619	178970.580	3367.217	via	
308	8503264.383	178946.541	3367.436	via	
309	8503255.576	178943.951	3367.597	vereda	
310	8503245.50	178940.210	3367.759	vereda	
311	8503271.327	178923.696	3367.891	vereda	
312	8503262.27	178921.195	3367.965	berma	
313	8503252.701	178917.892	3368.023	berma	
314	8503279.576	178897.732	3368.663	berma	
315	8503270.347	178894.862	3368.61	via	
316	8503262.771	178891.804	3368.535	berma	
317	8503287.715	178874.443	3369.551	berma	
318	8503277.88	178871.610	3369.38	berma	
319	8503268.638	178865.440	3369.274	vereda	
320	8503295.658	178846.909	3370.898	vereda	
321	8503285.401	178844.849	3370.489	vereda	
322	8503276.364	178840.104	3370.185	via	
323	8503306.297	178808.569	3371.931	vereda	
324	8503295.365	178803.483	3371.659	vereda	
325	8503280.463	178802.878	3371.175	vereda	
326	8503271.335	178804.934	3370.819	vereda	
327	8503317.892	178767.593	3372.801	pto cambio	
328	8503290.647	178756.416	3372.352	pto cambio	
329	8503262.81	178755.985	3371.789	vereda	
330	8503301.668	178732.574	3373.12	vereda	
331	8503333.549	178719.793	3374.104	vereda	
332	8503324.557	178715.811	3374.004	vereda	
333	8503316.921	178712.766	3373.887	vereda	
334	8503340.412	178697.542	3374.735	vereda	
335	8503330.596	178694.427	3374.586	via	
336	8503321.14	178693.512	3374.442	via	
337	8503348.696	178668.110	3375.576	vereda	
338	8503336.264	178667.81	3375.355	vereda	
339	8503327.907	178665.441	3375.195	vereda	
340	8503352.931	178647.391	3376.192	vereda	
341	8503339.700	178647.551	3375.974	berma	
342	8503330.757	178646.586	3375.83	berma	
343	8503353.238	178625.941	3376.737	via	
344	8503344.313	178621.305	3376.745	via	
345	8503336.768	178622.355	3376.647	berma	
346	8503356.516	178598.145	3377.447	berma	
347	8503348.448	178597.504	3377.412	berma	
348	8503339.22	178597.516	3377.375	vereda	
349	8503360.128	178574.797	3378.005	vereda	
350	8503352.755	178573.142	3378.017	vereda	



Tabla 18: Levantamiento Topográfico N° 6

(Fuente: Propia)

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		FACULTAD DE INGENIERIA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
TESISTAS	EDSON EDUARDO CARRASCO FUENTES				INICIO	
	JOSE LUIS HUARANCCA LOPEZ					
FECHA		N° FICHA			FIN	
ENSAYO	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO					
DESCRIPCION						
						OBSERVACIONES
LEYENDA	N° (ORDEN NUMERICO), X (ESTE), Y (NORTE), Z (ALTURA), DESC (DESCRIPCION)					
N°	NORTE	ESTE	Z	DESCR		
351	8503344.843	178570.303	3378.051	vereda		
352	8503365.577	178554.122	3378.231	vereda		
353	8503355.283	178554.161	3378.229	berma		
354	8503346.154	178555.247	3378.223	berma		
355	8503368.494	178532.124	3378.472	berma		
356	8503359.882	178530.938	3378.493	berma		
357	8503351.686	178529.37	3378.504	vereda		
358	8503373.43	178509.297	3378.725	vereda		
359	8503363.202	178510.298	3378.712	vereda		
360	8503354.951	178509.107	3378.728	vereda		
361	8503375.761	178485.12	3378.987	vereda		
362	8503366.598	178485.734	3378.997	vereda		
363	8503359.307	178484.447	3378.999	vereda		
364	8503377.654	178467.137	3379.253	via		
365	8503368.140	178466.97	3379.225	vereda		
366	8503361.708	178466.137	3379.192	via		
367	8503380.448	178442.567	3379.642	vereda		
368	8503372.402	178441.308	3379.58	vereda		
369	8503365.11	178442.952	3379.505	vereda		
370	8503383.329	178425.287	3379.954	via		
371	8503375.115	178425.691	3379.844	via		
372	8503367.78	178425.19	3379.734	berma		
373	8503386.602	178396.38	3380.495	berma		
374	8503381.401	178396.700	3380.384	berma		
375	8503373.270	178396.818	3380.21	vereda		
376	8503390.726	178380.761	3380.709	vereda		
377	8503382.118	178379.185	3380.528	via		
378	8503374.585	178380.906	3380.324	via		
379	8503393.566	178355.512	3380.974	vereda		
380	8503386.245	178355.460	3380.777	vereda		
381	8503378.893	178355.31	3380.535	vereda		
382	8503396.547	178339.619	3381.226	vereda		
383	8503389.929	178337.898	3380.994	pto de cambio		
384	8503381.339	178337.345	3380.699	pto de cambio		
385	8503399.900	178316.576	3381.547	vereda		
386	8503392.65	178315.81	3381.286	vereda		
387	8503383.893	178316.197	3380.922	vereda		
388	8503402.117	178300.385	3381.867	vereda		
389	8503396.474	178298.332	3381.638	via		
390	8503387.263	178297.579	3381.263	berma		
391	8503405.741	178281.407	3382.436	berma		
392	8503399.652	178281.650	3382.126	vereda		
393	8503390.828	178280.699	3381.74	vereda		
394	8503411.654	178264.248	3383.014	via		
395	8503406.148	178260.215	3382.961	via		
396	8503401.892	178259.728	3382.715	via		
397	8503414.660	178242.88	3383.587	vereda		
398	8503410.567	178240.5	3383.505	via		
399	8503405.352	178240.366	3383.364	berma		
400	8503415.964	178230.542	3383.865	berma		
401	8503411.330	178229.10	3383.77	berma		
402	8503407.570	178229.33	3383.683	berma		
403	8503417.762	178217.330	3384.155	vereda		
404	8503413.687	178216.214	3384.1	via		
405	8503409.612	178215.469	3384.02	via		
406	8503419.359	178201.586	3384.041	vereda		
407	8503415.672	178200.262	3383.94	via		
408	8503411.304	178200.246	3383.848	via		
409	8503421.858	178190.992	3383.823	via		
410	8503417.439	178190.35	3383.746	vereda		
411	8503413.775	178189.227	3383.643	vereda		
412	8503422.158	178179.10	3383.623	vereda		
413	8503418.410	178179.310	3383.547	via		
414	8503415.619	178179.466	3383.467	berma		
415	8503424.719	178167.993	3383.414	berma		
416	8503421.213	178165.841	3383.289	berma		
417	8503416.949	178165.144	3383.181	berma		
418	8503427.553	178156.670	3383.216	via		
419	8503422.820	178156.498	3383.112	via		
420	8503417.318	178156.718	3383.011	berma		
421	8503429.994	178141.629	3382.942	vereda		
422	8503425.316	178141.52	3382.863	vereda		
423	8503420.667	178141.640	3382.751	berma		
424	8503431.831	178132.101	3382.776	berma		
425	8503427.967	178130.188	3382.639	berma		
426	8503422.909	178129.516	3382.513	vereda		
427	8503432.596	178120.90	3382.655	vereda		
428	8503422.243	178107.861	3382.824	vereda		
429	8503443.503	178097.103	3383.847	BM		
430	8503469.461	178101.873	3383.773	berma		
431	8503462.898	178125.911	3383.318	via		



Tabla 19: Ficha de Características Geométricas N° 1

(Fuente: Propia)

FICHA DE CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LA VIA			
	"PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CICLOVIA EN LA AV. DE LA CULTURA APLICANDO LA GUIA DE IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE TRANSPORTE SOSTENIBLE NO MOTORIZADO DEL MTC"		
TESISTAS	EDSON EDUARDO CARRASCO FUENTES JOSE LUIS HUARANCCA LOPEZ	FECHA	
ZONA	UNSAAC		
INTERSECCION	AV. UNIVERSITARIA - AV. LA CULTURA		
SENTIDO	Bidireccional		
ANCHO DE CALZADA	22.60m		
PENDIENTE %	3.30%		
ANCHO BERMA CENTRAL	1.85m		
NRO DE CARRILES	3 carriles por sentido		
ANCHO DE CARRIL	3.5m		
ANCHO DE CICLOVIA ACTUAL	1.5m		
OBSERVACIONES			

Tabla 20: Ficha de Características Geométricas N° 2

(Fuente: Propia)

FICHA DE CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LA VIA			
	"PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CICLOVIA EN LA AV. DE LA CULTURA APLICANDO LA GUIA DE IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE TRANSPORTE SOSTENIBLE NO MOTORIZADO DEL MTC"		
TESISTAS	EDSON EDUARDO CARRASCO FUENTES JOSE LUIS HUARANCCA LOPEZ	FECHA	
ZONA	MAGISTERIO		
INTERSECCION	JR. RICARDO PALMA - AV. LA CULTURA		
SENTIDO	Bidireccional		
ANCHO DE CALZADA	23.60m		
PENDIENTE %	2.04%		
ANCHO BERMA CENTRAL	3.5m		
NRO DE CARRILES	3 carriles por sentido		
ANCHO DE CARRIL	3.5m		
ANCHO DE CICLOVIA ACTUAL	1.5m		
OBSERVACIONES			

Tabla 21: Ficha de Características Geométricas N° 3

(Fuente: Propia)

FICHA DE CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LA VIA			
	"PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CICLOVIA EN LA AV. DE LA CULTURA APLICANDO LA GUIA DE IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE TRANSPORTE SOSTENIBLE NO MOTORIZADO DEL MTC"		
TESISTAS	EDSON EDUARDO CARRASCO FUENTES JOSE LUIS HUARANCCA LOPEZ	FECHA	
ZONA	HOSPITAL		
INTERSECCION	HERMANOS AYAR - AV. LA CULTURA		
SENTIDO	Bidireccional		
ANCHO DE CALZADA	25.60m		
PENDIENTE %	2.00%		
ANCHO BERMA CENTRAL	3.47m		
NRO DE CARRILES	3 carriles por sentido		
ANCHO DE CARRIL	3.5m		
ANCHO DE CICLOVIA ACTUAL	1.5m		
OBSERVACIONES			

Tabla 22: Ficha de Características Geométricas N° 4

(Fuente: Propia)

FICHA DE CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LA VIA			
	"PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CICLOVIA EN LA AV. DE LA CULTURA APLICANDO LA GUIA DE IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE TRANSPORTE SOSTENIBLE NO MOTORIZADO DEL MTC"		
TESISTAS	EDSON EDUARDO CARRASCO FUENTES JOSE LUIS HUARANCCA LOPEZ	FECHA	
ZONA	PRADO		
INTERSECCION	AV. DIAGONAL ANGAMOS - AV. LA CULTURA		
SENTIDO	Bidireccional		
ANCHO DE CALZADA	26.50m		
PENDIENTE %	1.50%		
ANCHO BERMA CENTRAL	3.50m		
NRO DE CARRILES	3 carriles por sentido		
ANCHO DE CARRIL	3.5m		
ANCHO DE CICLOVIA ACTUAL	1.5m		
OBSERVACIONES			

Tabla 23: Ficha de Características Geométricas N° 5

(Fuente: Propia)

FICHA DE CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LA VIA			
	"PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CICLOVIA EN LA AV. DE LA CULTURA APLICANDO LA GUIA DE IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE TRANSPORTE SOSTENIBLE NO MOTORIZADO DEL MTC"		
TESISTAS	EDSON EDUARDO CARRASCO FUENTES JOSE LUIS HUARANCCA LOPEZ	FECHA	
ZONA	MARCAVALLE		
INTERSECCION	RAFAEL AGUILAR PAEZ - AV. LA CULTURA		
SENTIDO	Bidireccional		
ANCHO DE CALZADA	27.80m		
PENDIENTE %	1.70%		
ANCHO BERMA CENTRAL	3.80m		
NRO DE CARRILES	3 carriles por sentido		
ANCHO DE CARRIL	3.5m		
ANCHO DE CICLOVIA ACTUAL	1.5m		
OBSERVACIONES			

Tabla 24: Ficha de Características Geométricas N° 6

(Fuente: Propia)

FICHA DE CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LA VIA			
	"PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CICLOVIA EN LA AV. DE LA CULTURA APLICANDO LA GUIA DE IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE TRANSPORTE SOSTENIBLE NO MOTORIZADO DEL MTC"		
TESISTAS	EDSON EDUARDO CARRASCO FUENTES JOSE LUIS HUARANCCA LOPEZ	FECHA	
ZONA	PUEENTE GARCILAZO		
INTERSECCION	GARCILAZO - AV. LA CULTURA		
SENTIDO	Bidireccional		
ANCHO DE CALZADA	18.60m		
PENDIENTE %	2.10%		
ANCHO BERMA CENTRAL	1.75m		
NRO DE CARRILES	3 carriles por sentido		
ANCHO DE CARRIL	3.00m		
ANCHO DE CICLOVIA ACTUAL	1.50m		
OBSERVACIONES			



Tabla 25: Ficha de Características Geométricas N° 7

(Fuente: Propia)

FICHA DE CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LA VIA		
	"PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CICLOVIA EN LA AV. DE LA CULTURA APLICANDO LA GUIA DE IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE TRANSPORTE SOSTENIBLE NO MOTORIZADO DEL MTC"	
TESISTAS	EDSON EDUARDO CARRASCO FUENTES JOSE LUIS HUARANCCA LOPEZ	FECHA
ZONA	HUASCAR	
INTERSECCION	AV. HUASCAR - AV. LA CULTURA	
SENTIDO	Bidireccional	
ANCHO DE CALZADA	8.80m	
PENDIENTE %	1.50%	
ANCHO BERMA CENTRAL	Sin berma	
NRO DE CARRILES	3 carriles	
ANCHO DE CARRIL	3.00m	
ANCHO DE CICLOVIA ACTUAL	No existe	
OBSERVACIONES		



3.4.3. Volumen de Transito

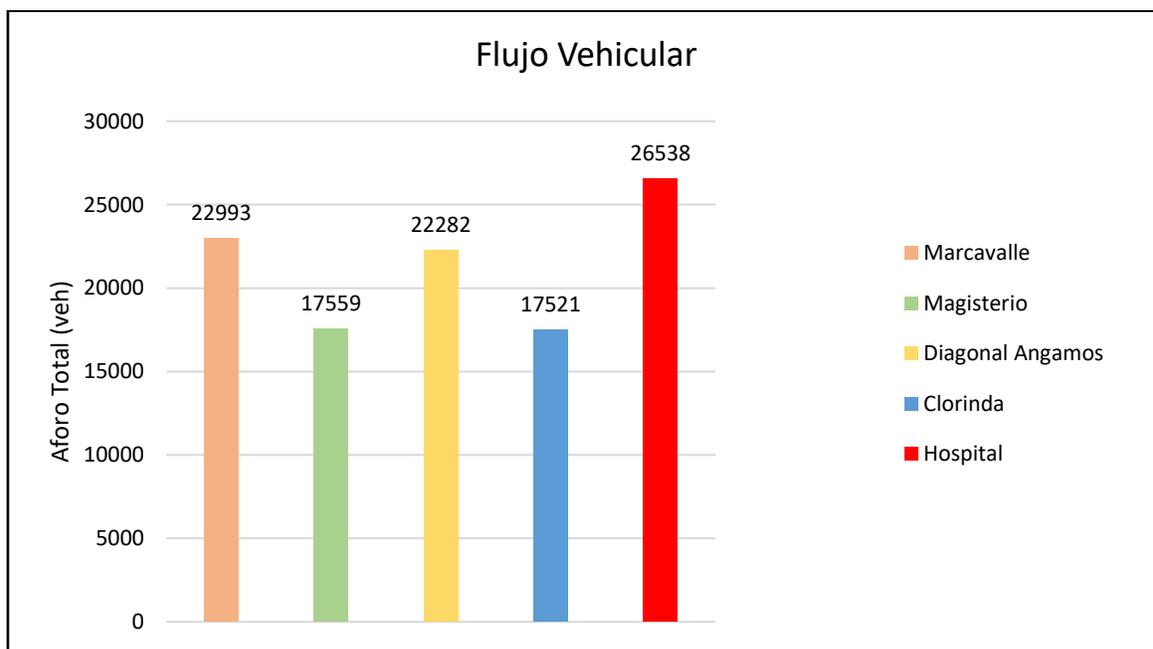
Se realizaron los conteos vehiculares correspondientes para las 5 intersecciones seleccionadas. Para cada vía en particular se asignó estratégicamente una estación de monitoreo para que se pueda realizar el conteo sin mayores inconvenientes durante el tiempo establecido (8 horas). Mediante el conteo se logró determinar el volumen horario de máxima demanda dentro de las horas estudiadas, el Factor Horario de Máxima Demanda (FHMD) o el Volumen Horario de Diseño (VHD).

Los datos a continuación son de un estudio de tránsito simple, bajo un análisis de conteo de 8 horas, dicho conteo fue realizado el lunes 5 de diciembre del 2022 desde las 7am a 9am y 11am a 7pm, las intersecciones en estudio son las siguientes:

- Intersección 1 de las avenidas La Cultura y Perú (Marcavalle)
- Intersección 2 de las avenidas La Cultura y José Gabriel Cosío (Magisterio)
- Intersección 3 de las avenidas La Cultura y Diagonal Angamos (Prado)
- Intersección 4 de las avenidas La Cultura y Hermanos Ayar (Hospital Regional)
- Intersección 5 de las avenidas La Cultura y Tacna (Clorinda)

Figura 39: Flujo vehicular 8hrs actual de las intersecciones en estudio

(Fuente: Propia)



3.4.3.1. Intersección 1 (Av. La cultura y Av. Perú)

En la figura 40 se determina las maniobras de giro existentes de la intersección 1 correspondiente a las avenidas La Cultura y Perú. Así mismo en la tabla 26 se muestra el aforo correspondiente. La hora punta para esta intersección fue de 7am a 8am.

Figura 40: Maniobras de giro en Intersección 1 - Marcavalle

(Fuente: Propia)

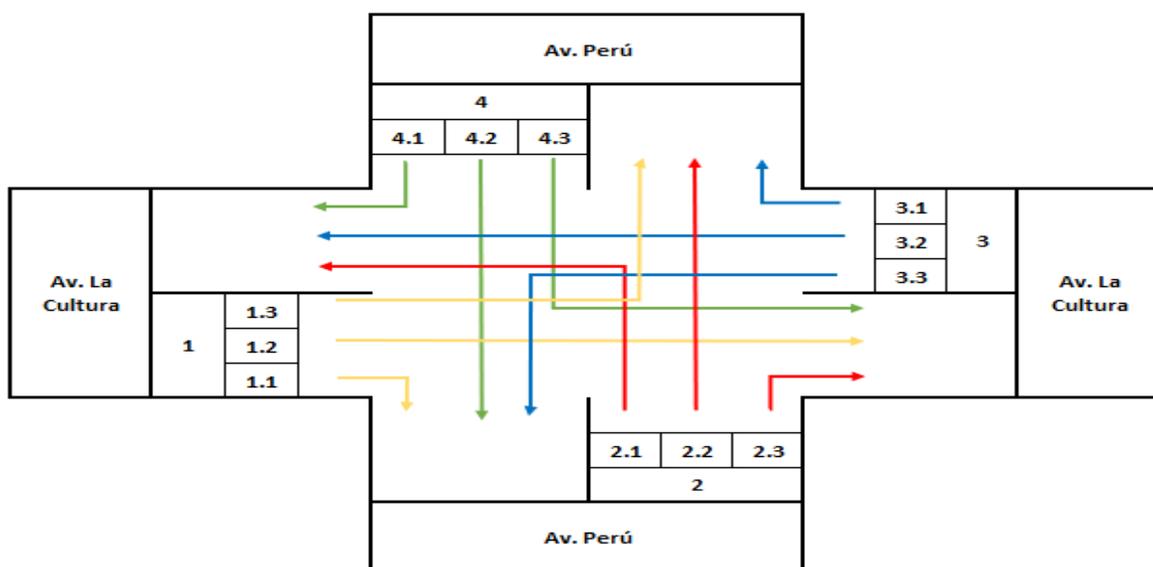


Tabla 26: Conteo Vehicular de Intersección 1

(Fuente: Propia)

Interseccion		MARCAVALLE									
Av. La Cultura - Av. Peru											
HORA	Fecha: 5 de diciembre 2022										TOTAL
	BICICLETA	MOTO	AUTO	CAMIONETAS			MICRO	CAMION		TOTAL	VEH
FACTOR LIVE											
				PICK UP	COMBI	PANEL		2E	3E	VEH	EQUIV.
7-8 am	33	160	2294	509	81	14	398	59	6	3554	3554
8-9 am	20	98	1399	310	49	9	243	36	4	2168	2168
11-12 am	22	109	1560	346	55	10	271	40	4	2417	2417
12-1 pm	26	128	1835	407	65	11	318	47	5	2842	2842
1-2 pm	29	144	2065	458	73	13	358	53	5	3198	3198
4-5 pm	24	120	1721	382	61	11	299	44	5	2667	2667
5-6 pm	28	136	1950	433	69	12	338	50	5	3021	3021
6-7 pm	31	150	2156	478	76	13	374	55	6	3339	3339
TOTAL	213	1045	14980	3323	529	93	2599	384	40	23206	23206
%	0.92%	4.50%	64.55%	14.32%	2.28%	0.40%	11.20%	1.65%	0.17%	100%	

En la intersección 1 – Marcavalle, se puede distinguir 3 grupos significantes en la distribución de volumen de tránsito. En esta intersección el principal tipo de vehículo son los autos con un 64.55%, seguido por las pick up (camionetas) con un 14.32% y los micros (transporte publico) con un 11.20%

Figura 41: Porcentaje según tipo de vehículo Hora Punta– Intersección 1

(Fuente: Propia)

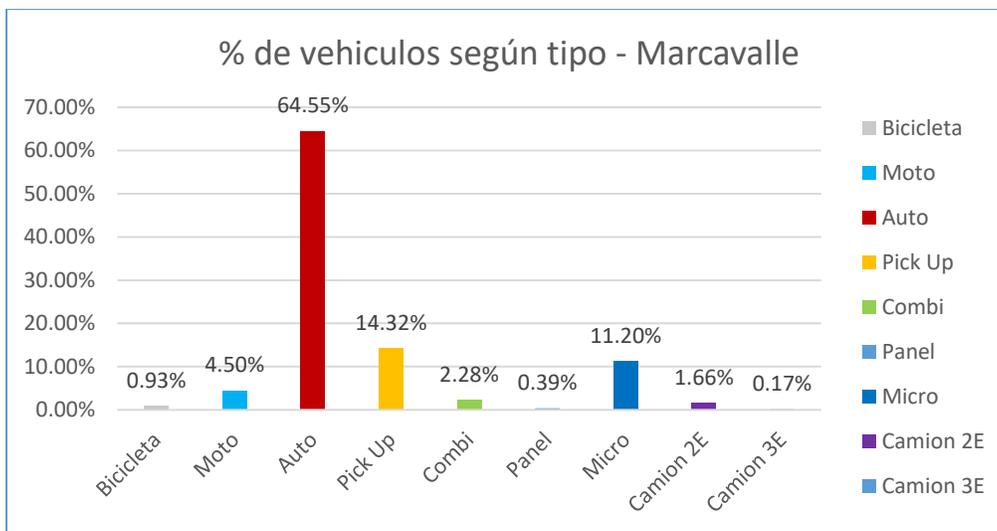
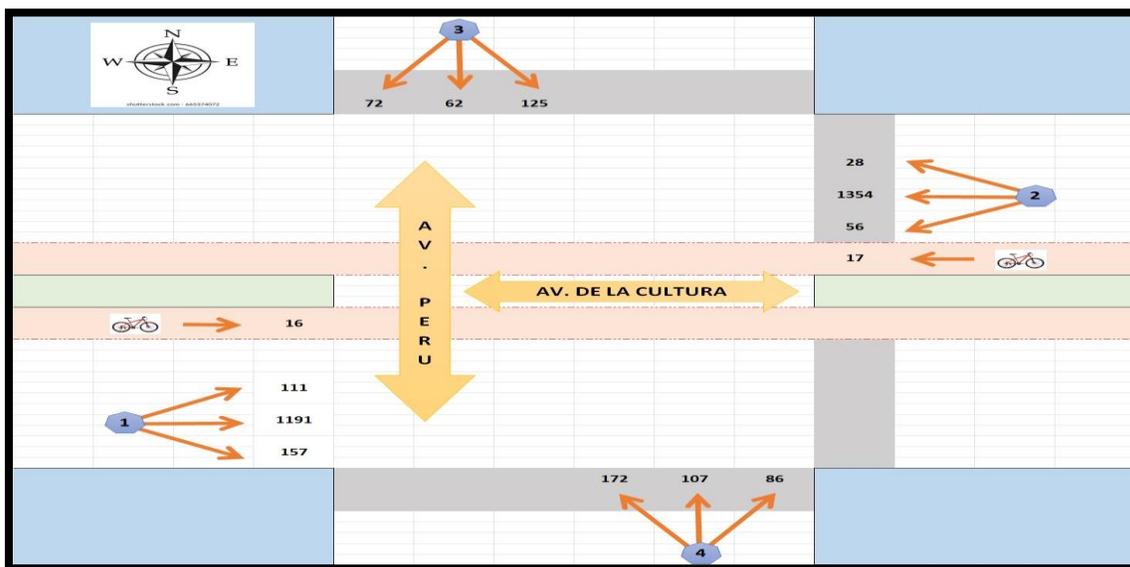


Figura 42: Diagrama de Flujo Actual de la Intersección 1

(Fuente: Propia)





3.4.3.2. Intersección 2 (Av. La cultura y Av. José Gabriel Cosío)

En la figura 43 se determina las maniobras de giro existentes de la intersección 1 correspondiente a las avenidas La Cultura y José Gabriel Cosío. Así mismo en la tabla 27 se muestra el aforo correspondiente. La hora punta para esta intersección fue de 7am a 8am.

Figura 43: Maniobras de giro en Intersección 2 - Magisterio

(Fuente: Propia)

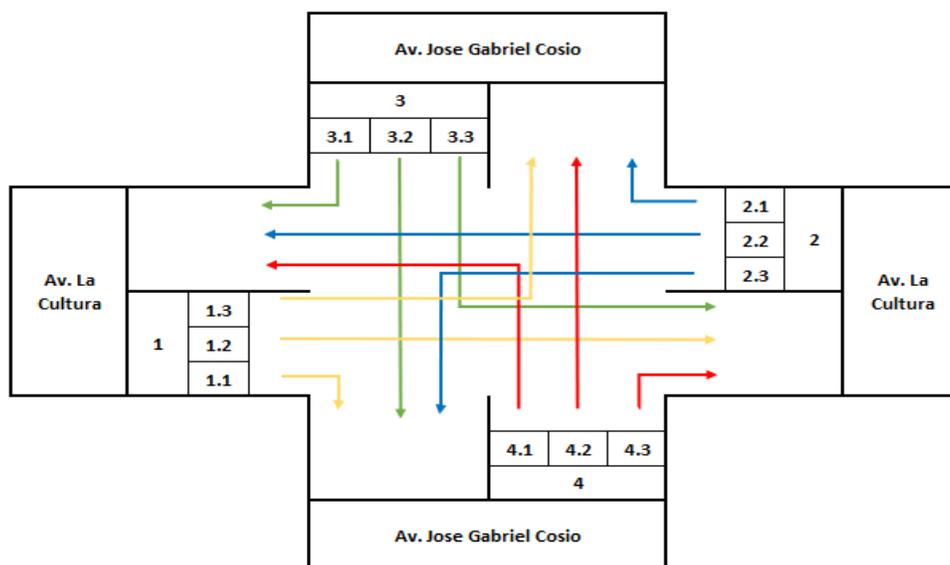


Tabla 27: Conteo Vehicular de Intersección 2

(Fuente: Propia)

Interseccion		MAGISTERIO									
Av. La Cultura - Av. Jose Gabriel Cosio											
HORA	Fecha: 5 de diciembre 2022										TOTAL
	BICICLETA	MOTO	AUTO	CAMIONETAS			MICRO	CAMION		TOTAL	VEH
FACTOR LIVE											
				PICK UP	COMBI	PANEL		2E	3E	VEH	EQUIV.
7-8 am	31	130	1782	381	69	20	276	39	0	2728	2728
8-9 am	17	75	1034	221	40	12	160	23	0	1582	1582
11-12 am	20	85	1158	248	45	13	179	25	0	1773	1773
12-1 pm	25	105	1443	309	56	16	224	32	0	2210	2210
1-2 pm	28	118	1622	347	63	18	251	35	0	2482	2482
4-5 pm	23	100	1372	293	53	15	213	30	0	2099	2099
5-6 pm	26	111	1515	324	59	17	235	33	0	2320	2320
6-7 pm	29	122	1675	358	65	19	259	37	0	2564	2564
TOTAL	199	846	11601	2481	450	130	1797	254	0	17758	17758
%	1.12%	4.76%	65.33%	13.97%	2.53%	0.73%	10.12%	1.43%	0.00%	100%	

En la intersección 2 – Magisterio, se puede distinguir 3 grupos significantes en la distribución de volumen de tránsito. En esta intersección el principal tipo de vehículo son los autos con un 65.32%, seguido por las pick up (camionetas) con un 13.97% y los micros (transporte publico) con un 10.12%

Figura 44: Porcentaje según tipo de vehículo Hora Punta– Intersección 2

(Fuente: Propia)

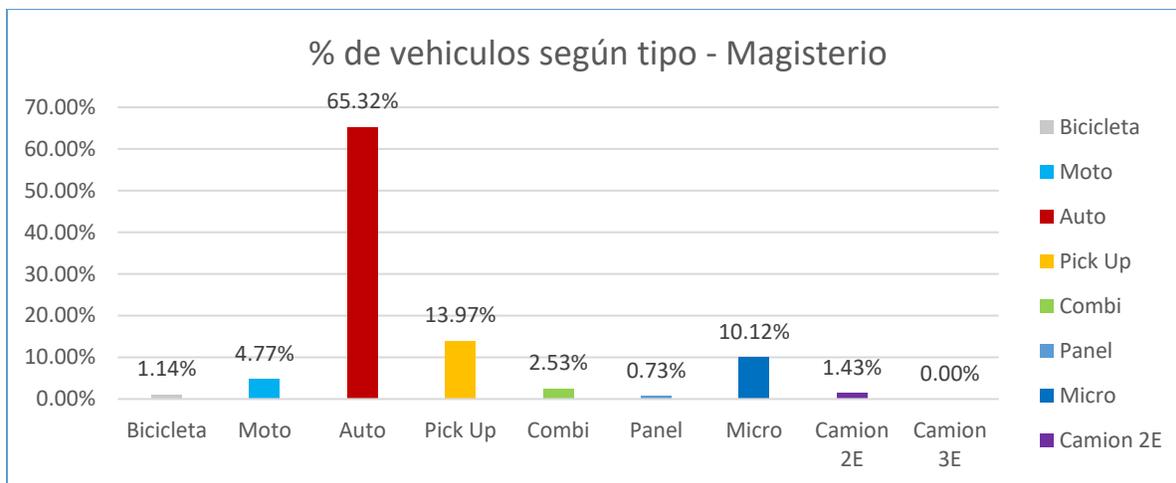
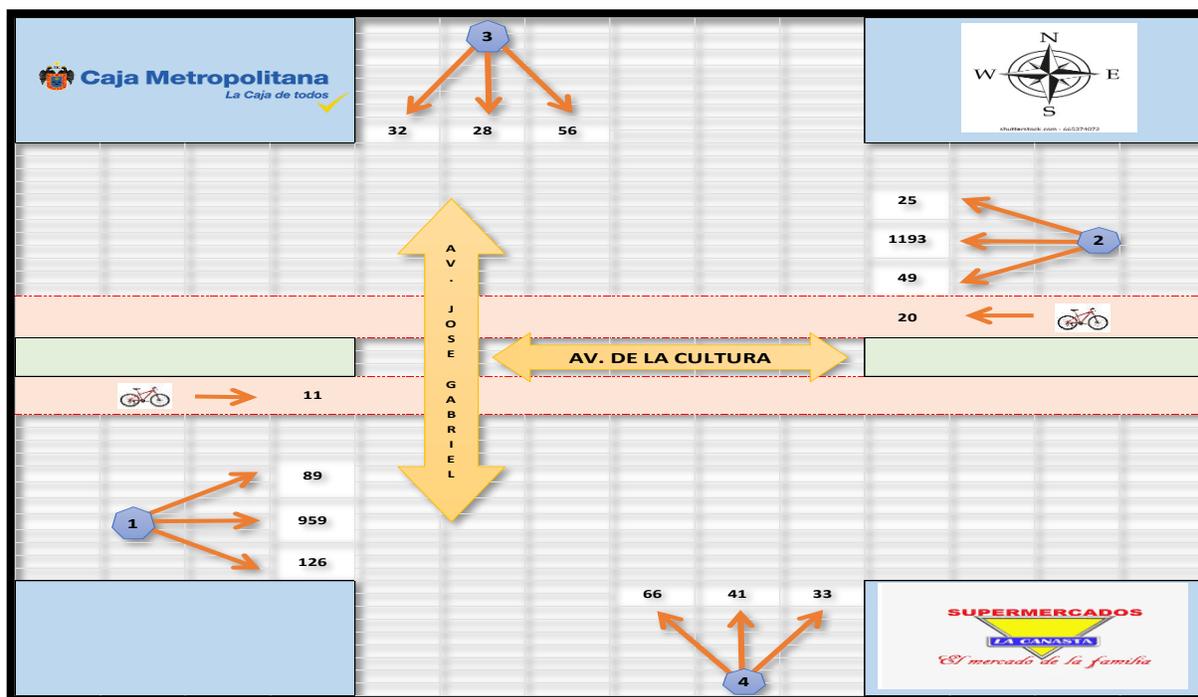


Figura 45: Diagrama de Flujo Actual de la Intersección 2

(Fuente: Propia)



3.4.3.3. Intersección 3 (Av. La cultura y Av. Diagonal Angamos)

En la figura 46 se determina las maniobras de giro existentes de la intersección 1 correspondiente a las avenidas La Cultura y José Gabriel Cosío. Así mismo en la tabla 28 se muestra el aforo correspondiente. La hora punta para esta intersección fue de 1pm a 2pm.

Figura 46: Maniobras de giro en Intersección 3 - Prado

(Fuente: Propia)

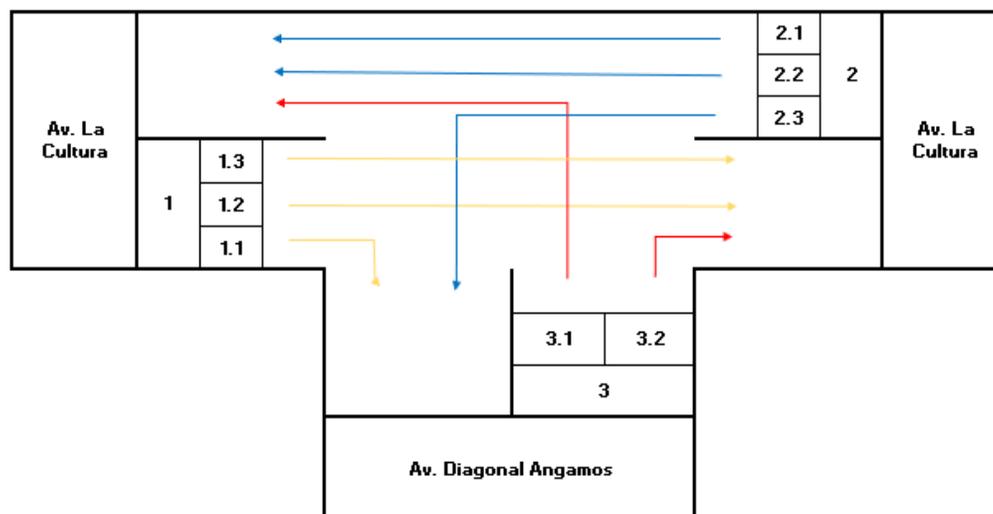


Tabla 28: Conteo Vehicular de Intersección 3

(Fuente: Propia)

Interseccion		DIAGONAL ANGAMOS										
Av. La Cultura - Av. Diagonal Angamos												
HORA	Fecha: 5 de diciembre 2022											TOTAL
	BICICLETA	MOTO	AUTO	CAMIONETAS			MICRO	CAMION		TOTAL	VEH	
FACTOR LIVE												
				PICK UP	COMBI	PANEL		2E	3E	VEH		
7-8 am	15	98	2231	358	53	8	427	57	2	3249		3249
8-9 am	9	60	1361	218	32	5	260	35	1	1981		1981
11-12 am	10	67	1517	243	36	5	290	39	1	2208		2208
12-1 pm	12	78	1785	286	42	6	342	46	2	2599		2599
1-2 pm	18	123	2811	451	67	10	538	72	3	4093		4093
4-5 pm	11	74	1673	269	40	6	320	43	2	2438		2438
5-6 pm	12	83	1896	304	45	7	363	48	2	2760		2760
6-7 pm	14	92	2097	337	50	8	401	54	2	3055		3055
TOTAL	101	675	15371	2466	365	55	2941	394	15	22383		22383
%	0.45%	3.02%	68.67%	11.02%	1.63%	0.25%	13.14%	1.76%	0.07%	100%		



En la intersección 3 – Prado, se puede distinguir 3 grupos significantes en la distribución de volumen de tránsito. En esta intersección el principal tipo de vehículo son los autos con un 68.68%, seguido por los micros (transporte publico) con un 13.14% y las pick up con un 11.02%

Figura 47: Porcentaje según tipo de vehículo Hora Punta– Intersección 3

(Fuente: Propia)

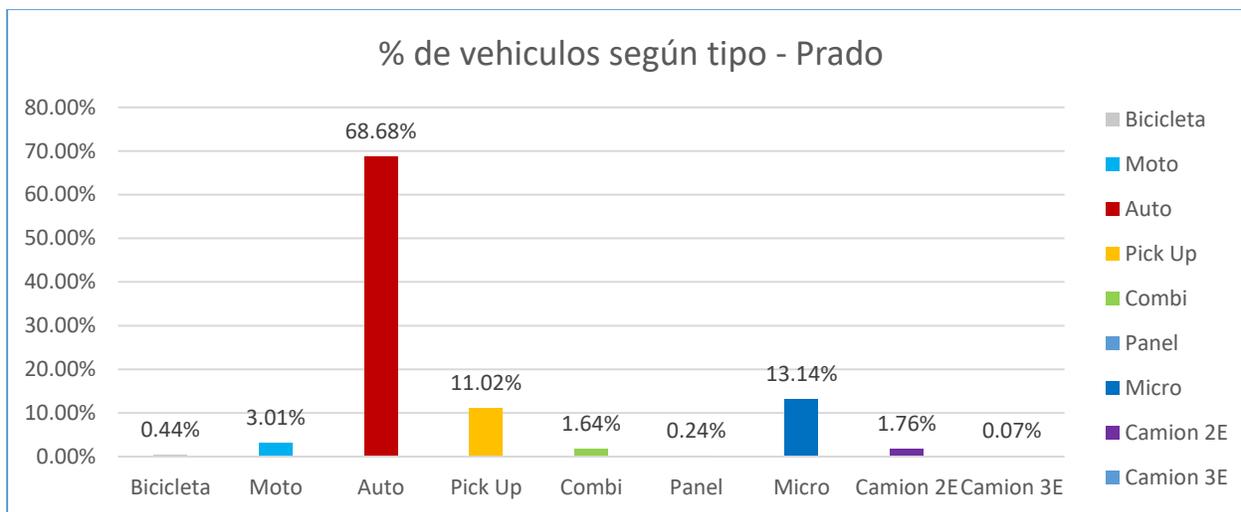
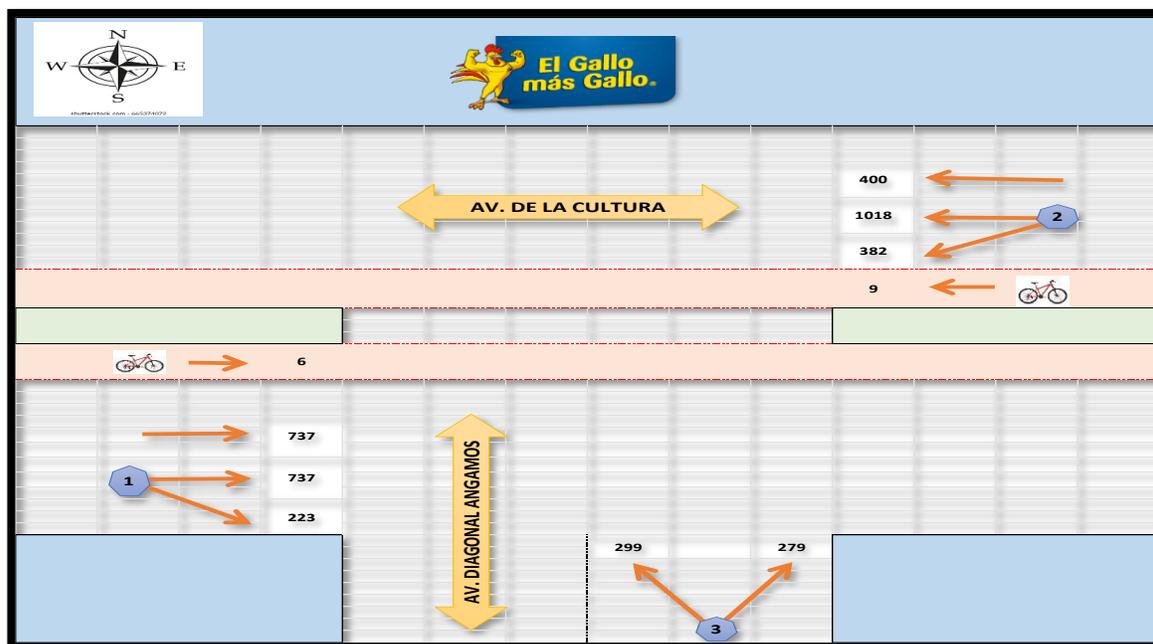


Figura 48: Diagrama de Flujo Actual de la Intersección 3

(Fuente: Propia)





3.4.3.4. Intersección 4 (Av. La cultura y Av. Hermanos Ayar)

En la figura 49 se determina las maniobras de giro existentes de la intersección 1 correspondiente a las avenidas La Cultura y José Gabriel Cosio. Así mismo en la tabla 29 se muestra el aforo correspondiente. La hora punta para esta intersección fue de 1pm a 2pm.

Figura 49: Maniobras de giro en Intersección 4 – Hospital Regional

(Fuente: Propia)

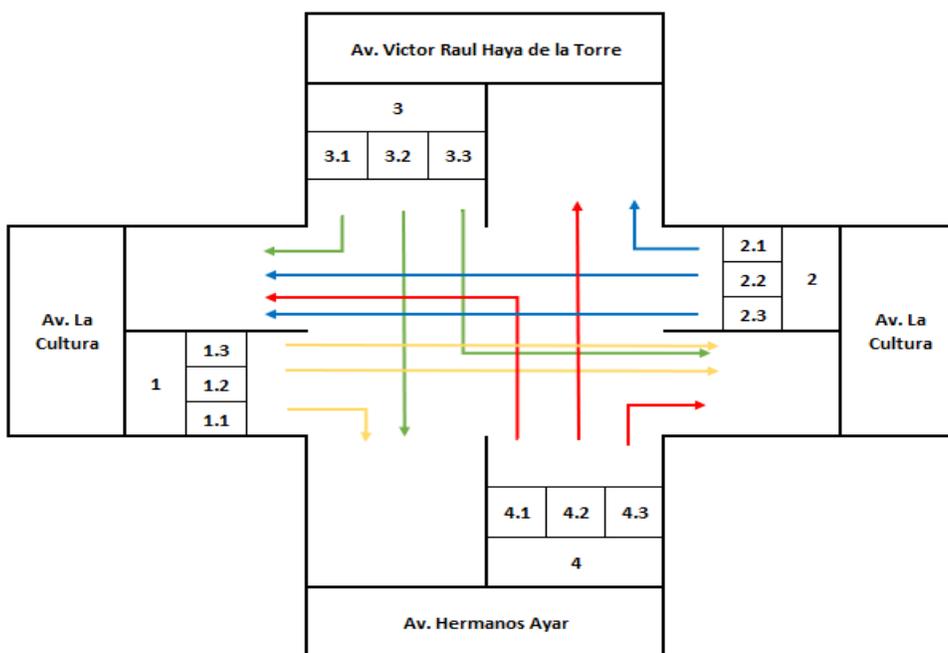


Tabla 29: Conteo Vehicular de Intersección 4

(Fuente: Propia)

Interseccion		HOSPITAL REGIONAL									
Av. La Cultura - Av. Hermanos Ayar											
HORA	Fecha: 5 de diciembre 2022										
	BICICLETA	MOTO	AUTO	CAMIONETAS			MICRO	CAMION		TOTAL	TOTAL
FACTOR LIVE											
				PICK UP	COMBI	PANEL		2E	3E	VEH	EQUIV.
7-8 am	33	67	2551	317	42	33	474	49	1	3567	3567
8-9 am	26	54	2041	254	34	26	379	39	1	2854	2854
11-12 am	23	48	1837	228	30	24	341	35	1	2567	2567
12-1 pm	36	74	2805	349	46	36	521	54	1	3922	3922
1-2 pm	42	87	3316	412	55	43	616	64	1	4636	4636
4-5 pm	20	42	1581	197	26	20	294	30	1	2211	2211
5-6 pm	28	57	2168	269	36	28	403	42	1	3032	3032
6-7 pm	36	75	2856	355	47	37	531	55	1	3993	3993
TOTAL	244	504	19155	2381	316	247	3559	368	8	26782	26782
%	0.91%	1.88%	71.52%	8.89%	1.18%	0.92%	13.29%	1.37%	0.03%	100%	



En la intersección 4 – Hospital, se puede distinguir 3 grupos significantes en la distribución de volumen de tránsito. En esta intersección el principal tipo de vehículo son los autos con un 71.53%, seguido por los micros (transporte publico) con un 13.29% y las pick up con un 8.89%

Figura 50: Porcentaje según tipo de vehículo Hora Punta– Intersección 4

(Fuente: Propia)

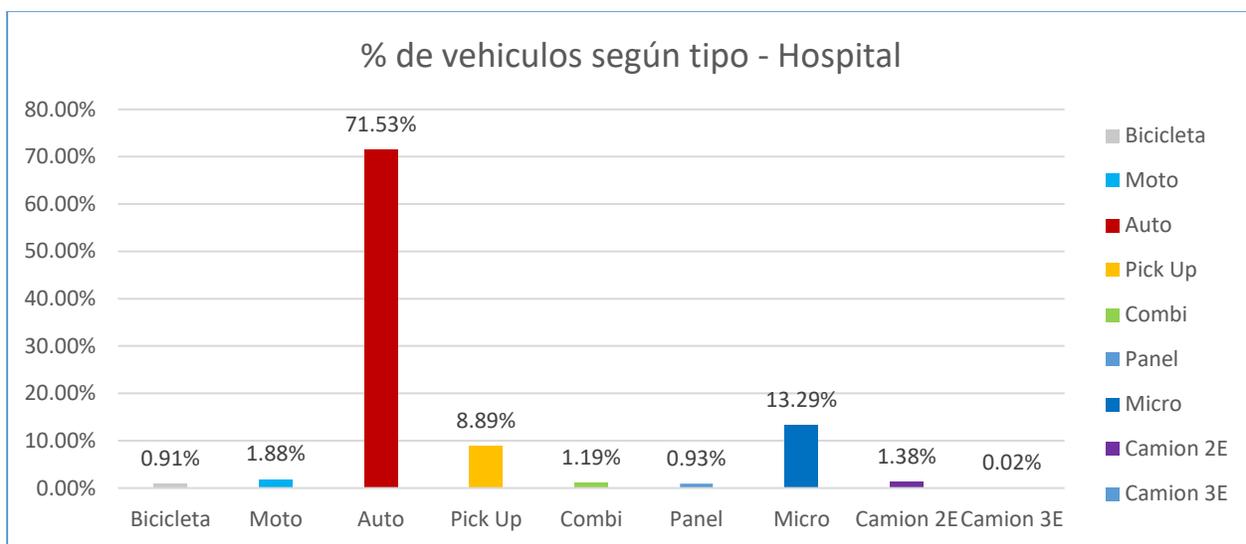
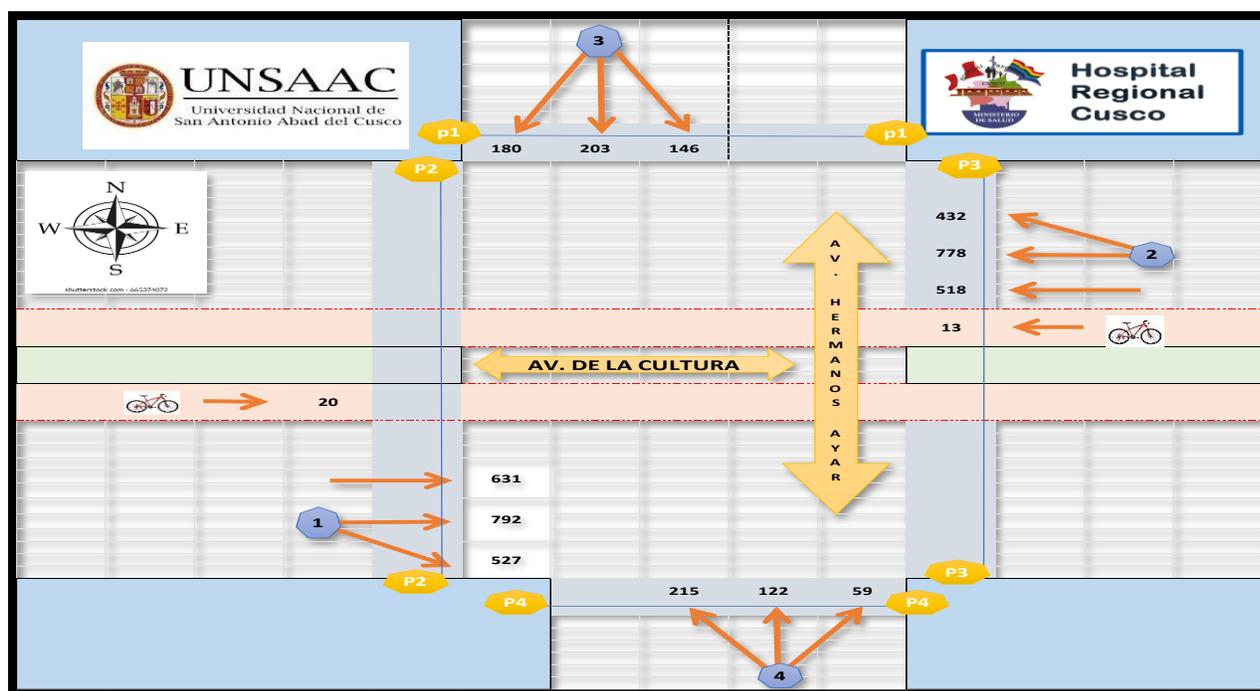


Figura 51: Diagrama de Flujo Actual de la Intersección 4

(Fuente: Propia)





3.4.3.5. Intersección 5 (Av. La cultura y Av. Tacna)

En la figura 52 se determina las maniobras de giro existentes de la intersección 1 correspondiente a las avenidas La Cultura y José Gabriel Cosio. Así mismo en la tabla 30 se muestra el aforo correspondiente. La hora punta para esta intersección fue de 1pm a 2pm

Figura 52: Maniobras de giro en Intersección 5 – Clorinda

(Fuente: Propia)

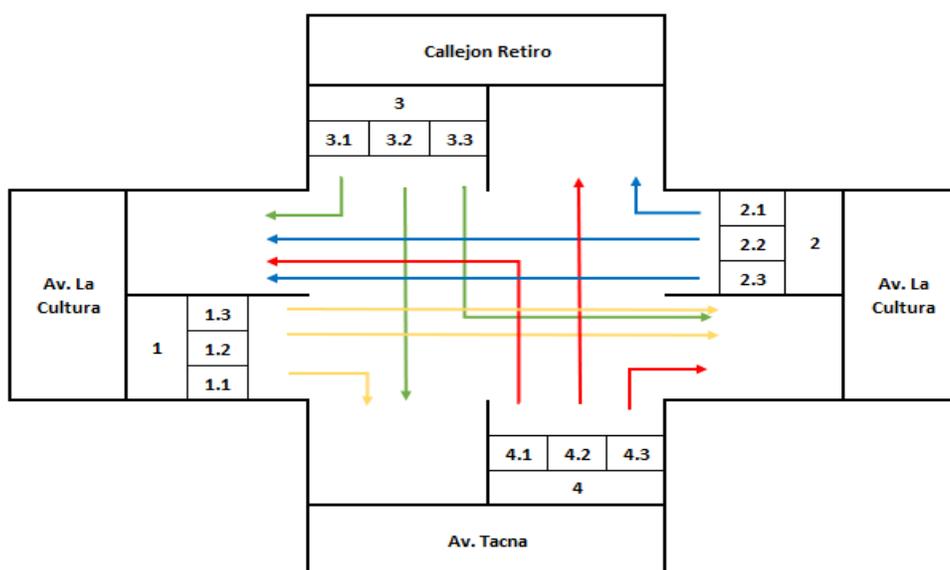


Tabla 30: Conteo Vehicular de Intersección 5

(Fuente: Propia)

Interseccion		CLORINDA										
		Av. La Cultura - Av. Tacna										
HORA	Fecha: 5 de diciembre 2022										TOTAL	
	BICICLETA	MOTO	AUTO	CAMIONETAS			MICRO	CAMION		TOTAL	EQUIV.	
FACTOR LIVE					PICK UP	COMBI	PANEL		2E	3E	VEH	
7-8 am	33	105	1846	203	39	37	443	26	0	2732	2732	
8-9 am	17	56	978	108	21	20	235	14	0	1449	1449	
11-12 am	22	72	1274	140	27	26	306	18	0	1885	1885	
12-1 pm	26	85	1495	164	32	30	359	21	0	2212	2212	
1-2 pm	30	96	1680	185	35	34	403	24	0	2487	2487	
4-5 pm	24	79	1385	152	29	28	332	20	0	2049	2049	
5-6 pm	28	89	1569	173	33	31	377	22	0	2322	2322	
6-7 pm	31	100	1754	193	37	35	421	25	0	2596	2596	
TOTAL	211	682	11981	1318	253	241	2876	170	0	17732	17732	
%	1.19%	3.85%	67.57%	7.43%	1.43%	1.36%	16.22%	0.96%	0.00%	100%	17732	



En la intersección 5 – Clorinda, se puede distinguir 3 grupos significantes en la distribución de volumen de tránsito. En esta intersección el principal tipo de vehículo son los autos con un 67.57%, seguido por los micros (transporte publico) con un 16.22% y las pick up con un 7.43%.

