

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“MEJORA AL SISTEMA VIAL DEL DISTRITO JESUS MARÍA
EMPLEANDO MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE ENFOCADO EN
TRANSPORTE NO MOTORIZADO VARIANDO NIVELES DE
SERVICIO”**

**PARA OPTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

ELABORADO POR:

CORTIJO BUSTAMANTE, RODRIGO ÁLVARO

ASESOR:

Dr. JOSÉ CARLOS MATÍAS LEÓN

Lima- Perú

2019

© 2019, Universidad Nacional de Ingeniería. Todos los derechos reservados

“El autor autoriza a la UNI a reproducir de la Tesis en su totalidad o en parte, con fines estrictamente académicos.”

Cortijo Bustamante, Rodrigo Álvaro

rcortijob@uni.pe

975603806

DEDICATORIA

A mi Familia por el apoyo

A la Universidad Nacional de Ingeniería por el conocimiento que me proporciono

Al pueblo Peruano por financiar mis estudios

AGRADECIMIENTO

Lograr recibirme como Ingeniero Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, es un objetivo cumplido, el agradecimiento respectivo a:

A los buenos profesores de la Facultad de Ingeniería Civil de la UNI, por compartir sus conocimientos y experiencia de Ingenieros Civiles.

Al Dr. José Matías por asistirme en trazado de los ejes fundamentales de la presente tesis.

Al Ing. Jesús Pintado por su apoyo constante con asesoramiento del sistema vial en España.

Al Msc. Ing. Edward Santa María por sus comentarios al inicio de la conceptualización del tema de tesis con su conocimiento en sistemas de transporte.

Al Ing. Leonardo Flores por su apoyo con el conocimiento sobre la simulación de un sistema vial.

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS	4
LISTA DE TABLAS	7
LISTA DE GRÁFICOS	9
RESUMEN.....	10
ABSTRACT	11
PRÓLOGO	12
CAPITULO I: GENERALIDADES	14
1.1 PROBLEMÁTICA.....	14
1.2 OBJETIVO GENERAL	19
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
1.4 HIPÓTESIS	19
CAPITULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO.....	20
2.1 ANTECEDENTES.....	20
2.1.1 Generadores de congestión vehicular en Hong Kong	20
2.1.2 Desafíos de la Implementación de hacer una Ciudad Caminable en los Estados Unidos	22
2.1.3 Desarrollo de una Cultura Ciclista en Holanda.....	22
2.1.4 Normativa de Ciclovías en Lima Metropolitana-Perú.....	23
2.1.5 Situación de Lima Metropolitano respecto al uso de las bicicletas como un medio de transporte.....	23
2.2 MARCO TEÓRICO	24
2.2.1 Movilidad Urbana	24
2.2.2 Plan de Movilidad Urbana Sostenible	25
2.2.2 Nivel de Servicio	26
2.2.3 Clasificación de los niveles de servicio	27
2.2.4 Objetivos de diseño de ciclovías	28
2.2.5 Objetivos de diseño de ciclovías	28
2.2.6 Manual de Ciclovías Alemán: Objetivos de la promoción del ciclismo	29
2.2.7 Prioridades para una ciudad a escala humana	29

2.2.8 Manual de Ciclovías Holandés: ¿Cómo incentivar el ciclismo en la ciudad?.....	30
2.2.9 Manual de Ciclovías Español: Trazado de red de ciclovías.....	32
2.2.10 Manual de Ciclovías Peruano: Componentes de una política ciclo-inclusiva	32
2.2.11 Manual de Ciclovías Chile: Segregación de ciclovías de acuerdo a flujo y velocidad..	33
2.2.12 Software PTV Visum.....	34
2.2.13 Modelo simulación Lohse.....	35
CAPITULO III: METODOLOGÍA DE DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS DEL SISTEMA VIAL DE UN DISTRITO URBANO	36
3.1 DIAGNÓSTICO DE DISTRITO URBANO	36
3.2 ANALISIS DEL SISTEMA VIAL DE UN DISTRITO URBANO	39
CAPITULO IV: DIAGNÓSTICO DE UN DISTRITO URBANO – JESÚS MARÍA.....	41
4. 1 LIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	41
4.2 EL DISTRITO DE JESÚS MARÍA.....	41
4.3 HISTORIA DE CRECIMIENTO DE JESÚS MARÍA.....	43
4.4 CONTAMINACIÓN AMBIENTAL.....	48
4.5 SISTEMA VIAL DE JESÚS MARÍA	49
4.6 PUNTOS CRÍTICOS DE TRÁNSITO.....	50
4.7 POLOS COMERCIALES Y DE SERVICIO	51
4.8 PROPUESTA DE PLAN MAESTRO DE CICLOVÍAS	53
4.9 CICLOVÍAS EXISTENTES EN JESÚS MARÍA	54
4.10 