Figura 53: Porcentaje según tipo de vehículo Hora Punta– Intersección 5

(Fuente: Propia)

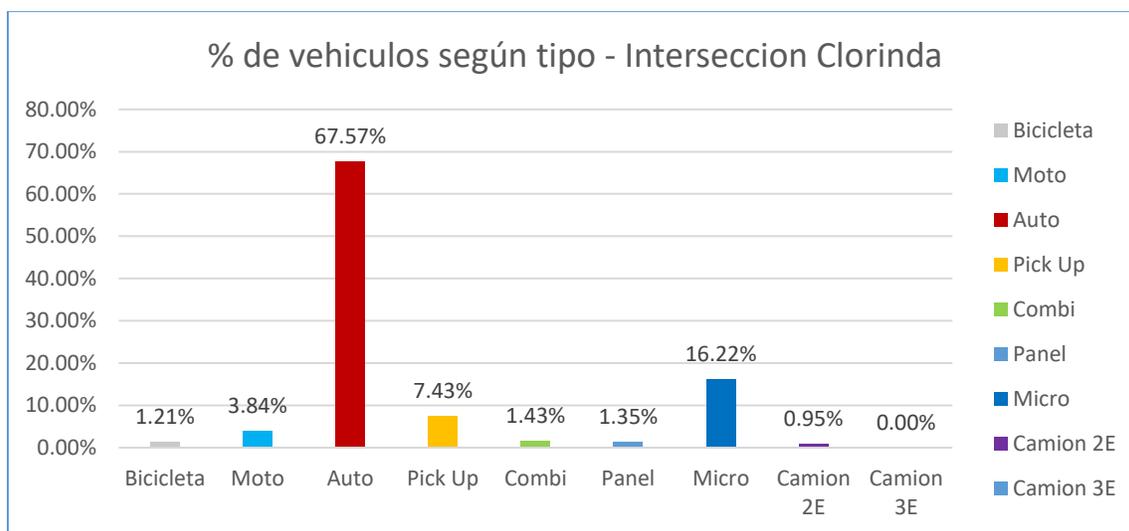
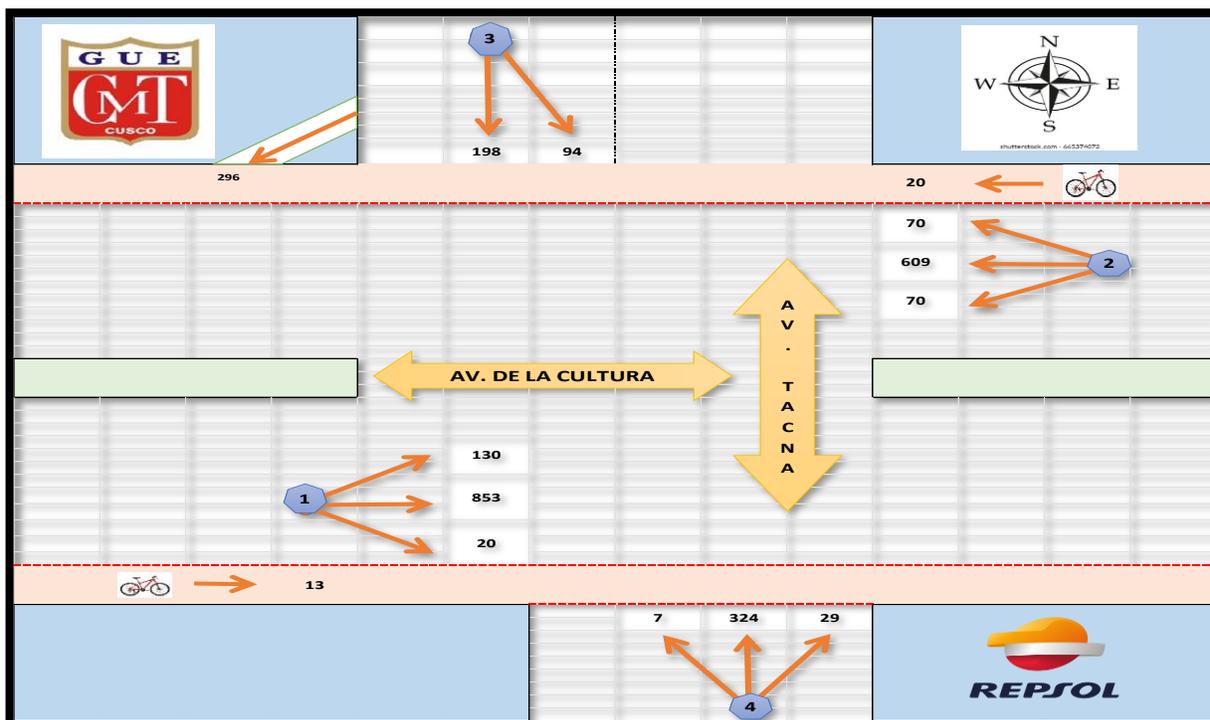


Figura 54: Diagrama de Flujo Actual de la Intersección 5

(Fuente: Propia)



3.4.4. Flujo Peatonal

Para las 5 intersección en estudio se realizó el conteo peatonal respectivo. A continuación, se muestra los diagramas de flujo peatonal de todas las intersecciones, así como también el volumen respectivo por sentido según el aforo actual (año 2022).

Figura 55: Diagrama de Flujo Peatonal de la Intersección 1

(Fuente: Propia)

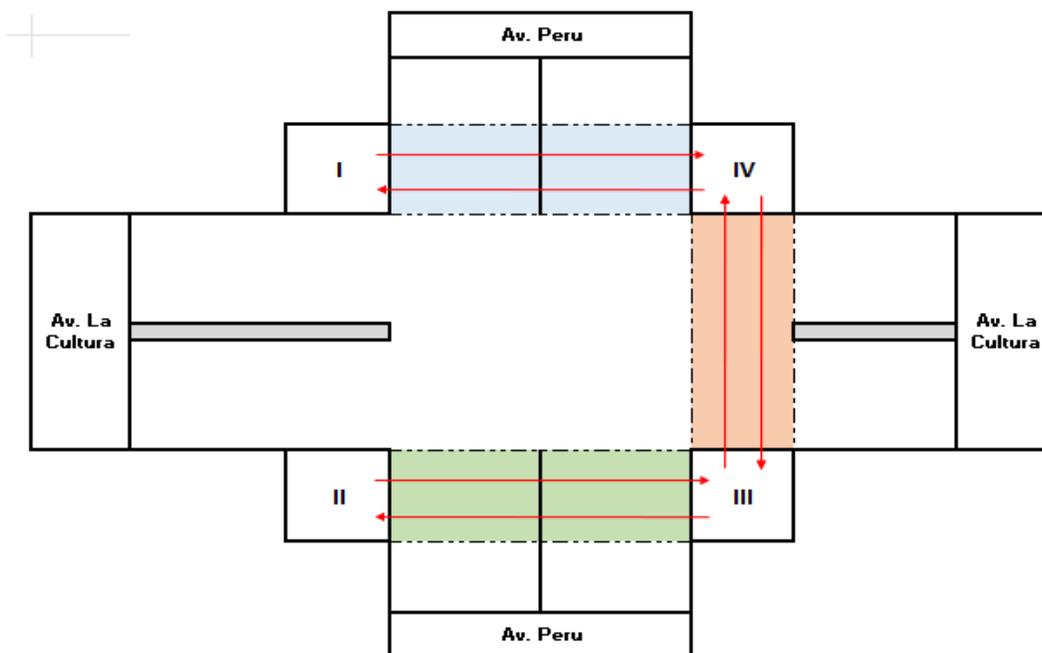


Tabla 31: Volumen Peatonal 2022 de la Intersección 1

(Fuente: Propia)

VOLUMEN PEATONAL 2022 (6:45am-7:45am)				
Esquina	I	II	III	IV
I		219		
II	234		201	
III		319		191
IV			146	

Nota: La intersección 1 – Marcavalle cuenta con un puente peatonal (Sentido I – II o II -I); mencionar que el sentido de circulación (III – IV y IV-III) fue adoptado por los peatones, los cuales no hacen uso del puente existente, por lo cual se llevó a cabo el conteo respectivo con el fin de simular el estado actual con las condiciones existentes.

En la Figura 56 se muestra un diagrama de flujo peatonal en la intersección 2, de los cuales, los movimientos I-IV y IV-I son los más concurridos, en tal sentido se tomará estos dos movimientos como los prioritarios.

Figura 56: Diagrama de Flujo Peatonal de la Intersección 2

(Fuente: Propia)

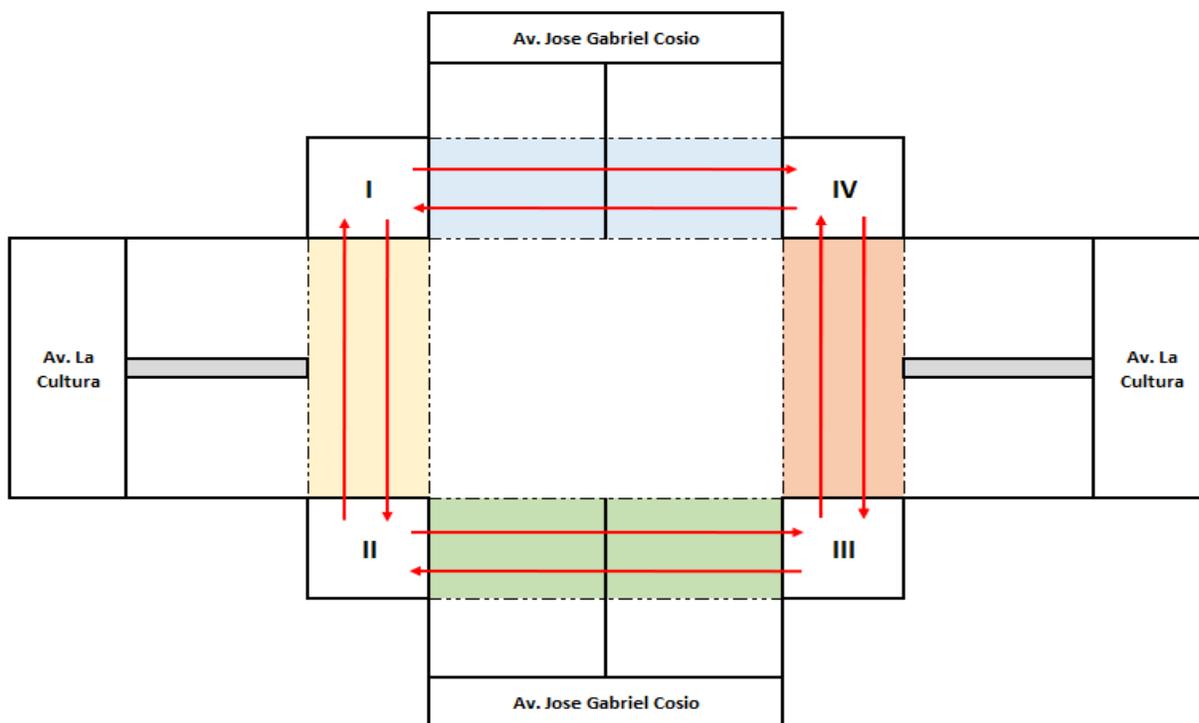


Tabla 32: Volumen Peatonal 2022 de la Intersección 2

(Fuente: Propia)

VOLUMEN PEATONAL 2022 (6:45am-7:45am)				
Esquina	I	II	III	IV
I		185		203
II	172		113	
III		143		189
IV	279		246	

En la Figura 57 se muestra un diagrama de flujo peatonal en la intersección 3, de los cuales, los movimientos II-III y III-II son los más concurridos, en tal sentido se tomará estos dos movimientos como los prioritarios.

Figura 57: Diagrama de Flujo Peatonal de la Intersección 3

(Fuente: Propia)

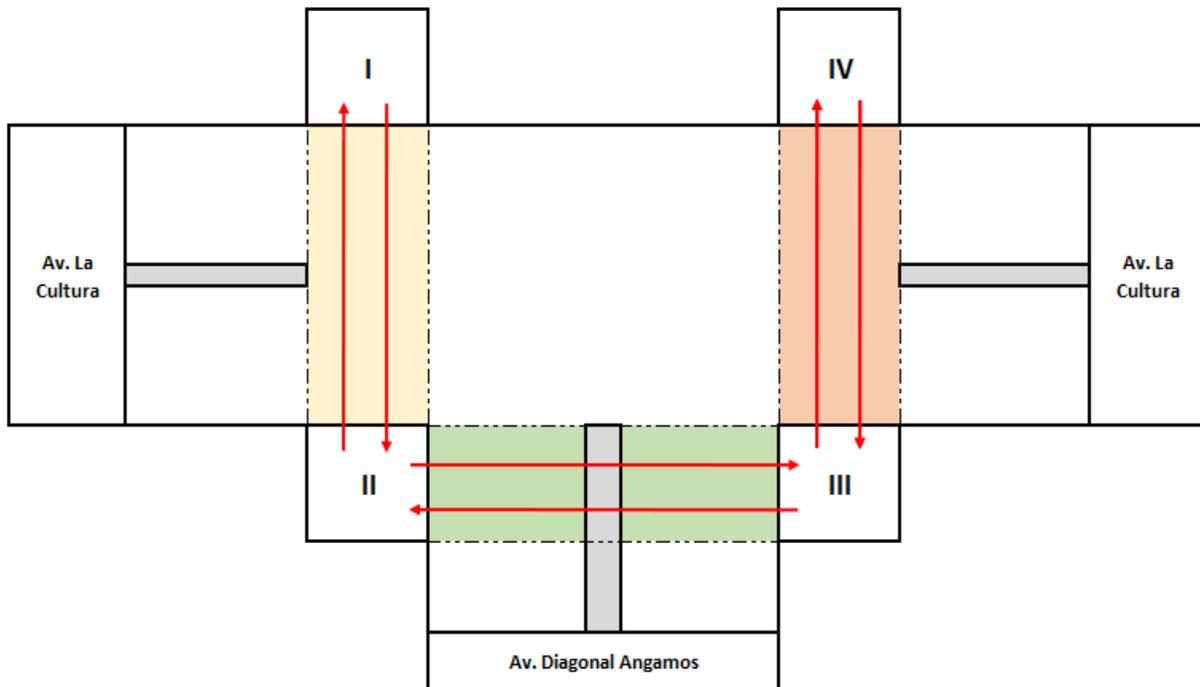


Tabla 33: Volumen Peatonal 2022 de la Intersección 3

(Fuente: Propia)

VOLUMEN PEATONAL 2022 (12:45pm - 01:45pm)				
Esquina	I	II	III	IV
I		112		
II	108		365	
III		220		165
IV			150	

En la Figura 58 se muestra un diagrama de flujo peatonal en la intersección 4, de los cuales, los movimientos I-II y III-IV son los más concurridos, en tal sentido se tomará estos dos movimientos como los prioritarios.

Figura 58: Diagrama de Flujo Peatonal de la Intersección 4

(Fuente: Propia)

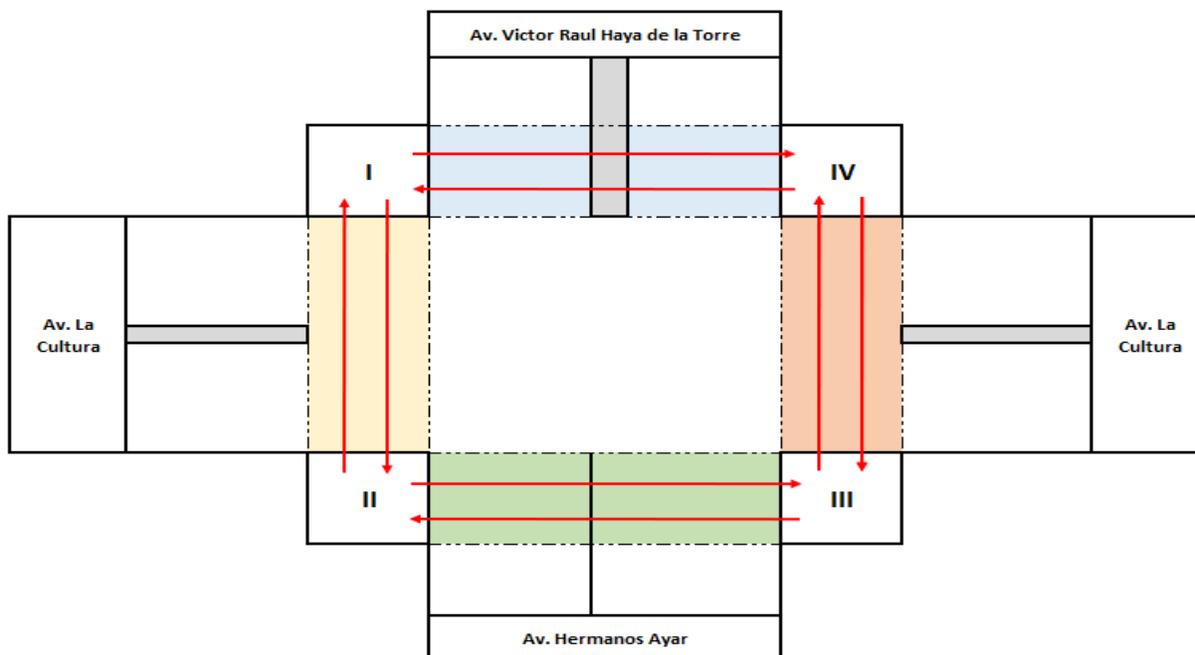


Tabla 34: Volumen Peatonal 2022 y 2042 de la Intersección 4

(Fuente: Propia)

VOLUMEN PEATONAL 2022 (12:45pm - 01:45pm)				
Esquina	I	II	III	IV
I		260		364
II	263		375	
III		345		320
IV	330		472	

En la Figura 59 se muestra un diagrama de flujo peatonal en la intersección 5, de los cuales, los movimientos I-IV y II-III son los más concurridos, en tal sentido se tomará estos dos movimientos como los prioritarios.

Figura 59: Diagrama de Flujo Peatonal de la Intersección 5

(Fuente: Propia)

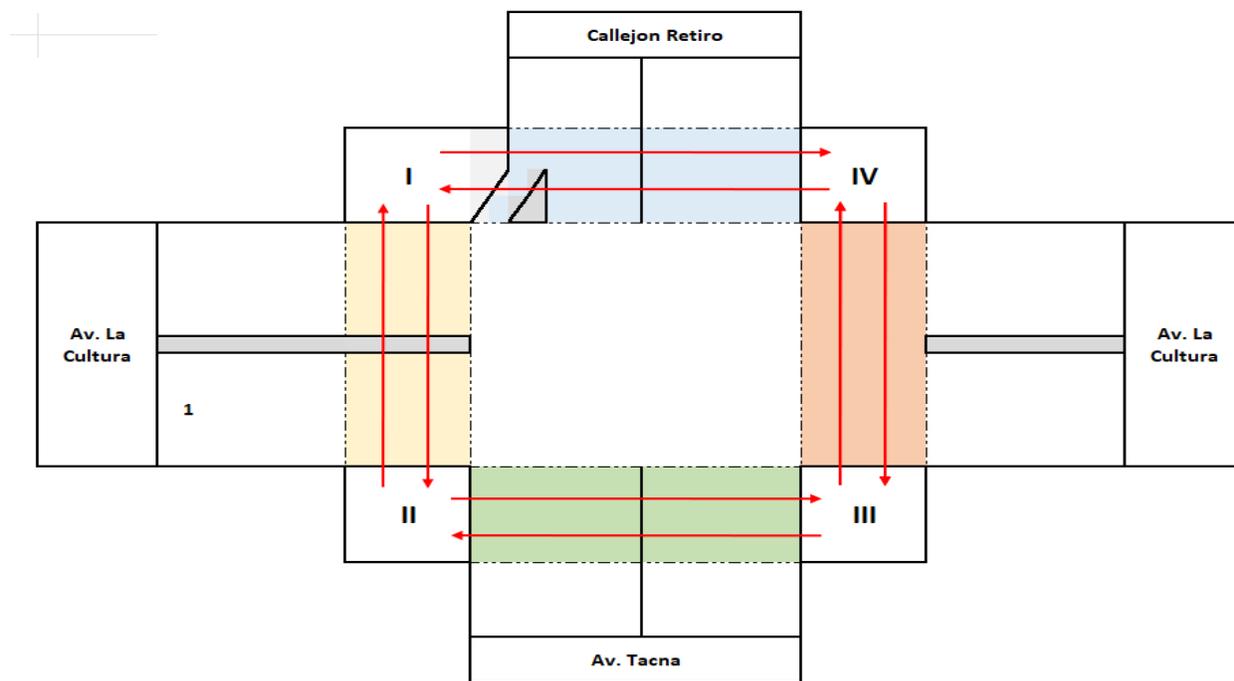


Tabla 35: Volumen Peatonal 2022 y 2042 de la Intersección 5

(Fuente: Propia)

VOLUMEN PEATONAL 2022 (6:45am-7:45am)				
Esquina	I	II	III	IV
I		233		375
II	287		311	
III		319		206
IV	275		274	

3.4.5. Tiempos Semafóricos

Las fases en ingeniería vial son el tiempo en el que el color de los semáforos en una intersección no cambia y permiten el movimiento de los vehículos o peatones. Para el diseño semafórico se debe identificar el número de fases, convertir los volúmenes vehiculares mixtos a equivalentes, determinar el ciclo semafórico vehicular y peatonal, el tiempo entre verdes y dibujar el diagrama de fases.

El primer paso fue identificar el número de fases, por lo general en una intersección el número de fases es dos, a excepción de que el flujo vehicular sea tan alto que genere conflicto como lo es para el giro a la izquierda.

AASHTO indica si los vehículos que giran a la izquierda son mayores a 200 vehículos por hora según conteo, es prioritario el adicionar una fase semafórica al motorizado permitiendo el giro protegido, esta premisa se implementara en la intersección Prado y Hospital.

Para determinar el número de fases en las intersecciones Marcavalle, Magisterio y Clorinda, se tomaron los volúmenes de las figuras 26,27 y 30 respectivamente, donde se observa que ningún volumen vehicular con giro a la izquierda supera el límite; por lo tanto, el número de fases para ambas intersecciones es dos, tal como se muestra las figuras 60, 61 y 62.

Figura 60: Numero de fases en la intersección 1 de las Av. La Cultura y Av. Perú

(Fuente: Propia)

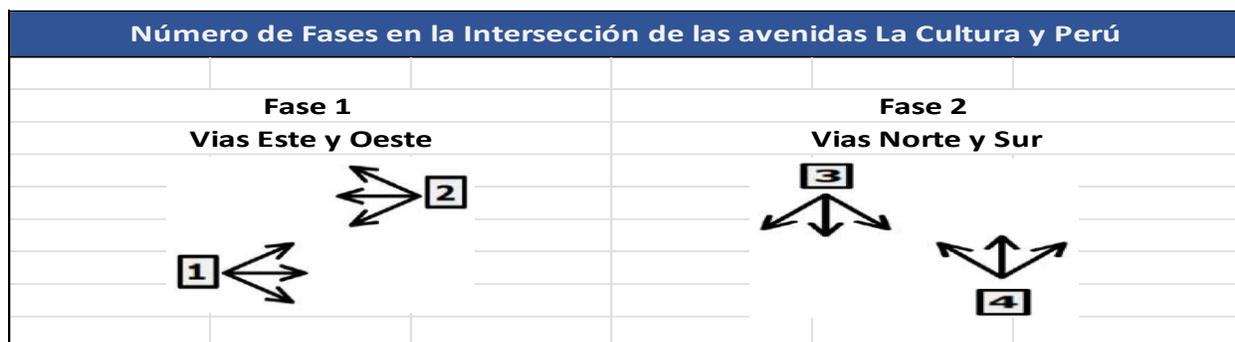


Figura 61: Numero de fases en la intersección 2 de las Av. La Cultura y Av. José Gabriel Cosio

(Fuente: Propia)

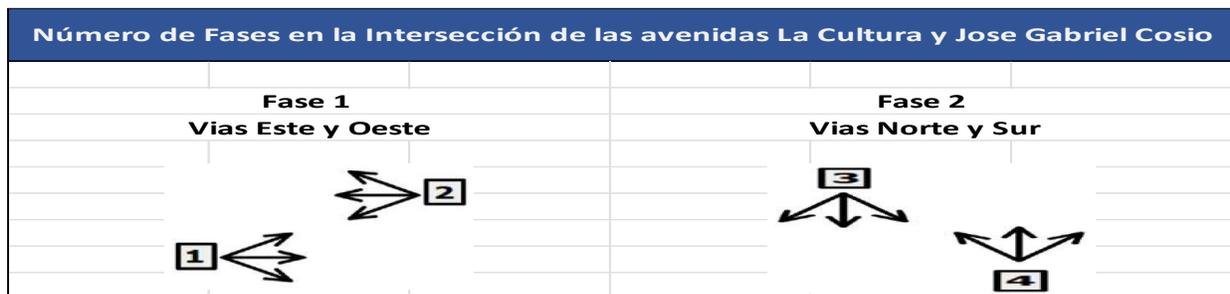
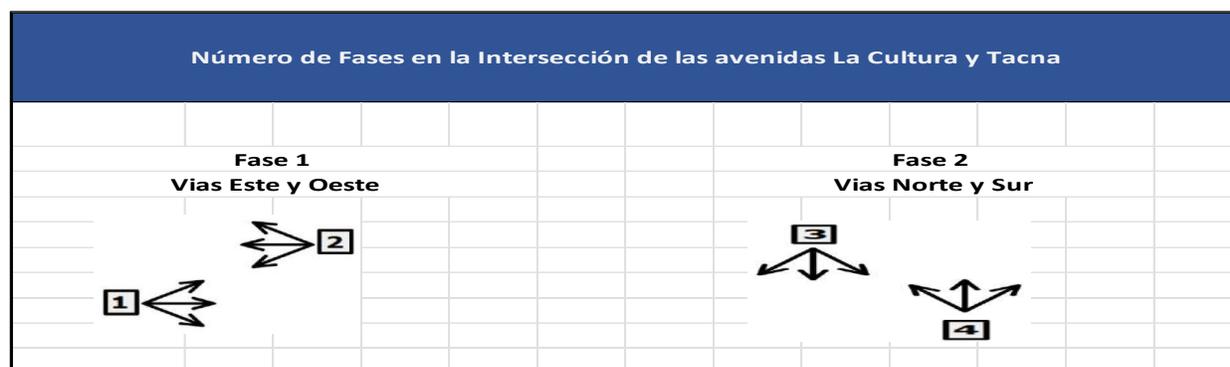


Figura 62: Numero de fases en la intersección 5 de las Av. La Cultura y Av. Tacna

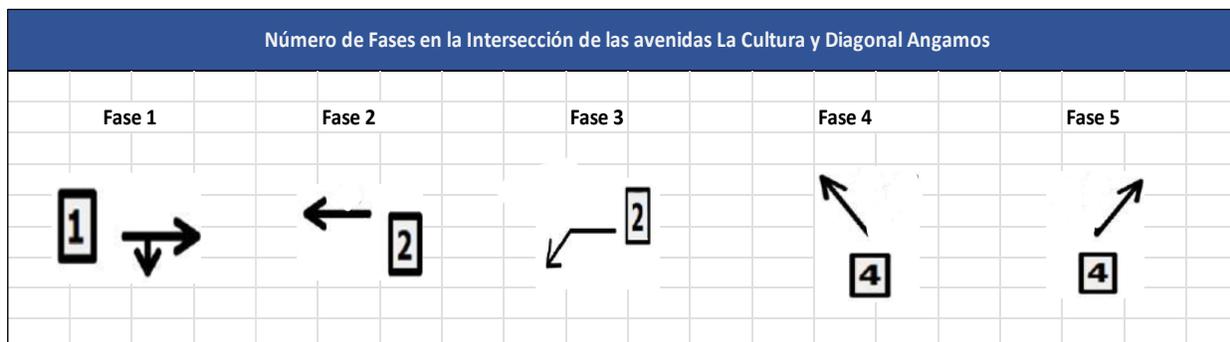
(Fuente: Propia)



Para determinar el número de fases en la intersección de Av. La Cultura y Av. Diagonal Angamos, se tomaron los volúmenes de las figuras 72, en este caso, el número de fases para esta intersección es cinco, ya que su volumen con giro a la izquierda supera los 200 vehículos por hora en dirección Sur – Norte (Av. Diagonal Angamos) y en Dirección Oeste – Este (Av. La Cultura) tal como se presenta en la figura 46.

Figura 63: Numero de fases en la intersección 3 de las Av. La Cultura y Av. Diagonal Angamos

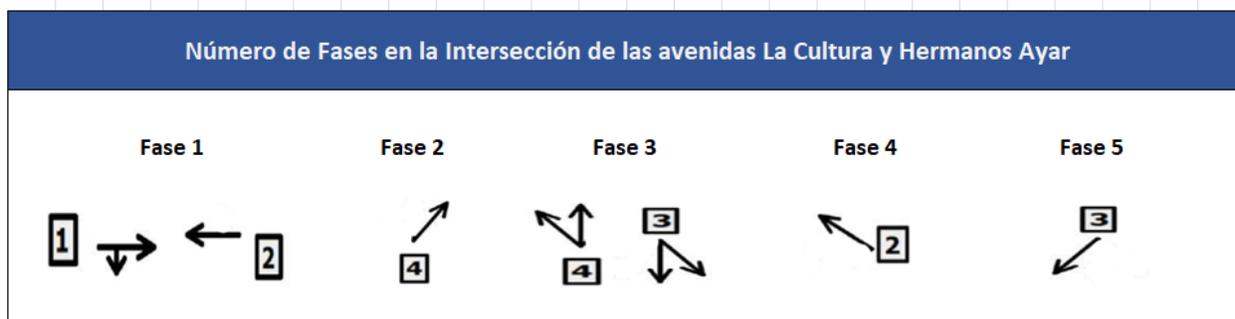
(Fuente: Propia)



Para determinar el número de fases en la intersección de Av. La Cultura y Jr. Hermanos Ayar, se tomaron los volúmenes de la figura 72, en este caso, el número de fases para esta intersección es 5, ya que su volumen con giro a la izquierda supera los 200 vehículos por hora en dirección Sur – Norte (Av. Diagonal Angamos) así mismo la presencia de tiempos semafóricos exclusivos para el carril derecho Norte Sur de la calle VRHDLT (Fase 5) y otro tiempo semafórico para el carril izquierdo (fase 3) tal como se presenta en la figura 49.

Figura 64: Numero de fases en la intersección 4 de las Av. La Cultura y Av. Víctor Raúl Haya del Torres

(Fuente: Propia)



Como segundo paso, se realizó el levantamiento de información de los tiempos semafóricos vehiculares y peatonales actuales de cada intersección, incluyendo los tiempos semafóricos de la ciclovía existente, tal como se muestra a continuación.

Figura 65: Diagrama de Fases vehicular y peatonal de la intersección Marcavalle

(Fuente: Propia)

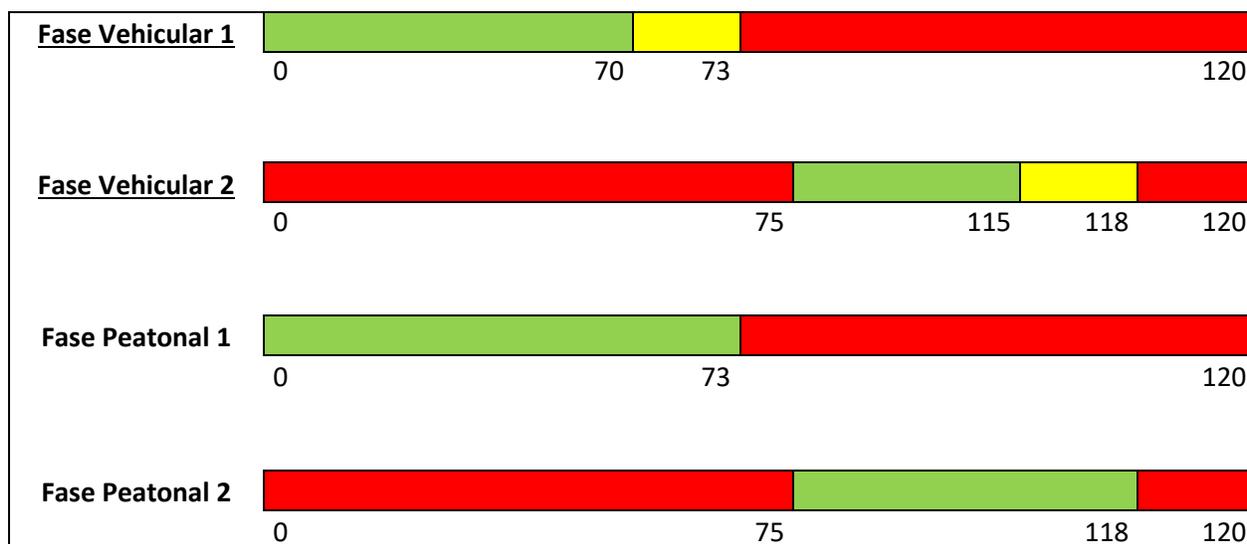




Figura 66: Diagrama de Fases vehicular y peatonal de la intersección Magisterio

(Fuente: Propia)

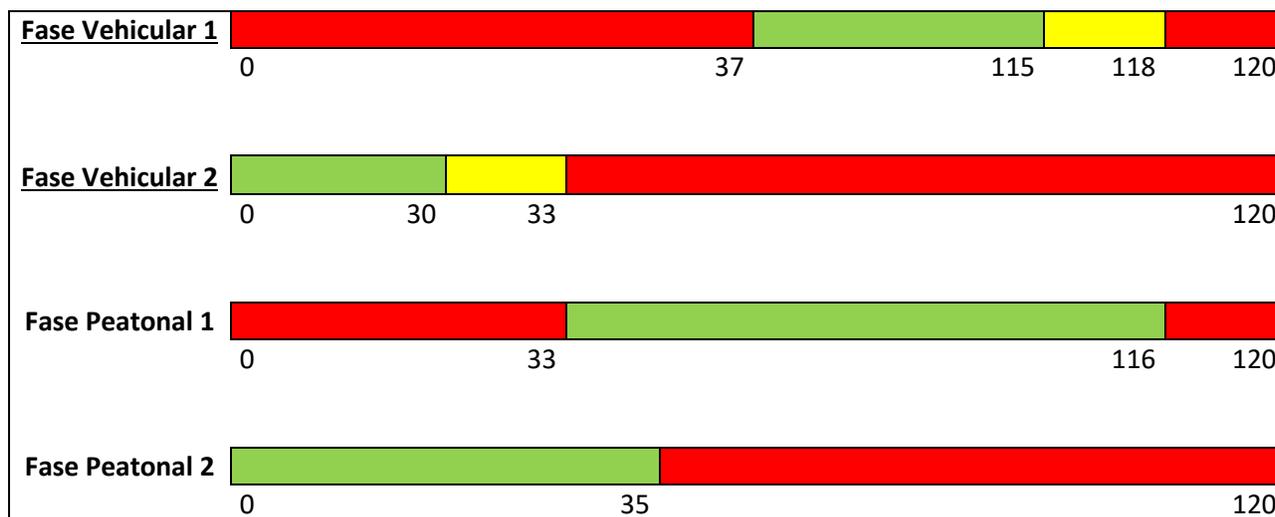


Figura 67: Diagrama de Fases vehicular y peatonal de la intersección Prado

(Fuente: Propia)

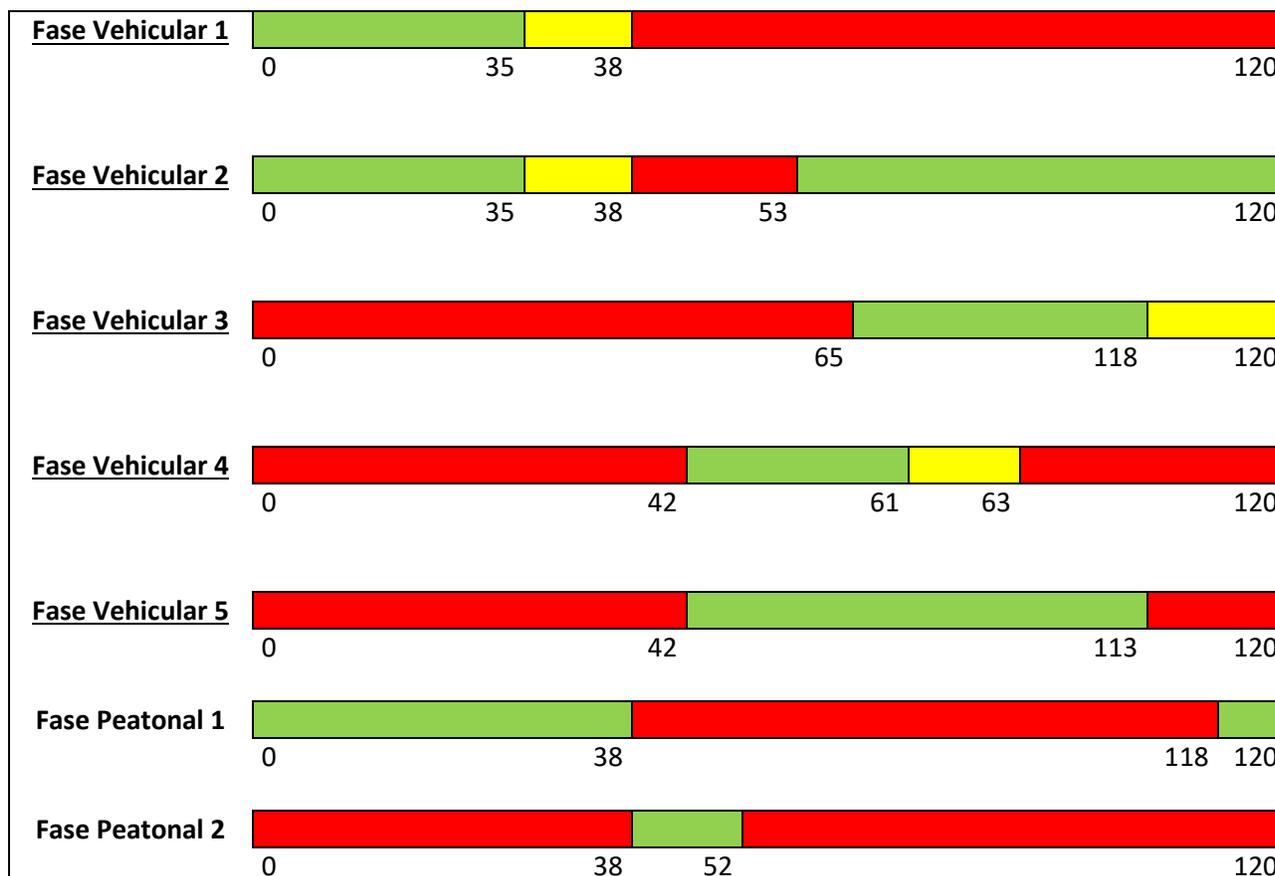




Figura 68: Diagrama de Fases vehicular y peatonal de la intersección Hospital

(Fuente: Propia)

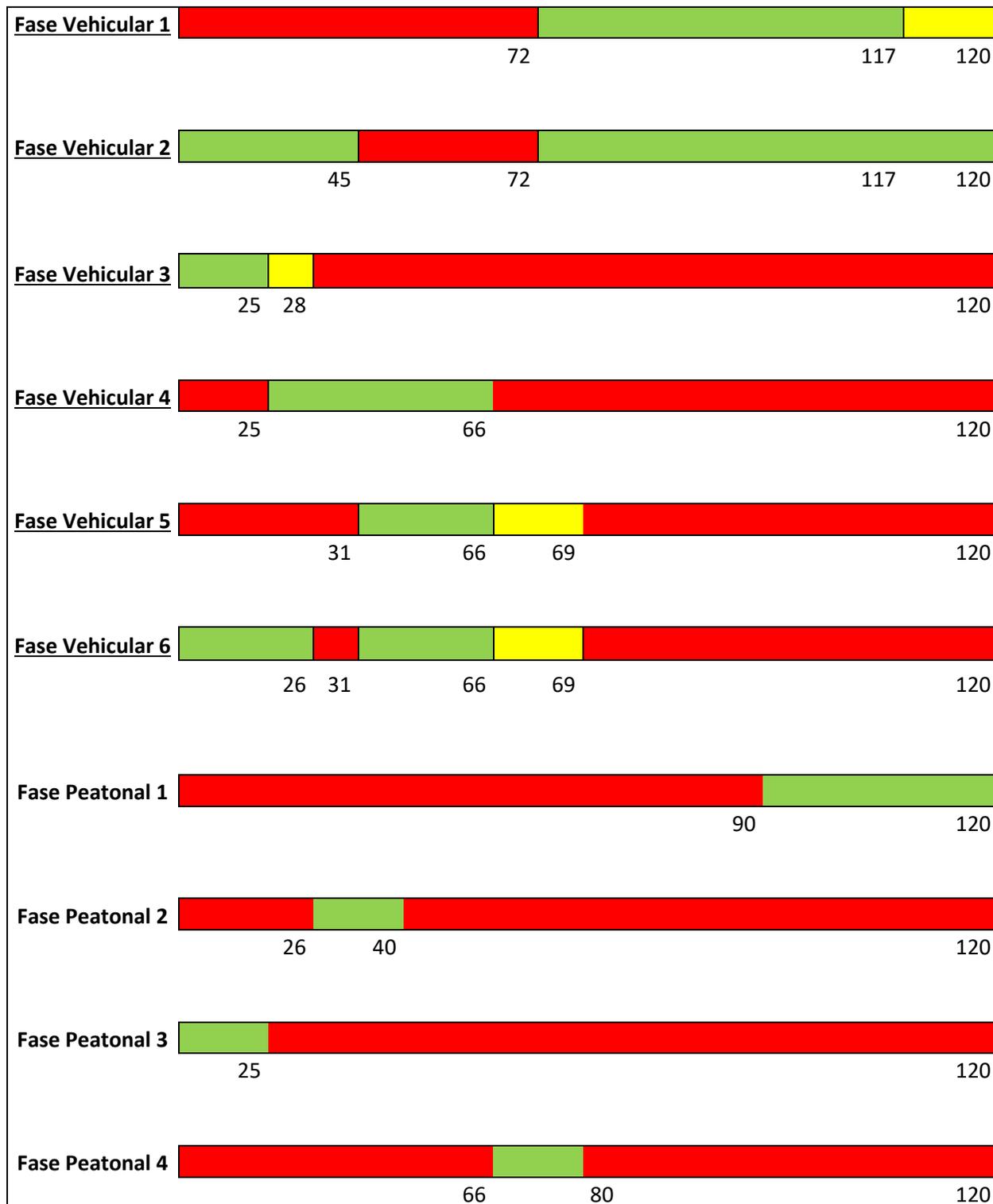
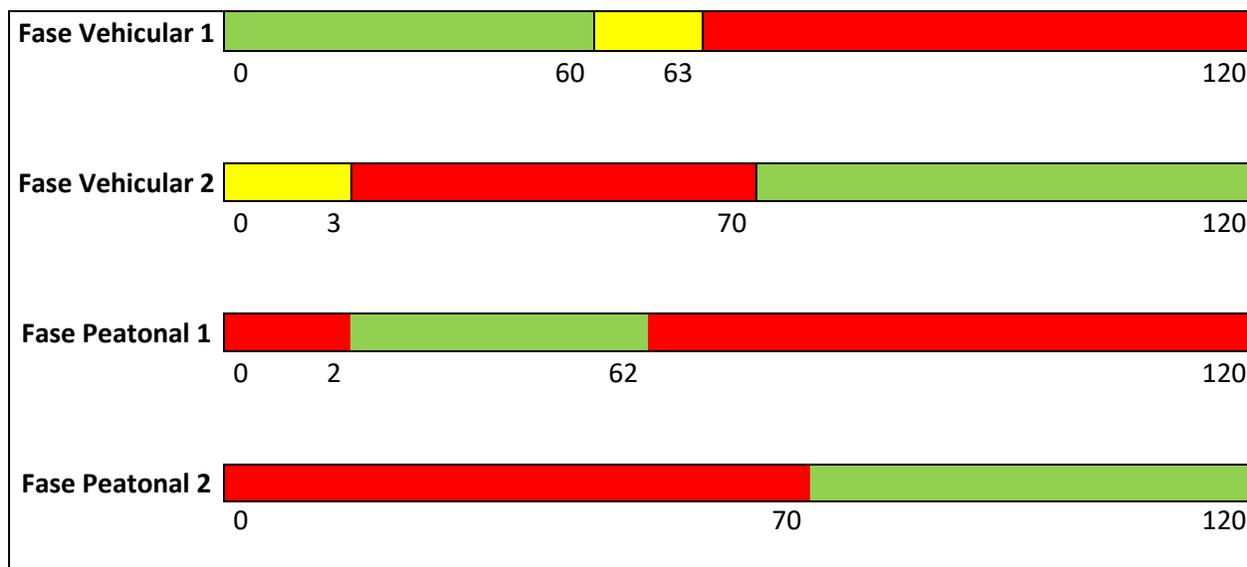


Figura 69: Diagrama de Fases vehicular y peatonal de la intersección Clorinda

(Fuente: Propia)



3.5. Procedimiento de Análisis de Datos

3.5.1. Proyección de tránsito futuro y vehículos equivalentes

Este capítulo está orientado a evaluar los flujos vehiculares, pero con las condiciones de tráfico que tendría las intersecciones en estudio en un horizonte de 20 años, es decir al 2042. Para determinar el tránsito futuro, se hizo uso de la fórmula propuesta en el Manual DG-2018.

Para el caso de la intersección 1 se observa que el mayor flujo vehicular o la hora punta es durante las 7am a 8am (tabla 26), con esta hora de análisis, se establece los valores de VHD y VHMD como se muestran en la tabla 39 y tabla 40.

Es preciso resaltar que, para el cálculo de ambos parámetros, se ha exceptuado el transporte no motorizado, pues se busca dar énfasis a los flujos vehiculares del transporte motorizado.

Nota: El enfoque de vehículos no motorizados (bicicletas) se llevará a cabo en las simulaciones, a través del software PTV Vissim en función de los aforos de ciclistas por intersección, como se detalla en el capítulo 3.5.6.

Tabla 36: VHMD para el año 2022 – Intersección 1

(Fuente: Propia)

TIPOS DE VEHICULOS	VHMD (2022)											
	ACCESO 1			ACCESO 2			ACCESO 3			ACCESO 4		
	7am - 8 am			7am - 8 am			7am - 8 am			7am - 8 am		
	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→
	1.3	1.2	1.1	2.1	2.2	2.3	3.3	3.2	3.1	4.3	4.2	4.1
MOTO LINEAL	14	29	16	20	1	4	11	48		7	3	7
AUTO	73	832	121	111	96	51	30	793	14	91	40	42
PICK UP	15	93	10	27		17	12	276	7	27	12	13
COMBI	8	14	2	13		7		21	6			10
PANEL	1	2	2	1		1	3	2	1		1	
MICRO		191	6			6		195				
BUS 2E		27			10			18			4	
BUS >3E		3						1			2	
Total de Vehiculos	111	1191	157	172	107	86	56	1354	28	125	62	72
	3521											

El manual de carreteras DG - 2018 indica que, para un diseño de alto tránsito, se determine el volumen horario de diseño y no el IMDA, lo que determina las características que debe tener el proyecto; esto es debido a que se busca evadir posibles problemas de congestión y establecer condiciones de servicio aceptables. Por ello a continuación realizamos el cálculo respectivo del VHD.

Tabla 37: Volumen de tránsito en periodos de 15 minutos – Intersección 1

(Fuente: Propia)

PERIODO 15min		Q _{5min} (veh/15min)
07:00	07:15	854
07:15	07:30	841
07:30	07:45	964
07:45	08:00	862
TOTAL		3521

Considerando periodos de 15 minutos, el número de periodos por una hora equivalen a N = 4. Se procede a calcular el FHP



$$FHP = \frac{V}{4 \times V_{15}}$$

$$FHP = \frac{3521}{4 \times 964}$$

$$FHP = 0.913$$

Una vez determinado el indicador de hora punta, procedemos a calcular el volumen horario de diseño.

$$VHD = \frac{VHMD}{FHP}$$

$$VHD = \frac{3521}{0.913}$$

$$VHD = 3856 \frac{veh}{hr}$$

Tabla 38: VHD para el año 2022 – Intersección 1

(Fuente: Propia)

TIPOS DE VEHICULOS	VHD (2022)											
	ACCESO 1			ACCESO 2			ACCESO 3			ACCESO 4		
	7am - 8 am			7am - 8 am			7am - 8 am			7am - 8 am		
	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→
	1.3	1.2	1.1	2.1	2.2	2.3	3.3	3.2	3.1	4.3	4.2	4.1
MOTO LINEAL	15	32	18	22	1	4	12	53		8	3	8
AUTO	80	911	133	122	105	56	33	868	15	100	44	46
PICK UP	16	102	11	30		19	13	302	8	30	13	14
COMBI	9	15	2	14		8		23	7			11
PANEL	1	2	2	1		1	3	2	1		1	
MICRO		209	7			7		214				
BUS 2E		30			11			20			4	
BUS >3E		3						1			2	
Total de Vehiculos	122	1304	172	188	117	94	61	1483	31	137	68	79
	3856											

Se emplea un periodo de diseño de 20 años, acorde con el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016), por lo que a los datos de las tablas 38 y 39, se les aplica la Ec. 3, bajo un margen de crecimiento 3.23 % para vehículos pesados y 0.87 % para livianos (según INEI y OPMI respectivamente)



Los valores obtenidos de VHMD y VHD para el 2042 se detallan en la Tabla 39 y Tabla 40, respectivamente.

Tabla 39: VHMD para el año de diseño (2042) – Intersección 1

(Fuente: Propia)

TIPOS DE VEHICULOS	VHMD (2042)											
	ACCESO 1			ACCESO 2			ACCESO 3			ACCESO 4		
	7am - 8 am			7am - 8 am			7am - 8 am			7am - 8 am		
	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→
	1.3	1.2	1.1	2.1	2.2	2.3	3.3	3.2	3.1	4.3	4.2	4.1
MOTO LINEAL	17	34	19	24	1	5	13	57		8	4	8
AUTO	87	989	144	132	114	61	36	943	17	108	48	50
PICK UP	18	111	12	32		20	14	328	8	32	14	15
COMBI	10	17	2	15		8		25	7			12
PANEL	1	2	2	1		1	4	2	1		1	
MICRO		227	7			7		232				
BUS 2E		51			19			34			8	
BUS >3E		6						2			4	
Total de Vehiculos	133	1437	186	204	134	102	67	1623	33	148	79	85
	4231											

Tabla 40: VHD para el año de diseño (2042) – Intersección 1

(Fuente: Propia)

TIPOS DE VEHICULOS	VHD (2042)											
	ACCESO 1			ACCESO 2			ACCESO 3			ACCESO 4		
	7am - 8 am			7am - 8 am			7am - 8 am			7am - 8 am		
	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→	←	↑	→
	1.3	1.2	1.1	2.1	2.2	2.3	3.3	3.2	3.1	4.3	4.2	4.1
MOTO LINEAL	18	38	21	26	1	5	14	63		10	4	10
AUTO	95	1083	158	145	125	67	39	1032	18	119	52	55
PICK UP	19	121	13	36		23	15	359	10	36	15	17
COMBI	11	18	2	17		10		27	8			13
PANEL	1	2	2	1		1	4	2	1		1	
MICRO		249	8			8		254				
BUS 2E		57			21			38			8	
BUS >3E		6						2			4	
Total de Vehiculos	144	1574	204	225	147	114	72	1777	37	165	84	95
	4638											



Tabla 41: Valores de Unidad vehicular equivalente en la ciudad de Cusco

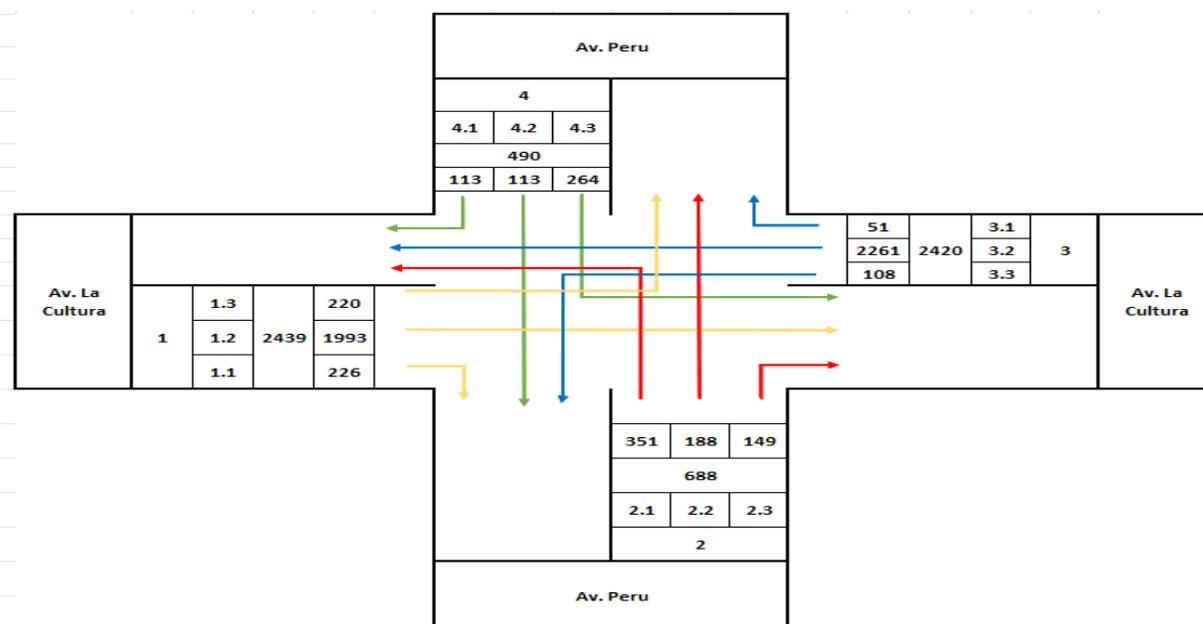
Nota: Adaptado de la Municipalidad Provincial de Cusco 2021

FACTOR VEHICULO O UVE	
Moto Lineal	0.30
Auto	1.00
Camioneta	1.50
Combi	1.50
Panel	1.50
Microbús	2.00
Camión 2E	3.00
Camión 3E	3.00
Giro a la derecha	1.1
Giro a la izquierda protegido	1.1
Giro a la izquierda permitido	1.5

Posteriormente, se unifica los datos anteriores pasándolos a unidades vehiculares equivalentes (según la Tabla 41), este cálculo depende del tipo de vehículo en estudio y las condiciones de giros en la intersección o por infraestructura (caso de giros protegidos), los resultados se muestran a continuación:

Figura 70: Diagrama de Flujo para diseño (2042) de la Intersección 1

(Fuente: Propia)





Estos diagramas de flujo nos servirán para alimentar al software VISSIM (Detallado en el capítulo 3.5.6.)

A continuación, se realiza el mismo procedimiento (proyección de tránsito futuro) y correcciones (vehículos equivalentes) a todas las intersecciones en estudio, estos cálculos no se detallan a fin de que no sea muy tedioso para el lector.

Las figuras a continuación representan el tráfico vehicular de diseño en un horizonte de 20 años, al igual que la intersección 1 se estima el aforo con las tasas de crecimiento para vehículo liviano y pesado, obteniendo los siguientes diagramas de flujo:

Figura 71: Diagrama de Flujo para diseño (2042) de la Intersección 2

(Fuente: Propia)

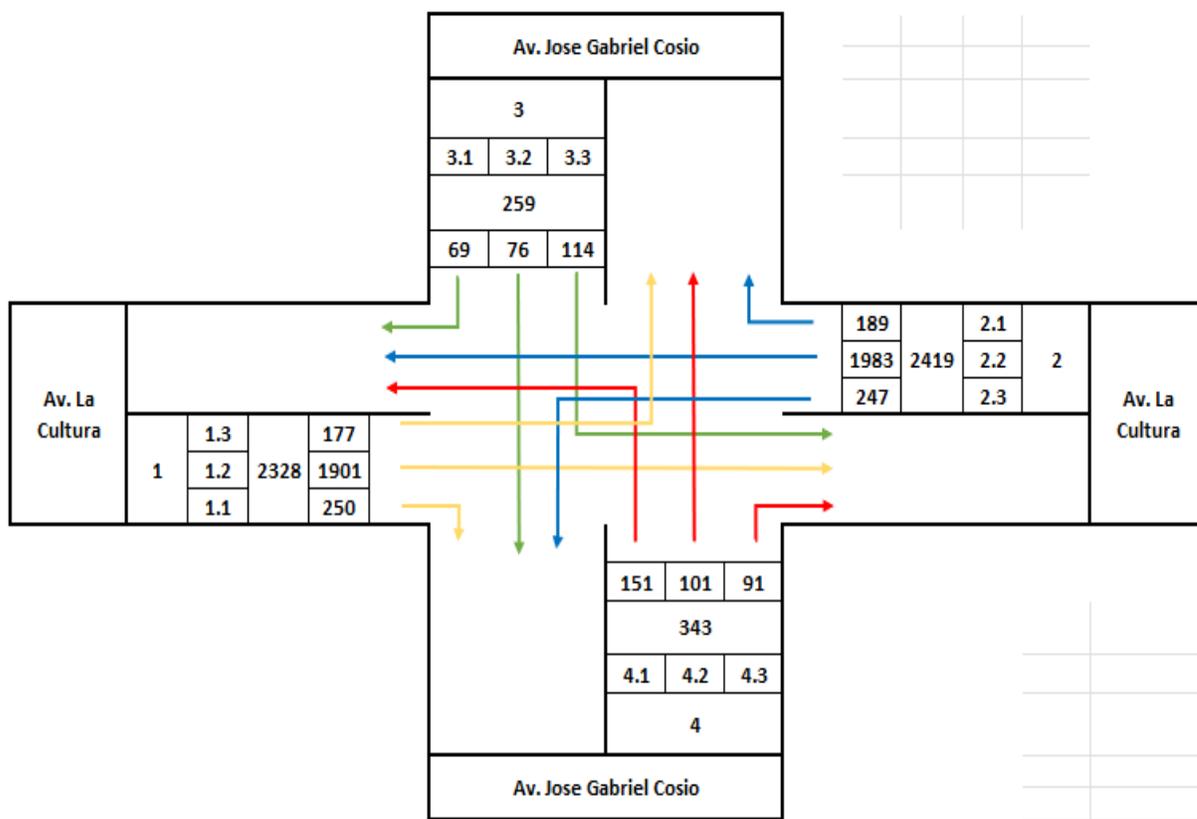




Figura 72: Diagrama de Flujo para diseño (2042) de la Intersección 3

(Fuente: Propia)

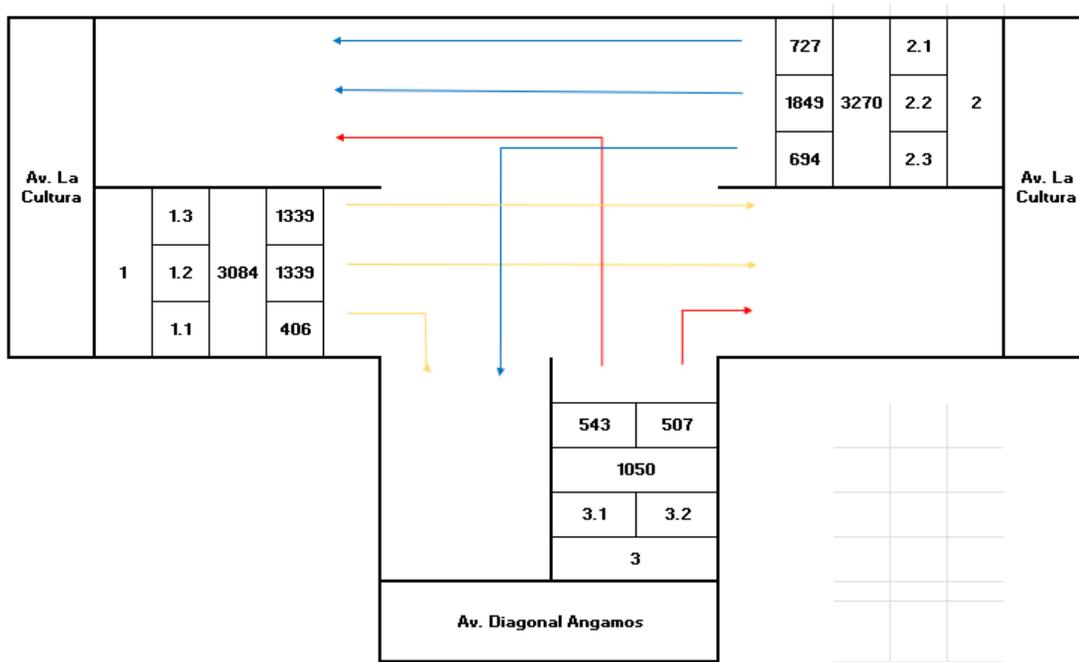


Figura 73: Diagrama de Flujo para diseño (2042) de la Intersección 4

(Fuente: Propia)

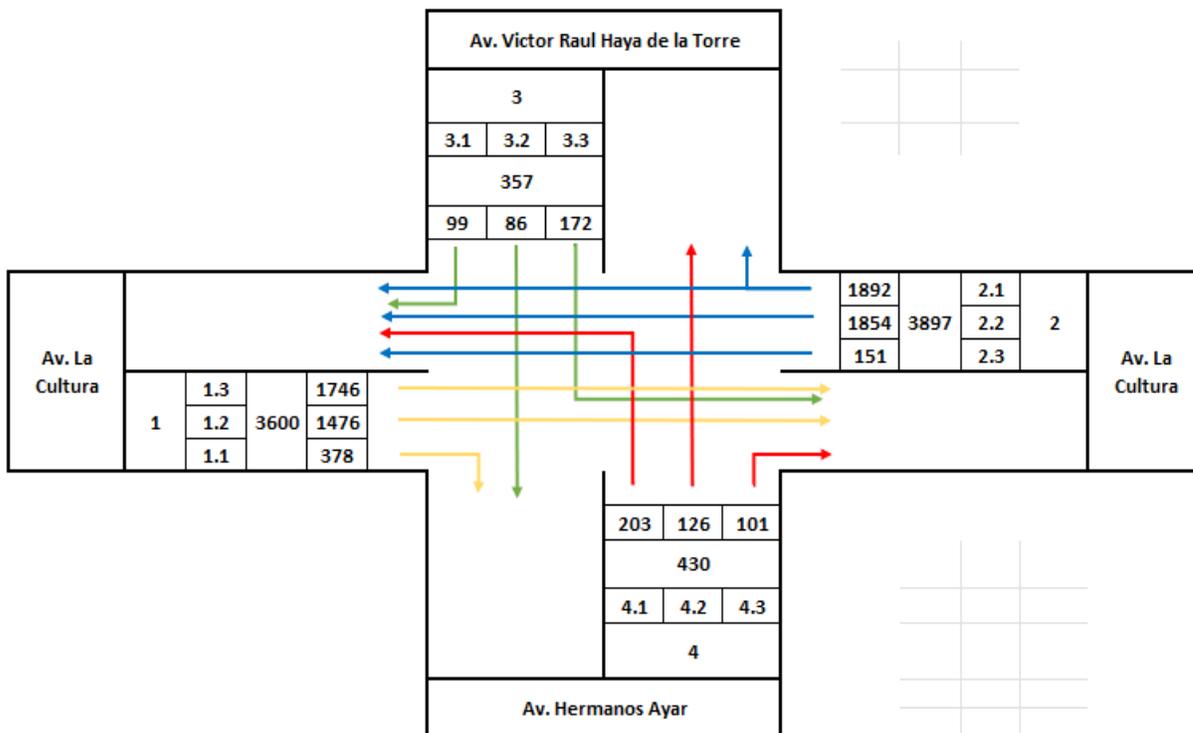
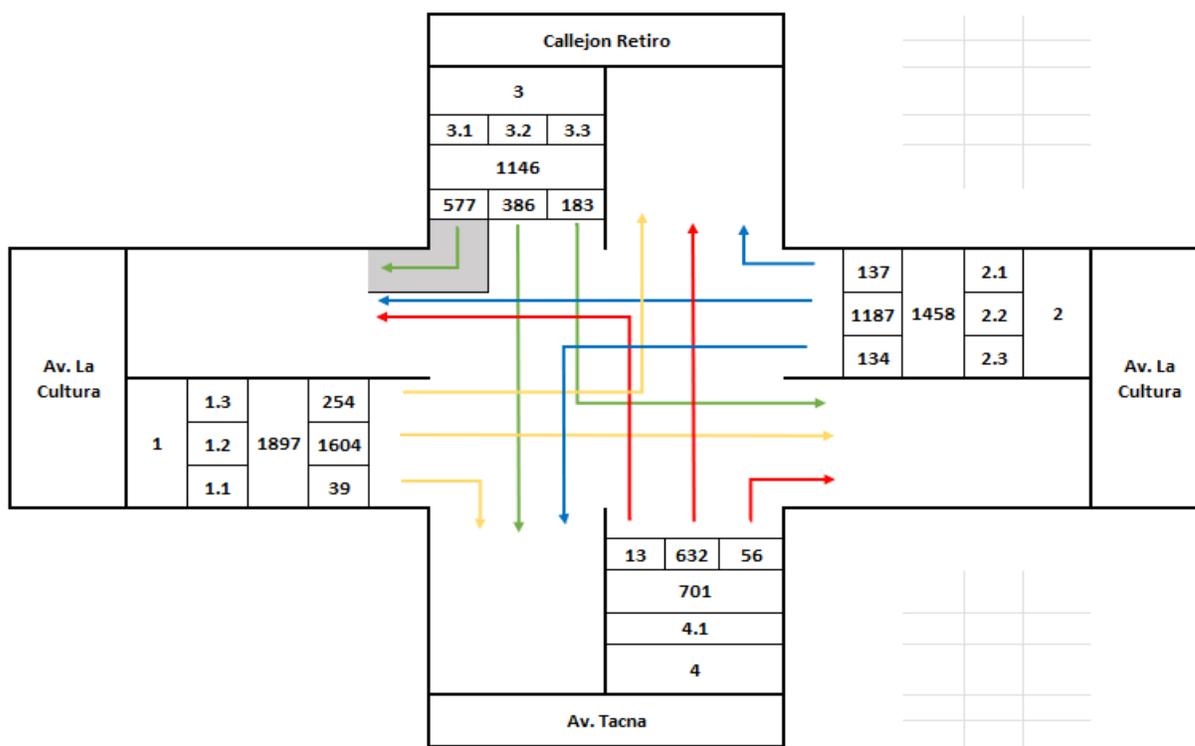


Figura 74: Diagrama de Flujo para diseño (2042) de la Intersección 5

(Fuente: Propia)



3.5.2. Proyecciones peatonales

En las siguientes tablas (42 a 46), se muestra el volumen peatonal máximo por intersección, siguiendo el procedimiento de la Ec.4 con un factor de crecimiento poblacional en Cusco de 2.6% (INEI - 2017) obtenemos el número de peatones para el año de diseño.

Para el conteo de las 5 intersección existen 2 estaciones conteo ubicados en las esquinas II y IV respectivamente.

El mismo procedimiento se realizó para todas las intersecciones en estudio, como se muestra a continuación:



Tabla 42: Diagrama de Flujo peatonal (2042) de la Intersección 1

(Fuente: Propia)

VOLUMEN PEATONAL 2022 (6:45am-7:45am)				
Esquina	I	II	III	IV
I		219		
II	234		201	
III		319		191
IV			146	
VOLUMEN PEATONAL 2042 (6:45am-7:45am)				
Esquina	I	II	III	IV
I		366		
II	391		336	
III		533		319
IV			244	

Tabla 43: Diagrama de Flujo peatonal (2042) de la Intersección 2

(Fuente: Propia)

VOLUMEN PEATONAL 2022 (6:45am-7:45am)				
Esquina	I	II	III	IV
I		185		203
II	172		113	
III		143		189
IV	279		246	
VOLUMEN PEATONAL 2042 (6:45am-7:45am)				
Esquina	I	II	III	IV
I		309		339
II	287		189	
III		239		316
IV	466		411	

Tabla 44: Diagrama de Flujo peatonal (2042) de la Intersección 3

(Fuente: Propia)

VOLUMEN PEATONAL 2022 (12:45pm - 01:45pm)				
Esquina	I	II	III	IV
I		112		
II	108		365	
III		220		165
IV			150	
VOLUMEN PEATONAL 2022 (12:45pm - 01:45pm)				
Esquina	I	II	III	IV
I		187		
II	180		610	
III		368		276
IV			251	



Tabla 45: Diagrama de Flujo peatonal (2042) de la Intersección 4

(Fuente: Propia)

VOLUMEN PEATONAL 2022 (12:45pm - 01:45pm)				
Esquina	I	II	III	IV
I		260		364
II	263		375	
III		345		320
IV	330		472	
VOLUMEN PEATONAL 2022 (12:45pm - 01:45pm)				
Esquina	I	II	III	IV
I		434		608
II	439		627	
III		576		535
IV	551		789	

Tabla 46: Diagrama de Flujo peatonal (2042) de la Intersección 5

(Fuente: Propia)

VOLUMEN PEATONAL 2022 (6:45am-7:45am)				
Esquina	I	II	III	IV
I		233		375
II	287		311	
III		319		206
IV	275		274	
VOLUMEN PEATONAL 2022 (6:45am-7:45am)				
Esquina	I	II	III	IV
I		389		627
II	480		520	
III		533		344
IV	459		458	

3.5.3. Diseño geométrico de la ciclovía por tramos.

Para el diseño de la ciclovía, en la avenida La Cultura, fue necesario cumplir con los requisitos: seguridad, directividad, coherencia, comodidad y atractividad (Crow, 2011), y tener en cuenta los criterios de dimensionamiento: ancho de vía, velocidad de diseño y la pendiente.

En la presente investigación, los cortes y elevaciones de los diferentes tramos de la ciclovía mostrados en este capítulo fueron diseñados con “Streetmix”, una aplicación de diseño de



calles y avenidas; mientras que las simulaciones fueron desarrolladas con “PTV Vissim”, un programa que permite la visualización del comportamiento del tránsito vehicular con la ciclovía en 3D.

3.5.3.1. Clasificación de la avenida la Cultura.

Es importante conocer la clasificación de la vía en estudio pues permite determinar el tipo de ciclovía que puede albergar. Para la clasificación de la avenida de la Cultura, se consideraron tres aspectos:

- Por su función: es una avenida primaria que conecta de forma directa distintas zonas de la ciudad.
- Por la forma: vías asfaltadas, con tres carriles de 3.60 m de ancho en promedio, cada vía.
- Por el uso: tiene un alto flujo vehicular y lo transitan vehículos livianos, comerciales y ómnibus. La velocidad máxima es de 50 km/h para avenidas, según el Decreto Supremo N°025 (MTC, 2021). Tomando en cuenta la base teórica y las características de la avenida La Cultura, se concluye que es una vía arterial, y por ello mismo se recomienda una ciclovía segregada.

3.5.3.2. Diseño y Dimensionamiento de Ciclovía

Siendo el tramo en estudio una vía arterial y al tener una velocidad máxima permitida de 50 km/h., se propone el diseño de la ciclovía en base a la existente, además de una propuesta de una nueva ciclovía modificando la geometría actual, con el fin de analizar y evaluar el diseño y/o infraestructura de ambos escenarios siendo:

Escenario 1: Ciclovías unidireccionales ubicada en la posición central (Ciclovía Existente)

Figura 75: Ciclovías unidireccionales ubicada en la posición central

(Fuente: streetmix.net)



Escenario 2: Ciclovías unidireccionales ubicado a la derecha de vía en ambos sentidos.

Figura 76: Ciclovías unidireccionales ubicado a la derecha de vía en ambos sentidos.

(Fuente: streetmix.net)



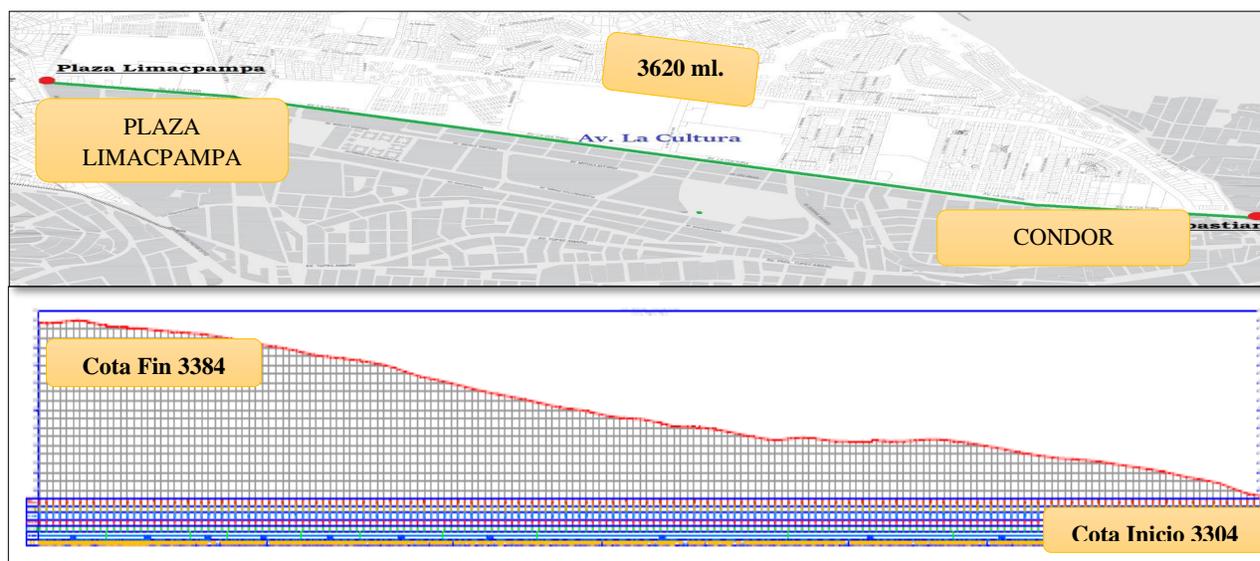
El diseño de una ciclovía debe tener en cuenta la velocidad del ciclista, el espaciamiento y la ubicación de la ciclovía. La velocidad del ciclista depende de la pendiente, a mayor pendiente en descenso se adquieren mayores velocidades, mientras que a mayor pendiente en ascenso disminuirá la velocidad (Municipalidad de Lima, 2017).

Para determinar el espaciamiento y la ubicación de la ciclovía propuesta se siguieron los siguientes pasos:

- Medir las dimensiones de la sección transversal de la vía, incluyendo veredas, este procedimiento fue realizado con el levantamiento topográfico.
- Redistribuir la sección vial basados en los siguientes criterios:
 - Ubicación de la infraestructura vial en la calzada: Teniendo en considerando los aspectos mencionados en la tabla 3 que propone la dimensión de la ciclovía según ancho libre y la tabla 4 que recomienda el tipo de infraestructura según la velocidad/volumen.

Figura 77: Distancia y Sección Longitudinal de Ciclovía propuesta

(Fuente: Propia)



- Pendiente y velocidad permitida: Para que se considere una zona plana, la pendiente no debe ser mayor al 3%. En la zona de estudio, no hay pendientes superiores al 3%, a excepción de casos excepcionales donde llega a 4% de pendiente, sin embargo, la longitud no supera los 120 metros, por ello se considera una topografía plana.
- Anchos mínimos recomendado: El ancho de la vía se obtiene de la tabla 3 donde indica las dimensiones estándar de ancho libre para la ciclovía, siendo 1.60 m el mínimo para una ciclovía.



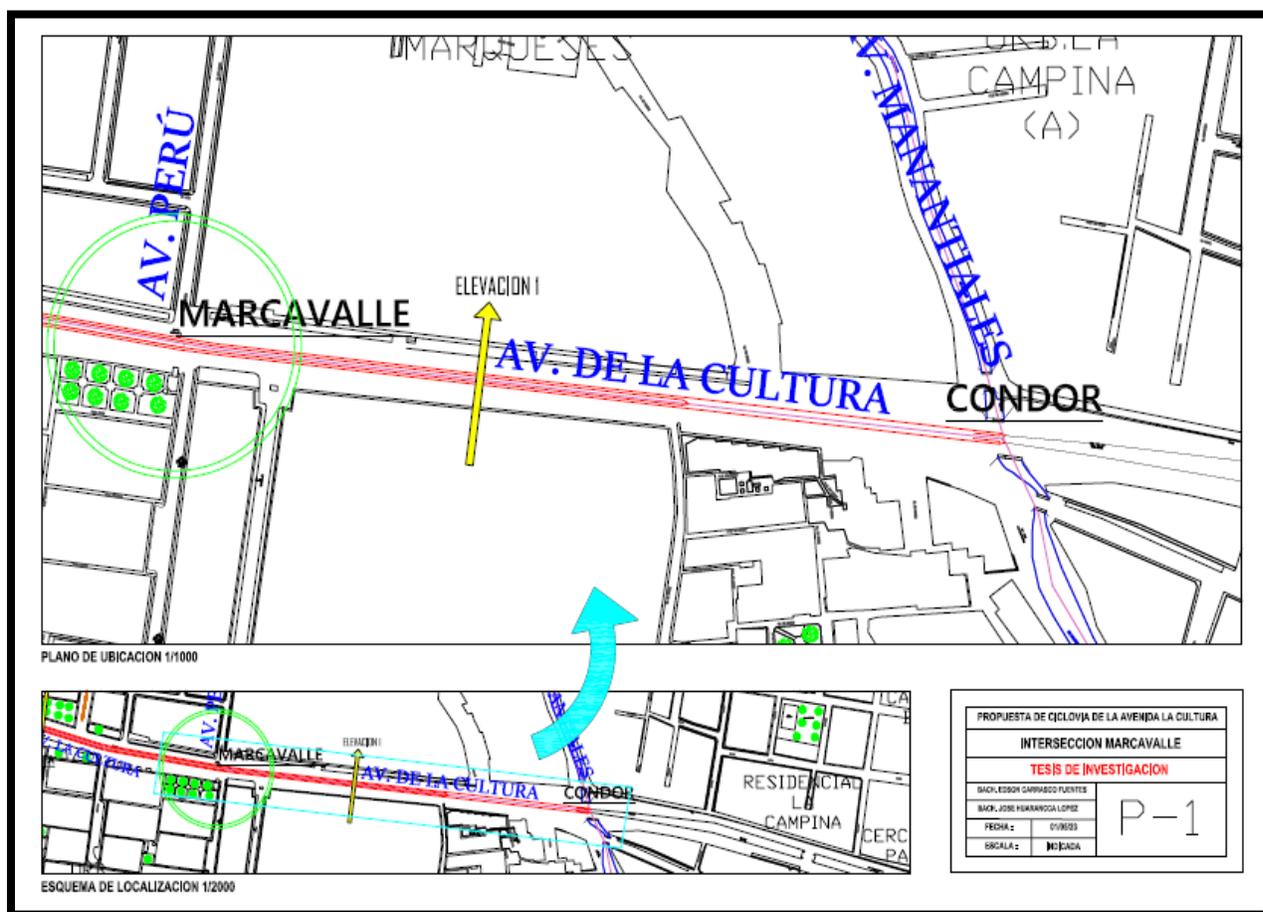
Para redistribuir las dimensiones de la vía e incorporar el ancho de la ciclovía se ha usado la aplicación Streetmix, necesitando para ello las dimensiones transversales de la avenida La Cultura detalladas en el capítulo 3.4.2. donde se identificaron cinco secciones típicas.

a) Tramo 1 Intersección Marcavalle

Representa el tramo longitudinal ubicado en la avenida La Cultura entre las intersecciones con las avenidas La Cultura y Perú (ver figura 78).

Figura 78: Ciclovías unidireccionales por sentido ubicada en berma central (Marcavalle)

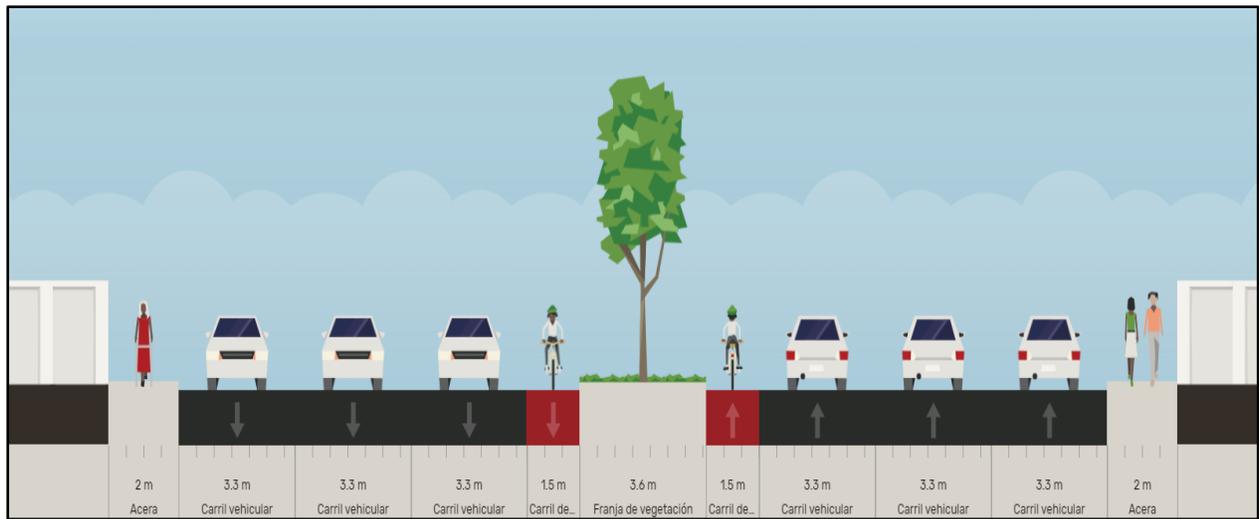
(Fuente: Propia)



En este tramo existen 2 calzadas con 3 carriles de 3.30m de ancho en promedio cada uno, así como también una ciclovía en unidireccional en posición central. La vía cuenta con un separador central de 3.60m (ver figura 79).

Figura 79: Sección Transversal Actual (Elevación 1) de la Intersección Marcavalle

(Fuente: Propia - streetmix.net)



Para este tramo se tienen 2 propuestas, la **primera** es ubicar las ciclovías unidireccionales a la derecha de vía en ambos sentidos y la **segunda** modificar las dimensiones de la berma central, proponiendo una ciclovía bidireccional de 3.0m de ancho, de confinamiento de 1.8m para ambos extremos, cabe resaltar que se deben mover los postes de red eléctrica y el arbolado de este tramo.

Figura 80: Propuesta 1 – Sección Transversal de la Intersección Marcavalle

(Fuente: Propia - streetmix.net)

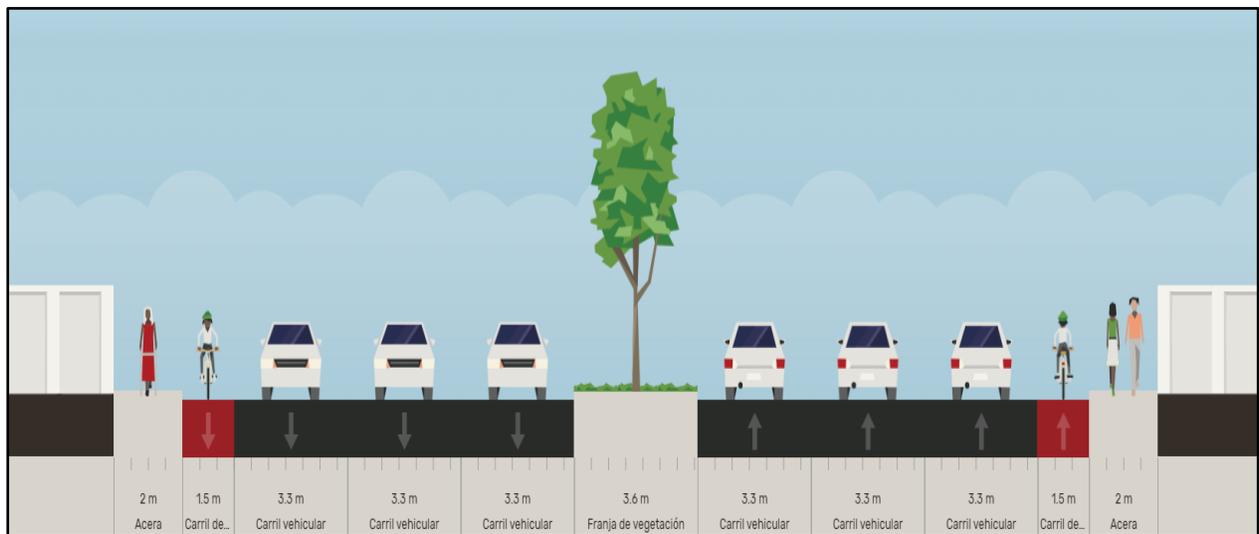
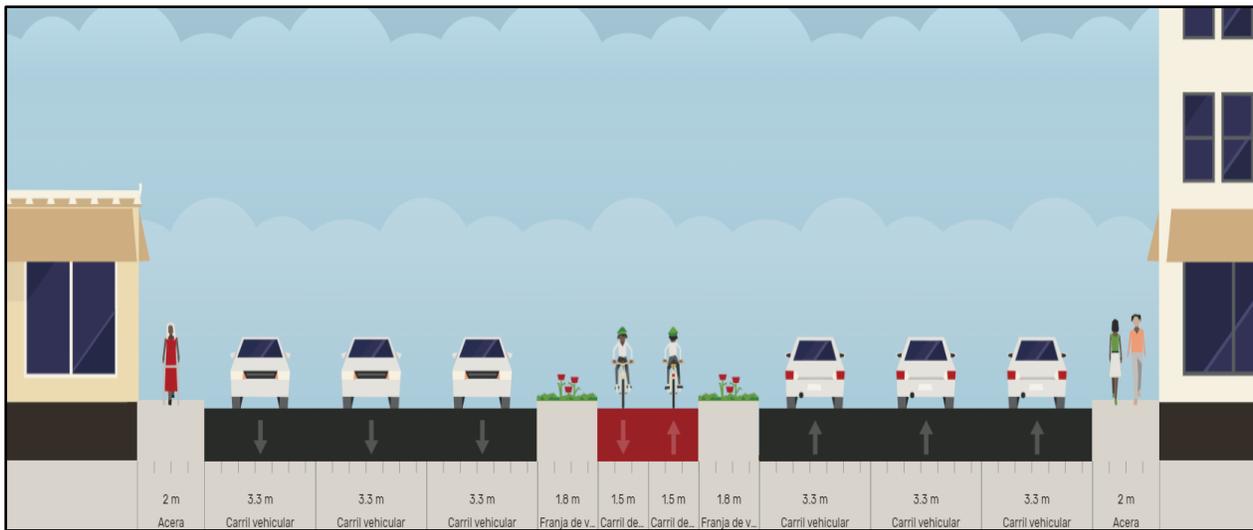


Figura 81: Propuesta 2 – Sección Transversal de la Intersección Marcavalle

(Fuente: Propia - streetmix.net)

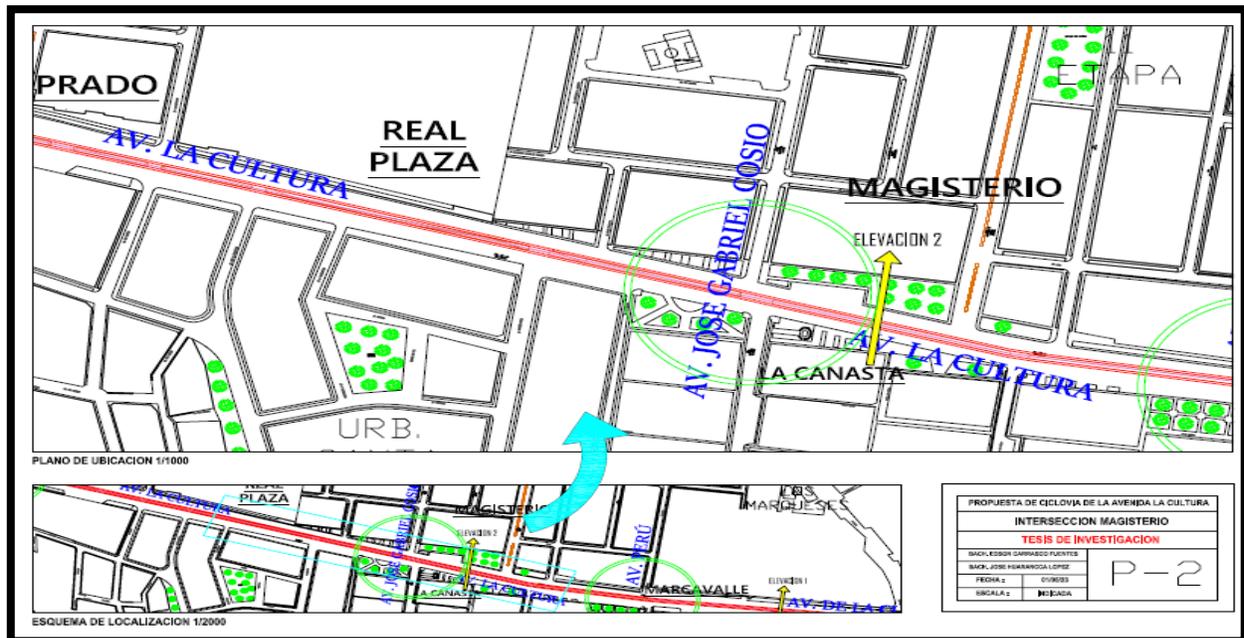


b) Tramo 2 Intersección Magisterio

Representa el tramo longitudinal ubicado en la avenida La Cultura entre las intersecciones con las avenidas La Cultura y Perú (ver figura 82).

Figura 82: Ciclovías unidireccionales por sentido ubicada en berma central (Magisterio)

(Fuente: Propia)



En este tramo existen 2 calzadas con 3 carriles de 3.10m de ancho en promedio cada uno. La vía cuenta con un separador central de 3.60m (ver figura 83).

Figura 83: Sección Transversal (Elevación 2) de la Intersección Magisterio

(Fuente: Propia - streetmix.net)



Para este tramo se tienen 2 propuestas, la **primera** es ubicar las ciclovías unidireccionales a la derecha de vía en ambos sentidos y la **segunda** modificar las dimensiones de la berma central, proponiendo una ciclovía bidireccional de 3.0m de ancho, de confinamiento de 1.8m para ambos extremos, cabe resaltar que se deben mover los postes de red eléctrica y el arbolado de este tramo.

Figura 84: Propuesta 1 – Sección Transversal de la Intersección Magisterio

(Fuente: Propia - streetmix.net)

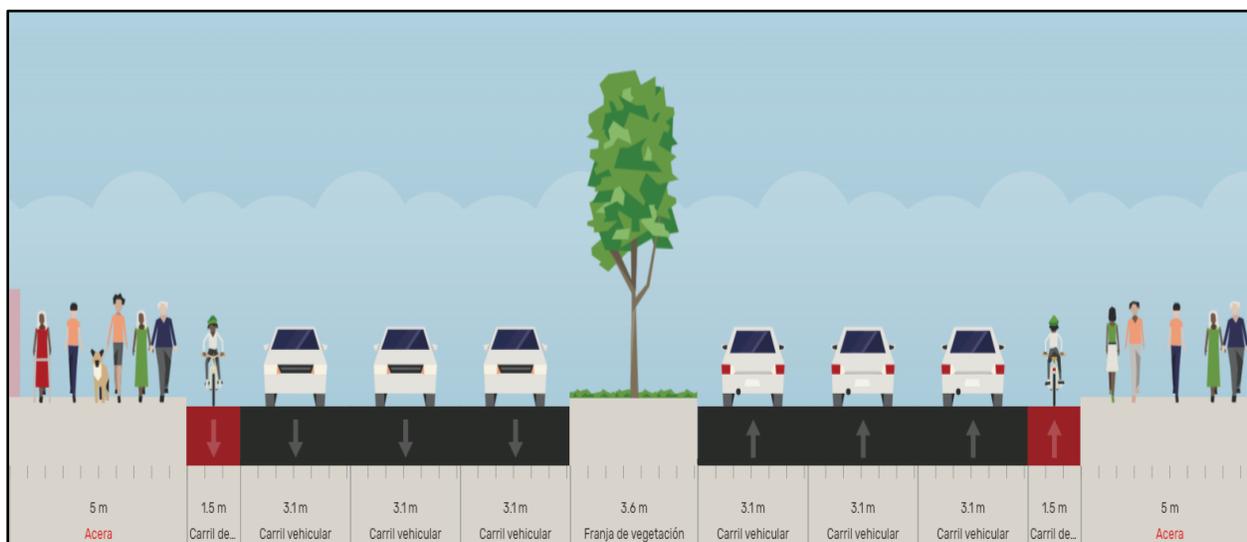
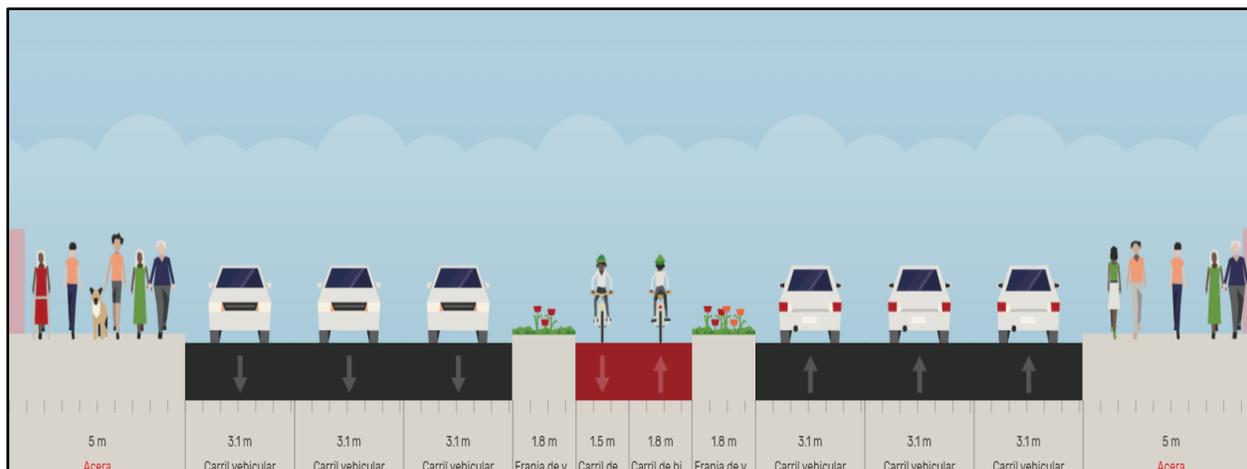


Figura 85: Propuesta 2 – Sección Transversal de la Intersección Magisterio

(Fuente: Propia - streetmix.net)

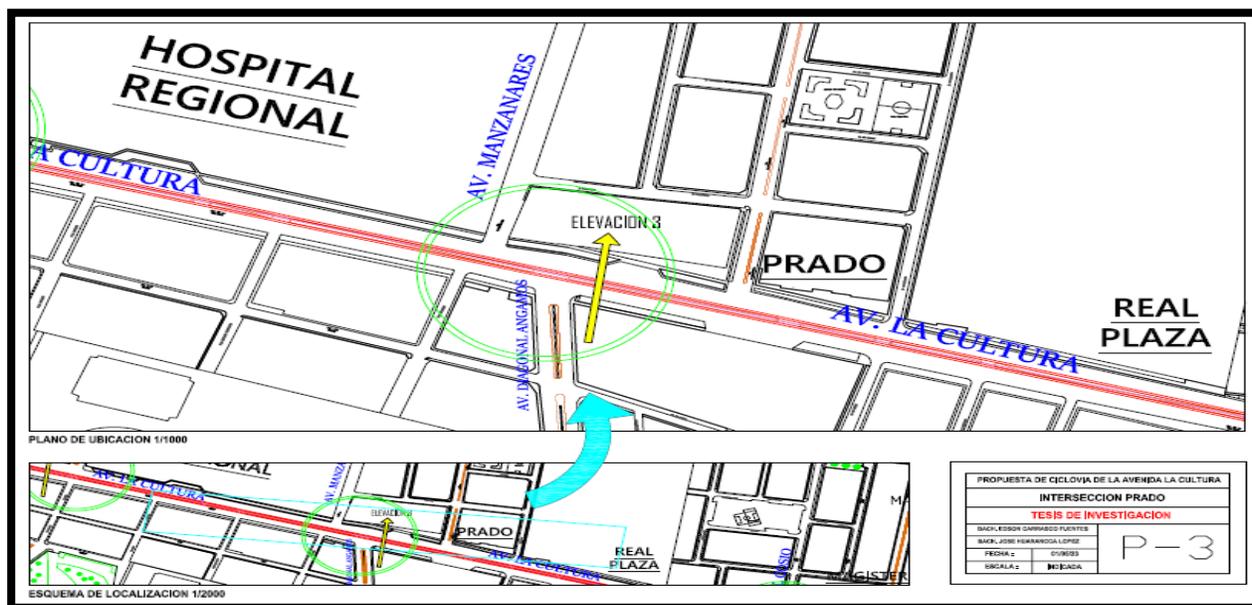


c) **Tramo 3 Intersección Prado**

Representa el tramo longitudinal ubicado en la avenida La Cultura entre las intersecciones con las avenidas La Cultura y Perú (ver figura 86).

Figura 86: Ciclovías unidireccionales por sentido ubicada en berma central (Prado)

(Fuente: Propia)



En este tramo existen 2 calzadas con 3 carriles de 3.5m de ancho en la calzada de E-O y 3 carriles de 3.5m en la calzada de O-E siendo uno de ellos exclusivo para giros a la izquierda en dirección a la av. Diagonal Angamos. La vía cuenta con separador central de 3.80m (ver figura 87)

Figura 87: Sección Transversal (Elevación 1) de la Intersección Prado

(Fuente: Propia - streetmix.net)



Para este tramo se tienen 2 propuestas, la **primera** es ubicar las ciclovías unidireccionales a la derecha de vía en ambos sentidos con 1.6m de ancho y la **segunda** modificar las dimensiones de la berma central, proponiendo una ciclovía bidireccional de 3.2m de ancho, con confinamiento de 1.9m para ambos extremos, cabe resaltar que se deben mover los postes de red eléctrico, semáforos y el arbolado de este tramo.

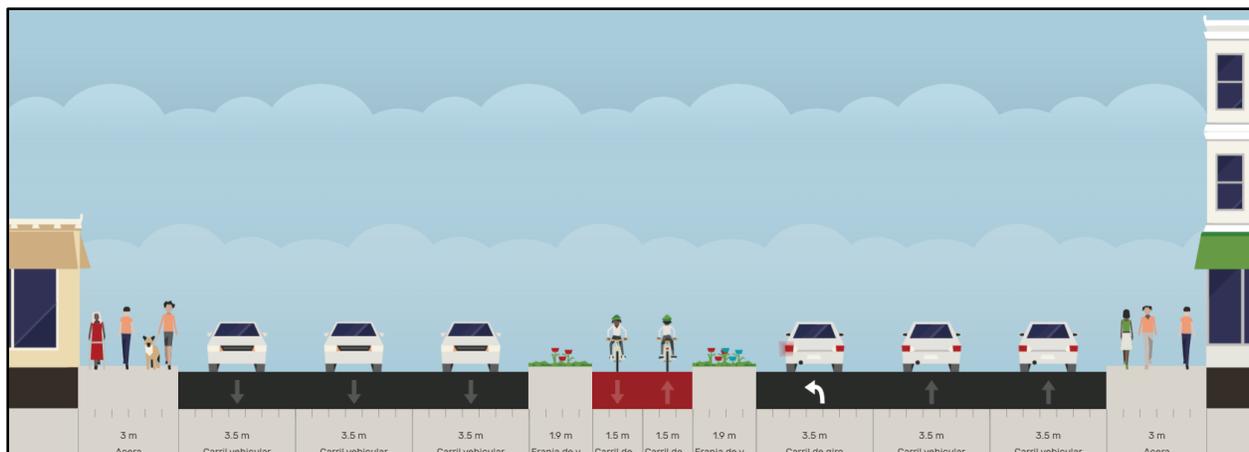
Figura 88: Propuesta 1 – Sección Transversal de la Intersección Prado

(Fuente: Propia - streetmix.net)



Figura 89: Propuesta 2 – Sección Transversal de la Intersección Prado

(Fuente: Propia - streetmix.net)

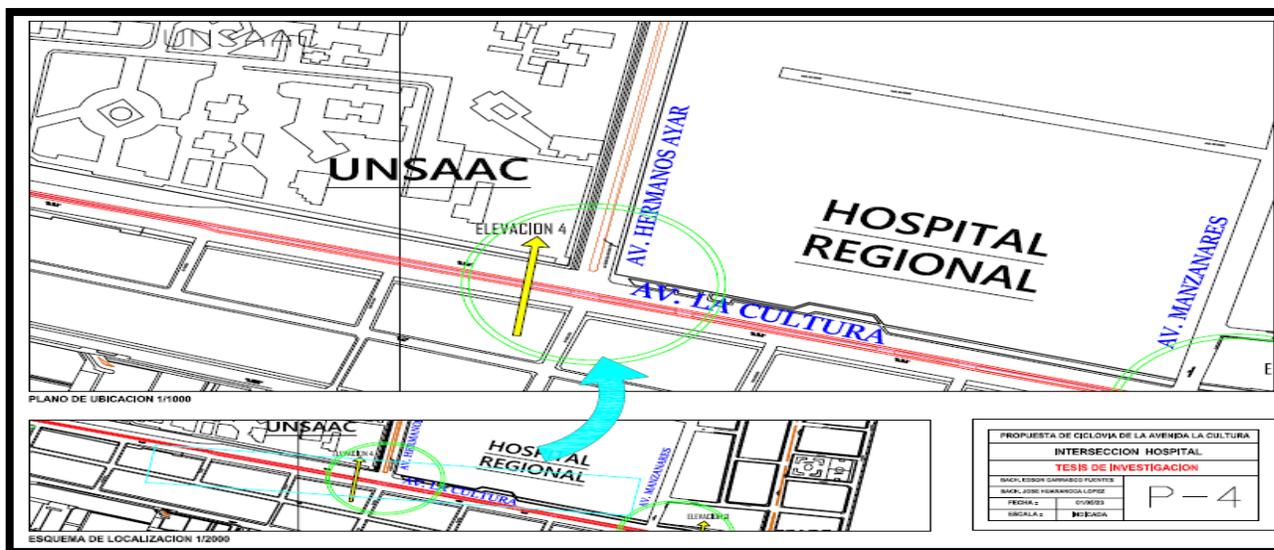


d) Tramo 4 Intersección Hospital

Representa el tramo longitudinal ubicado en la avenida La Cultura entre las intersecciones con las avenidas La Cultura y Hermanos Ayar y Víctor Raúl H. T. (ver figura 90).

Figura 90: Ciclovías unidireccionales por sentido ubicada en berma central (Hospital Regional)

(Fuente: Propia)



En este tramo existen 2 calzadas con 3 carriles de 3.5 de ancho en la calzada y un carril exclusivo de 3.2m para giro derecha de E – O en dirección a la Av. Hermanos Ayar y 3 carriles de 3.5m en la calzada de O-E siendo uno de ellos carril exclusivo para giro derecha en dirección a la Av. Víctor Raúl Haya de la Torre. La vía cuenta con un separador central de 3.50m (ver figura 91).

Figura 91: Sección Transversal (Elevación 1) de la Intersección Hospital

(Fuente: Propia - streetmix.net)



Para este tramo se tienen 2 propuestas, la **primera** es ubicar las ciclovías unidireccionales a la derecha de vía en ambos sentidos y la **segunda** modificar las dimensiones de la berma central, proponiendo una ciclovía bidireccional de 3.0m de ancho, de confinamiento de 1.75m para ambos extremos, cabe resaltar que se deben mover los postes de red eléctrico, semáforos y el arbolado de este tramo.

Figura 92: Propuesta 1 – Sección Transversal de la Intersección Hospital

(Fuente: Propia - streetmix.net)



Figura 93: Propuesta 2 – Sección Transversal de la Intersección Hospital

(Fuente: Propia - streetmix.net)

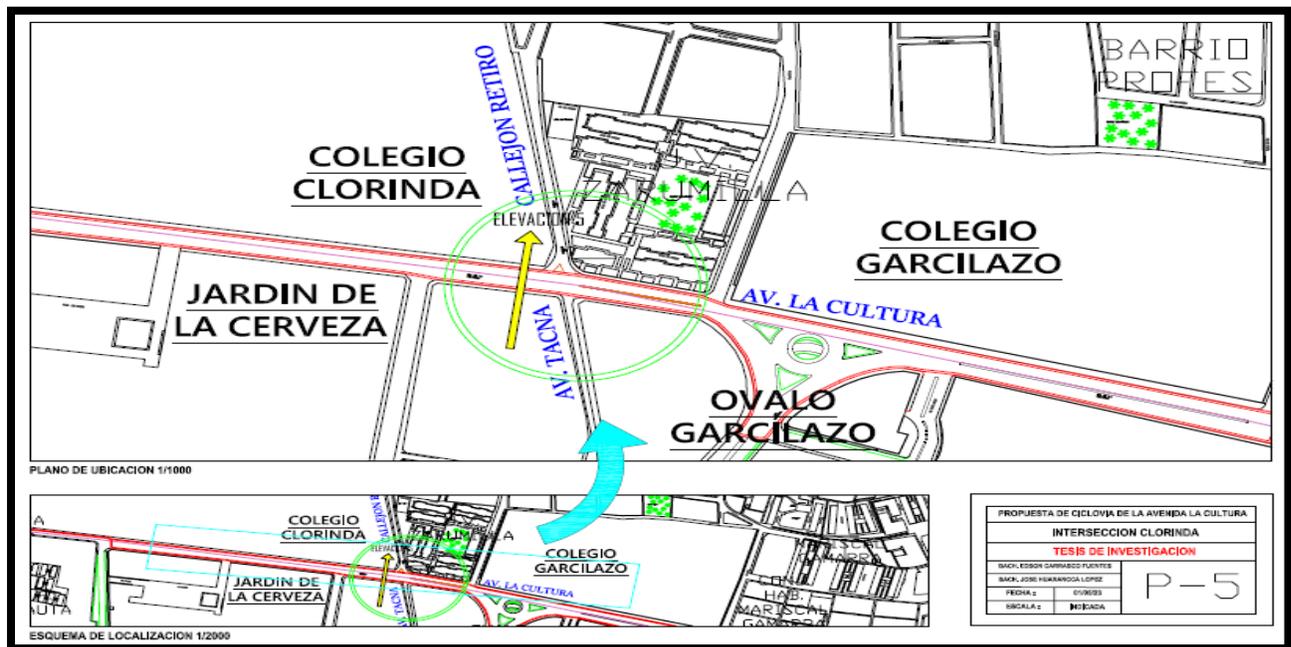


e) Tramo 5 Intersección Clorinda

Representa el tramo longitudinal ubicado en la avenida La Cultura entre las intersecciones con las avenidas La Cultura y Tacna y el Callejón Retiro (ver figura 94).

Figura 94: Ciclovías unidireccionales ubicado a la derecha de vía en ambos sentidos (Clorinda)

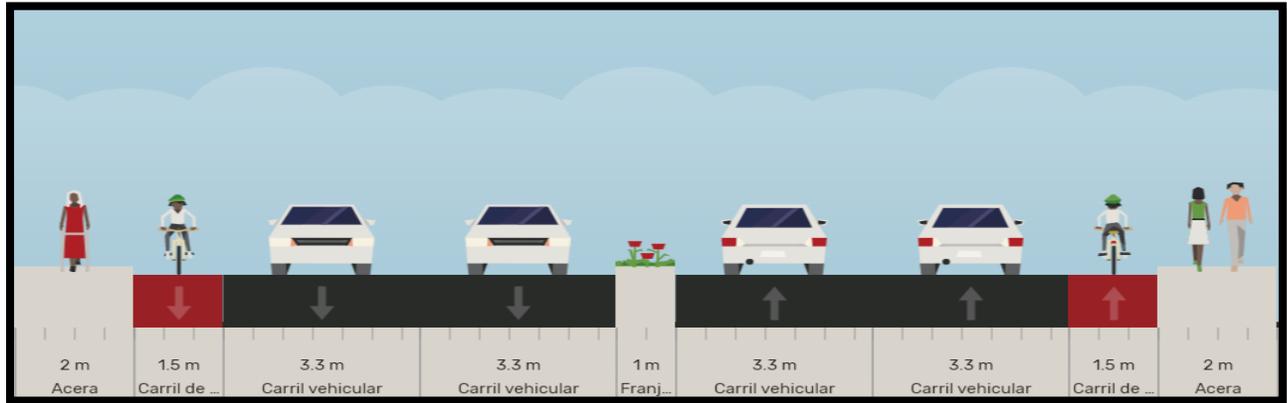
(Fuente: Propia)



En este tramo existen 2 calzadas con 2 carriles de 3.30m de ancho en la calzada. La vía cuenta con un separador central de 1.00m (ver figura 95)

Figura 95: Sección Transversal (Elevación 1) de la Intersección Clorinda

(Fuente: Propia - streetmix.net)



Para este tramo se tienen 2 propuestas, la **primera** es mantener la ubicación de la ciclovía existente y segregarla o protegerla con un separador de concreto, la **segunda** modificar las dimensiones de la berma central, proponiendo una ciclovía bidireccional de 3m de ancho, de confinamiento de 0.70m para ambos extremos, cabe resaltar que para lograr esta modificación de berma central se debe reducir el ancho de los carriles de 3.30m a 3.20m

Figura 96: Propuesta 1 – Sección Transversal de la Intersección Clorinda

(Fuente: Propia - streetmix.net)

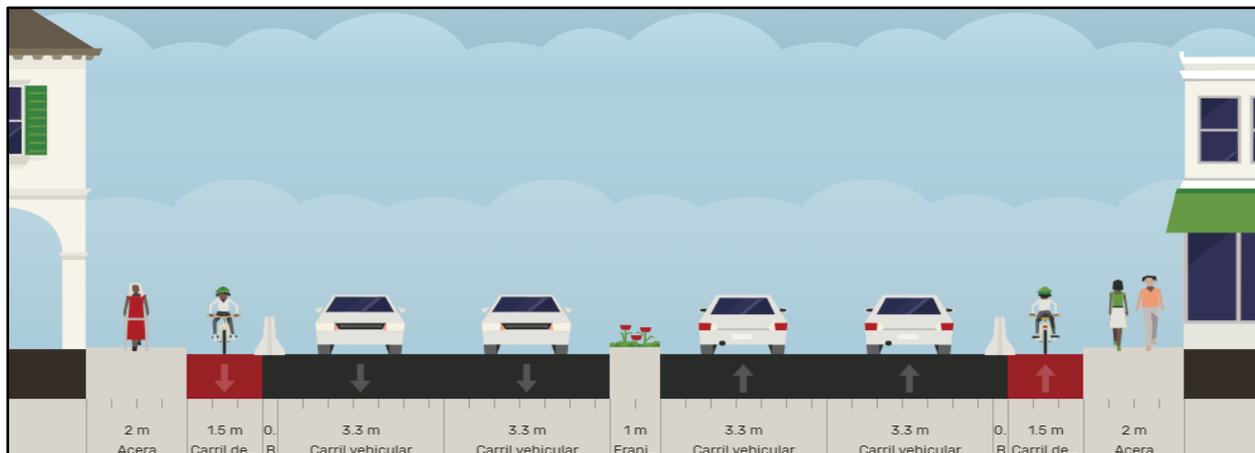
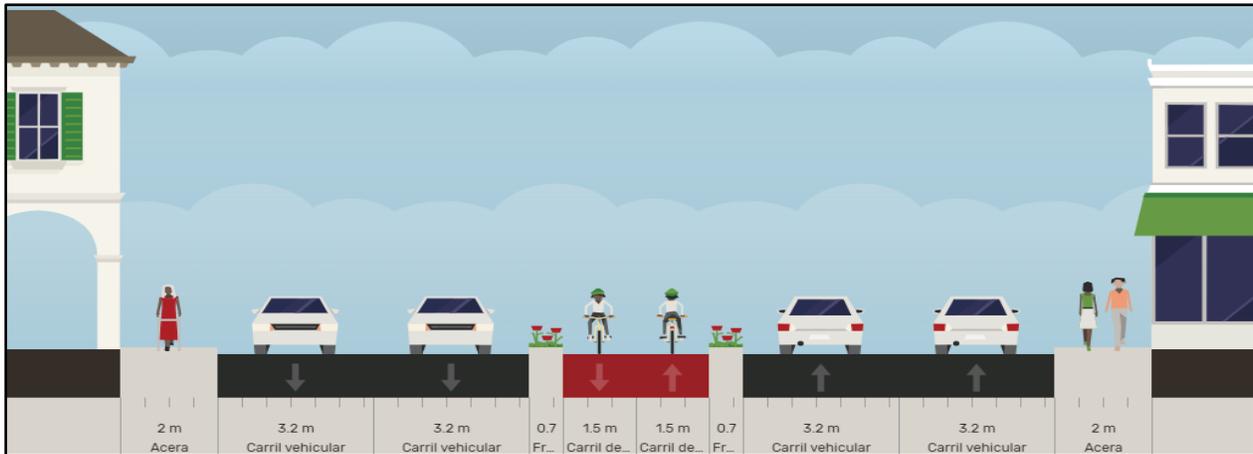


Figura 97: Propuesta 2 – Sección Transversal de la Intersección Clorinda

(Fuente: Propia - streetmix.net)



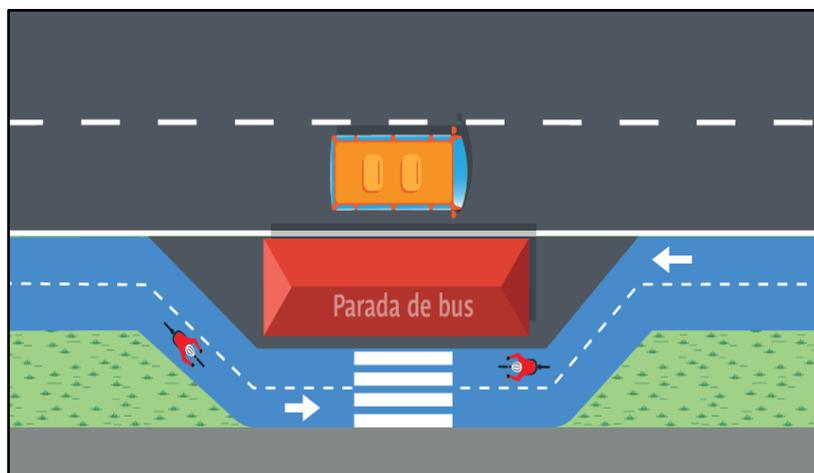
3.5.3.3. Diseño de ciclovías en paraderos de transporte publico

La propuesta 1 consiste en proyectar la ciclovía al costado derecho de la calzada, el caso a atender será el de la interacción de la ciclovía con el paradero de transporte público.

La solución para tener un diseño óptimo de la ciclovía es desviarla por detrás del paradero de transporte público, esto con el fin de evitar el conflicto entre peatones y ciclistas cuando los microbuses estén recogiendo o dejando pasajeros (Ver figura 98)

Figura 98: Interacción ciclovía – Paradero de transporte publico

(Fuente: Guía de composición y diseño operacional de ciclovías - Chile)

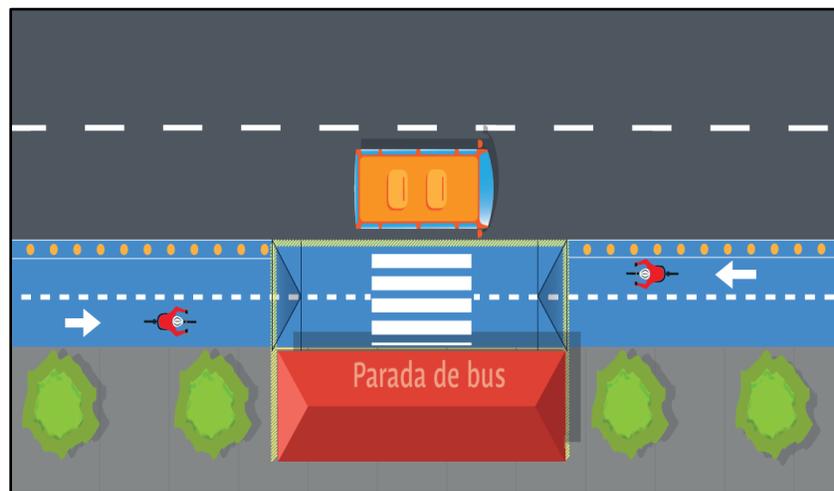


Con este tipo de diseño se resuelven el conflicto de bajada y subida de pasajeros al transporte público, así como también se minimiza el conflicto de microbús – ciclista, se debe también buscar el respaldo o seguridad del pasajero al cruzar la ciclovía con señalética preventiva adecuada.

En caso de que la vía no cuente con espacio suficiente para poder reubicar la ciclovía por detrás del paradero como es el caso de los paraderos: Clorinda, Garcilaso, Amauta, Servicentro y Huáscar, es factible desarrollar la ciclovía frente o delante al paradero (Ver figura 99), para ello es estrictamente necesario informar al ciclista que deben frenar cuando el microbús se detenga, permitiendo que los pasajeros suban y bajen.

Figura 99: Interacción ciclovía – Paradero de transporte publico

(Fuente: Guía de composición y diseño operacional de ciclovías - Chile)



3.5.4. Diseño geométrico en intersecciones viales.

Todas las intersecciones deben señalar los caminos por los que el ciclista podrá tener acceso a la ciclovía; cumpliendo con los requisitos de seguridad, coherencia y directividad. Para el criterio de seguridad es necesario señalar horizontalmente, demarcando con pintura resaltante sobre el pavimento, y verticalmente, con señales de tránsito para bicicletas.

Para el criterio de coherencia el camino debe ser claro y fácil de entender, esto se cumpliría señalizando con flechas de dirección en la ciclovía. Por último, el criterio de directividad debe seguir la línea de deseo de los ciclistas, con rutas los más directas posibles y con un mínimo las detenciones.



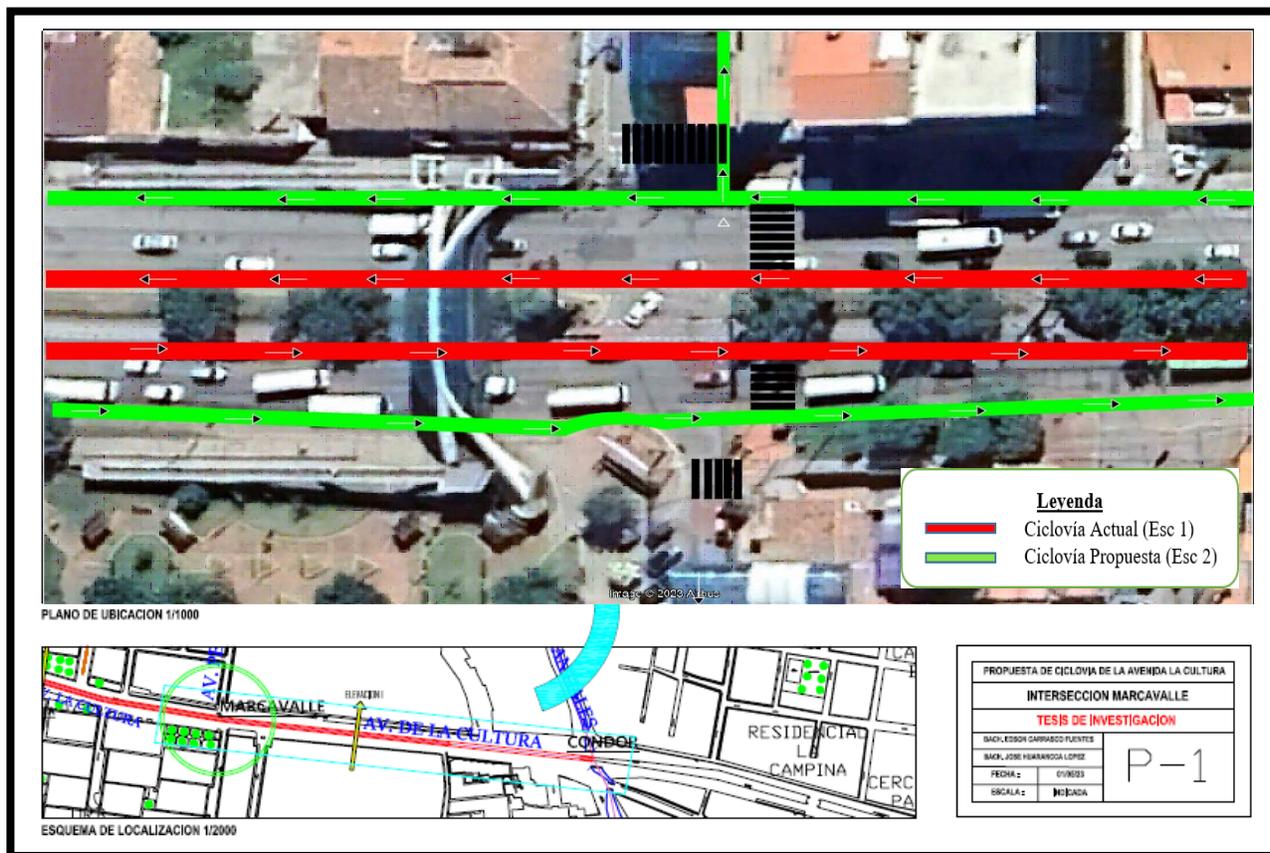
En la intersección de Marcavalle la línea de deseo actual es directa y por seguridad se debe incluir un intervalo de tiempo exclusivo para los ciclistas en el ciclo semafórico que permita el movimiento directo interrelacionado con los semáforos peatonales.

En el escenario 1 la ciclovía conserva su geometría actual, siendo una estructura unidireccional en posición central.

En el escenario 2 con una ciclovía unidireccional ubicada en la derecha de vía permite la unión o intersección con los ciclistas que transitan en dirección norte-sur y sur – norte en las Av. Perú y Av. Rafael Aguilar Páez.

Figura 100: Propuestas de Diseño Geométrico de ciclovía en intersección Marcavalle

(Fuente: Propia)



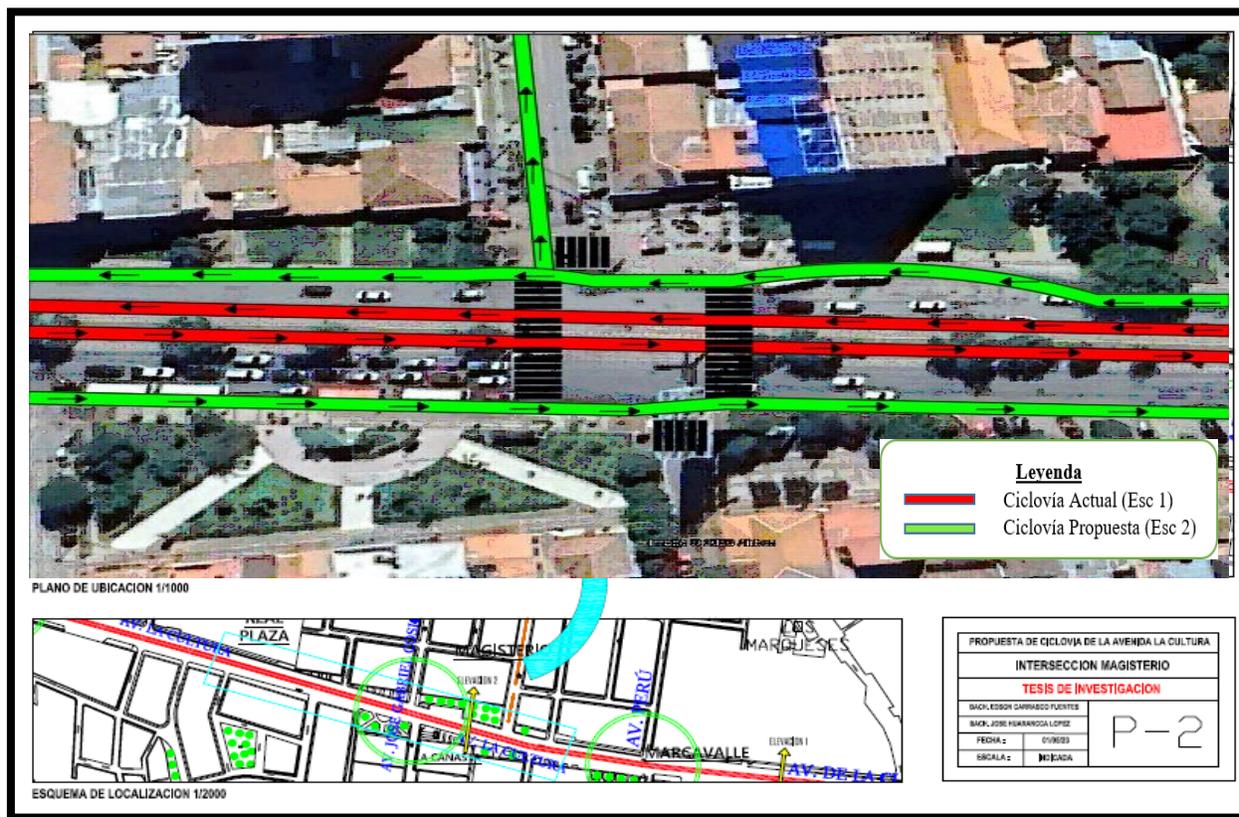
En la intersección de Magisterio la línea de deseo es directa y por seguridad se debe incluir un intervalo de tiempo exclusivo para los ciclistas en el ciclo semafórico que permita el movimiento directo.

En el escenario 1 la ciclovía conserva su geometría actual, siendo una estructura unidireccional en posición central.

En el escenario 2 con una ciclovía unidireccional ubicada en la derecha de vía permite la unión o intersección con los ciclistas que transitan en dirección norte-sur o sur-norte en la Av. Jose Gabriel Cocio. No se plantea una ciclovía en la calle Gordon Magne en dirección sur - norte debido su geometría transversal y su aforo peatonal.

Figura 101: Propuestas de Diseño Geométrico de ciclovía en intersección Magisterio

(Fuente: Propia)





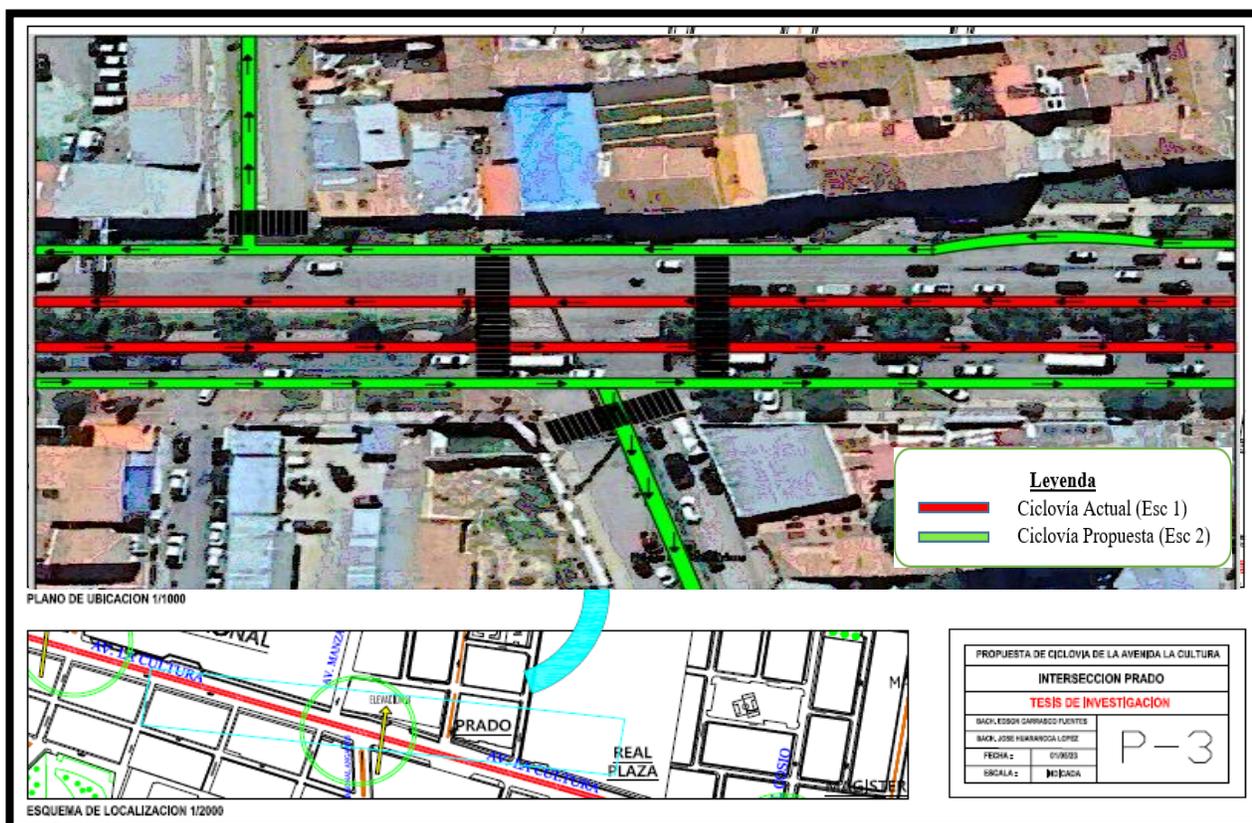
En la intersección de Prado la línea de deseo es directa y por seguridad se debe incluir un intervalo de tiempo exclusivo para los ciclistas en el ciclo semafórico que permita el movimiento directo.

En el escenario 1 la ciclo vía conserva su geometría actual, siendo una estructura unidireccional en posición central.

En el escenario 2 con una ciclo vía unidireccional ubicada en la derecha de vía permite la unión o intersección con los ciclistas que transitan en dirección norte-sur o sur-norte en la Av. Manzanares y Av. Diagonal Angamos.

Figura 102: Propuestas de Diseño Geométrico de ciclo vía en intersección Prado

(Fuente: Propia)



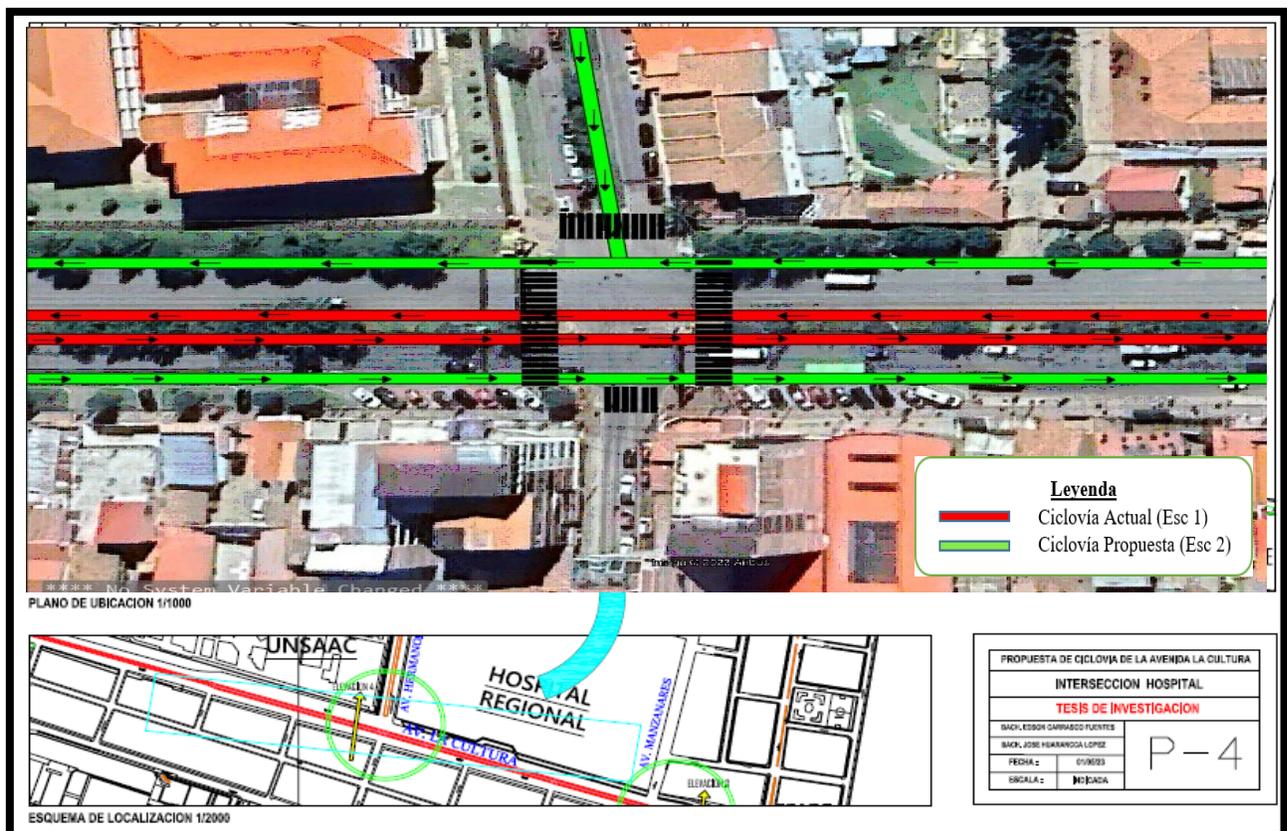
En la intersección Hospital la línea de deseo es directa y por seguridad se debe incluir un intervalo de tiempo exclusivo para los ciclistas en el ciclo semafórico que permita el movimiento directo.

En el escenario 1 la ciclovía conserva su geometría actual, siendo una estructura unidireccional en posición central.

En el escenario 2 con una ciclovía unidireccional ubicada en la derecha de vía permite la unión o intersección con los ciclistas que transitan en dirección norte-sur o sur-norte en la Av. Víctor Raúl Haya de la Torre. No se plantea una ciclovía en la Av. Hermanos Ayar en dirección sur - norte debido su geometría transversal y su aforo peatonal.

Figura 103: Propuestas de Diseño Geométrico de ciclovía en intersección Hospital

(Fuente: Propia)





En la intersección Clorinda la línea de deseo es directa y por seguridad se debe incluir un intervalo de tiempo exclusivo para los ciclistas en el ciclo semafórico que permita el movimiento directo.

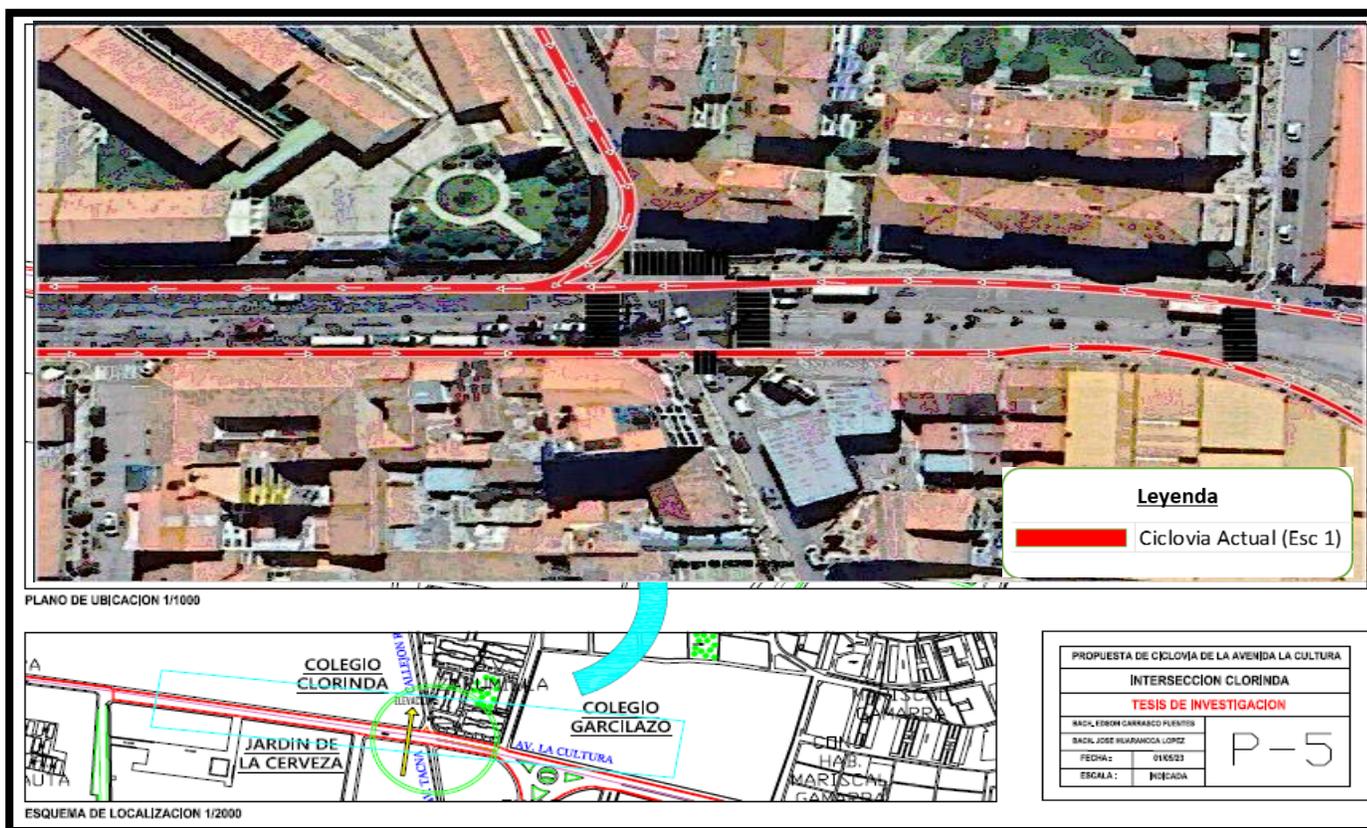
En el escenario 1 la ciclovía conserva su geometría actual, siendo una estructura unidireccional en al borde de la acera peatonal.

En el escenario 2 continua como ciclovía unidireccional ubicada en la derecha de vía con la segregación adecuada y señalética vertical y horizontal correcto.

El escenario 3 consiste en modificar las dimensiones de los carriles en ambas calzadas y ubicar la ciclovía a la berma central debidamente segregada (ver figura 102)

Figura 104: Propuestas de Diseño Geométrico de ciclovía en intersección Clorinda

(Fuente: Propia)





3.5.5. Diseño de Estacionamientos

Teniendo en cuenta los criterios mencionados en el capítulo 2.3.7. Ciclo parqueaderos, Para la ciclovia actual y las 2 propuestas de ciclovia, se plantea usar los ciclos parqueaderos instalados en los puntos de atracción en el tramo de estudio de la Av. De la Cultura como son centros comerciales, bancos, instituciones educativas, entre otros, tal como lo indica la ley 30936, ubicados al inicio y final de la ciclovia. Además, se identificó que el separador central en la intersección entre Av. La Cultura cumple con los criterios señalados y las dimensiones de cicloparqueadero de la Norma técnica CE.0.30. En las figuras 103, 104 y 105 se muestran la ubicación del ciclo parqueadero en corte y en planta.

Figura 105: Diseño de Cicloparqueadero según ciclovia actual (Intersección Hospital)

(Fuente: Propia)

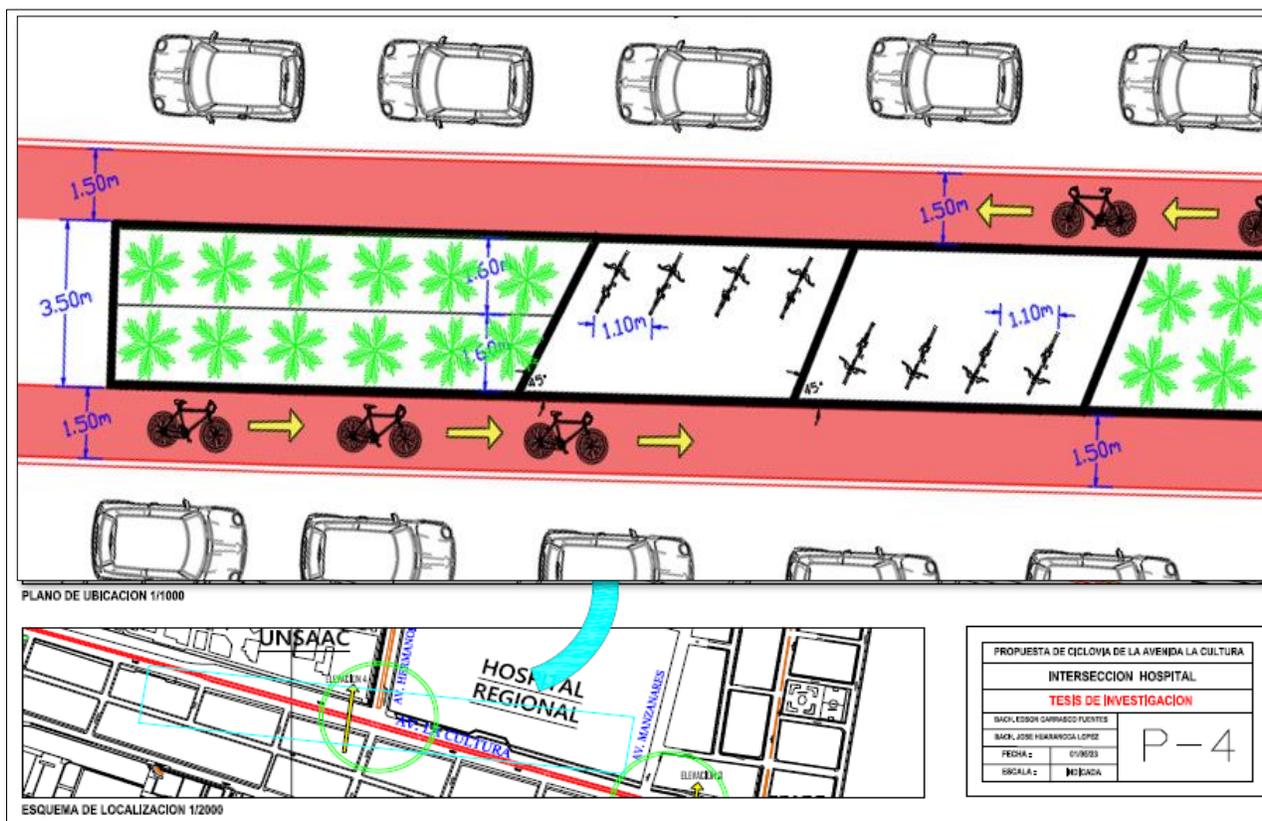


Figura 106: Diseño de Cicloparqueadero según Propuesta 1 (Intersección Hospital)

(Fuente: Propia)

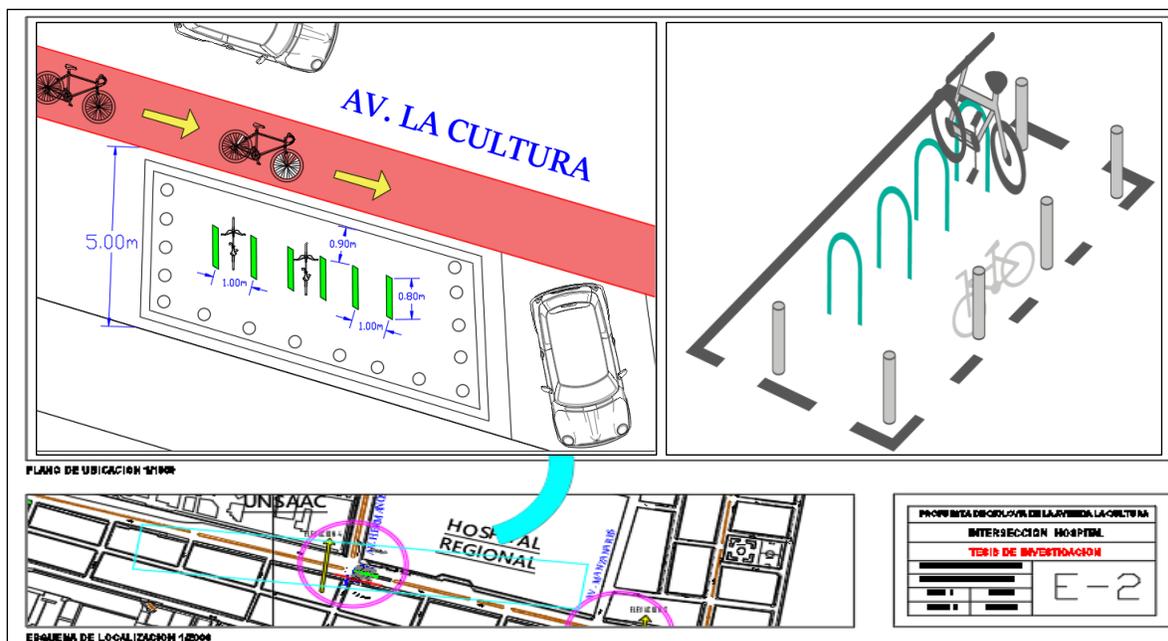
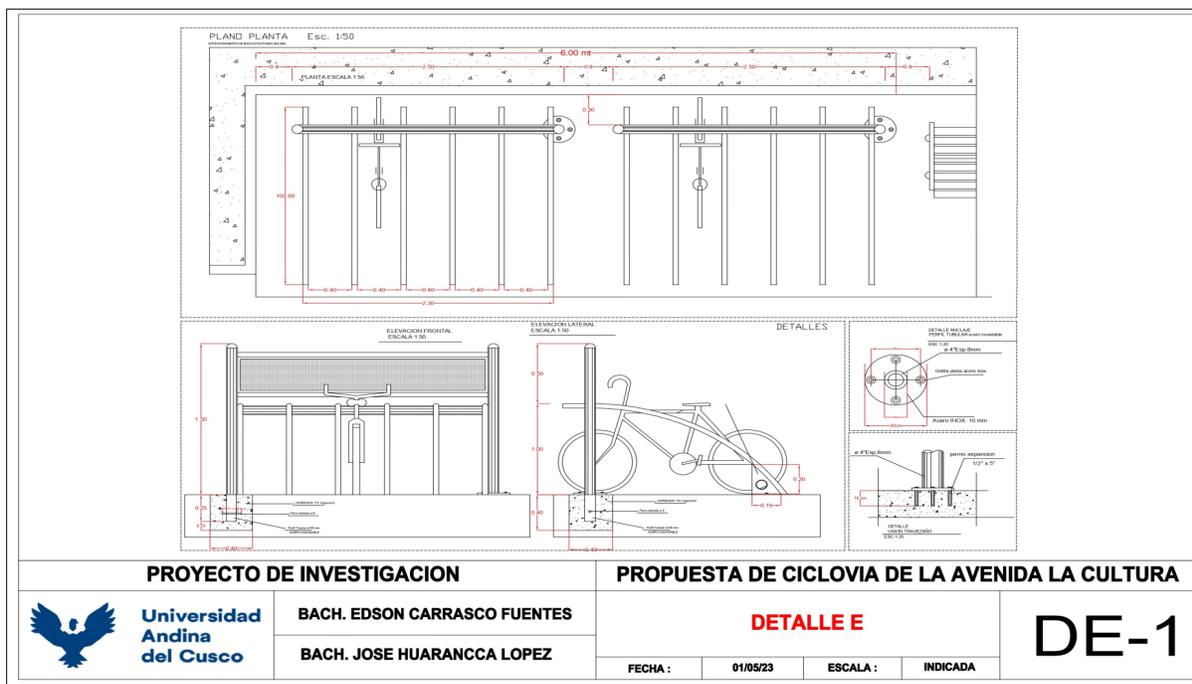


Figura 107: Detalles de Cicloparqueadero

(Fuente: Propia)



3.5.6. Simulación de Ciclovías en PTV Vissim

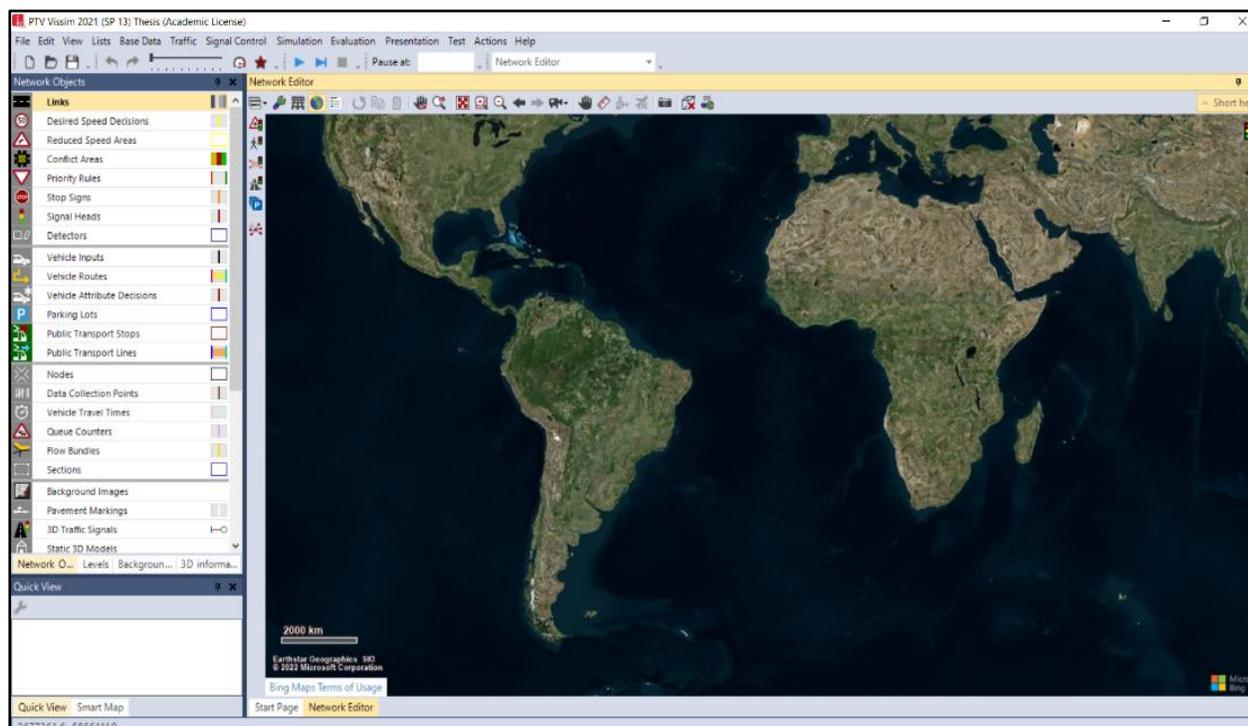
Se ha utilizado el software PTV Vissim como una herramienta de simulación para proyectar cómo se comportaría la ciclovía en diferentes condiciones de tráfico, tanto en situaciones normales como en momentos de alta congestión. Este software es muy útil para la planificación del tráfico y el transporte, ya que permite una representación detallada y realista del flujo vehicular y sus consecuencias. Además, es altamente adaptable, permitiendo la definición de diversos escenarios hipotéticos y la simulación de interacciones complejas entre vehículos, la modelación de la demanda y la prueba de nuevas formas de movilidad, como las ciclovías. (PTV Group, 2021)

3.5.6.1. Representación simulada del interfaz del programa PTV Vissim

Se ha empleado la versión académica del software PTV Vissim en este estudio. A continuación, se describen los pasos que se llevaron a cabo para simular la ciclovía. El primer paso consistió en acceder a la interfaz de modelación del programa PTV Vissim, la cual se muestra en la figura siguiente.

Figura 108: Diseño de Cicloparqueadero

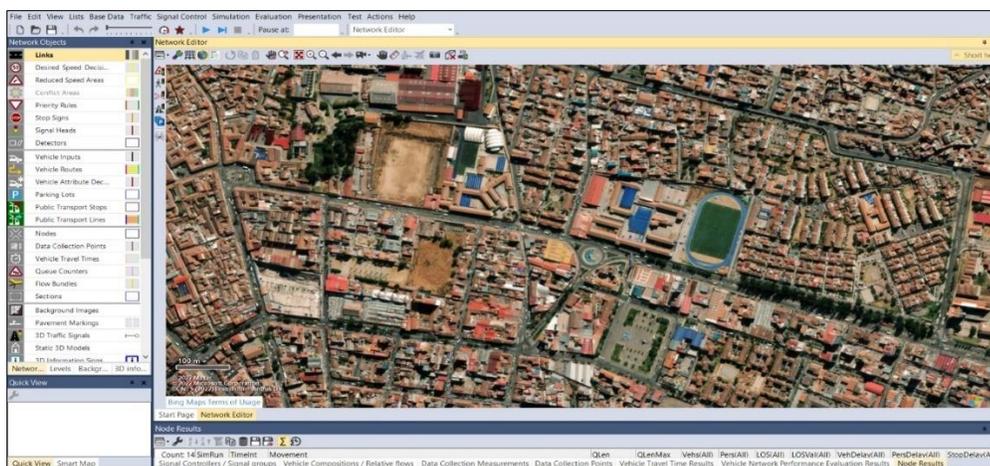
(Elaboración Propia)



Nota. La imagen mostrada es de presentación del PTV Vissim

Primero se busca la localización, para ello se ingresa buscamos manualmente la zona donde se realizará el modelamiento, en nuestro caso buscamos Cusco, Perú luego procedemos a ubicar las intersecciones a modelar, tal como se muestra en la siguiente figura.

Figura 109: Búsqueda de localización
(Elaboración Propia)



Creación de carreteras

Para generar una vía, se procede a seleccionar la opción "Editar" y luego se escoge la alternativa de "enlace de conexión" (Link), lo cual despliega un menú de edición y luego se añade en ancho de la pista, tipo de vía, entre otros.

Figura 110: Creación 'links' para carreteras
(Elaboración Propia)

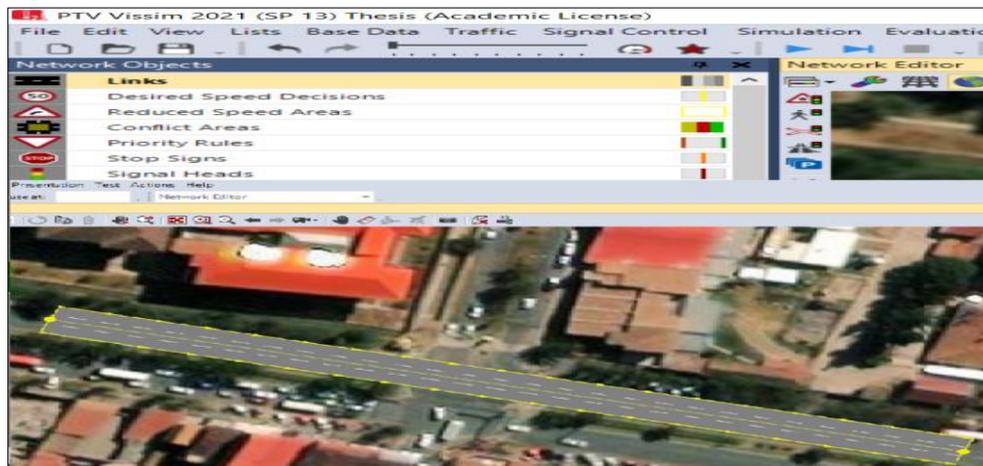
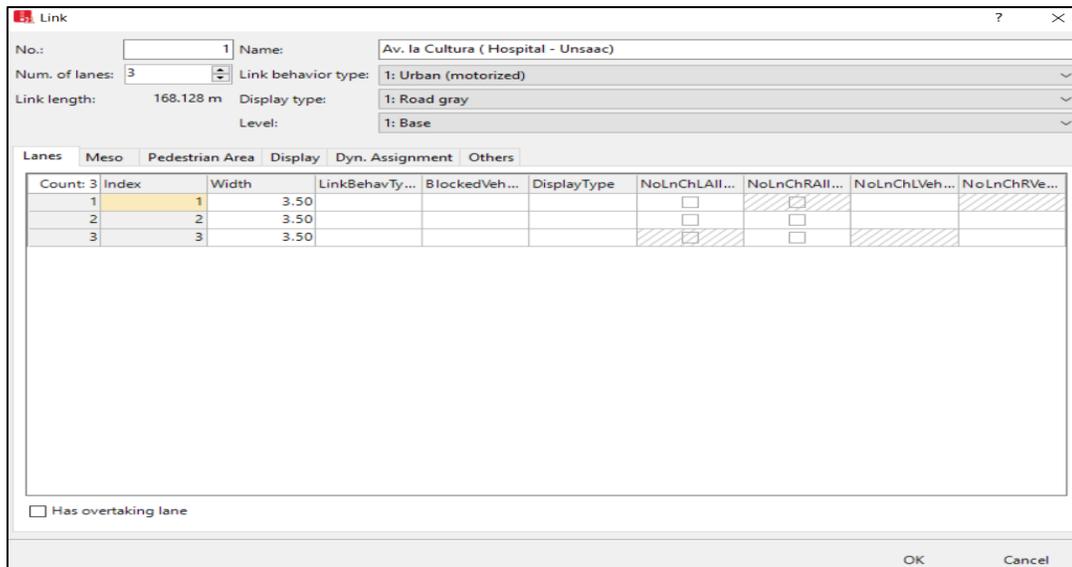
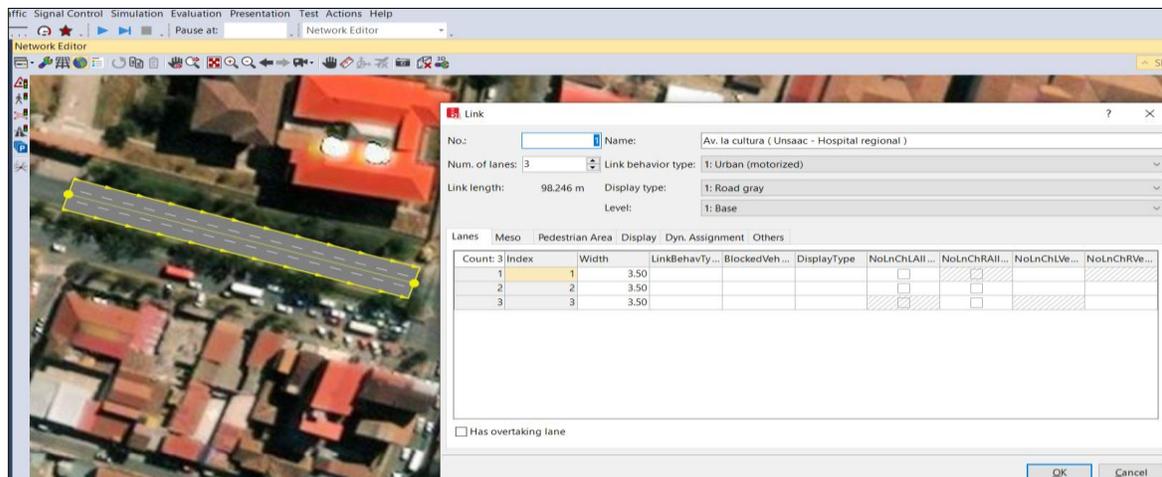


Figura 111: Menú de cambios de Link
(Elaboración Propia)



Dentro de la opción de "enlace de conexión" (Link) se debe ingresar información detallada sobre la carretera, como su nombre o código, características visuales como color y textura, medidas de largo, ancho, número de carriles y desnivel de la vía. En la ventana correspondiente, se ha creado una simulación de una sección de vía de 3 carriles con una longitud de 98.246 metros y un ancho de 3.5 metros. También se han ingresado las dimensiones de los carriles, zona peatonal y ciclovía. Con esta información, el software ha generado la imagen como se observa en la figura 119.

Figura 112: Creación del enlace
(Elaboración Propia)

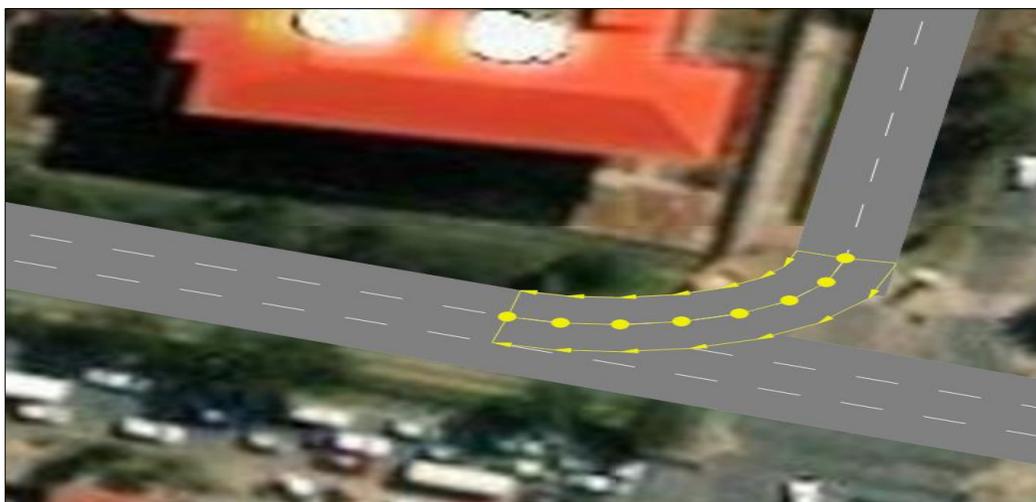




Para generar curvas en la carretera, se utiliza el clic derecho del ratón mientras se arrastra el cursor y se gira hacia la dirección deseada para formar la curva. Los dos tramos de carretera que se deben conectar para formar la curva como se aprecia en la figura siguiente.

Figura 113: Empalme de secciones

(Elaboración Propia)



Una vez que se suelta el botón del ratón, se abre una ventana llamada "Conector", y se utiliza el comando "Intermediate points" para definir la curva. En esta ventana es posible ajustar las características de la curva, como su convexidad o concavidad, y luego se confirma la selección presionando "OK". De esta forma, se generan vistas en 3D como se muestra a continuación:

Figura 114: Crear cambios de dirección de los giros

(Elaboración Propia)

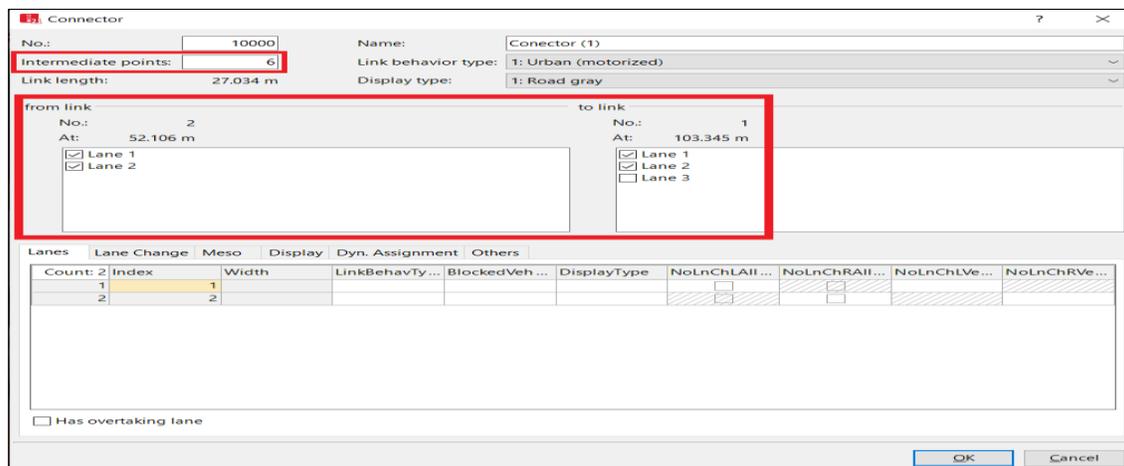
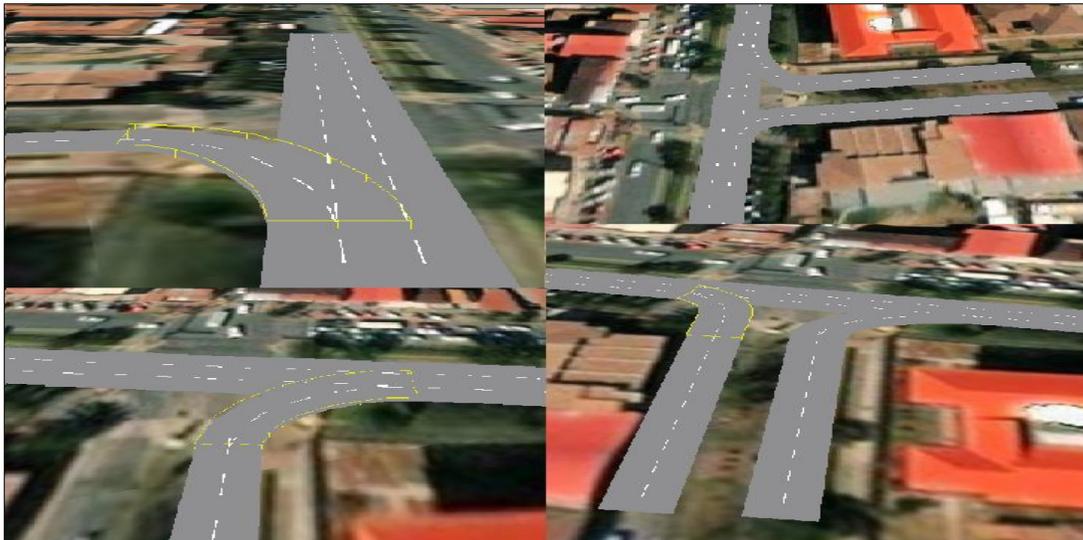


Figura 115: Vista de tramos en 3D

(Elaboración Propia)



3.5.6.2. Asignación de vehículos

Para agregar las entradas de vehículos, se accede al menú "Traffic" y se selecciona "Vehicle Compositions". En esta sección se puede especificar la carga vehicular, el tipo de vehículo, la velocidad y la incidencia vehicular en porcentaje. Las figuras siguientes que ilustran este proceso.

Figura 116: Composición del vehículo

(Elaboración Propia)

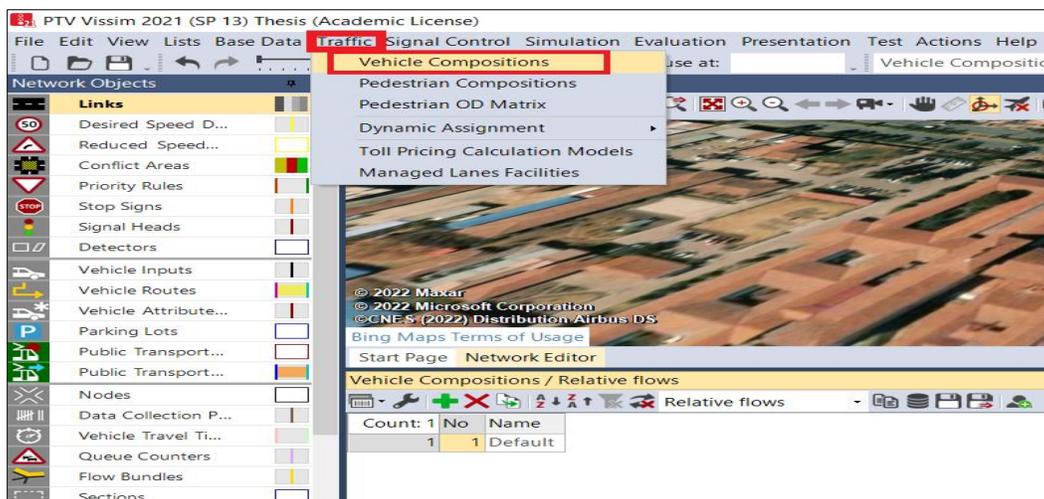
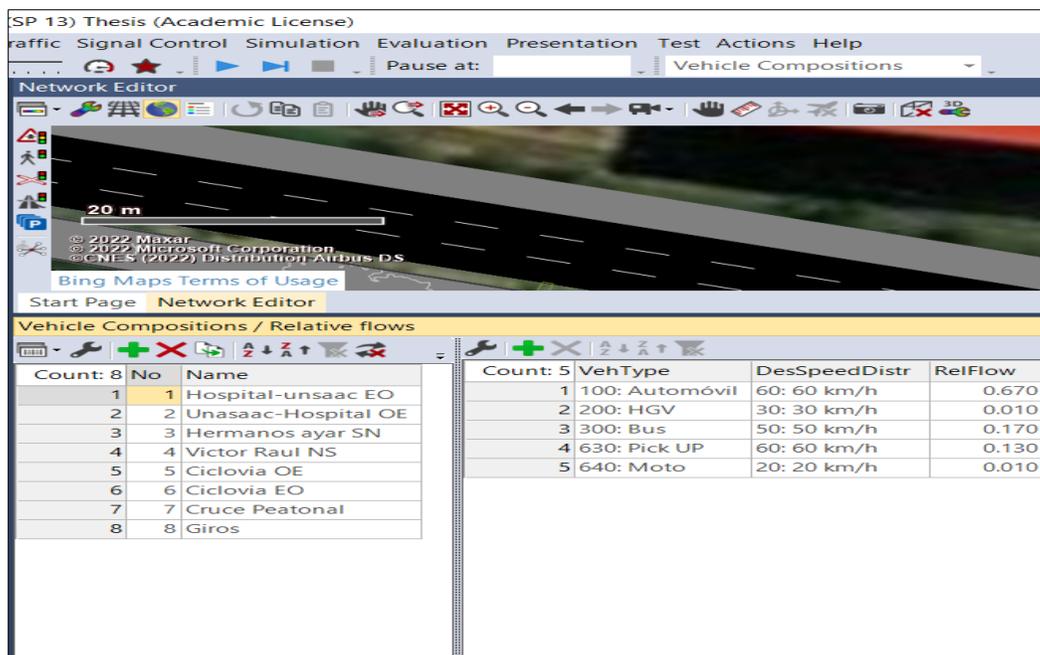


Figura 117: Configuración de la velocidad e incidencia

(Elaboración Propia)



A continuación, se presenta la composición vehicular de las zonas escogidas, la asignación de las rutas y los porcentajes de vehículos para cada ruta, como se muestra en las figuras siguientes.

Figura 118: Asignación de rutas

(Elaboración Propia)

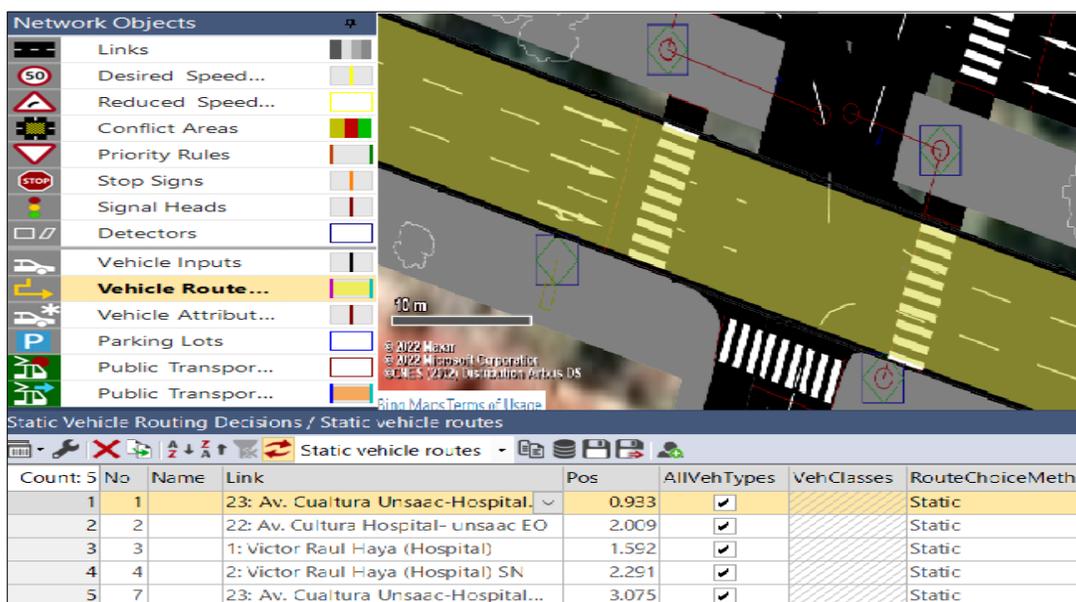
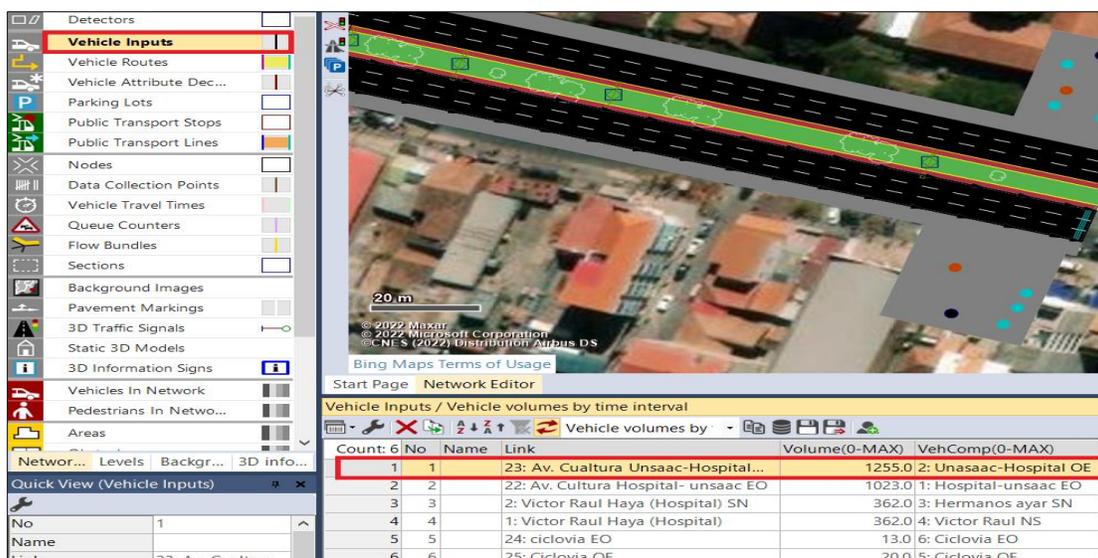


Figura 119: Asignación de volumen vehicular en cada ruta

(Elaboración Propia)



Creación de señales de control

Para diseñar las señales de control, se selecciona la opción "Signal Control" en el menú principal y después se elige "Signal Controllers". En esta sección se muestra una tabla en blanco donde se pueden crear los grupos de control para la implementación de los semáforos. Las figuras siguientes que ilustran este proceso.

Figura 120: Creación de señales de control

(Elaboración Propia)

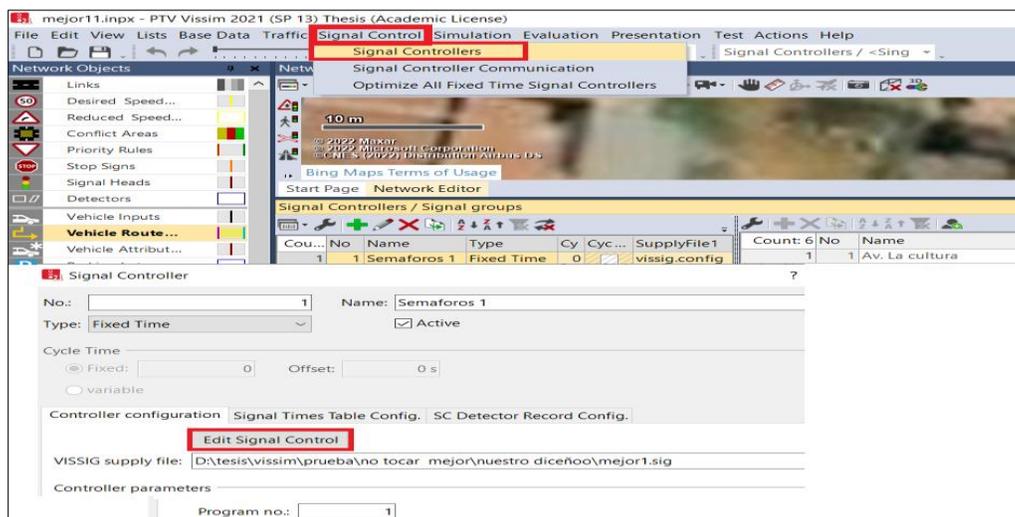
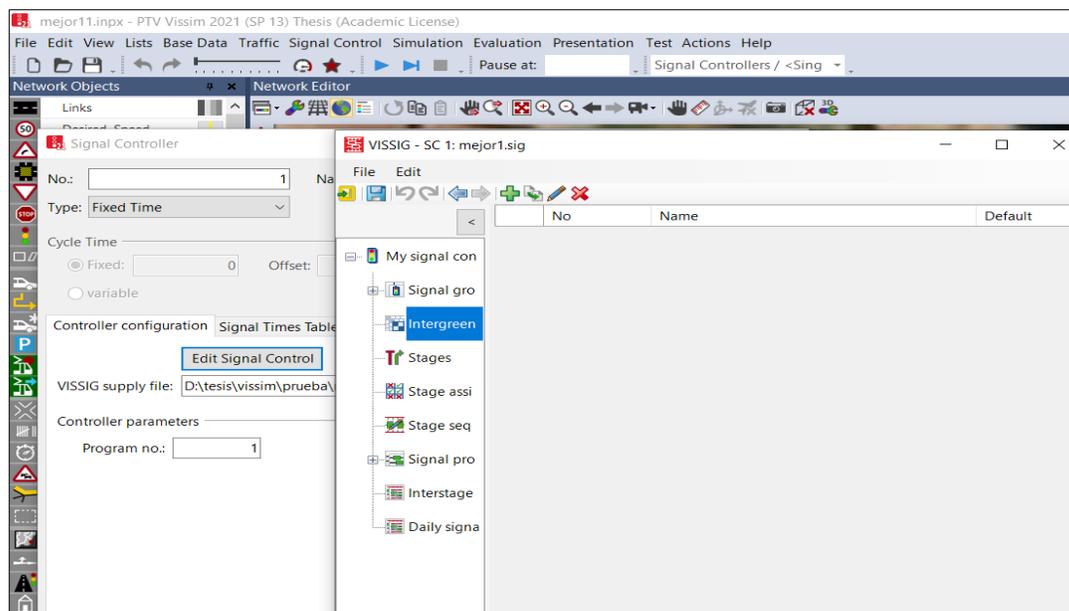
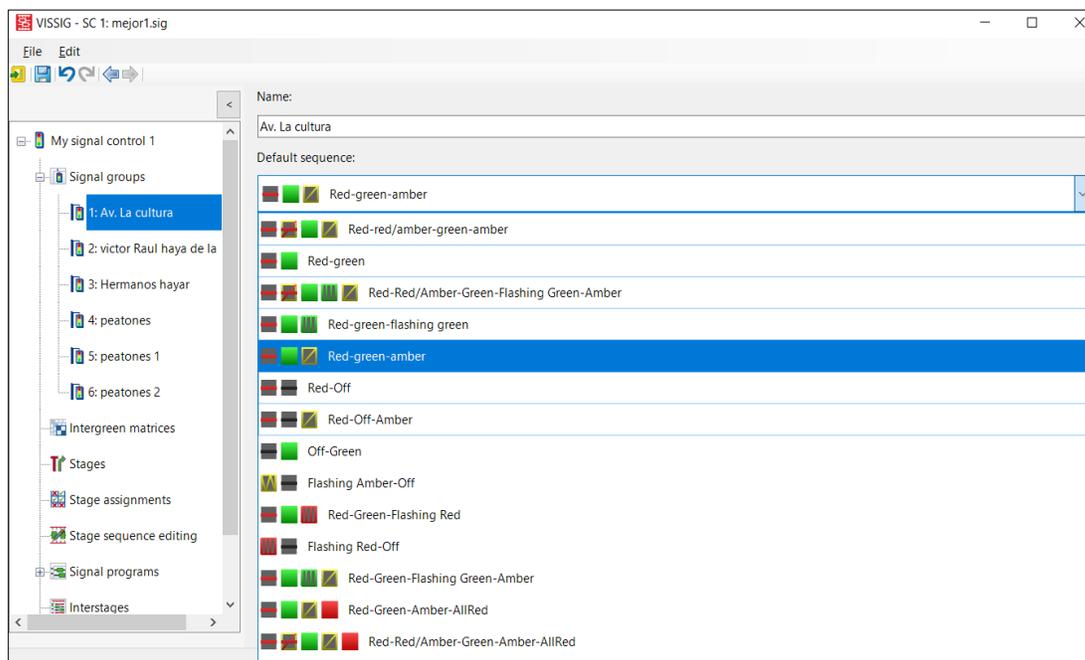


Figura 121: Creación de semáforos
(Elaboración Propia)



Para generar la secuencia de luces se utiliza Signal Groups (verde, ámbar y rojo), y se asigna el tiempo del ciclo para cada color (ver figuras).

Figura 122: Secuencia de luces
(Elaboración Propia)



3.5.6.3. Cruces peatonales

Para establecer el paso de cebra se busca en el menú el comando Link, se escoge Pavement Marking, y se selecciona Zebra Crossing, indicando la posición y tamaño adecuado (ver Figura siguiente).

Figura 125: Señalización de paso de cebra

(Elaboración Propia)

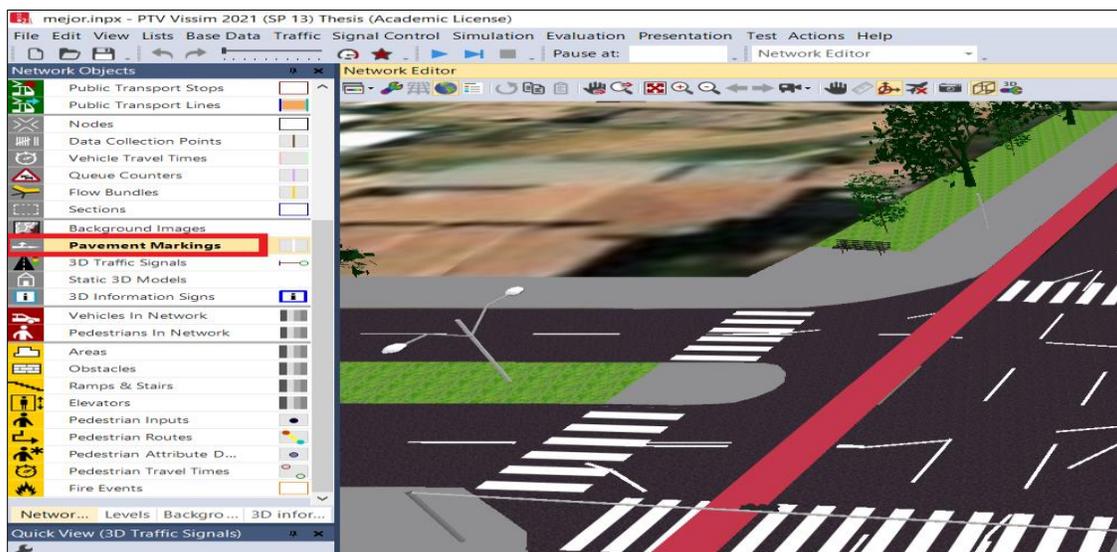
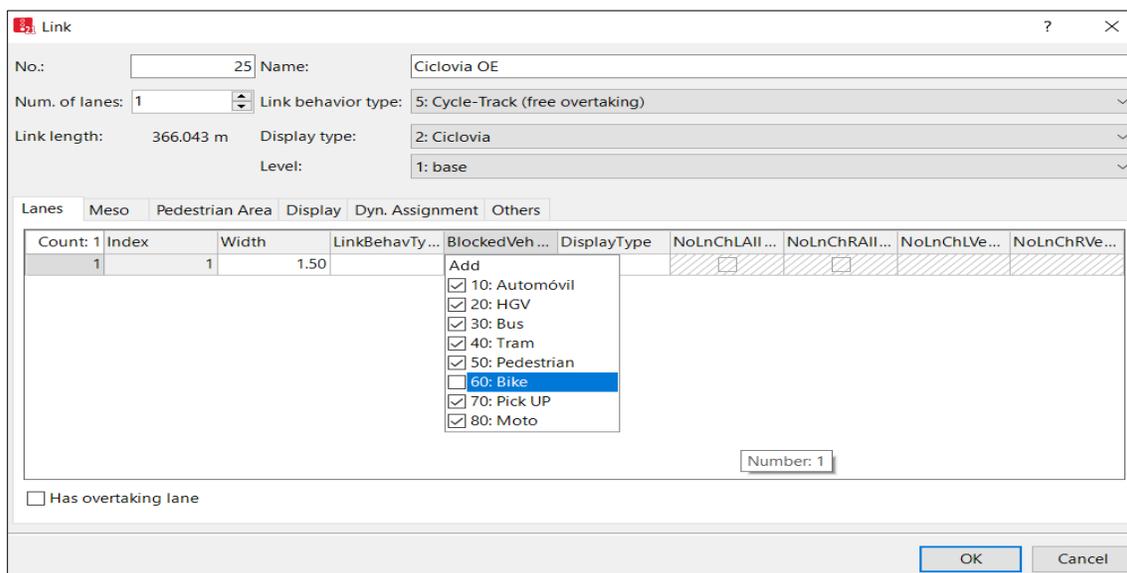


Figura 126: Incorporación de bicicletas al sistema

(Elaboración Propia)



Para agregar peatones al programa se busca en el menú el comando Pedestrian Inputs el cual son los puntos de salida de los peatones luego Pedestrian Routes el cual es para poner las rutas de los peatones, carga peatonal y la velocidad las siguientes figuras ilustran este proceso.

Figura 127: Incorporación de Peatones
(Elaboración Propia)

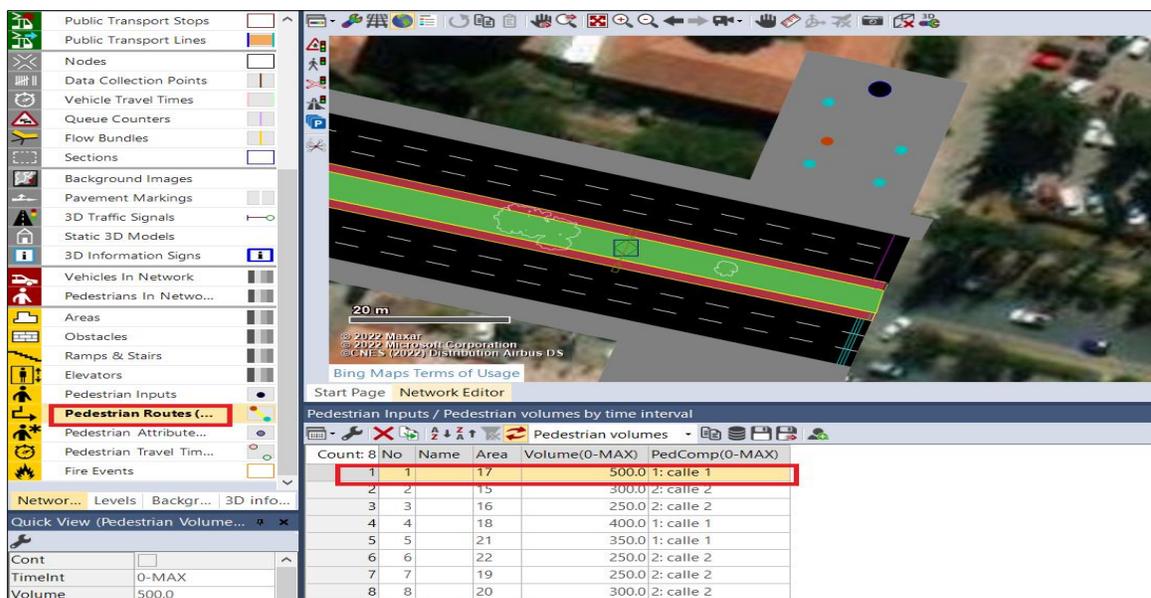
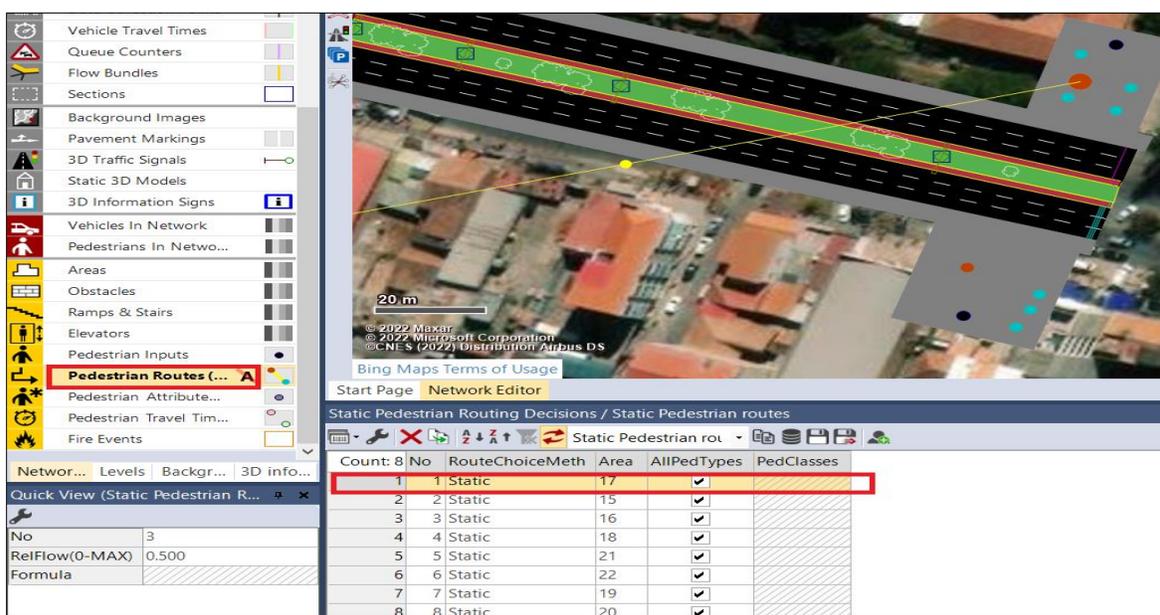


Figura 128: Incorporación de rutas de Peatones
(Elaboración Propia)

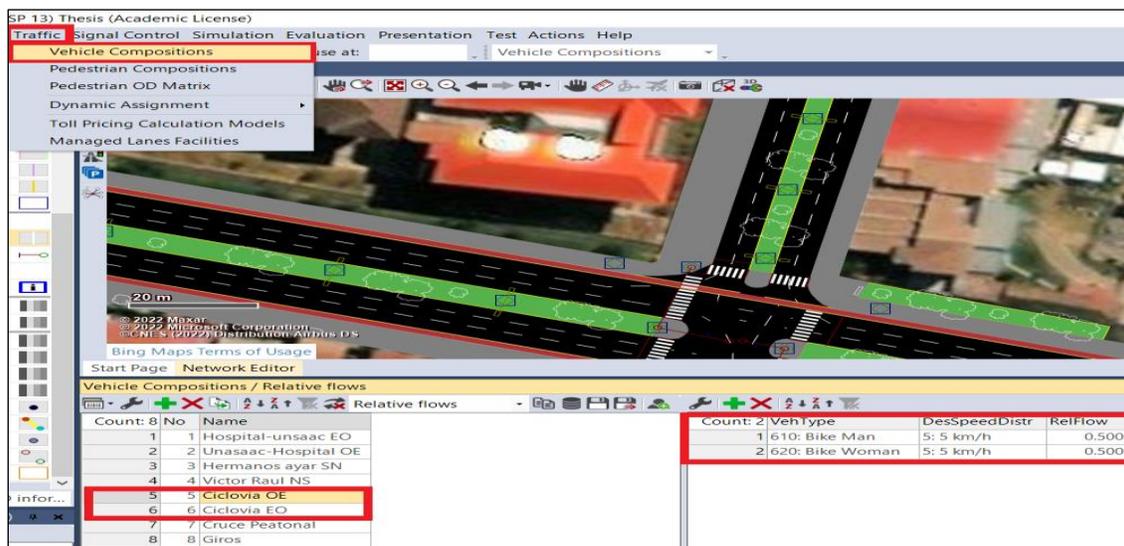


3.5.6.4. Representación simulada de la vía con ciclovía

Para simular la ciclovía, se utiliza de nuevo el comando "Link", y mediante "Vehicle Composition" se agregan las bicicletas y se les asigna una velocidad específica. Las figuras siguientes se ilustran este proceso.

Figura 129: Uso de vehicle compositions para bicicletas

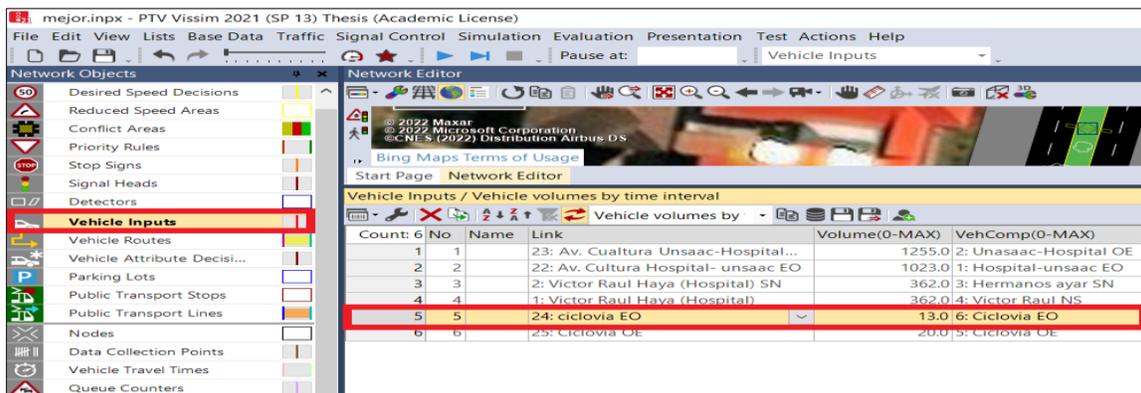
(Elaboración Propia)



Para determinar el volumen de tránsito del sistema se debe ubicar en el menú el comando Link y Vehicle Inputs, aquí se suma el tránsito de las bicicletas a la vía establecida inicialmente igualmente para los vehículos.

Figura 130: Uso de vehicule inputs

(Elaboración Propia)



Finalmente, se añaden los semáforos, se corre programa con la instrucción Play y se genera la vía modelada en la esquina seleccionada, tal como se muestra en la figura siguiente.

Figura 131: Modelo final (Propuesta 1) de la ciclovia de la intersección Hospital – Unsaac

(Elaboración Propia)



3.5.6.5. Calibración del Modelo

Para el trabajo de investigación presente se realizó la calibración vehicular con una distancia asignada de 39.50m, esta distancia se encuentra en la intersección Hospital (Av. de La Cultura y Av. Hermanos Ayar). En la figura 130 se muestra la sección de calibración.

Figura 132: Sección de calibración para tiempos de viaje vehicular

(Elaboración Propia)





Una vez iniciado las simulaciones del modelo, Vissim nos proporciona los tiempos de viaje vehicular en la sección de análisis, con ello se determina el número de corridas necesarias, así como también los resultados del programa estadístico, donde a partir de la hipótesis nula demuestre una confiabilidad del 95%, los resultados y análisis se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 47: Tiempos de viaje de vehículos - Resultados de campo

(Elaboración Propia)

N°	VISSIM	CAMPO
1	8.63	7.62
2	8.68	8.59
3	8.63	8.5
4	8.64	8.55
5	8.65	8.59
6	8.62	7.71
7	8.68	8.56
8	8.66	9.81
9	8.57	8.71
10	8.60	7.55
11	8.63	9.55
12	8.60	8.46
13	8.67	8.81
14	8.61	9.56
15	8.66	8.59
16	8.61	9.55
17	8.57	7.59
18	8.61	8.46
19	8.59	9.59
20	8.59	9.55
21	8.74	8.5
22	8.57	9.71
23	8.62	8.46
24	8.61	7.55
25	8.69	8.46
Media	8.63	8.66



Tabla 48: Iteración de Parámetros empleados para la calibración

(Elaboración Propia)

Intento	ax	bdd	bxmul	VALORES		VISSIM		CAMPO	
				Minimo	Maximo	Media	Desviacion Estandar	Media	Desviacion Estandar
1	2	3	3	8.30	8.91	8.63	0.17	8.66	0.72
2	3	6	2	8.36	8.36	8.68	0.18	8.66	0.72
3	1	5	2	8.32	8.88	8.63	0.16	8.66	0.72
4	1.5	4	2	8.32	8.91	8.64	0.17	8.66	0.72
5	1	5	6	8.34	8.91	8.65	0.17	8.66	0.72
6	2	2	4	8.29	8.91	8.62	0.17	8.66	0.72
7	1	6	6	8.36	8.96	8.68	0.18	8.66	0.72
8	0.5	6	5	8.33	8.93	8.66	0.18	8.66	0.72
9	0.5	1	1	8.31	8.81	8.57	0.15	8.66	0.72
10	1	2	3	8.32	8.85	8.60	0.16	8.66	0.72
11	1	4	2	8.30	8.90	8.63	0.17	8.66	0.72
12	1	3	1	8.29	8.85	8.60	0.16	8.66	0.72
13	1	6	2	8.35	8.91	8.67	0.16	8.66	0.72
14	1	4	1	8.30	8.87	8.61	0.17	8.66	0.72
15	1	5	5	8.34	8.89	8.66	0.16	8.66	0.72
16	0.75	3	2	8.32	8.86	8.61	0.16	8.66	0.72
17	0.75	0.5	2	8.30	8.81	8.57	0.15	8.66	0.72
18	0.25	4	1	8.28	8.85	8.61	0.17	8.66	0.72
19	0.75	2	2	8.33	8.84	8.59	0.15	8.66	0.72
20	0.75	1	4	8.31	8.86	8.59	0.16	8.66	0.72
21	0.75	10	10	8.46	9.01	8.74	0.18	8.66	0.72
22	1.5	1.5	0.5	8.33	8.82	8.57	0.15	8.66	0.72
23	1.5	4	1	8.32	8.89	8.62	0.16	8.66	0.72
24	1.5	3	0.5	8.31	8.86	8.61	0.17	8.66	0.72
25	1.5	6	6	8.43	8.99	8.69	0.17	8.66	0.72

En total se realizó 25 combinaciones o corridas, de las cuales en los intentos 8 y 15 se da la mayor aproximación o similitud con respecto a los datos de campo. Analizando ambas muestras se observa que en la corrida N° 8 es una simulación que, si bien indica resultados similares con respecto a la velocidad vehicular, ésta no refleja a la realidad del conductor, debido a que 0.5m como distancia de separación de los vehículos no es una variable representativa, ya que pone en riesgo al conductor o hay más posibilidad de colisión entre vehículos. Por otro lado, el número de corrida N° 15 usa parámetros más acordes a lo observando en campo con respecto a las distancias de separación entre vehículos.



3.5.6.6. Validación del Modelo

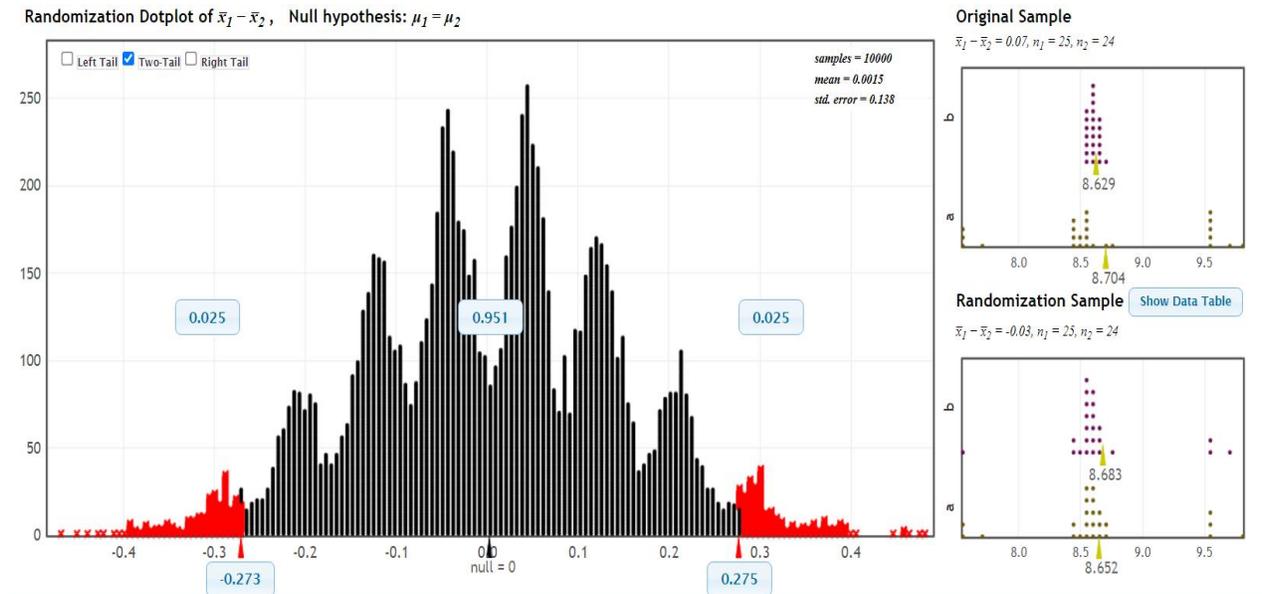
Una vez obtenido los parámetros del conductor y del modelo para la simulación, el siguiente paso es la validación de este, es por ello por lo que se hizo uso del software Statkey, el cual con una prueba estadística aleatoria (Prueba de Hipótesis) nos permite conocer si los valores iterados de parámetros del conductor se aceptan o se rechazan bajo una confiabilidad del 95%

Figura 133: Calculo de numero de corridas vehiculares

(Elaboración Propia)

N°	VISSIM	CAMPO
1	8.63	7.62
2	8.68	8.59
3	8.63	8.5
4	8.64	8.55
5	8.65	8.59
6	8.62	7.71
7	8.68	8.56
8	8.66	9.81
9	8.57	8.71
10	8.60	7.55
11	8.63	9.55
12	8.60	8.46
13	8.67	8.81
14	8.61	9.56
15	8.66	8.59
16	8.61	9.55
17	8.57	7.59
18	8.61	8.46
19	8.59	9.59
20	8.59	9.55
21	8.74	8.5
22	8.57	9.71
23	8.62	8.46
24	8.61	7.55
25	8.69	8.46
Media	8.63	8.66

Figura 134: Prueba de Hipótesis - Statkey en el análisis vehicular
(Elaboración Propia)



Los resultados indican que, con un total de 25 corridas, el software Vissim nos da un promedio de 8.63seg en tiempos de viaje, mientras que con la información recopilada en campo se tiene un promedio de 8.66seg.

Entonces con los tiempos de viaje obtenidos, y aun 95% de confiabilidad con la prueba de Two Tails, se obtiene un rango de -0.273 a 0.275, con una diferencia de medias de velocidad de 0.03; estos resultados al encontrarse dentro del rango de “permitido” cumple con la prueba de hipótesis nula de igualdad. Por lo tanto, la calibración del modelo es válida, así mismo con los parámetros vehiculares ya establecidos se procede a realizar las simulaciones respectivas en el área de estudio.

4. CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Resultados de Simulación por intersección.

Se ha simulado todas las intersecciones en estudio según los parámetros e información recopilada como son: geometría (secciones transversales y longitudinales), tránsito, flujo peatonal y tiempos semafóricos.

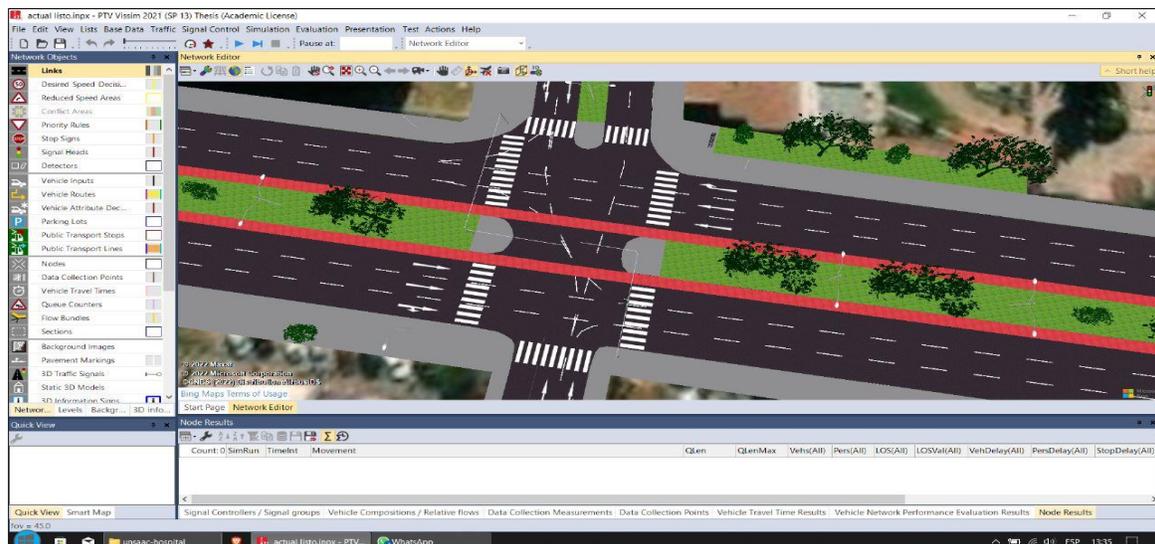
El modelo se realizó con el software Vissim 2022 “Thesis License”, esta versión nos permite modelar y simular sin ningún tipo de restricción, al programa se ingresó el volumen horario, con un periodo de simulación de 4200 segundos o 70 minutos y una estabilización de 30 minutos (Warm Up). La simulación se hizo para 3 escenarios en cada intersección:

Escenario 1 – Simulación actual en la cual se tomó las siguientes consideraciones:

- La geometría existente sin modificación alguna (las secciones transversales, anchos de berma, calzada, carriles, berma central y ciclovía existente)
- El tráfico vehicular, peatonal y ciclista proyectada a 20 años, los datos y distintos parámetros ingresados al software PTV Vissim fueron los que se detallan en capítulo 3.5.6.
- Tiempos semafóricos (peatonales y vehiculares) actuales detallados en el capítulo 3.4.5 con el fin de conocer el comportamiento futuro de la estructura existente.

Figura 135: Modelo de ciclovía Actual (Intersección Hospital)

(Elaboración Propia)

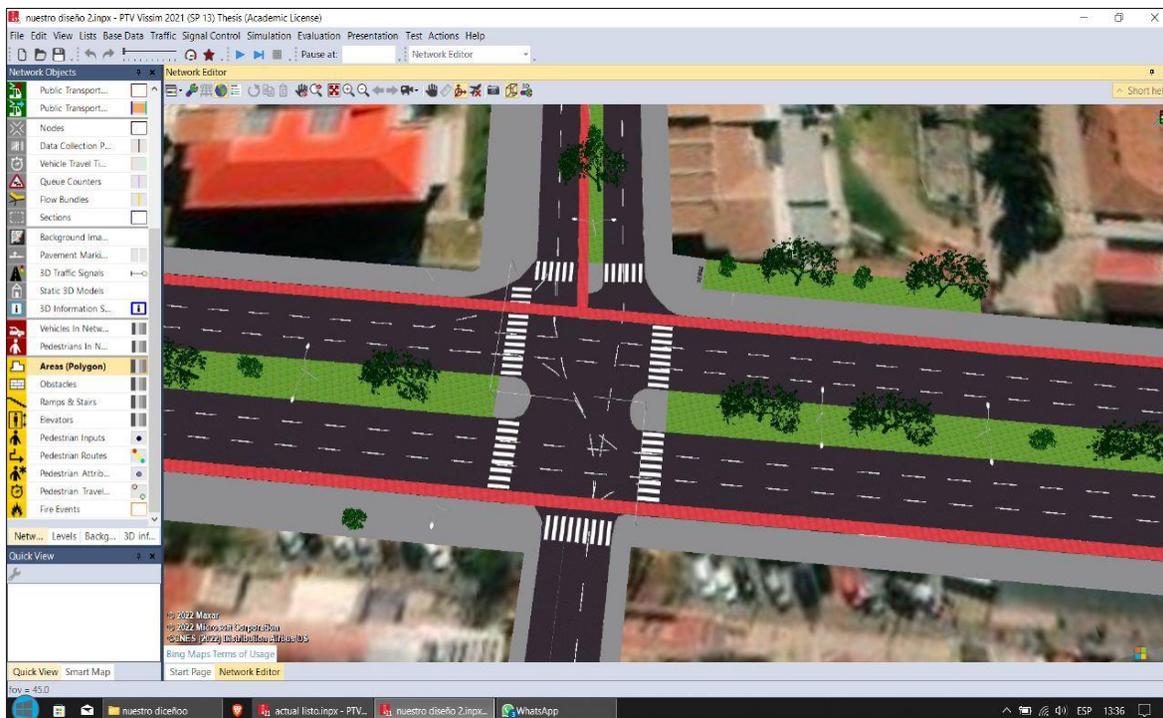


Escenario 2 – Simulación de Propuesta 1 en la cual se tomó las siguientes consideraciones:

- La geometría existente sin modificar, esta propuesta consiste en reubicar la ciclovía actual de la berma central, a los bordes de calzada como carriles unidireccionales debidamente segregados en toda su longitud, a excepción de las zonas donde están los paraderos de transporte urbano.
- El tráfico vehicular, peatonal y ciclista proyectada a 20 años al igual que el escenario 1 y 2.
- Tiempos semafóricos (peatonales y vehiculares) actuales sin modificar a excepción de los semáforos exclusivos del carril bici, los cuales variaron en las intersecciones con giro a la derecha en ambos en los sentidos E-O y O-E.

Tales modificaciones con respecto a los tiempos semafóricos fueron realizadas por el software al momento de simular el tráfico, ya que el objetivo general de la investigación es no generar impacto vial negativo al tráfico motorizado.

Figura 136: Modelo Propuesta 1 de Ciclovía (Intersección Hospital)
(Elaboración Propia)



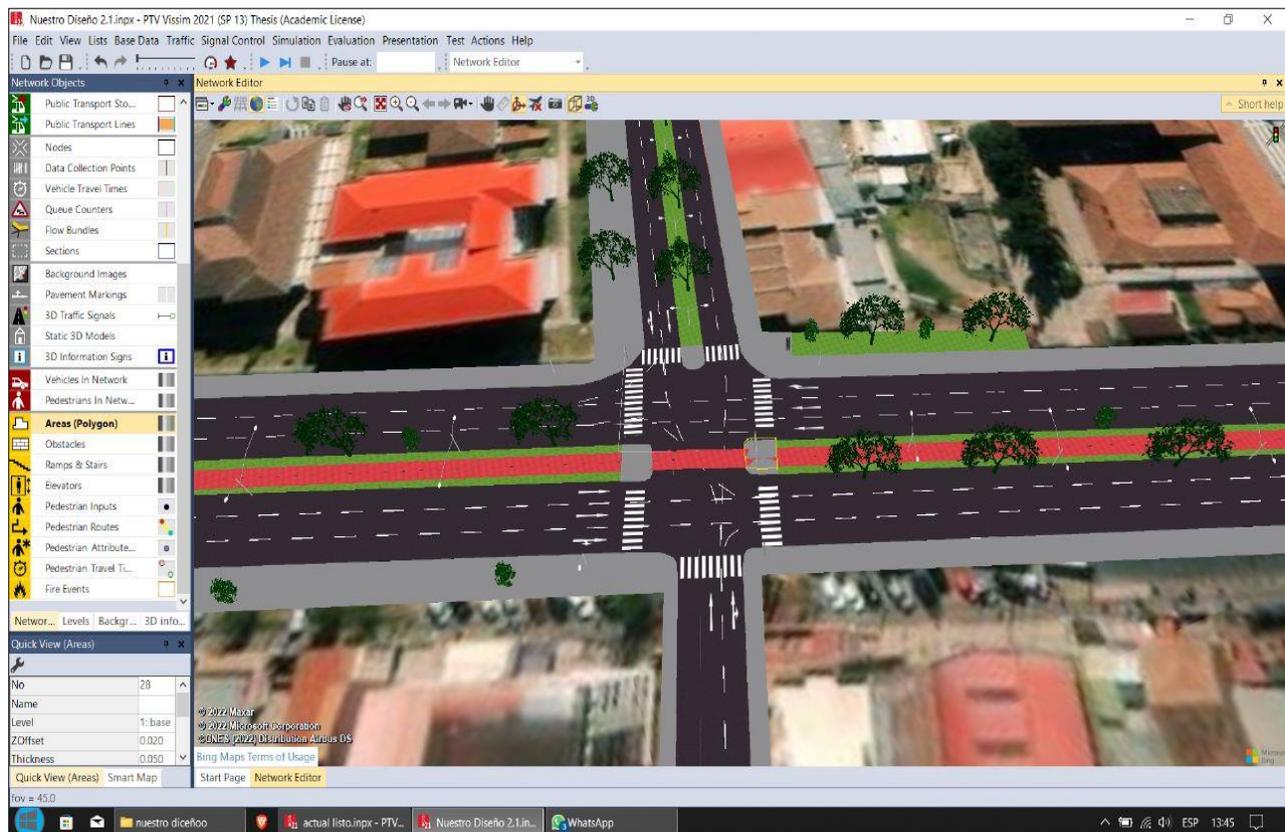
Escenario 3 – Simulación de Propuesta 2 en la cual se tomó las siguientes consideraciones:

- La geometría existente modificando la infraestructura actual de la berma central, en este escenario se plantea usar la berma central como infraestructura de la ciclovía, con ello no alteramos el espacio delimitado al tránsito de vehículos motorizados.
- El tráfico vehicular, peatonal y ciclista proyectada a 20 años al igual que el escenario 1 y 2.
- Tiempos semafóricos (peatonales y vehiculares) actuales sin modificar, a excepción los tiempos de semáforo de para la ciclovía en las intersecciones Hospital y Prado, los cuales se prolongaron 4 segundos el tiempo de rojo en las direcciones E-O y O-E.

Tales variaciones con respecto a los tiempos semafóricos fueron modificadas manualmente en el software al momento de simular el tráfico, obteniendo así mejores resultados con respecto a los tiempos de viaje y colas de la intersección como se detalla en la tabla 49.

Figura 137: Modelo Propuesta 2 de Ciclovía (Intersección Hospital)

(Elaboración Propia)



Estos 3 escenarios fueron realizadas a todas las intersecciones en estudio, modificando el diseño geométrico en cada propuesta, todo ello bajo las condiciones de las secciones transversales de la Av. de la Cultura y como lo permita la infraestructura actual en cada intersección.

A partir de los datos obtenidos en campo y de la simulación realizada por el software PTV Vissim se han obtenido los siguientes datos, se observan los resultados obtenidos para las intersecciones en estudio.

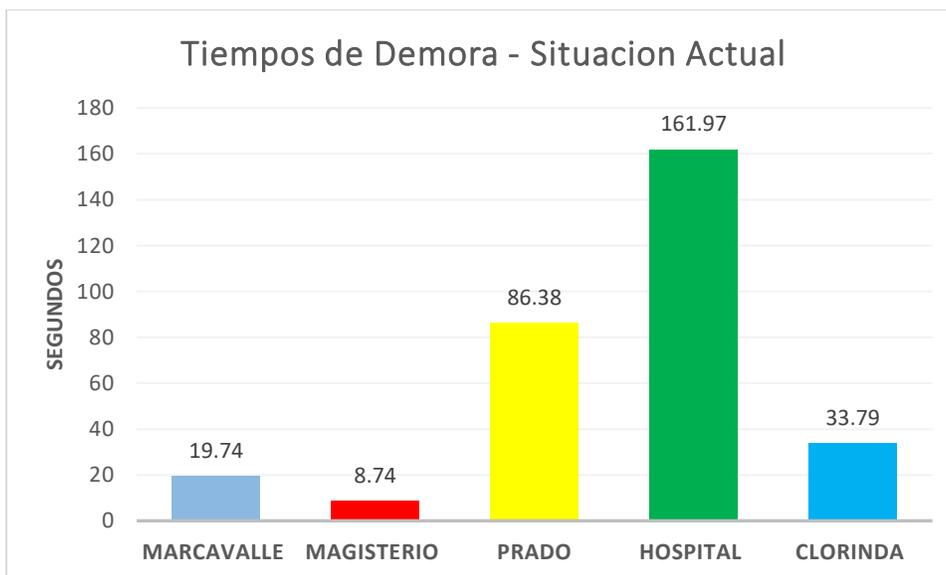
Tabla 49: Desempeño de las intersecciones según simulación PTV VISSIM

(Fuente: Propia)

	MARCAVALLE			MAGISTERIO			PRADO			HOSPITAL			CLORINDA		
	Actual	Prop 1	Prop 2	Actual	Prop 1	Prop 2	Actual	Prop 1	Prop 2	Actual	Prop 1	Prop 2	Actual	Prop 1	Prop 2
Longitud de Cola (m)	119.55	115.24	102.42	82.06	81.57	81.12	87.68	81.45	76.24	97.13	105.75	84.45	79.94	79.21	70.14
Tiempo de demora en la intersección (seg)	19.74	18.01	12.87	8.74	8.1	7.13	86.38	45.45	35.38	161.97	169.44	59.21	33.79	33.79	30.13
Velocidad promedio en la intersección (km/hr)	26.56	26.71	28.60	22.11	23.45	28.30	19.76	27.24	26.65	24.85	22.90	32.24	25.52	25.52	27.24
Nivel de servicio (LOS)	C	C	B	B	B	B	F	D	D	F	F	E	D	D	D
Emisiones de CO2 en la intersección (gr/10min)	2938.1	2824.5	2229.7	1512.5	1501.1	1485.6	3615.5	3478.9	3506.6	5189.3	5193.1	3567.7	1835.5	1835.5	1717.9

Figura 138: Demoras en las intersecciones según tráfico proyectado

(Fuente: Propia)

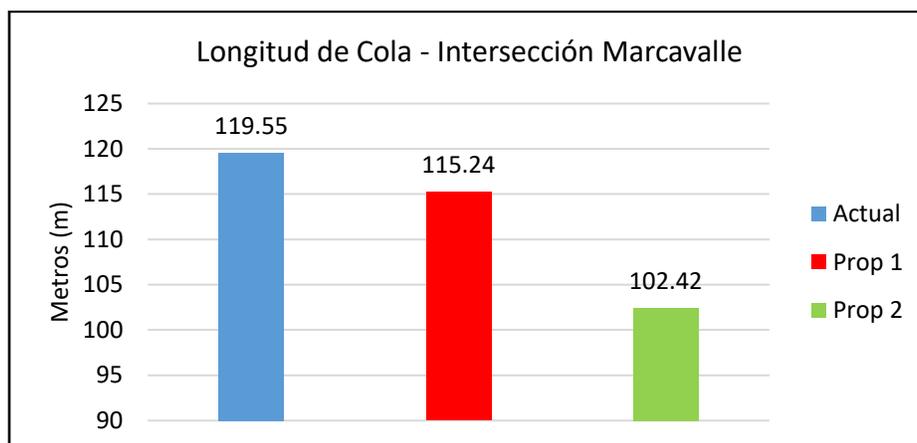


a) Análisis y Resultados de Intersección Marcavalle.

Las longitudes de cola generadas por el tráfico la intersección Marcavalle en las 3 propuestas son de 119.55m, 115.24m y 102.42m respectivamente, se verifica que con ciclovía actual se tiene un incremento de cola de 4m y 17m con respecto a las propuestas planteadas.

Figura 139: Longitud de Cola en la intersección Marcavalle – Av. De la Cultura

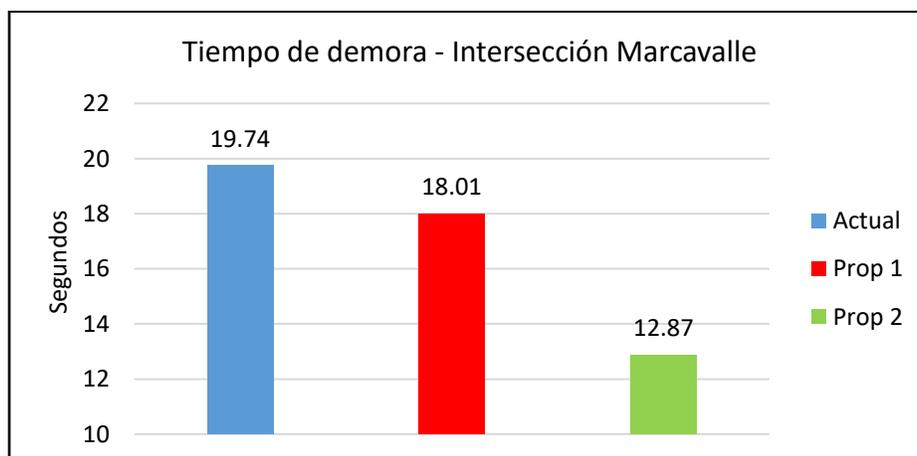
(Fuente: Propia)



El tiempo de demora se relaciona con el nivel de servicio en los nodos, en la figura 138 se observa que el tiempo de demora con la propuesta 2 de infraestructura de ciclovía disminuyen en 7 segundos, esto indica que rediseñando el modelo geométrico a la propuesta 2 tendría una mejora con respecto al nivel de servicio ofrecido.

Figura 140: Tiempos de demora en la intersección Marcavalle – Av. De la Cultura

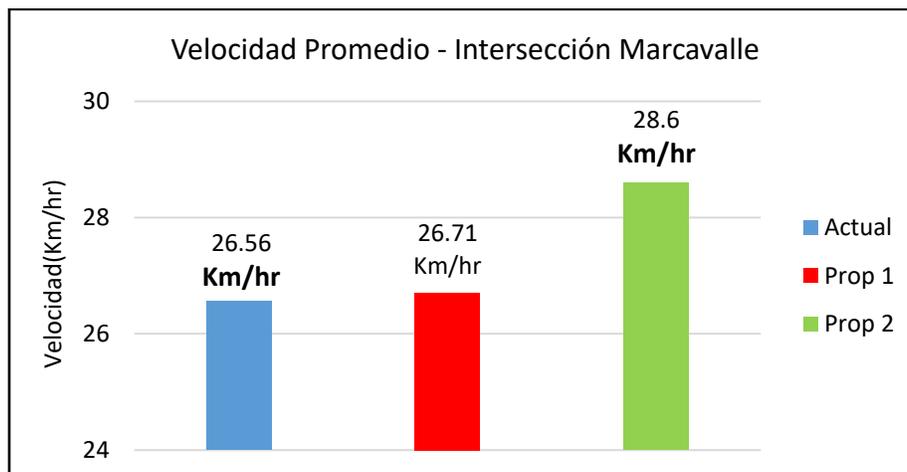
(Fuente: Propia)



En la figura 139 se muestra como la velocidad promedio en la intersección en estudio, se verifica un aumento en 2 km/h con respecto a la propuesta 1 y 2.

Figura 141: Velocidad Promedio en la intersección Marcavalle – Av. De la Cultura

(Fuente: Propia)



En la figura 140 se muestra como las emisiones de CO₂ actuales disminuyen en 700 unidades respecto a las propuestas 1 y 2, esto ocurre porque las longitudes de cola y los tiempos de demora de cruce de la intersección disminuyen, además de ello, se agrega un semáforo de ciclovía ajustándose a la semaforización existente del tráfico motorizado.

Figura 142: Emisión de CO₂ en la intersección Marcavalle – Av. De la Cultura

(Fuente: Propia)

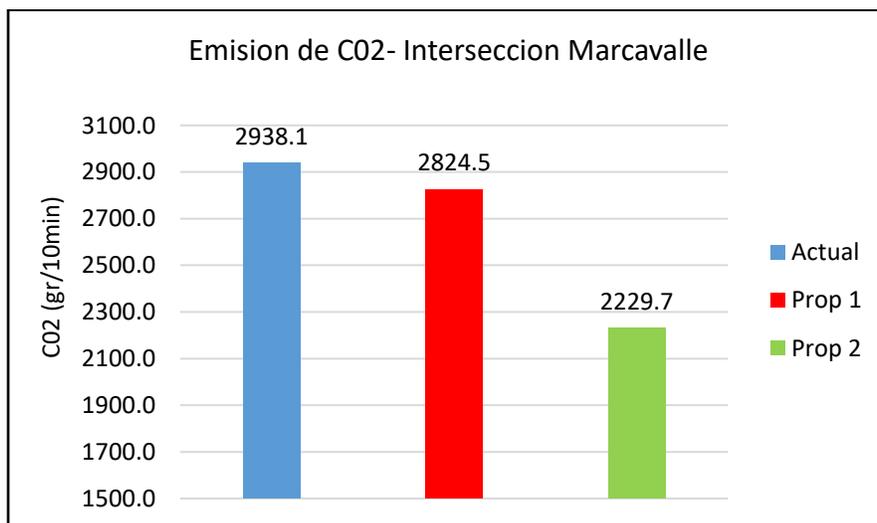


Tabla 50: Comparación del nivel de servicio ofrecido en la intersección 1

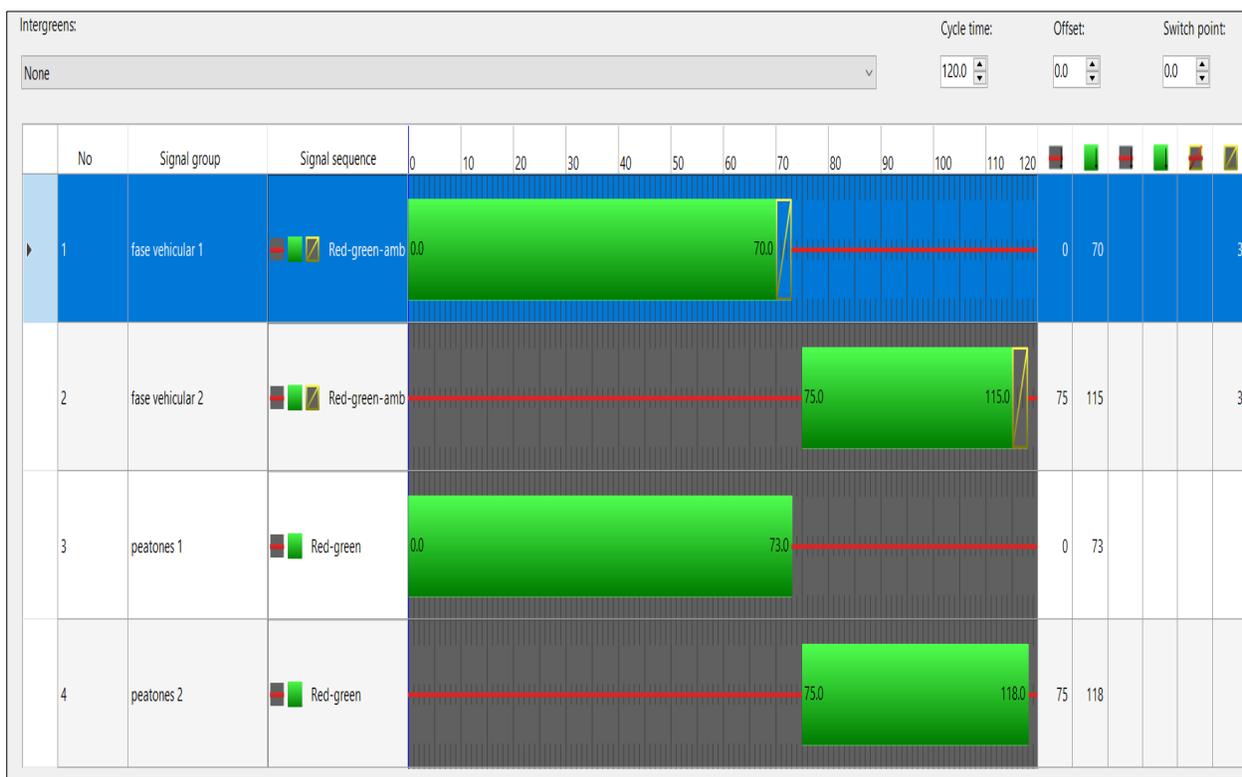
(Fuente: Propia)

	MARCAVALLE		
	Actual	Prop 1	Prop 2
Tiempo de demora en la intersección (seg)	19.74	18.01	12.87
Nivel de servicio (LOS)	C	C	B

De la Tabla 50 el promedio del nivel de servicio de la intersección actualmente es de nivel C para el año 2042, se observa que al implementar la ciclovía de la propuesta 1 o 2, reduce en aproximadamente en 7 segundo los tiempos de demora en ambos casos, por ello el nivel de servicio ofrecido mejora de nivel C a nivel B.

Figura 143: Tiempos semafóricos vehicular y peatonal de simulación en PTV Vissim para Intersección Marcavalle

(Fuente: Propia)



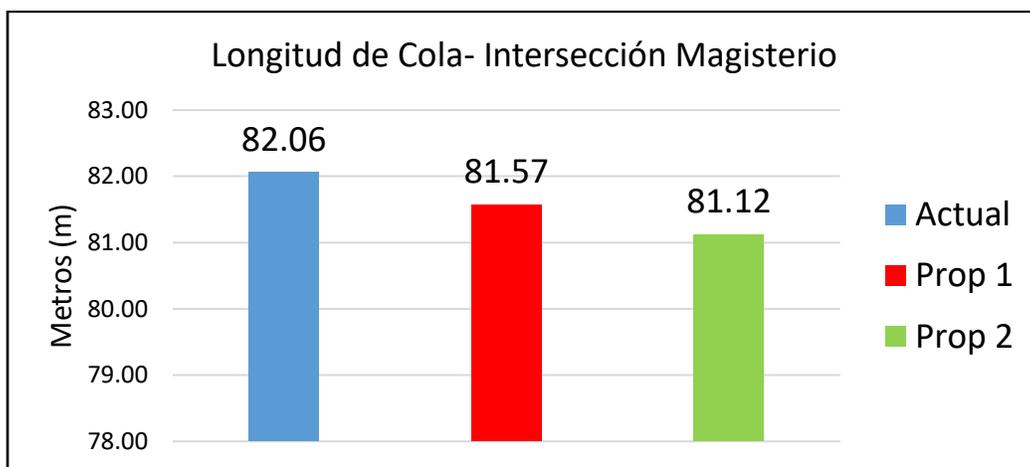


b) Análisis y Resultados de Intersección Magisterio.

Las longitudes de cola generadas por el tráfico la intersección Magisterio en los 3 escenarios son de 82.06m, 81.57m y 81.12m respectivamente, se verifica que con ciclovía actual y ciclovías propuestas no existe variación significativa respecto a las distancias de colas (0.5m a 1m).

Figura 144: Longitud de Cola en la intersección Magisterio – Av. De la Cultura

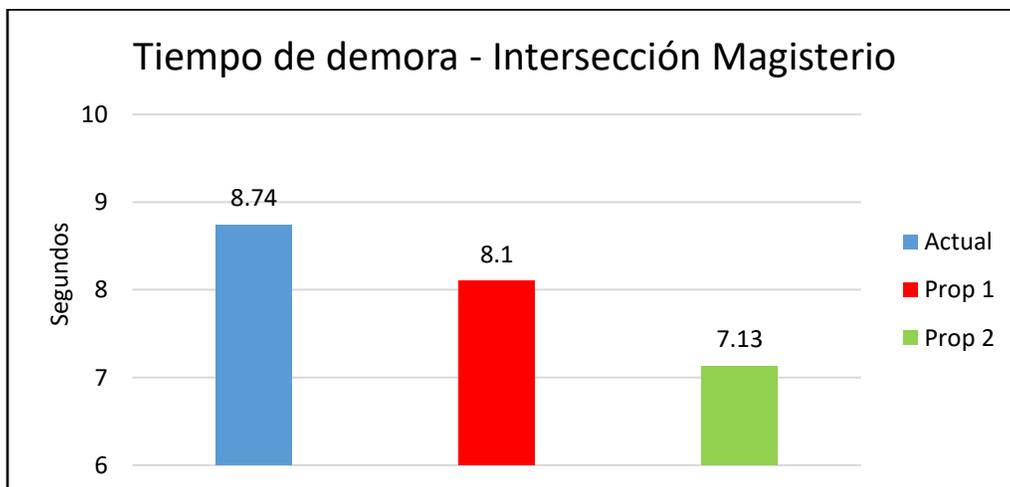
(Fuente: Propia)



El tiempo de demora se relaciona con el nivel de servicio en los nodos, en la figura 143 se observa que el tiempo de demora de la ciclovía actual en estudio disminuye en 1.61 segundos con respecto a la propuesta 2 de ciclovía.

Figura 145: Tiempos de demora en la intersección Magisterio – Av. De la Cultura

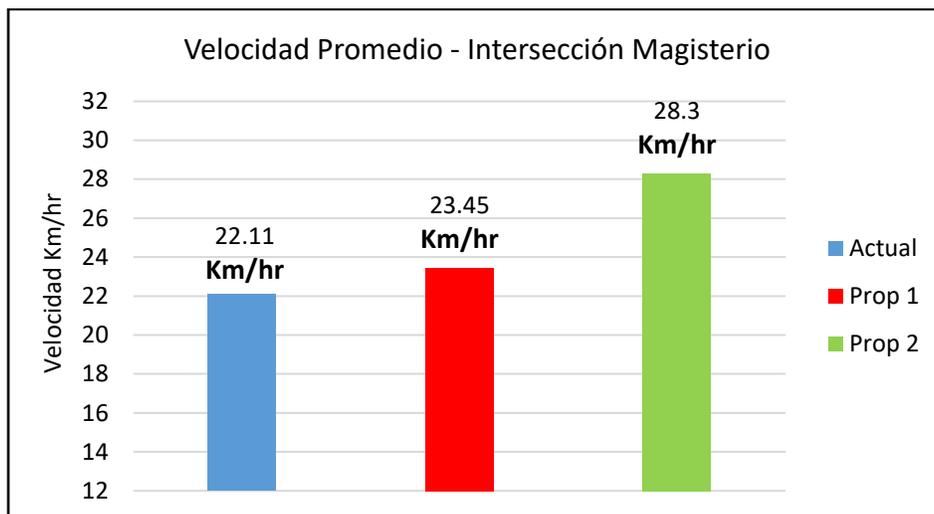
(Fuente: Propia)



En la figura 144 se muestra como la velocidad promedio en la intersección en estudio, se aprecia que la propuesta 2 aumenta en 6 km/h con respecto a la infraestructura actual.

Figura 146: Velocidad Promedio en la intersección Magisterio – Av. De la Cultura

(Fuente: Propia)



En la figura 145 se muestra como las emisiones actuales de CO2 disminuye en 11 y 27 unidades con respecto a las propuestas 1 y 2, esto ocurre porque las longitudes de cola disminuyen, además de ello, la velocidad promedio de cruce aumenta, lo que genera una menor expulsión de gases contaminantes de los motorizados.

Figura 147: Emisión de CO2 en la intersección Magisterio – Av. De la Cultura

(Fuente: Propia)

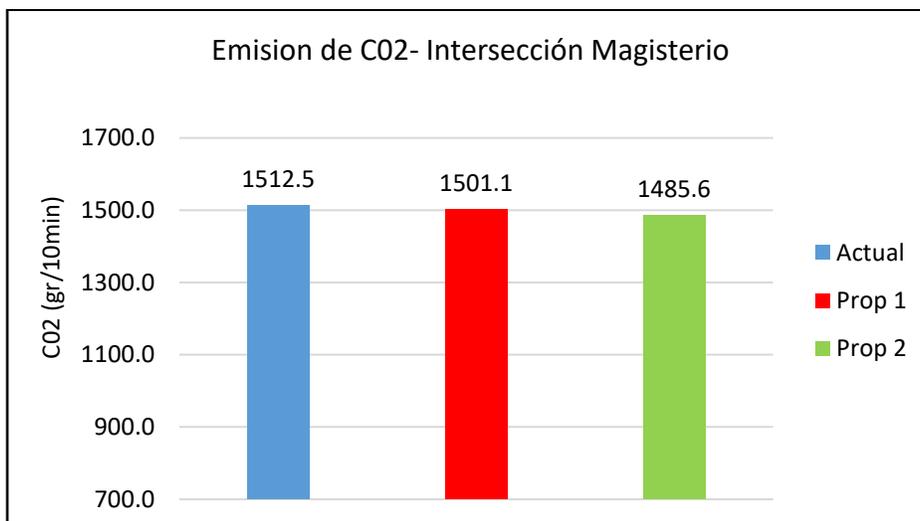


Tabla 51: Comparación del nivel de servicio ofrecido en la intersección 2

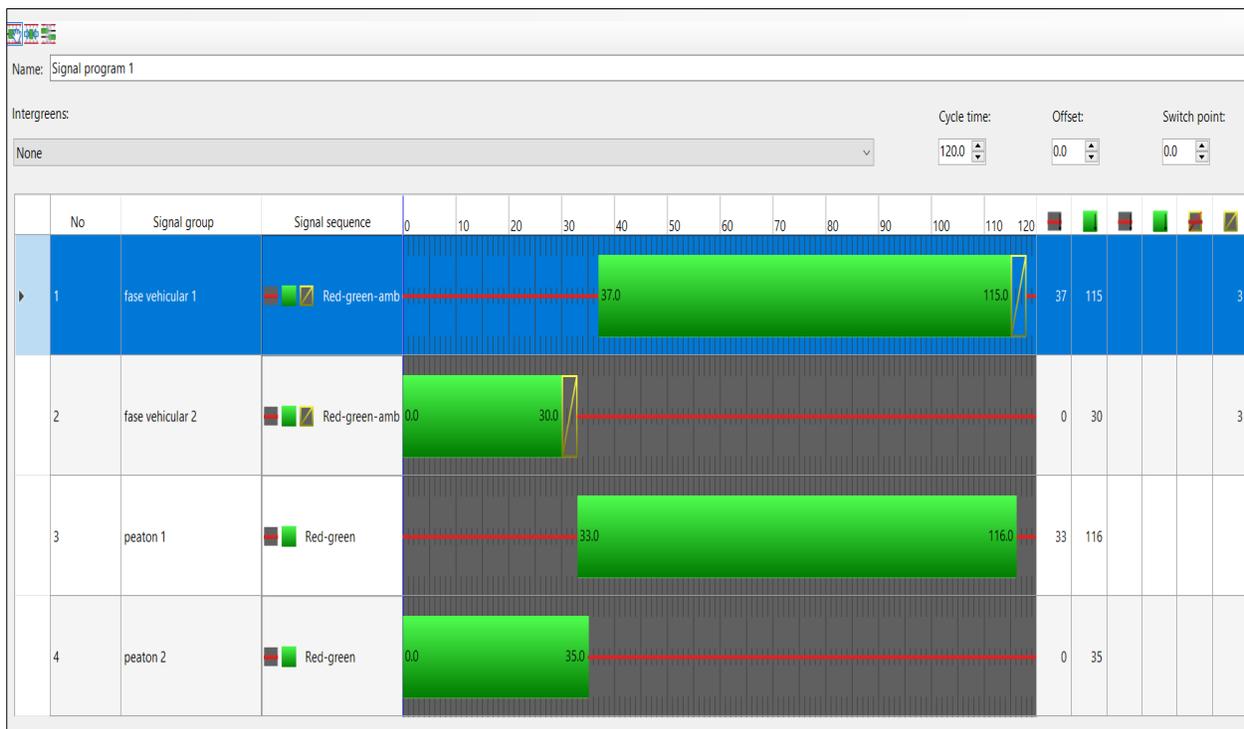
(Fuente: Propia)

	MAGISTERIO		
	Actual	Prop 1	Prop 2
Tiempo de demora en la intersección (seg)	8.74	8.10	7.13
Nivel de servicio (LOS)	B	B	B

De la Tabla 51 el promedio del nivel de servicio de la intersección actualmente es de nivel B para el año 2042, se observa que al implementar la ciclovía de la propuesta 1, reduce en aproximadamente en 0.7 segundos los tiempos de demora, en el caso de la propuesta 2 reduce en 1.6 segundos. Para este caso el nivel de servicio no varía debido a que en los 3 escenarios no supera ni disminuye el rango de 10-20seg.

Figura 148: Tiempos semafóricos vehicular y peatonal de simulación en PTV Vissim para Intersección Magisterio

(Fuente: Propia)

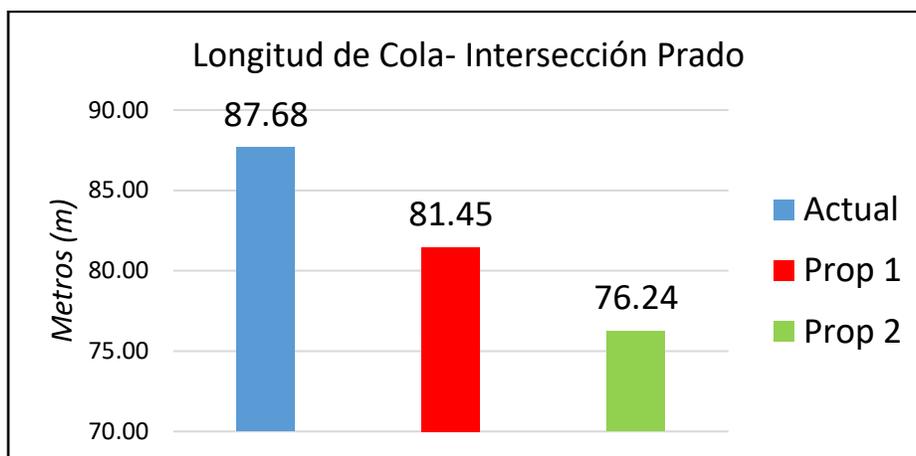


c) **Análisis y Resultados de Intersección Prado.**

Las longitudes de cola generadas por el tráfico la intersección Prado en los 3 escenarios son de 87.68m, 81.45m y 76.24m respectivamente, se verifica que con ciclovía actual se tiene un incremento de cola de 6m y 11m con respecto a las propuestas planteadas.

Figura 149: Longitud de Cola en la intersección Prado – Av. De la Cultura

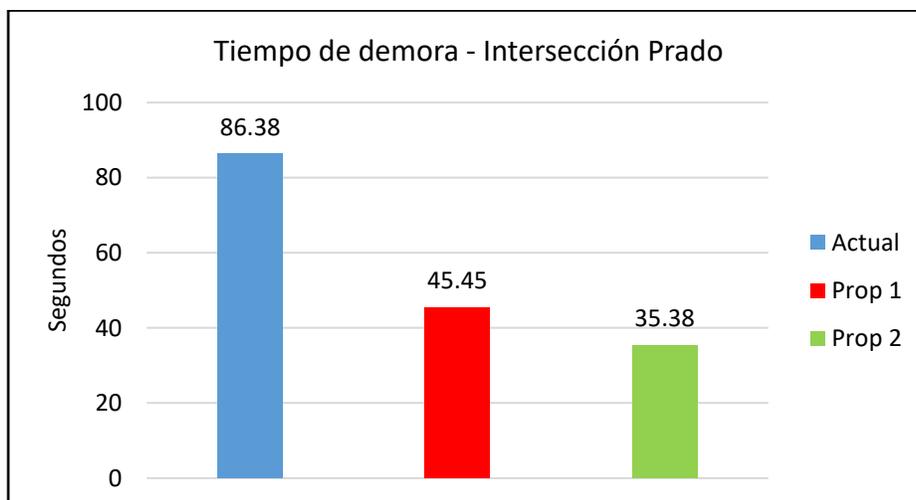
(Fuente: Propia)



El tiempo de demora se relaciona con el nivel de servicio en los nodos, en la figura 148 se observa que el tiempo de demora de la ciclovía actual en estudio disminuye en 51 segundos con respecto a la propuesta 2 de ciclovía.

Figura 150: Tiempos de demora en la intersección Prado – Av. De la Cultura

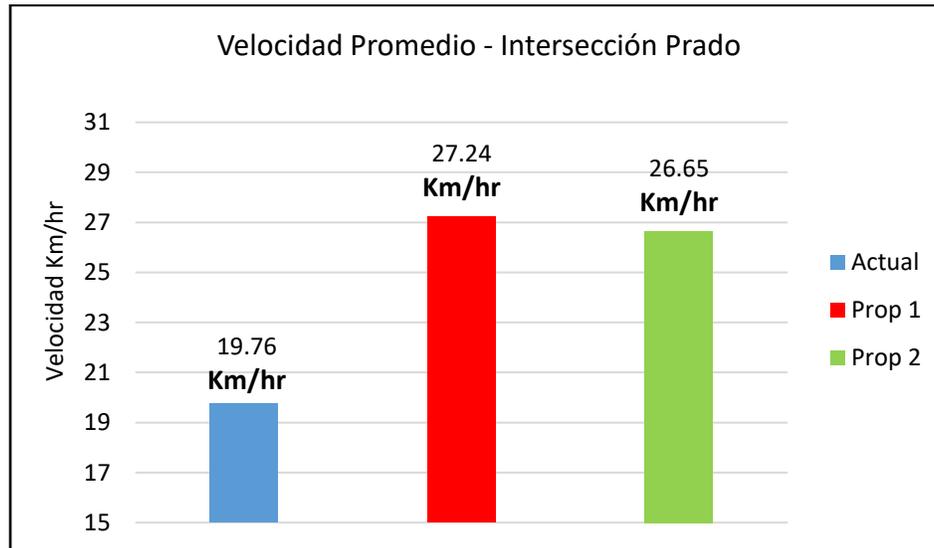
(Fuente: Propia)



En la figura 149 se muestra como la velocidad promedio en la intersección en estudio, aumenta en 7 km/h con respecto a la propuesta 2.

Figura 151: Velocidad Promedio en la intersección Prado – Av. De la Cultura

(Fuente: Propia)



En la figura 150 se muestra como las emisiones de CO₂ disminuye en 136 y 109 unidades con las propuestas 1 y 2 respectivamente, esto ocurre por que pasa una menor cantidad de vehículos por el nodo, debido a que hay una fase adicional para la ciclovía.

Figura 152: Emisión de CO₂ en la intersección Prado – Av. De la Cultura

(Fuente: Propia)

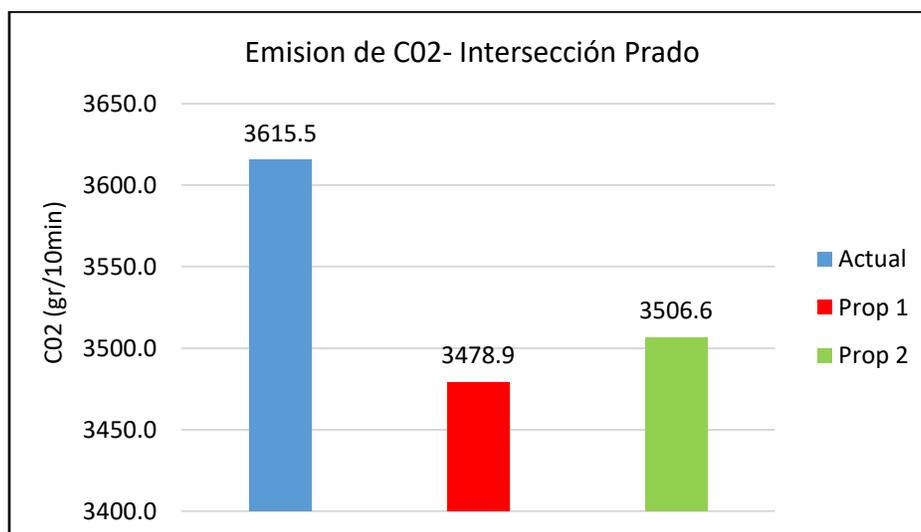


Tabla 52: Comparación del nivel de servicio ofrecido en la intersección 3

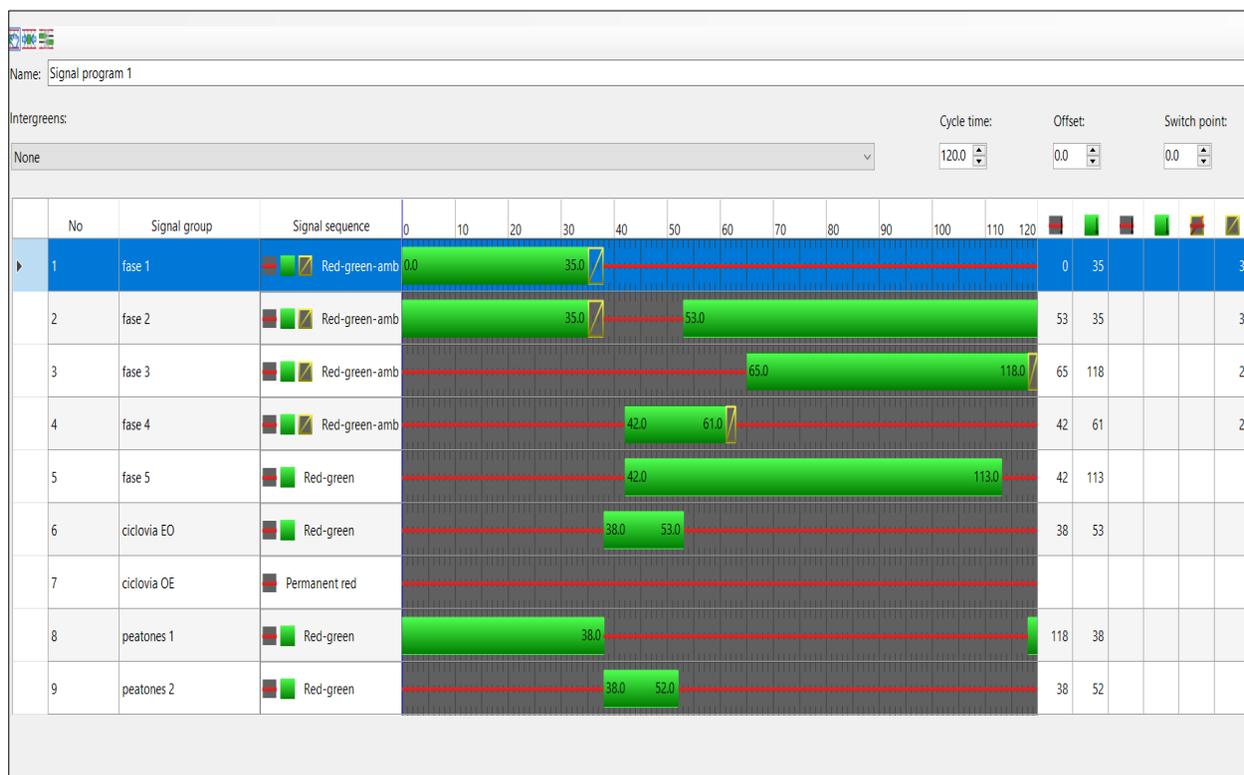
(Fuente: Propia)

	PRADO		
	Actual	Prop 1	Prop 2
Tiempo de demora en la intersección (seg)	86.38	45.45	35.38
Nivel de servicio (LOS)	F	D	D

De la Tabla 52 el promedio del nivel de servicio de la intersección actualmente es de nivel F para el año 2042, se observa que al implementar la ciclovía de la propuesta 1, reduce en aproximadamente en 41 segundos los tiempos de demora. En el caso de la propuesta 2 reduce en 51 segundos. Para este caso hay una variación considerable en el nivel de servicio ofrecido en los 3 escenarios, esto es debido a la modificación de tiempos semafóricos dispuestos en la simulación.

Figura 153: Tiempos semafóricos vehicular y peatonal de simulación en PTV Vissim para Intersección 3

(Fuente: Propia)

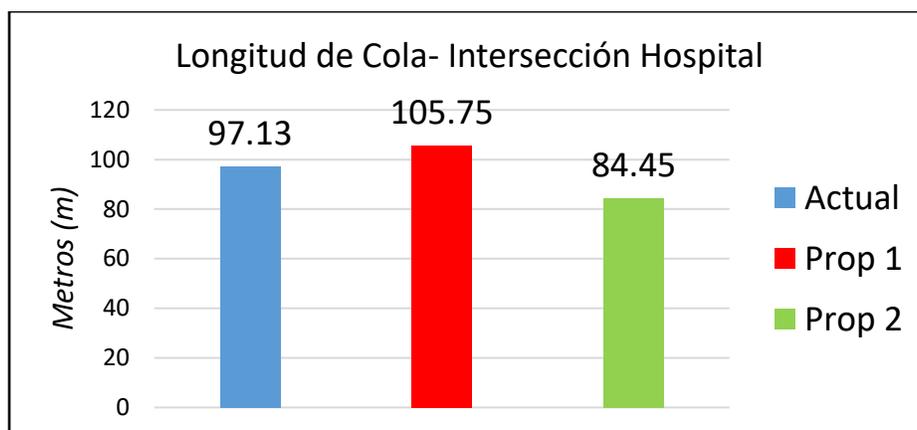


d) Análisis y Resultados de Intersección Hospital.

Las longitudes de cola generadas por el tráfico la intersección Hospital en los 3 escenarios son de 97.13m, 105.75m y 84.45m respectivamente, se verifica que con ciclovía de la propuesta se tiene un incremento desfavorable de cola de 8.62m con respecto a la ciclovía actual, la propuesta 2 indica mejores resultados con una reducción de cola de 12.68m.

Figura 154: Tiempos de viaje en la intersección Hospital – Av. De la Cultura

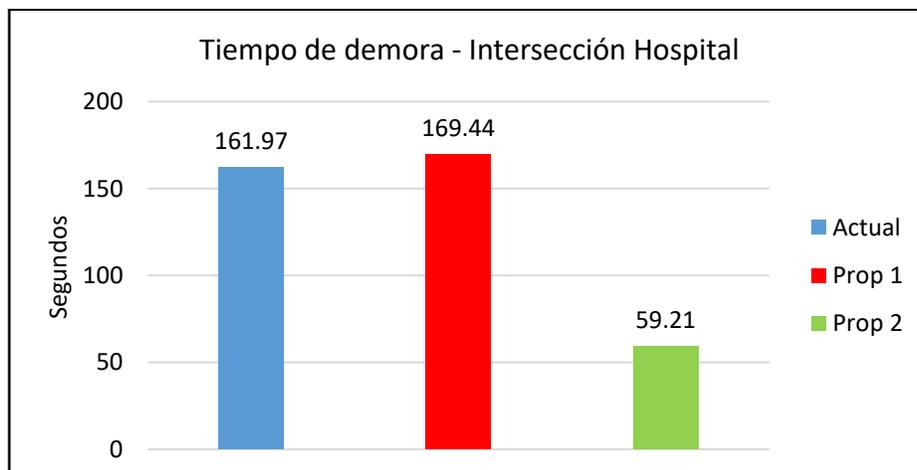
(Fuente: Propia)



El tiempo de demora se relaciona con el nivel de servicio en los nodos, en la figura 153 se observa que el tiempo de demora de la ciclovía actual en estudio disminuye en 102 segundos con respecto a la propuesta 2 de ciclovía.

Figura 155: Tiempos de demora en la intersección Hospital – Av. De la Cultura

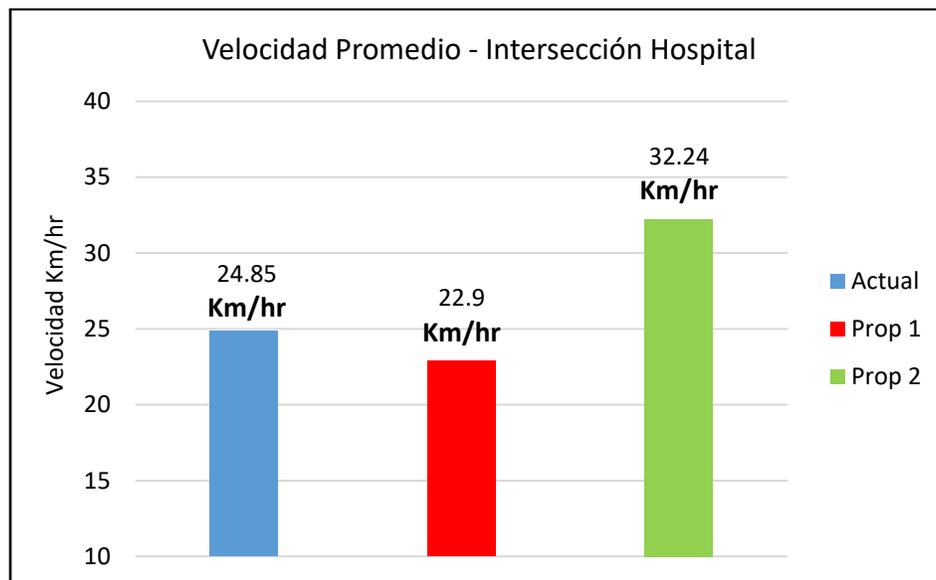
(Fuente: Propia)



En la figura 154 se muestra como la velocidad promedio en la intersección actual en estudio, aumenta en 7.4 km/h con respecto a la propuesta 2.

Figura 156: Velocidad Promedio en la intersección Hospital – Av. De la Cultura

(Fuente: Propia)



En la figura 155 se muestra como las emisiones de CO2 aumenta y disminuye en 10 y 1622 unidades con respecto a las propuestas 1 y 2 respectivamente, esto ocurre por que pasa una menor cantidad de vehículos por el nodo, debido a que hay una fase adicional semafórica para la ciclovía.

Figura 157: Emisión de CO2 en la intersección Hospital – Av. De la Cultura

(Fuente: Propia)

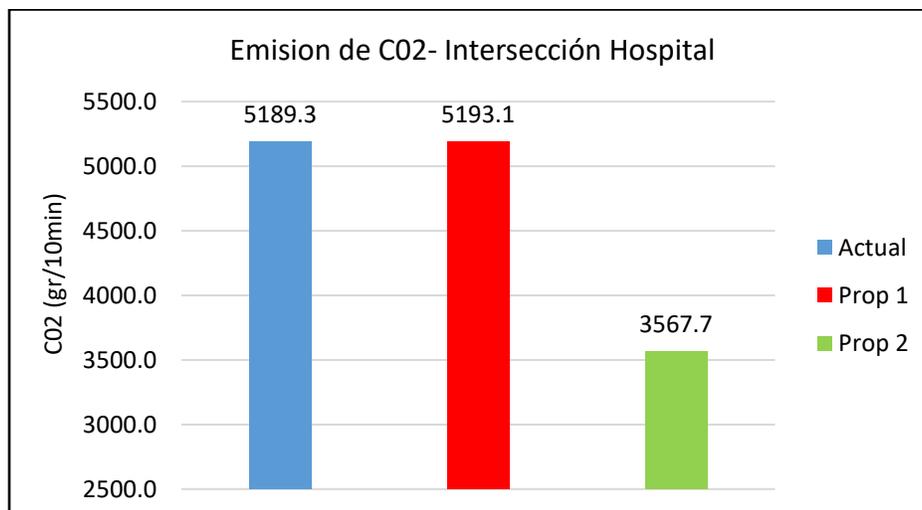


Tabla 53: Comparación del nivel de servicio ofrecido en la intersección 4

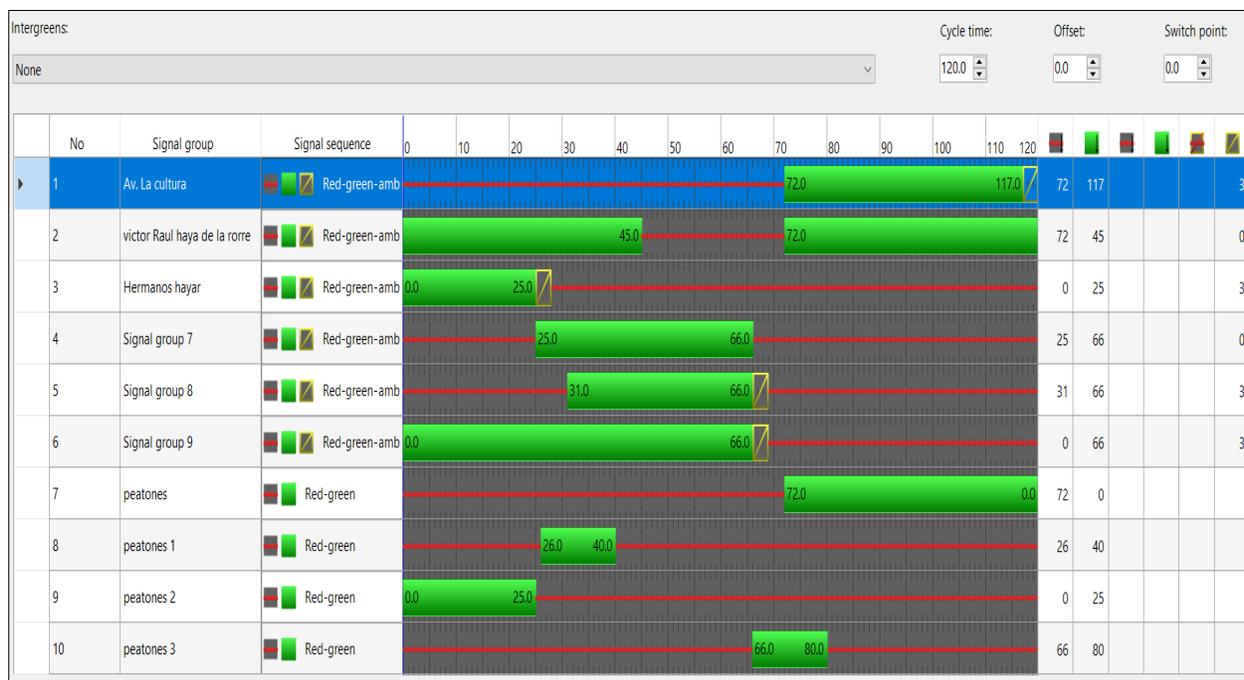
(Fuente: Propia)

	HOSPITAL		
	Actual	Prop 1	Prop 2
Tiempo de demora en la intersección (seg)	161.97	169.44	59.21
Nivel de servicio (LOS)	F	F	E

De la Tabla 53 el promedio del nivel de servicio de la intersección actualmente es de nivel E para el año 2042, se observa que al implementar la ciclovía de la propuesta 1, aumenta en aproximadamente en 8 segundos los tiempos de demora. En el caso de la propuesta 2 reduce en 102 segundos. Para este caso hay una variación desfavorable en el en los tiempos de demora en el escenario actual y la propuesta 1, sin embargo, con respecto a la propuesta 2 la variación es significativa, esto es debido a la modificación de tiempos semafóricos dispuestos en la simulación, donde se reduce el tiempo de verde de los semáforos de la ciclovía en ambos sentidos (EO -OE).

Figura 158: Tiempos semafóricos vehicular y peatonal de simulación en PTV Vissim para Intersección Hospital

(Fuente: Propia)

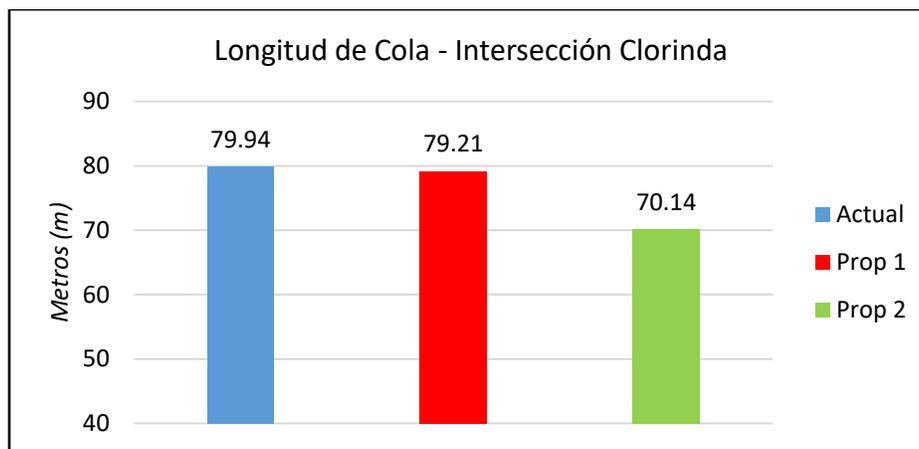


e) Análisis y Resultados de Intersección Clorinda.

Las longitudes de cola generadas por el tráfico la intersección Clorinda en los 3 escenarios son de 79.94m, 79.21m y 70.14m respectivamente, se verifica que con ciclovía actual y la propuesta 1 no tienen variación significativa, a diferencia de la propuesta 2 que optimiza el tráfico motorizado reduciendo la longitud de cola en 9.8.

Figura 159: Tiempos de viaje en la intersección Clorinda – Av. De la Cultura

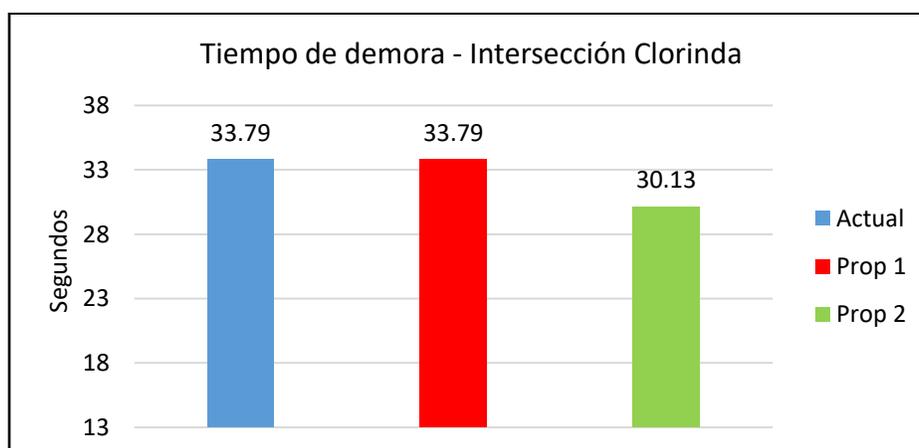
(Fuente: Propia)



El tiempo de demora se relaciona con el nivel de servicio en los nodos, en la figura 158 se observa que el tiempo de demora de la intersección con ciclovía actual, disminuye en 3.66 segundos con respecto a la propuesta 2.

Figura 160: Tiempos de demora en la intersección Clorinda – Av. De la Cultura

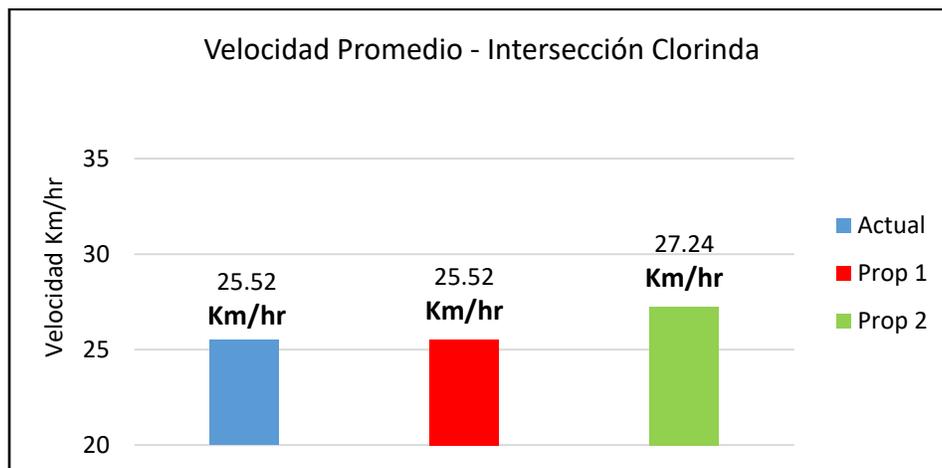
(Fuente: Propia)



En la figura 159 se muestra como la velocidad promedio en la intersección actual en estudio, aumenta en 1.72 km/h con respecto a la propuesta 2.

Figura 161: Velocidad Promedio en la intersección Clorinda – Av. De la Cultura

(Fuente: Propia)



En la figura 160 se muestra como las emisiones actuales de CO2 reducen respecto a la propuesta 2, disminuye en 118 unidades, esto ocurre por que pasa una menor cantidad de vehículos por el nodo además de que la velocidad promedio incremento en un 30%.

Figura 162: Emisión de CO2 en la intersección Clorinda – Av. De la Cultura

(Fuente: Propia)

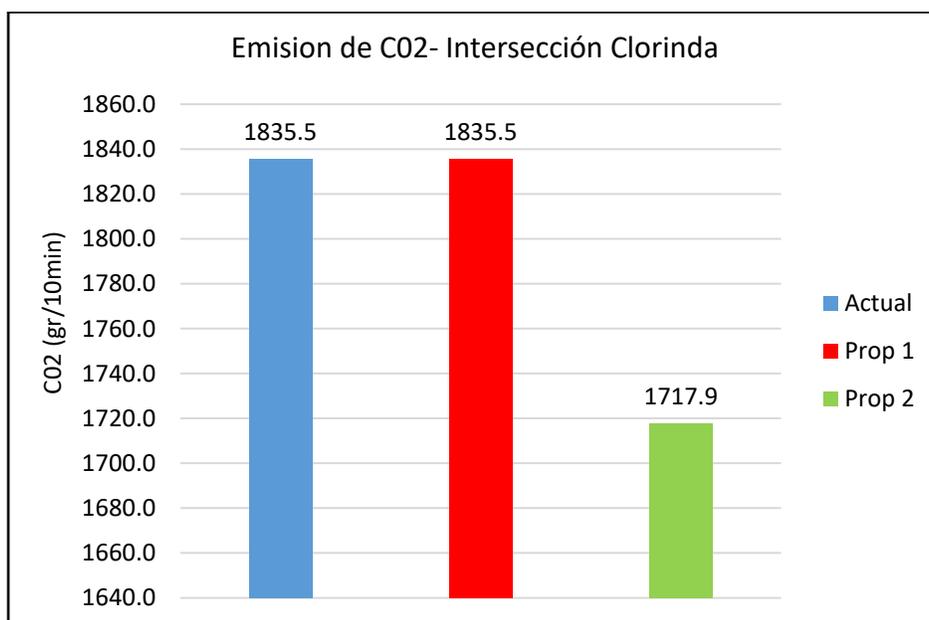


Tabla 54: Comparación del nivel de servicio ofrecido en la intersección 5

(Fuente: Propia)

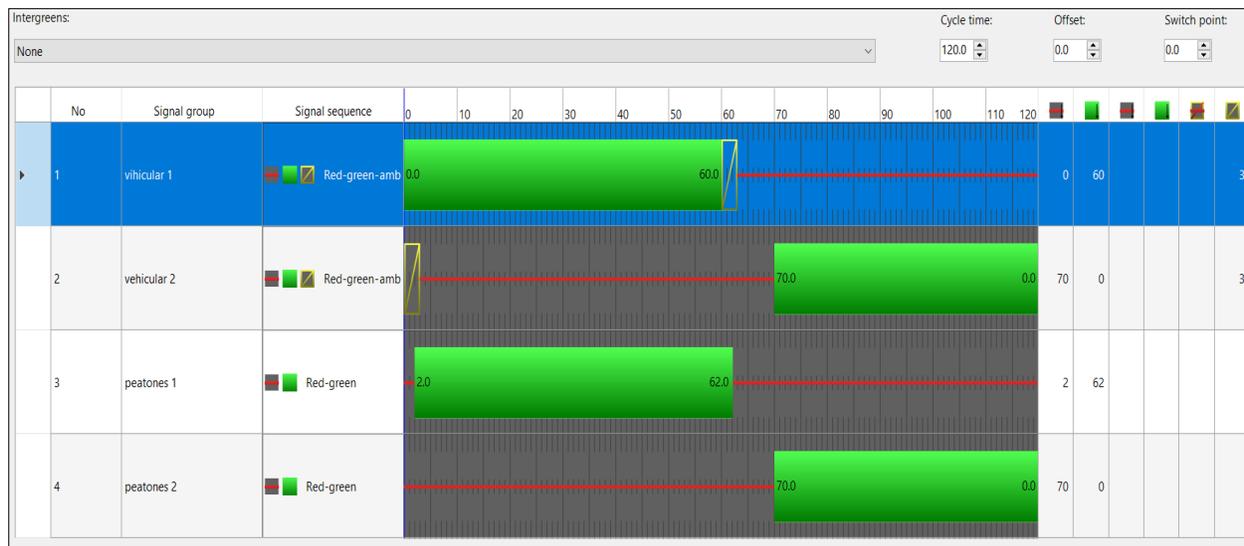
	CLORINDA		
	Actual	Prop 1	Prop 2
Tiempo de demora en la intersección (seg)	33.79	33.79	30.13
Nivel de servicio (LOS)	D	D	D

De la Tabla 54 el promedio del nivel de servicio de la intersección es de nivel D para el año 2042, se observa que al implementar la propuesta 1 de ciclovía no existe variación alguna, esto se debe a que la propuesta para esta intersección en particular consiste en segregar la ciclovía existente desde el tramo Clorinda – Limacpampa a excepción de un tramo de 12m en los paraderos de transporte urbano.

En el caso de la propuesta 2 reduce en 3.66 segundos la es poco significativa, esto es porque se reubica la ciclovía actual hacia la berma central, para ellos se debe reducir en 10 centímetros cada carril en ambos sentidos de la Av. de la Cultura, es necesario hacer esta modificación para cumplir con el diseño geométrico según las normativas de ciclovías aprobadas por el MTC, la sección transversal en esta intersección es de 17m siendo la de menor longitud en todo el tramo

Figura 163: Tiempos semafóricos vehicular y peatonal de simulación en PTV Vissim para Intersección 3

(Fuente: Propia)



4.2. Costos y Presupuestos de las Propuestas de Diseño.

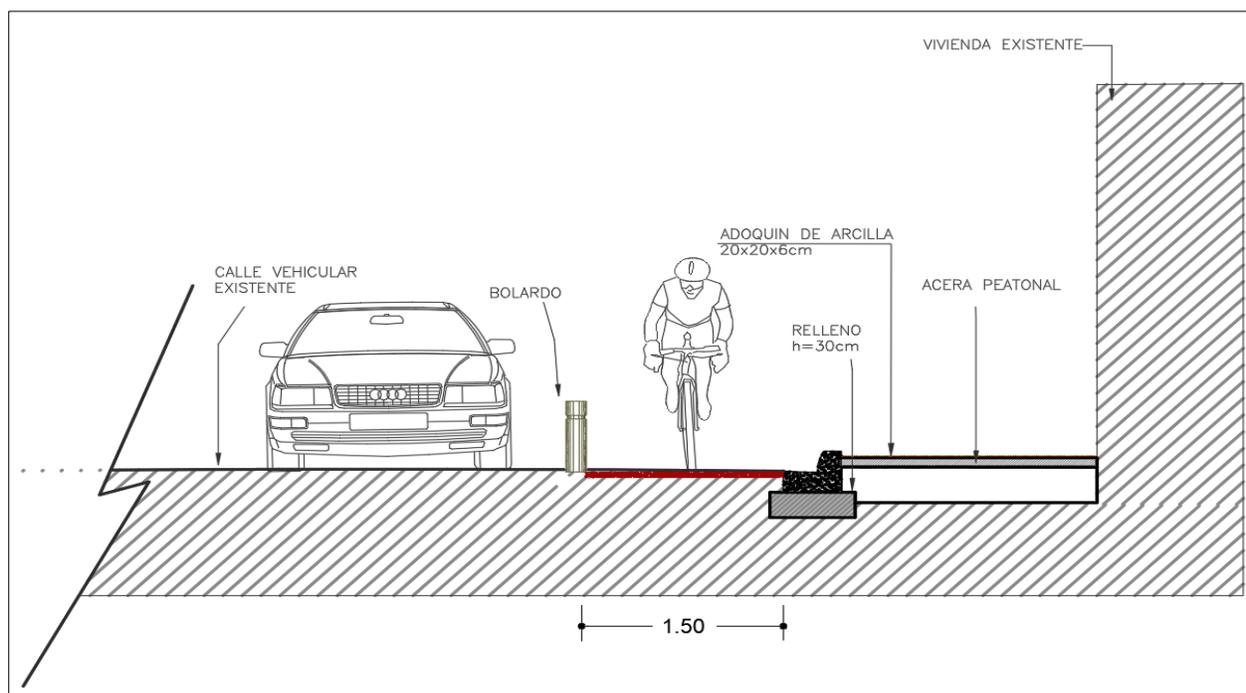
Se tiene 2 propuestas de diseño geométrico para los tramos e intersecciones en estudio siendo:

Caso Propuesta 1:

Aplica para todos los tramos de análisis, consistiendo en reubicar las ciclovías actuales centrales a unidireccionales en derecha de vía en ambos sentidos, todas de ellas debidamente segregadas (segregador físico) haciendo uso de bolardos o bordillos. En los cruces de ciclovía se deben utilizar reflectores de carretera paralelos y alineados con el sentido del cruce.

Figura 164: Propuesta 1 – Señalización y elementos de seguridad para la ciclovía.

(Fuente: Propia)



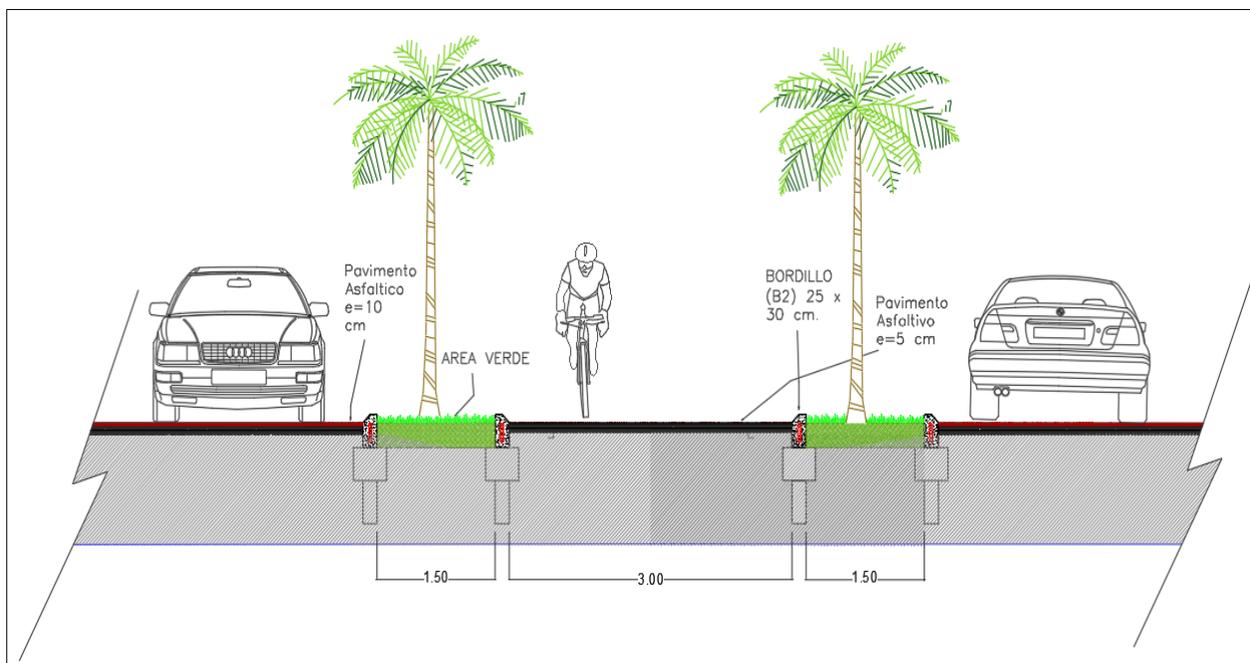
Caso Propuesta 2:

Aplica para todos los tramos de análisis, esta propuesta es la de mayores cambios geométricos ya que se trata de una ciclovía como obra civil, sus características son de alto costo y duración, por lo tanto, implica modificaciones a nivel de infraestructura, incluye: reubicaciones de postes eléctricos, cajas de alta tensión, semáforos, señaléticas, entre otros.

Para esta propuesta de infraestructura se debe reubicar las ciclovías unidireccionales actuales a la berma central como una ciclovía bidireccional de 3m de ancho, con un confinamiento para ambos extremos de un ancho variable dependiendo de la sección transversal de análisis como se puede observar en el capítulo 3.4.2, esto también conlleva un movimiento de tierras, asfaltado (base y subbase granular), entre otros.

Figura 165: Propuesta 2 – Sección Transversal Típica en Av. De la Cultura.

(Fuente: Propia)



Nota: Los planos de secciones transversales y planta-perfil, alineamiento horizontal y dimensiones de la infraestructura de la ciclovía actual, propuesta 1 y propuesta 2 se adjuntan en el anexo A.

Dado que un objetivo de la tesis es cuantificar el costo de implementar las propuestas desarrolladas, se detalla el metrado que comprende cada propuesta seleccionada.

En las tablas 55 y 56 se detalla los metrados y costos para ambas propuestas respectivamente, con el fin de poder determinar que alternativa es la más viable, económica y funcional. Las cotizaciones a continuación son en base al mercado en junio del 2023.



Tabla 55: Costos y Presupuestos de Ciclovía – Propuesta 1

(Fuente: Propia)

COSTOS Y PRESUPUESTOS DE CICLOVÍA EN AV. DE LA CULTURA - PROPUESTA 1 (3.6km)					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	METRADO	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
1	Infraestructura Vial Ciclovía				377,889.41 S/.
1.1.	Trabajos Preliminares				
1.1.1.	Limpieza de Terreno	m2	10860.00	0.57	6190.2
1.1.2.	Desmontaje de Elementos de Señalización	und	24.00	52.78	1266.72
1.2.	Trazo, Niveles y Replanteo				
1.2.1.	Trazo y Nivelación y Replanteo Preliminar	km	3.62	1689.88	6117.3656
1.2.2.	Trazo y Nivelación en Proceso Constructivo	mes	2.00	2467.81	4935.62
1.3	Semáforos				
1.3.1.	Semáforo peatonal y Ciclovial Animado de 1C-3L	und	32.00	2650.00	84800
1.3.2.	Controlador de tráfico para semáforos	und	32.00	3500.00	112000
1.4.	Pinturas				
1.4.1	Pintura de flechas	ml	168.00	5.00	840
1.4.2	Pintura de cruce peatonal	m2	272.50	18.50	5041.25
1.4.3	Pintura de señalización horizontal	ml	1206.67	3.00	3620
1.4.4	Pintura de señalización horizontal relleno	m2	10860.00	9.30	100998
1.4.5	Pintura de simbología (Pare - Bicicleta)	und	104.00	5.00	520
1.5	Elementos de Seguridad				
1.5.1	Bolardos flexibles	und	735.00	21.15	15545.25
1.5.2	Tope delimitador (caucho)	und	1470.00	24.50	36015

Nota: Para el caso de los precios unitarios de la reubicación de postes (alumbrado, media tensión y de telefonía) se tomó en consideración los costos adicionales o subpartidas siendo: movimiento de tierras, suministros, protocolos de prueba y puesta en servicio, obteniendo un total representativo como se observa en la tabla anterior.



Tabla 56: Costos y Presupuestos de Ciclovía – Propuesta 2

(Fuente: Propia)

COSTOS Y PRESUPUESTOS DE CICLOVÍA EN AV. DE LA CULTURA - PROPUESTA 2					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	METRADO	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
1	Infraestructura Vial Ciclovía				1,561,331.18 S/.
1.1.	Trabajos Preliminares				
1.1.1.	Limpieza de Terreno	m2	13032.00	0.57	7428.24
1.1.2.	Desmontaje de Elementos de Señalización	und	74.00	52.78	3905.72
1.1.3.	Demolición de Losas y/ veredas e=0.15m	m2	221.00	16.10	3558.10
1.1.4.	Rotura de Concreto	m3	406.31	91.39	37132.42
1.1.5.	Demolición de Sardineles de concreto	m3	140.03	91.39	12797.06
1.1.6.	Eliminación de Desmorte	m3	196.04	16.05	3146.41
1.2.	Trazo, Niveles y Replanteo				
1.2.1.	Trazo y Nivelación y Replanteo Preliminar	km	3.62	1689.88	6117.37
1.2.2.	Trazo y Nivelación en Proceso Constructivo	mes	8.00	2467.81	19742.48
1.3.	Movimiento de Tierras				
1.3.1.	Corte y Excavaciones (con maquinaria)	m3	7469.31	7.63	56990.84
1.3.2.	Relleno y Nivelación (con maquinaria)	m3	3308.88	10.68	35338.84
1.3.3.	Acarreos y Eliminación	m3	8963.17	16.05	143858.91
1.4.	Sub Base y Bases				
1.4.1.	Base Granular e=0.20m	m2	3308.88	12.05	39872.00
1.5.	Pavimento Flexible				
1.5.1.	Carpeta Asfáltica en Frio e=3"	m2	3308.88	40.82	135068.48
1.6.	Sardineles				
1.6.1.	Obras Preliminares				
1.6.1.1.	Trazo y Nivelación y Replanteo Preliminar	m2	433.76	1.66	720.04
1.6.1.2.	Trazo y Nivelación en Proceso Constructivo	mes	4.00	1482.00	5928.00
1.6.2.	Movimiento de Tierras				
1.6.2.1.	Corte y Excavaciones (con maquinaria)	m3	140.03	7.63	1068.41
1.6.2.2.	Relleno y Nivelación (con maquinaria)	m2	140.03	10.68	1495.49
1.6.2.3.	Acarreos y Eliminación	m3	196.04	16.05	3146.41
1.6.3.	Concreto Simple				
1.6.3.1.	Sardinel - Concreto f'c=175Kg/cm2	m3	186.70	398.25	74354.31
1.6.4.	Revoques Enlucidos y Molduras				
1.6.4.1	Sardineles Solaqueado	m2	243.30	10.83	2634.94
1.7	Semáforos				
1.7.1.	Semáforo peatonal y Ciclovial Animado de 1C-3L	und	64.00	2650.00	169600.00
1.7.2.	Controlador de tráfico para semáforos	und	64.00	3500.00	224000.00
1.8	Reubicación de postes				
1.8.1.	Reubicación poste alumbrado publico	und	79.00	3185.34	251641.86
1.8.2.	Reubicación poste media tension	und	9.00	8804.28	79238.52
1.8.3.	Reubicación poste de telefonía	und	6.00	1692.14	10152.84
1.9	Reubicación semaforos				
1.9.1	Reubicación semáforos de motorizados	und	22.00	2219.14	48821.08
1.10.	Pinturas				
1.10.1	Pintura de flechas	ml	168.00	5.00	840.00
1.10.2	Pintura de cruce peatonal	m2	272.50	18.50	5041.25
1.10.3	Pintura de señalización horizontal	ml	1206.67	3.00	3620.00
1.10.4	Pintura de señalización horizontal relleno	m2	10860.00	9.30	100998.00
1.10.5	Pintura de simbología (Pare - Bicicleta)	und	104.00	5.00	520.00
1.11	Elementos de Seguridad				
1.11.1	Bolardos flexibles	und	735.00	21.15	15545.25
1.11.2	Tope delimitador (caucho)	und	1470.00	24.50	36015.00
1.12	Reubicación de Árboles				
1.12.1	Reubicación de Arboles (con maquinaria)	und	97.00	186.64	18104.08
1.13	Revegetación				
1.13.1	Revegetación	ha	0.58	4947.35	2888.86



5. CAPÍTULO V: DISCUSIONES

a) Con respecto a la topografía y estado de pavimentos.

La zona de estudio ostenta una topografía mayormente llana con una pendiente máxima de 6.7% un tramo relativamente pequeño de 80m (Paradero Condor a Paradero Santa Úrsula). Las pendientes como se indica en capítulo 3.4.2. no superan las restricciones de la Guía de Implementación de Sistemas de Transporte Sostenible no Motorizado.

El pavimento para vehículo motorizado y no motorizado en el tramo de estudio se encuentra en pésimas condiciones. Enfocándonos en la ciclovía actual se observa grietas de gran magnitud, bordillos en mal estado, carencia de señaléticas, charcos de agua, buzones sin tapa y algunos casos con desnivel al carril del ciclista; todo ello se detalla en el capítulo 3.4.1.

b) Con respecto modelación y simulación del tráfico vehicular.

La modelación y simulación realizada en las 5 intersecciones en estudio nos permitió conocer el comportamiento en condiciones normales y de máxima congestión vehicular proyectada con la incorporación de ciclovía, con una visión realista y detallada sobre el estado del flujo vial, además, de los impactos de la ciclovía con respecto al tráfico motorizado.

c) Con respecto al nivel de servicio y contaminación ambiental.

Se observa variaciones considerables en las intersecciones Prado y Hospital en el nivel de servicio ofrecido por las intersecciones para un flujo vehicular futuro. Este análisis tiene influencias en las características físicas como el ancho de carril, distancias laterales, pendientes de vía, etc., así como también factores internos a los que interfieren en el volumen vehicular, movimientos o giros, composición del tráfico, entre otros.

La propuesta de ciclovía implementada con una correcta infraestructura en la avenida de mayor flujo vehicular en la ciudad fomentaría el uso de las bicicletas y scooters, ayudando a reducir los niveles de contaminación ambiental, como se observa en los análisis de emisiones de CO₂ detallados en la tabla 49.



d) Con respecto a los costos y presupuestos de las propuestas de ciclovia.

Se evaluó los costos de implementación de las propuestas con el fin de poder determinar que alternativa es la más viable, económica y funcional. Se observa a detalle en la tabla 56 que la propuesta 2 tiene un costo elevado con respecto a la 1ra propuesta, esto debido al nivel y detalles de infraestructura que implica modificar la berma central existente y convertirla una ciclovia bidireccional protegida por bermas verde en ambos extremos.

e) Con respecto al diseño arquitectónico y estructural.

Al ser uno de los objetivos realizar los planos de secciones transversales, de planta y perfil, todos ellos se adjuntan en el Anexo A4, para ello se utilizó toda la información recopilada de la zona de estudio detallada en el capítulo 3.4.2



Glosario

- **Carril:** Parte de la calzada, donde transita solo una fila de vehículos.
- **Calzada:** Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos. Se compone de un cierto número de carriles dependiendo de la categoría de la vía.
- **Nivel de Servicio:** Medida cualitativa descriptiva de las condiciones de circulación del tráfico.
- **Pendiente:** Inclinação de una rasante, o la relación de las diferencias de altura entre el punto inicio y final de una ruta.
- **Volumen horario de diseño (VHD):** Volumen de máxima demanda en hora pico.
- **Volumen horario de máxima demanda (VHMD):** Resulta de la suma de volúmenes vehiculares en periodos de 15 minutos en la hora pico.
- **Red de Ciclovías:** Conjunto o una red integrada de ciclovías conectadas entre si.
- **Berma:** Franja longitudinal, puede ser pavimentada, comprendida entre el borde exterior de la calzada y la acera.
- **Acera:** Franja longitudinal de la vía, es exclusiva para el tránsito peatonal.
- **Ciclo-inclusivo:** Que considera o tiene en cuenta a las bicicletas.
- **Ciclocarril:** Carril que es parte de la calzada destinado para el tránsito de bicicletas debidamente señalizado.
- **Ciclovía:** Parte de la vía pública, es una infraestructura destinada exclusivamente para la circulación de bicicletas y que cuenta con un separador físico del tráfico motorizado.



- **Cicloparqueadero:** Infraestructura ciclovial destinada para el estacionamiento de bicicletas de manera temporal.
- **Elemento de Segregación:** Elementos de seguridad (sardineles, bolardos, áreas verdes, topes, etc.) ubicado al borde externo de la ciclovía.
- **Intersección:** Es el cruce de dos o más vías, puede ser a nivel o desnivel.
- **Intersección:** Es el cruce de dos o más vías, puede ser a nivel o desnivel.
- **Pavimento:** Estructura construida sobre la subrasante, conformada por capas: subbase, base y superficie de rodadura.
- **Sardinel:** Encintado de concreto que permite delimitar o confinar la calzada.
- **Seguridad Vial:** Acciones o Reglas para evitar riesgos de accidentes a los usuarios de las vías.
- **Señalización:** Pueden ser verticales u horizontales, los cuales son dispositivos que se colocan en la vía con el fin de informar a los usuarios con efectos de seguridad.
- **E-bike:** Son bicicletas eléctricas, funcionan con una batería que apoya al pedaleo de manera asistida.
- **Reparto Modal:** Son los modos o tipos de transporte (peatón, bicicleta, bus, taxi, camión, etc.)



A. CONCLUSIONES

- Del objetivo general de la investigación que consiste en determinar el diseño geométrico óptimo de una ciclo vía sin generar impacto vial al tráfico motorizado se planteó 2 propuestas para todas las intersecciones en análisis, de lo cual se concluye:

Caso Intersecciones Marcavalle, Magisterio y Clorinda: La propuesta 1 no muestra optimización de tiempos en estas intersecciones, esto debido a que la ciclo vía propuesta consiste en la reubicación de la ciclo vía existente a los bordes de la calzada peatonal como carril unidireccional en ambos sentidos (Figura 134).

Tabla 57: Comparación 1 de ciclo vía actual vs ciclo vías propuestas

(Fuente: Propia)

	MARCAVALLE			MAGISTERIO			CLORINDA		
	Actual	Prop 1	Prop 2	Actual	Prop 1	Prop 2	Actual	Prop 1	Prop 2
Longitud de Cola (m)	119.55	115.24	102.42	82.06	81.57	81.12	79.94	79.21	70.14
Tiempo de demora en la intersección (seg)	19.74	18.01	12.87	8.74	8.1	7.13	33.79	33.79	30.13
Velocidad promedio en la intersección (km/hr)	26.56	26.71	28.60	22.11	23.45	28.30	25.52	25.52	27.24
Nivel de servicio (LOS)	C	C	B	B	B	B	D	D	D
Emisiones de CO2 en la intersección (gr/10min)	2938.1	2824.5	2229.7	1512.5	1501.1	1485.6	1835.5	1835.5	1717.9

Estas intersecciones no tienen giros restringidos, por lo tanto, se muestra en los resultados de la propuesta 1, tiempos de demoras y colas similares a la de la infraestructura existente (escenario 1) que consiste en una ciclo vía unidireccional a extremos de la berma central. Es importante señalar que se le condicione al corredor manejar los mismos tiempos semafóricos detallados en el capítulo 3.4.5., y prioridad de paso a los peatones en todos sus sentidos de circulación detallados en el capítulo 3.4.4.

Con respecto a la propuesta 2 se observa mejoras poco significativas en tiempos de demora y velocidad promedio, así como también variación nula en los niveles de servicio ofrecido, esto se debe a que en estas intersecciones no hay fases con giros exclusivas semafóricas en



los motorizados, además de ello mencionar que en la simulación se le condicione al corredor modificar tiempos semafóricos de la ciclovía y prioridad al vehículo automotor, sin embargo, con todas estas condiciones no se llegó a una mejora considerable.

Caso Intersecciones Prado y Hospital: Se concluye la propuesta 1 existe una mejora significativa en los tiempos de viaje y tiempo de demora para la intersección Prado. Esto se debe a la reubicación de la ciclovía al derecho de vía en ambos sentidos, en la Av. de la Cultura en el sentido E-O no hay giro a la derecha en vehículos motorizados, por lo tanto, el flujo de bicicletas es continuo y no hay necesidad de incorporar semáforo a este carril, esto conlleva a reducir tiempos de viaje y tiempo de demora en el carril con giro exclusivo a la izquierda por la ausencia de la ciclovía en la berma central.

Según los resultados de la propuesta 1 aplicada en la intersección Hospital nos indica que afectara negativamente al tráfico motorizado, esto se debe a que los vehículos de la Av. de la Cultura y Av. Víctor Raúl Haya de la Torre tienen una fase semafórica exclusiva con giro a la derecha en dirección E-O y N-S respectivamente, los cuales interceptan al carril de ciclovía propuesto, es por ello que en los resultados de la simulación se aprecia tal incremento de tiempos de viaje y tiempo de demora (tabla 58)

Tabla 58: Comparación 2 de ciclovía actual vs ciclovías propuestas

(Fuente: Propia)

	PRADO			HOSPITAL		
	Actual	Prop 1	Prop 2	Actual	Prop 1	Prop 2
Longitud de Cola (m)	87.68	81.45	76.24	97.13	105.75	84.45
Tiempo de demora en la intersección (seg)	86.38	45.45	35.38	161.97	169.44	59.21
Velocidad promedio en la intersección (km/hr)	19.76	27.24	26.65	24.85	22.90	32.24
Nivel de servicio (LOS)	F	D	D	F	F	E
Emisiones de CO2 en la intersección (gr/10min)	3615.5	3478.9	3506.6	5189.3	5193.1	3567.7

Con respecto a la propuesta 2 aplicada en la intersección Prado y Hospital se observan mejoras significativas para el tráfico futuro, una disminución de 60% aproximadamente de tiempos de demora en ambas intersecciones, por lo tanto esto ocasiona una optimización en



el nivel de servicio ofrecido de F a D y F a E respectivamente; señalar que las condiciones de simulación indicadas al corredor se optimizaron y/o modificaron los tiempos semafóricos actuales (vehicular, peatonal y ciclista) buscando no afectar negativamente el tráfico motorizado.

- Con respecto a la modelación y simulación de tráfico vehicular mediante el software PTV Vissim se concluye que, el software nos permite modelar y simular condiciones reales de tráfico además de poder adaptar diferentes situaciones que se pueden presentar, tales como prioridad de paso al peatón, cambios de carril, o incluso parámetros como la percepción y reacción humana ante cualquier evento posible; esta es la mayor diferencia que ofrece la simulación Vissim frente a otros softwares que se basan en la metodología HCM, donde se aprecia que los vehículos obedecen exclusivamente a datos de entrada y no presentan ninguna variabilidad.
- Con respecto a los problemas de transporte y contaminación ambiental se concluye que la propuesta 2 es la que mejor se adapta a las intersecciones evaluadas, sin generar impacto vial al tráfico motorizado, optimizando tiempos de viaje, tiempos de demora y además de ofrecer una disminución considerable de emisiones de CO₂ debido al incremento de ciclistas en los próximos 20 años, una vez establecida una nueva infraestructura ciclovia que garantice su seguridad.
- Con respecto a la funcionabilidad, los costos y presupuestos de implementar las ciclovías se concluye que la propuesta 2 es la que mejor desempeño tiene, considerando el no generar impacto vial al tráfico motorizado, sin embargo, tiene un costo elevado (1.6 millones de soles aproximadamente) y mayores modificaciones a nivel de infraestructura con respecto a la propuesta 1 que tiene un costo promedio de 380 mil soles; esto se debe que la propuesta 2 incluye costos como reubicación de estructuras eléctricas, semáforos, pavimentaciones, movimiento de tierras, reubicación de árboles y revegetación.



B. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la implementación de infraestructura propuesta en este trabajo de investigación porque le daría continuidad a la ciclo vía en la Av. de la Cultura desde el paradero Control, proyectando así un circuito unificado que permitiría conectar cuatro distritos colindantes: San Jerónimo, San Sebastián, Wánchaq y Cusco con un total de longitud de ciclocarril bidireccional protegido de 10km.
- Se recomienda buscar nuevas alternativas de recorridos o circuitos hacia otros puntos de atracción de la ciudad de Cusco, esto es factible debido a que la topografía de la ciudad lo permite, todo ello debe ser correctamente planificado con los planes de movilidad urbana sostenible desarrolladas por las municipalidades y Gobierno Regional.
- Se recomienda fomentar una cultura de la bicicleta para el cambio modal a largo plazo en la ciudad, buscar métodos óptimos de difusión como campañas de comunicación digital, redes sociales y divulgación sobre el uso de bicicletas, así como también talleres de alistamiento de la bicicleta en conjuntos con las municipalidades y el sector privado.
- Se recomienda realizar un análisis hidráulico, evaluar las estructuras hidráulicas de drenaje existente en la av. de la cultura con el fin de garantizar o respaldar la serviciabilidad del proyecto, así como también su vida útil.
- Se recomienda realizar encuestas con entrevistas estructuradas a los usuarios y/o ciclistas, que transitan por estas vías, con la finalidad de tener una perspectiva de los usuarios, así como también conocer las preferencias declaradas y reveladas que permitan respaldar la investigación, esto debido a que incorporar una ciclo vía en la Av. de la Cultura es una gran inversión, además de que ésta debe disponer de un trazado óptimo que beneficie a la población.



C. REFERENCIAS

- Álvarez, J.W. (2017). *Microsimulación intermodal en la ciudad de cusco empleando los softwares Vissim 8 y Viswalk 8*. Lima, Perú: Repositorio PUCP.
- Banco Central de Reserva del Perú (2022). *Caracterización del departamento de Cusco. I. Características socioeconómicas. Cusco, Perú*. Departamentos de Estudios Económicos de la sucursal Cusco.
- Banco Interamericano de Desarrollo (2017) *Informe de Sostenibilidad*. Recuperado de <https://publications.iadb.org/en/inter-american-development-bank-sustainability-report-2017>
- Cabrera, F. (2019). *Ingeniería del tráfico*. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Chura, S. F. (2018). *Rediseño y microanálisis de la intersección de los Jirones Oquendo, Tacna, Los Incas y Av. La Torre, Puno*. Lima, Perú: Repositorio PUCP.
- Contraloría General de la República (2021). *Informe de visita de control N° 017-2021-OCI/0385-SVC*. Recuperado de <https://www.gob.pe/institucion/contraloria/noticias/557913-contraloria-advierde-falta-de-medidas-de-seguridad-en-ciclovia-de-cusco>
- De la O Sánchez, E. G. (2014). *Programas de Modelación de Tránsito*. México: Universidad Autónoma de México.
- Dextre, J. (2001). *Curso de ingeniería de tráfico, políticas de transporte y desarrollo sustentable*. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú.
- Fernández A, R. (2011). *Elementos de la teoría del tráfico vehicular* (J. C. Dextre (ed.)). Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Fontalvo Arrieta, K. (2013). *Modelación del Tránsito Vehicular con el Software PTV Vissim Tramo Bomba el Gallo - Bomba el Amparo*. Recuperado de <https://repositorio.unicartagena.edu.co/handle/11227/532>. Repositorio Universidad de Cartagenas.
- Gamarra, A. (2018). *Aspectos técnicos para la implementación de una ciclovia como parte de la remodelación de la Av. Chulucanas*. (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad de Piura, Piura, Perú.



- Higgs, B., Montasir M, A., & Medina, A. (2011). *Analysis of the Wiedemann Car Following Model over Different Speeds using Naturalistic*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/281302974_Analysis_of_the_Wiedemann_Car_Following_Model_over_Different_Speeds_using_Naturalistic_Data. Repositorio Virginia Tech.
- Instituto de la Construcción y Gerencia. (2005). *Manual de diseño geométrico de vías urbanas*. Lima, Perú.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2018). *Crecimiento y distribución de la población total, 2017*. Lima, Perú.
- Ministerio de Transporte de Colombia. (2016). *Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas*. (C. Pardo, & A. Sanz, Edits.) Bogotá D.C.: Ministerio de Transporte de Colombia.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2020) *Guía de Implementación de Sistemas de Transporte Sostenible no Motorizado* (Eds. T. van Laake, K. Aguirre & H. Lazalde). Ministerio de Transportes y Comunicaciones: Lima, Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2021). *Guía para el Diseño de Infraestructura Ciclista en Intersecciones* (Eds. M. Candia, J. Parés & E. Okpala). Lima, Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras*. Lima, Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico*. Lima, Perú.
- Municipalidad de Lima, (2017). *Manual de Normas Técnicas para la Construcción de Ciclovías y Guía De Circulación de Bicicletas, 2017*. (P. Calderón, C. Pardo, & J. J. Arrué, Eds.). Municipalidad de Lima.
- Municipalidad de Lima. (2005). *Plan Maestro de Ciclovías para Lima y Callao*. Lima, Perú.
- Papageorgiou, M. (2003). *Review of road traffic control strategies*. IEE
- PTV Group, (2022). *Traffic simulation makes cities more bike-friendly*. Recuperado de <https://blog.ptvgroup.com/en/city-and-mobility/bike-friendly-cities-traffic-simulation>
- PTV GROUP. (2016). *PTV Vissim, Firts Steps Tutorial*. Karlsruhe: PTV Planung Transport Verkehr AG.



- C. Pardo. (2012). *Revisión de los sistemas de bicicletas públicas para américa latina: Beneficios y Obstáculos*. Recuperado de <https://docplayer.es/5877981-Revision-de-los-sistemas-de-bicicletas-publicas-para-america-latina-beneficios-y-obstaculos.html>
- Vistín, N. W. (2018). *Diseño de una ciclovía en la ciudad de Guaranda, provincia de Bolívar*. Recuperado de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/15078>. Repositorio PUCE
- Yomona, J. M. (2020). *Propuesta de un diseño de ciclovías que interconecte las principales universidades y centros comerciales de la Ciudad de Trujillo*, 2018. Recuperado de <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/16157>. Repositorio UNT

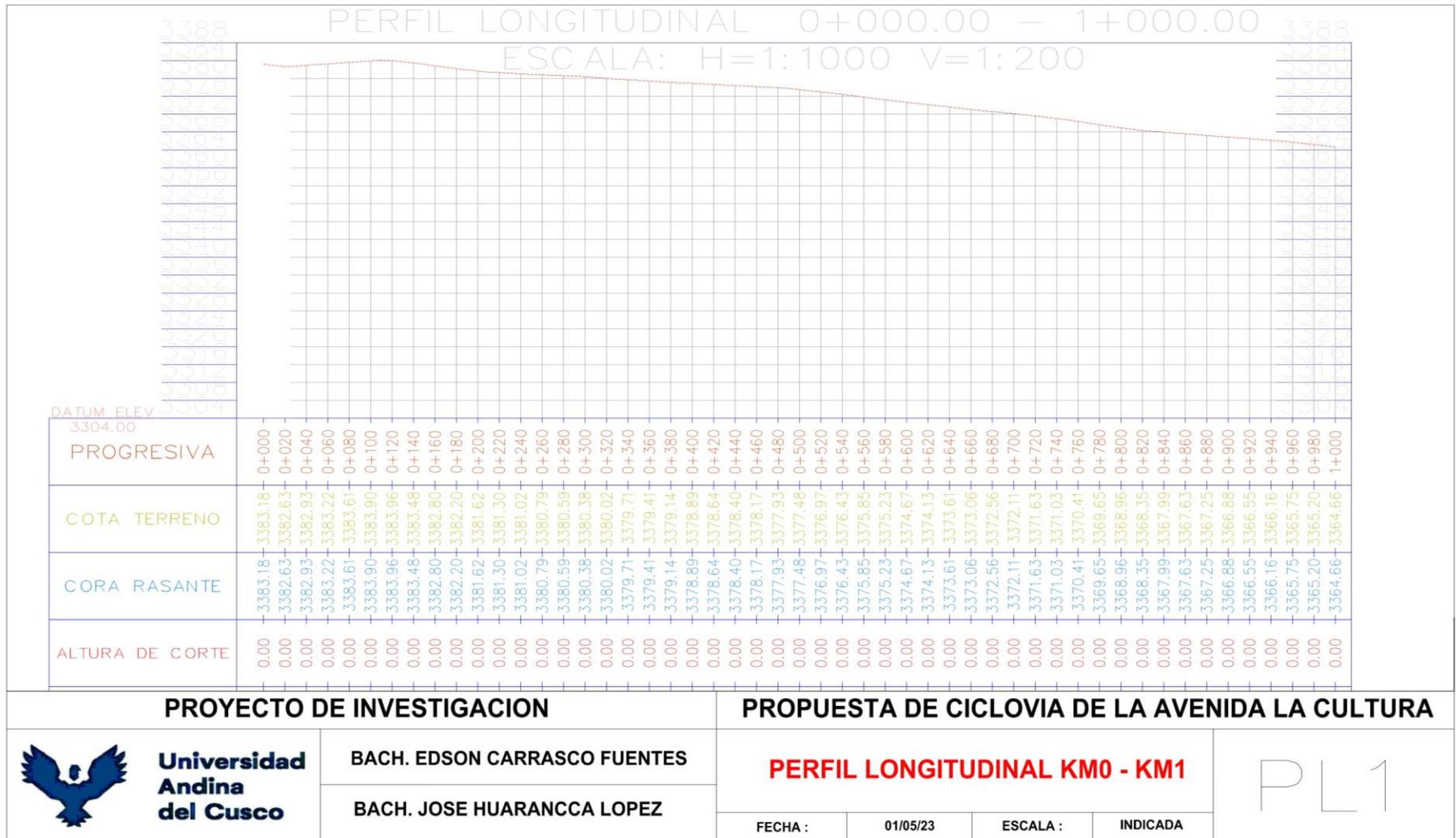


D. ANEXOS



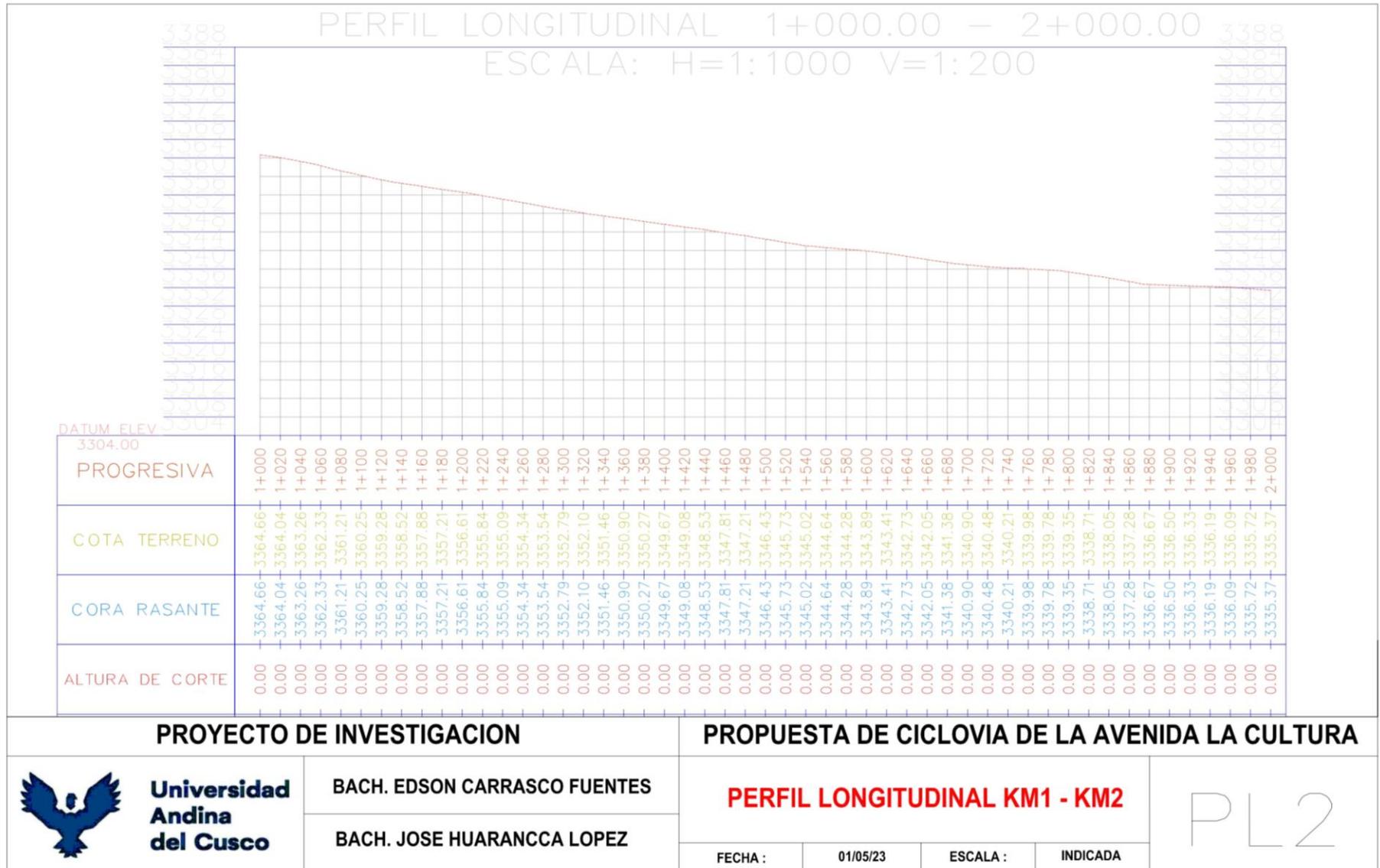
ANEXO A1

Perfil Longitudinal Km0 – Km1



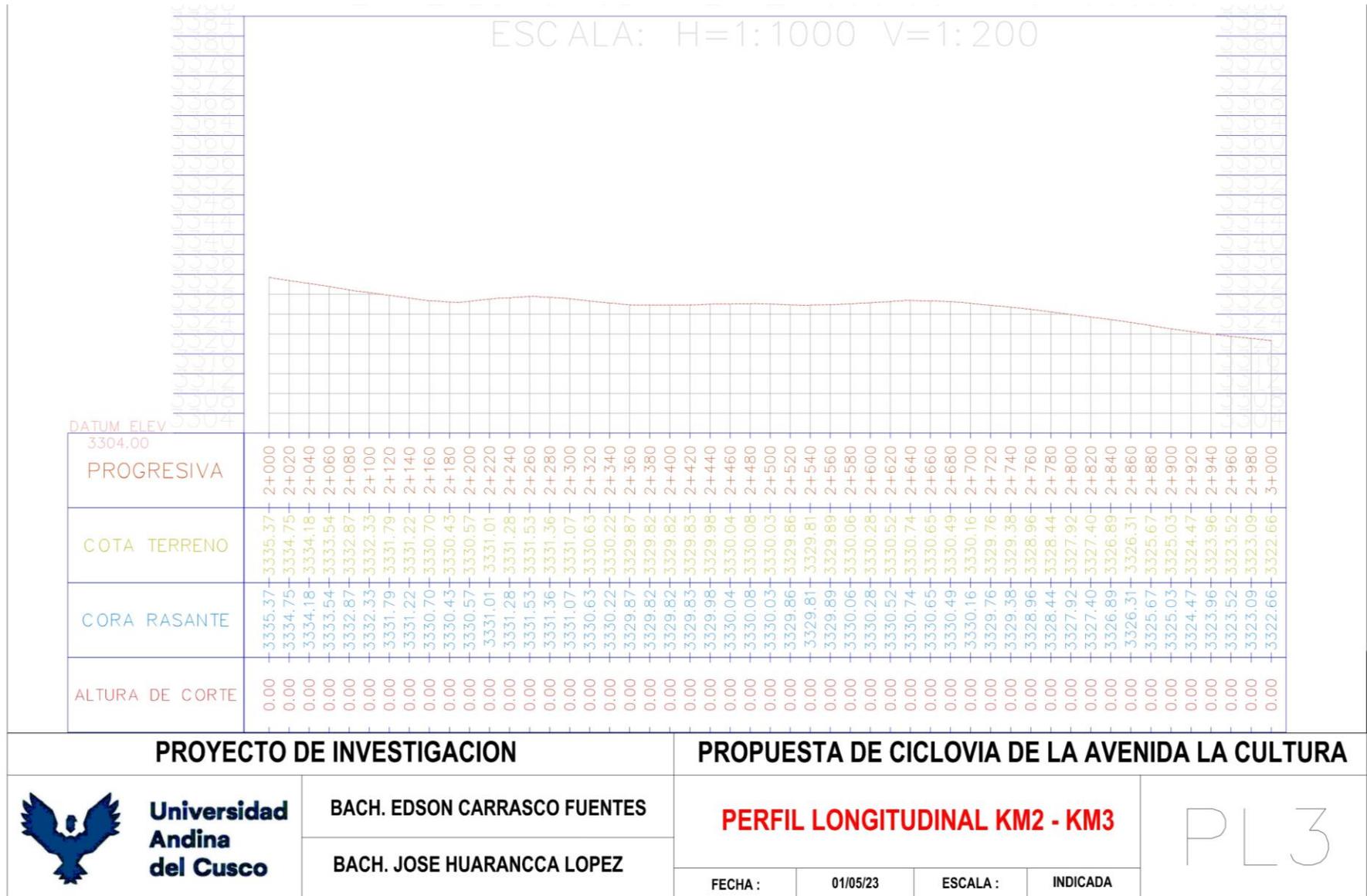


Perfil Longitudinal Km1 – Km2



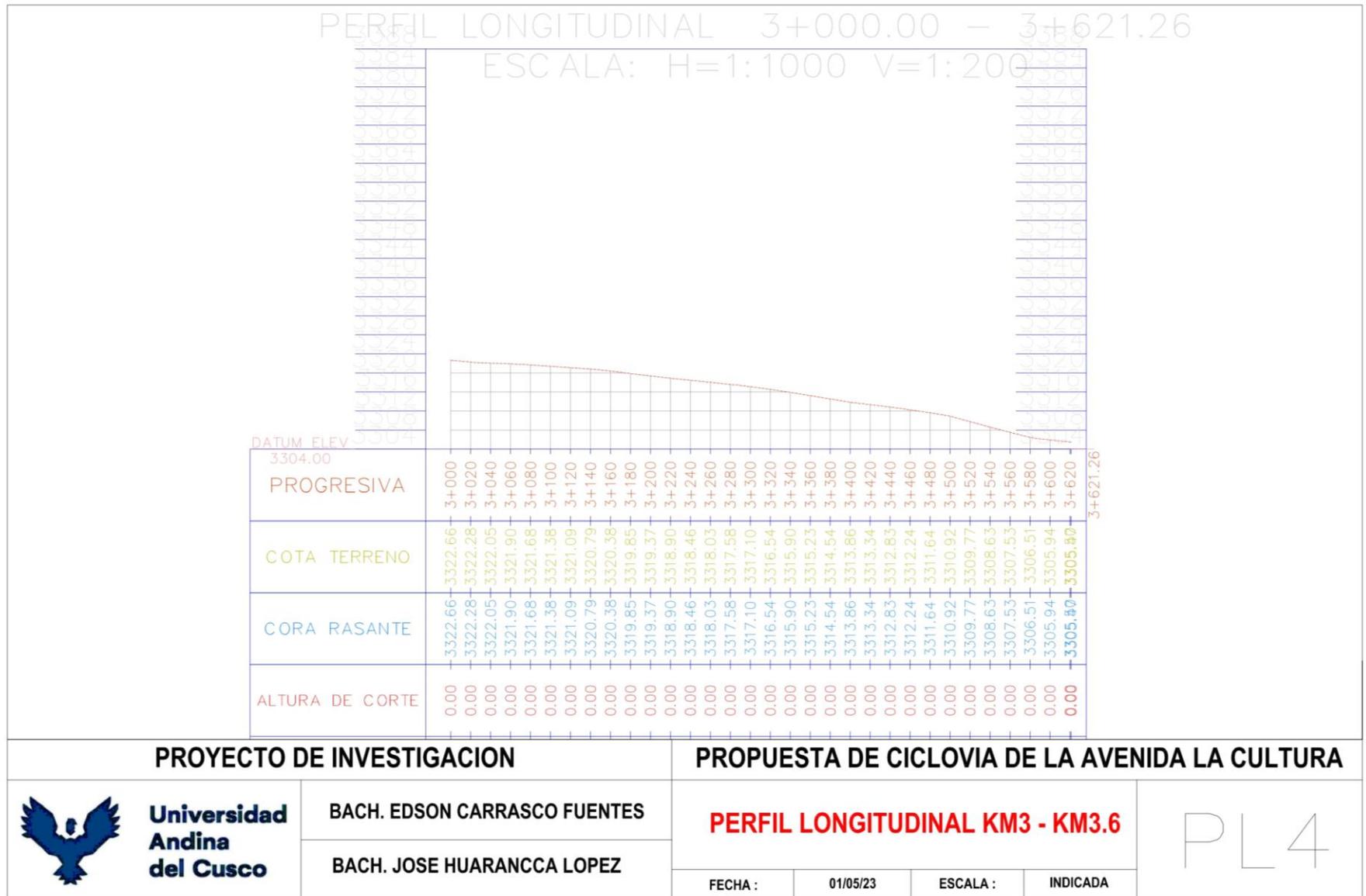


Perfil Longitudinal Km2 – Km3





Perfil Longitudinal Km3 – Km3.6





ANEXO A2

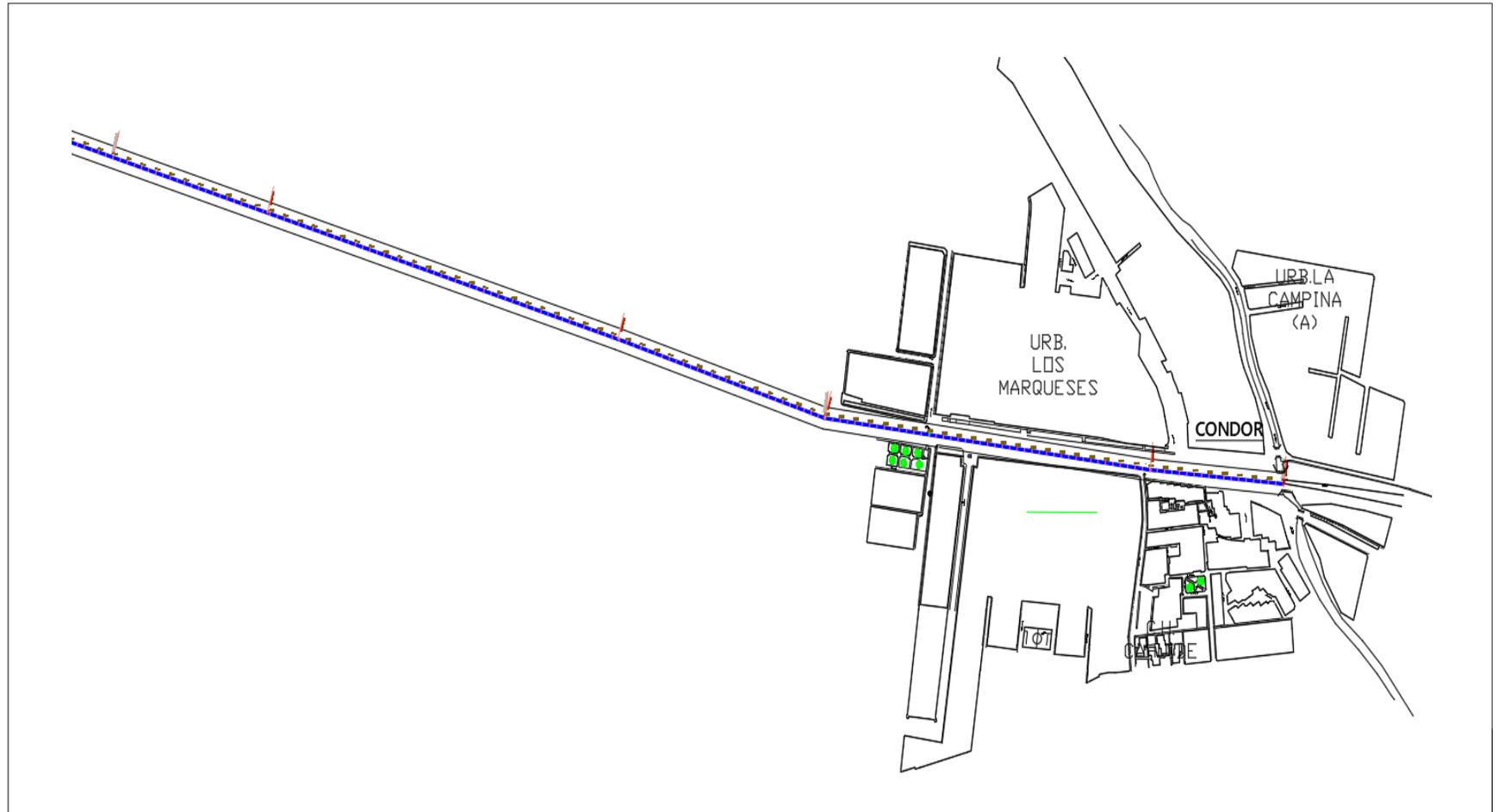
Plano Planta Tramo 1



PROYECTO DE INVESTIGACION		PROPUESTA DE CICLOVIA DE LA AVENIDA LA CULTURA				
	Universidad Andina del Cusco	BACH. EDSON CARRASCO FUENTES		PLANTA KM1 - KM 2		PP1
		BACH. JOSE HUARANCCA LOPEZ				
		FECHA :	01/05/23	ESCALA :	INDICADA	



Plano Planta Tramo 2

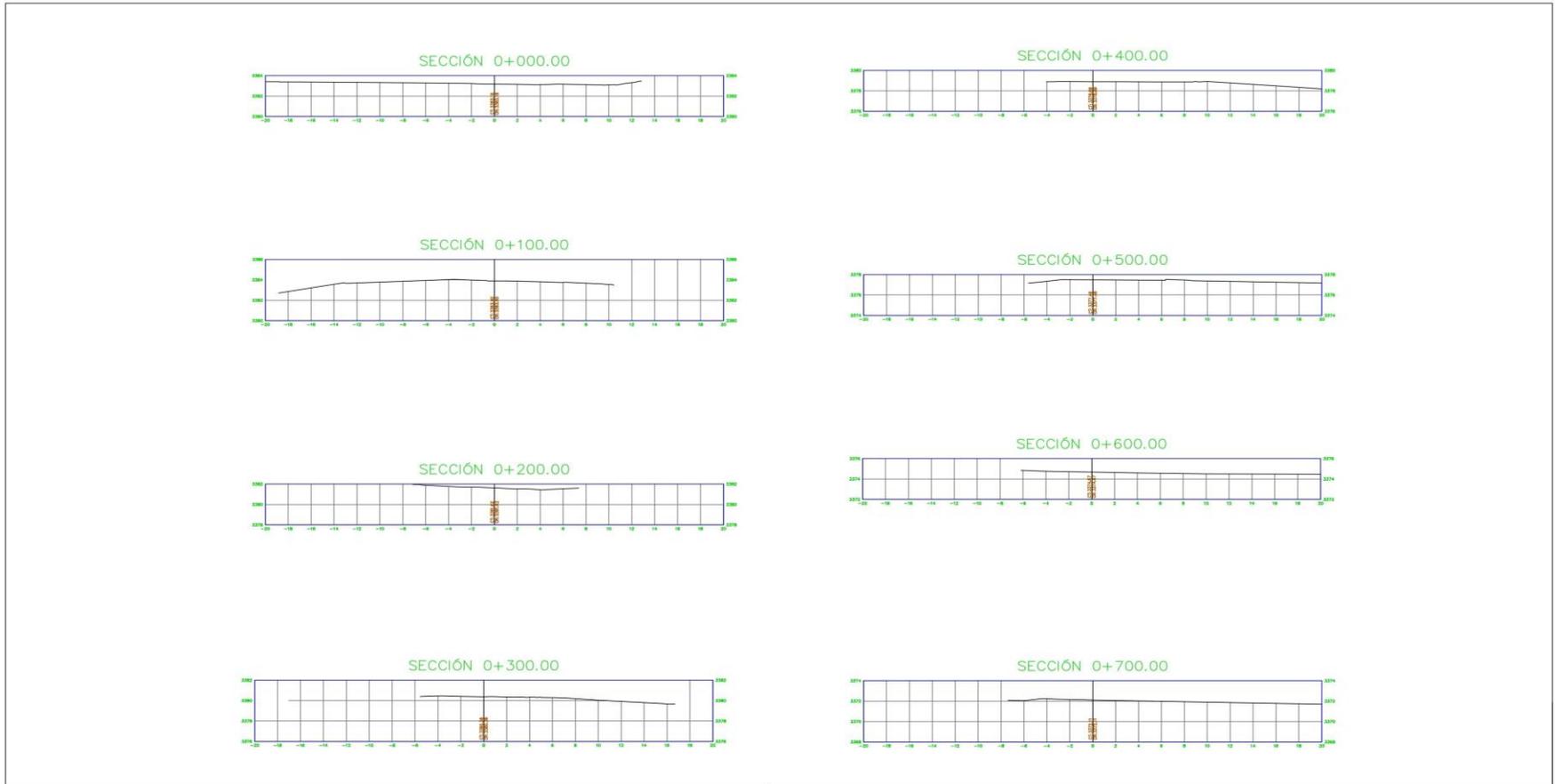


PROYECTO DE INVESTIGACION		PROPUESTA DE CICLOVIA DE LA AVENIDA LA CULTURA			
 Universidad Andina del Cusco	BACH. EDSON CARRASCO FUENTES	PLANTA KM2 - KM 3.6		PP2	
	BACH. JOSE HUARANCCA LOPEZ				
		FECHA :	01/05/23	ESCALA :	INDICADA



ANEXO A3

Secciones Transversales 0+000 a 0+700



PROYECTO DE INVESTIGACION		PROPUESTA DE CICLOVIA DE LA AVENIDA LA CULTURA			
	Universidad Andina del Cusco	BACH. EDSON CARRASCO FUENTES		SECCIONES TRASNVERSALES 0+000 A 0-700	
		BACH. JOSE HUARANCCA LOPEZ			
		FECHA :	01/05/23	ESCALA :	INDICADA
				ST1	

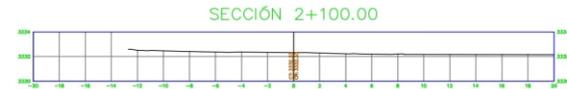


Secciones Transversales 0+800 a 1+500

PROYECTO DE INVESTIGACION		PROPUESTA DE CICLOVIA DE LA AVENIDA LA CULTURA	
	Universidad Andina del Cusco	SECCIONES TRASNVERSALES 0+800 A 1-500	
	BACH. EDSON CARRASCO FUENTES	ST2	
BACH. JOSE HUARANCCA LOPEZ			
FECHA :	01/05/23	ESCALA :	INDICADA



Secciones Transversales 1+600 a 2+300



PROYECTO DE INVESTIGACION

PROPUESTA DE CICLOVIA DE LA AVENIDA LA CULTURA



Universidad Andina del Cusco

BACH. EDSON CARRASCO FUENTES

BACH. JOSE HUARANCCA LOPEZ

SECCIONES TRANSNVERSALES 1+600 A 2-300

ST3

FECHA :

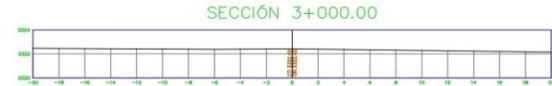
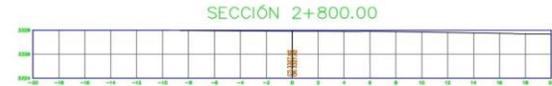
01/05/23

ESCALA :

INDICADA



Secciones Transversales 2+400 a 3+100



PROYECTO DE INVESTIGACION

PROPUESTA DE CICLOVIA DE LA AVENIDA LA CULTURA



Universidad
Andina
del Cusco

BACH. EDSON CARRASCO FUENTES

BACH. JOSE HUARANCCA LOPEZ

SECCIONES TRASNVERSALES 2+400 A 3-100

ST4

FECHA :

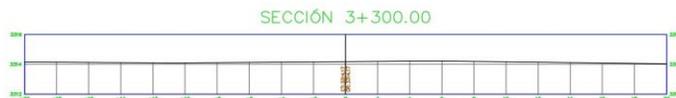
01/05/23

ESCALA :

INDICADA



Secciones Transversales 3+200 a 3+621



PROYECTO DE INVESTIGACION

PROPUESTA DE CICLOVIA DE LA AVENIDA LA CULTURA



Universidad
Andina
del Cusco

BACH. EDSON CARRASCO FUENTES
BACH. JOSE HUARANCCA LOPEZ

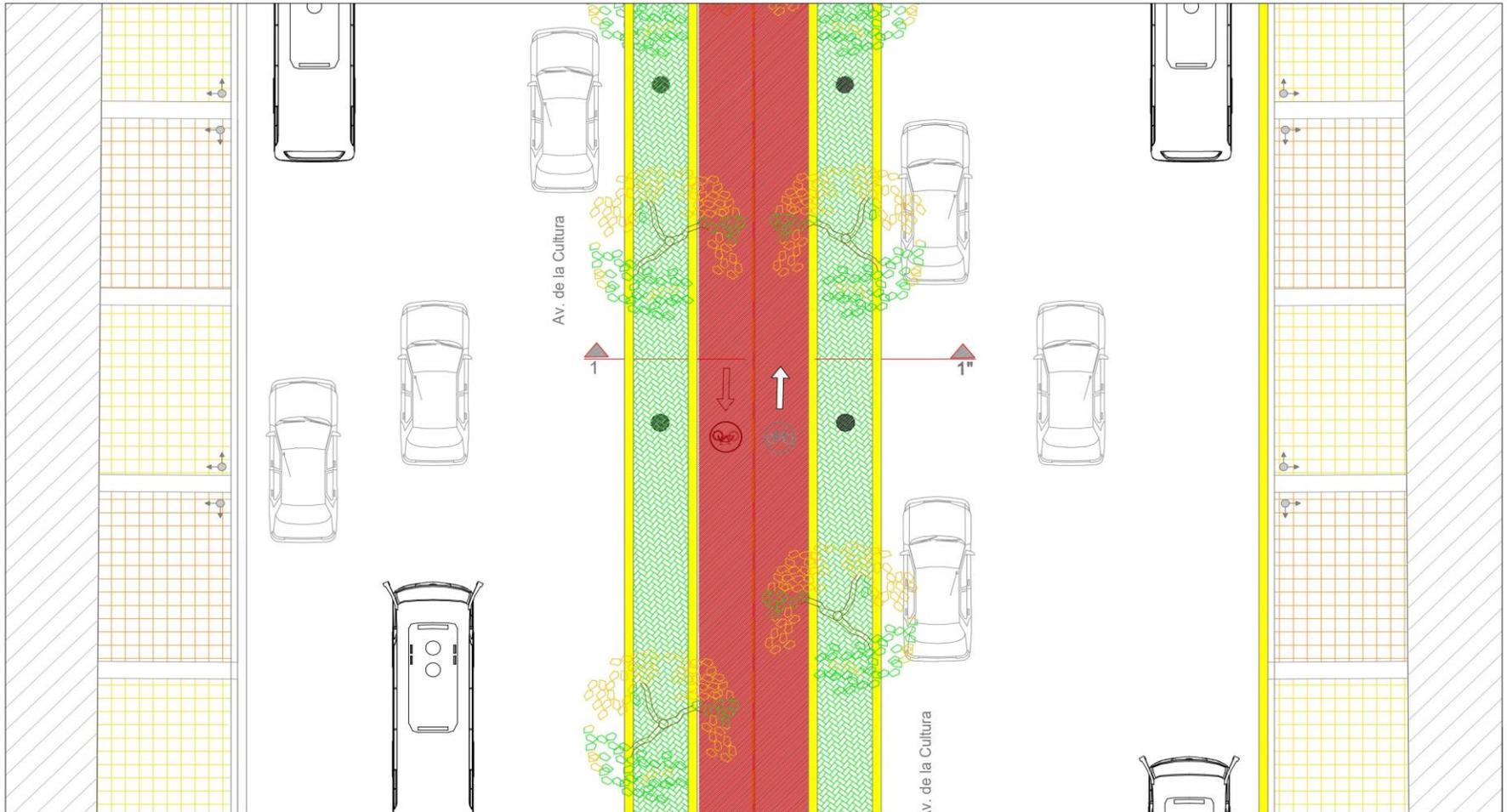
SECCIONES TRASNVERSALES 3+200 A 3-600

ST5

FECHA :	01/05/23	ESCALA :	INDICADA
---------	----------	----------	----------



Propuesta 2 - Planta



PROYECTO DE INVESTIGACION

PROPUESTA DE CICLOVIA DE LA AVENIDA LA CULTURA



Universidad Andina del Cusco

BACH. EDSON CARRASCO FUENTES

BACH. JOSE HUARANCCA LOPEZ

PROPUESTA 2 PLANTA

DE-3

FECHA :

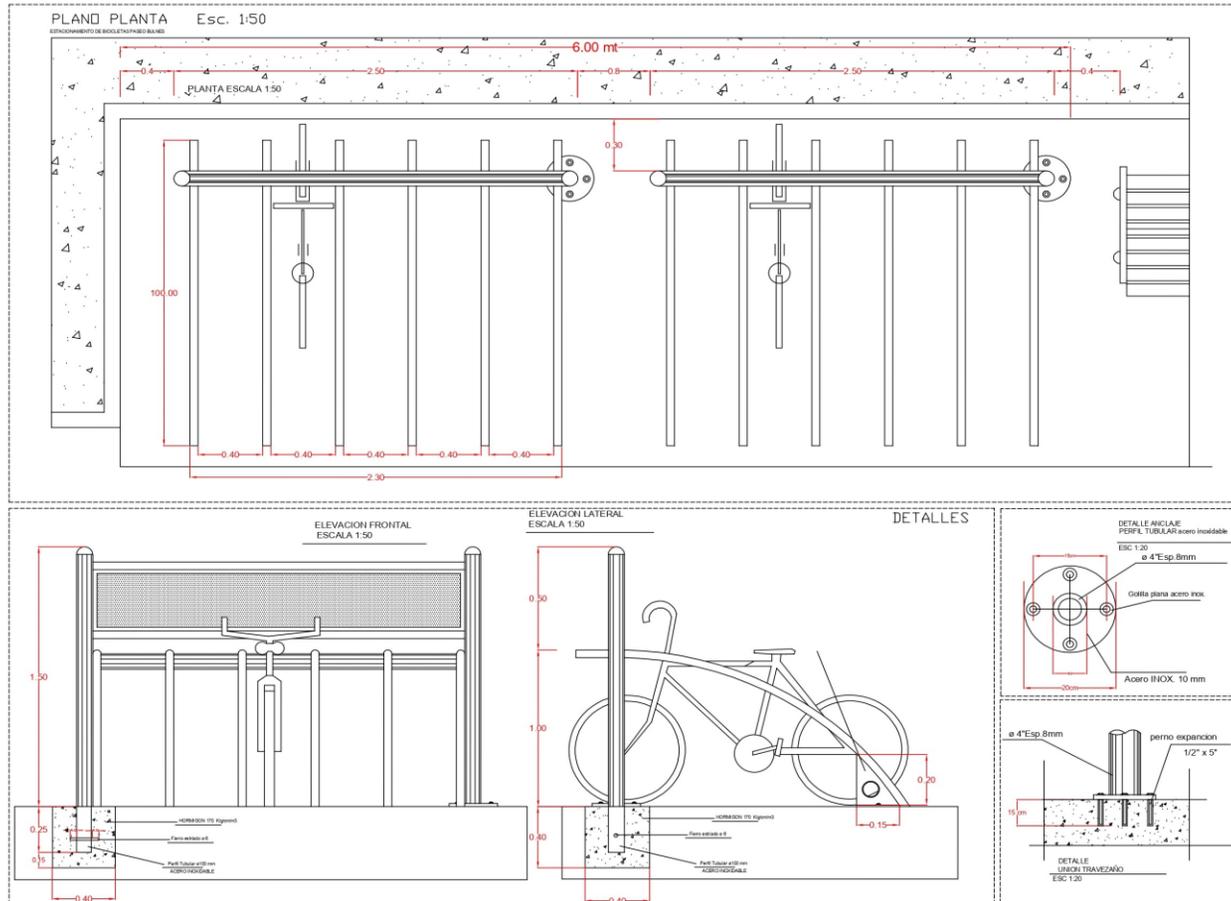
01/05/23

ESCALA :

INDICADA



Detalle E



PROYECTO DE INVESTIGACION

PROPUESTA DE CICLOVIA DE LA AVENIDA LA CULTURA



Universidad
Andina
del Cusco

BACH. EDSON CARRASCO FUENTES

BACH. JOSE HUARANCCA LOPEZ

DETALLE E

DE-1

FECHA :

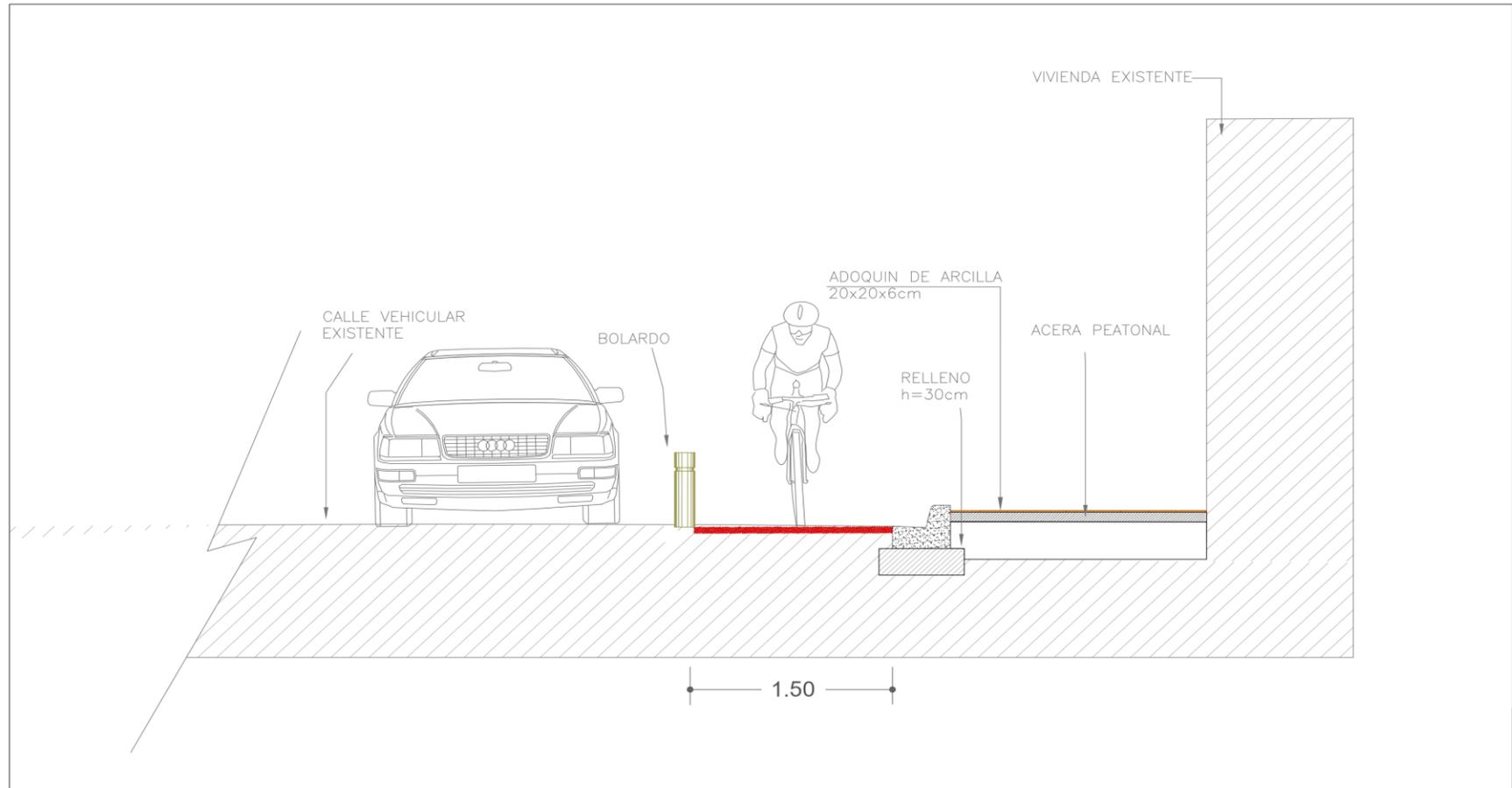
01/05/23

ESCALA :

INDICADA



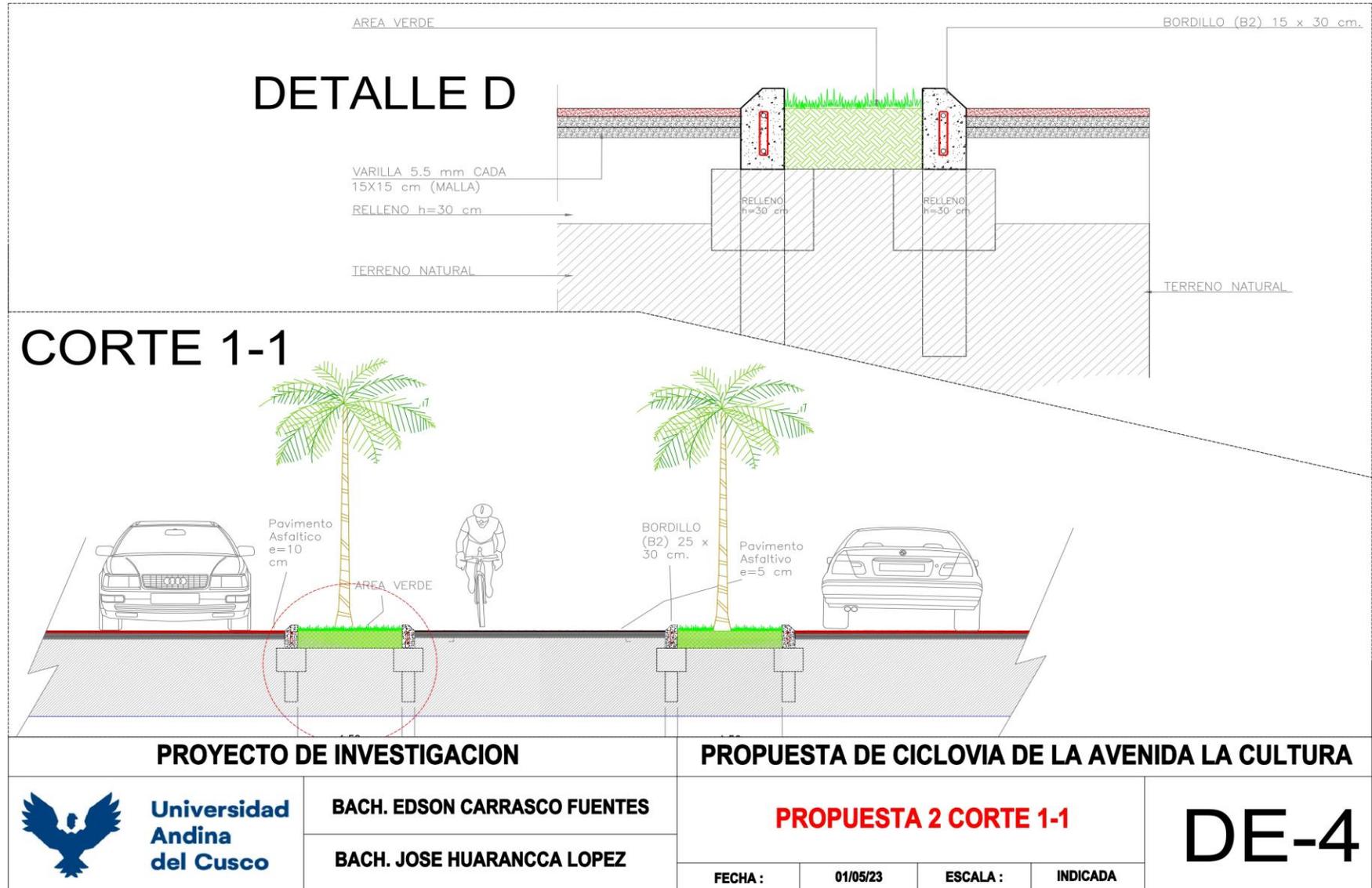
Propuesta 1 – Corte 3 - 3

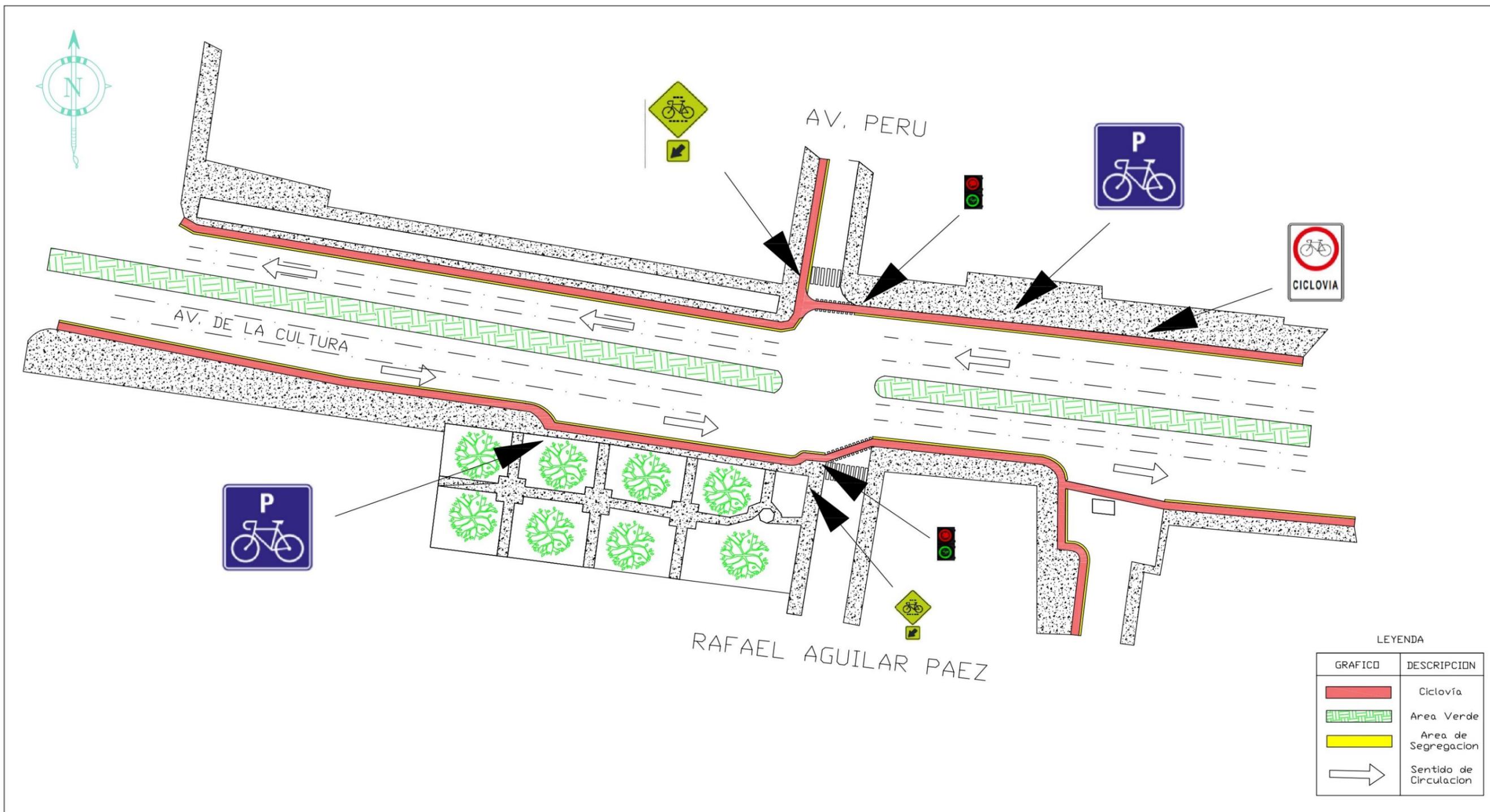


PROYECTO DE INVESTIGACION		PROPUESTA DE CICLOVIA DE LA AVENIDA LA CULTURA			
	Universidad Andina del Cusco	BACH. EDSON CARRASCO FUENTES		PROPUESTA 1 CORTE 3-3	
		BACH. JOSE HUARANCCA LOPEZ			
		FECHA :	01/05/23	ESCALA :	INDICADA
				DE-2	



Propuesta 2 – Corte 1 – 1 y Detalle D





PROYECTO DE INVESTIGACION

PROPUESTA DE CICLOVIA DE LA AVENIDA LA CULTURA



Universidad Andina del Cusco

BACH. EDSON CARRASCO FUENTES

BACH. JOSE HUARANCCA LOPEZ

DG. PROPUESTA 1 - MARCAVALLE

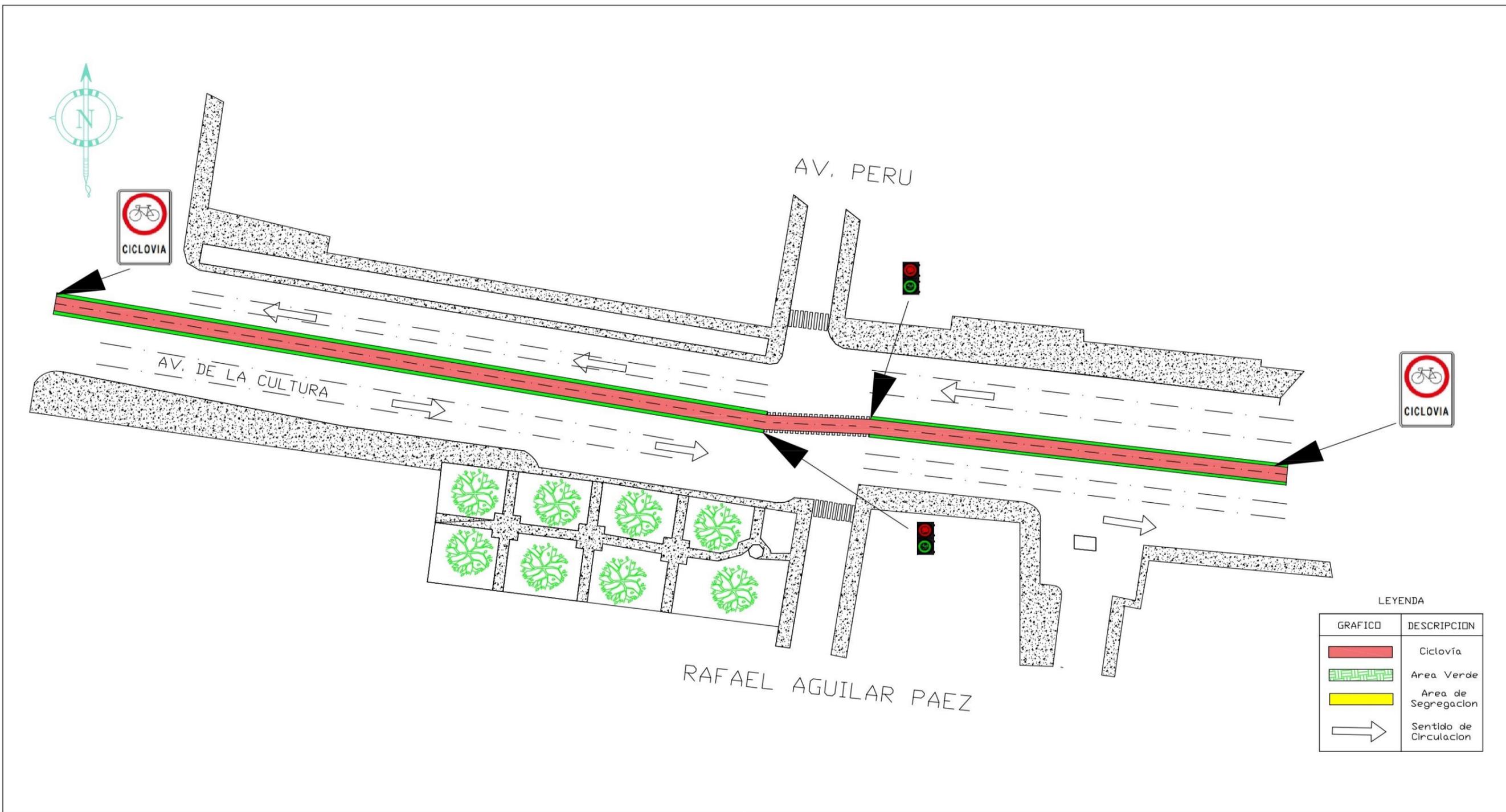
DG1.1

FECHA :

01/05/23

ESCALA :

INDICADA



PROYECTO DE INVESTIGACION

PROPUESTA DE CICLOVIA DE LA AVENIDA LA CULTURA



Universidad Andina del Cusco

BACH. EDSON CARRASCO FUENTES

BACH. JOSE HUARANCCA LOPEZ

DG. PROPUESTA 2 - MARCAVALLE

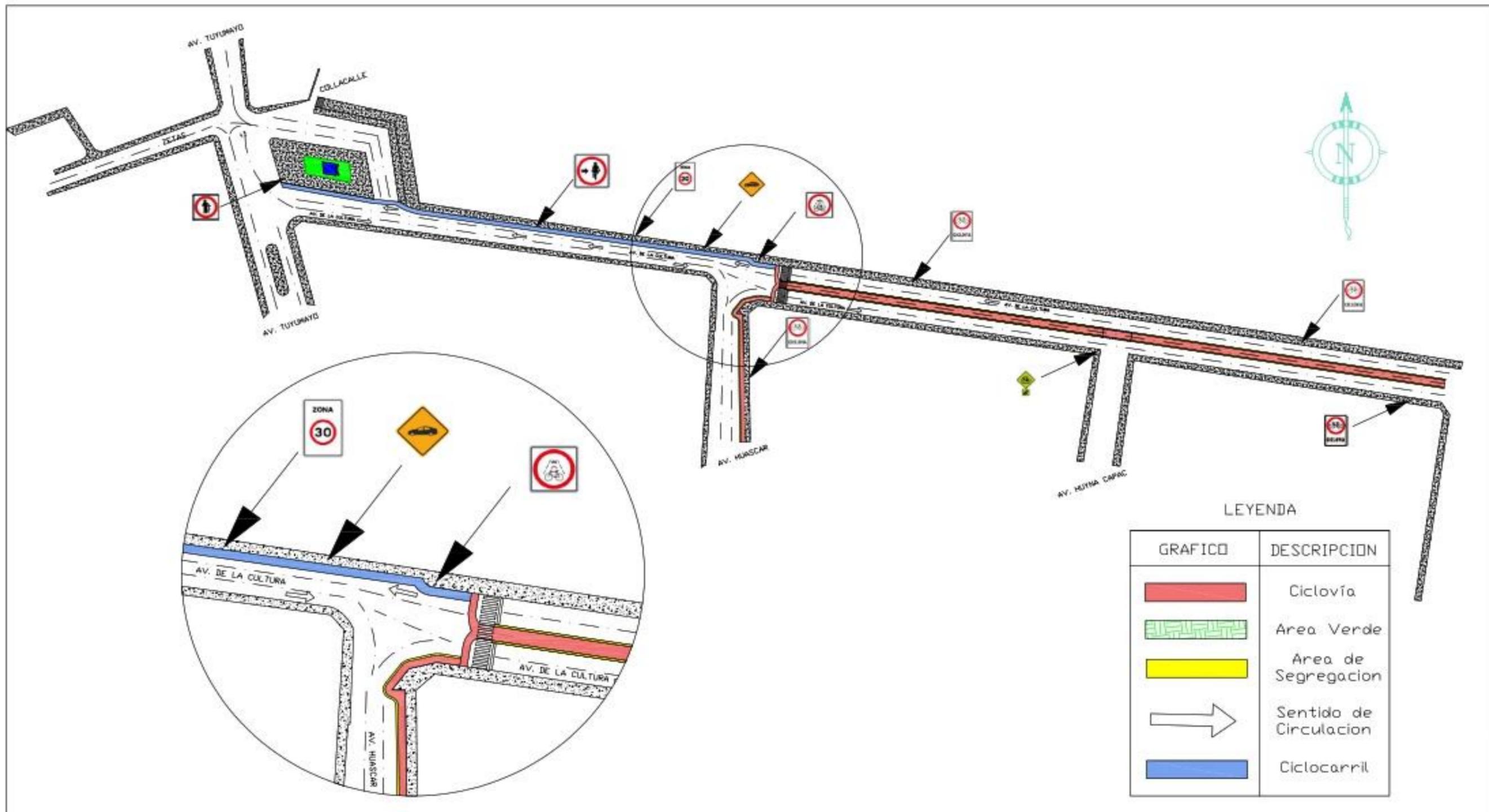
DG1.2

FECHA :

01/05/23

ESCALA :

INDICADA



PROYECTO DE INVESTIGACION

PROPUESTA DE CICLOVIA DE LA AVENIDA LA CULTURA



Universidad Andina del Cusco

BACH. EDSON CARRASCO FUENTES

BACH. JOSE HUARANCCA LOPEZ

DISEÑO GEOMÉTRICO TRAMO LIMAQPAMPA

DG1.5

FECHA :

01/05/23

ESCALA :

INDICADA



E. PANEL FOTOGRAFICO



Aforo vehicular y peatonal en la Avenida la Cultura paradero Marcavalle



Aforo vehicular y peatonal en la Avenida la Cultura paradero Marcavalle



Levantamiento topográfico en avenida la cultura desde Condor (primer paradero de san Sebastián)



Levantamiento topográfico en avenida la cultura desde primer punto condor (primer paradero de san Sebastián).



Monumentación del BM N°1 en la Avenida de la Cultura (Primer paradero de San Sebastián – Condor)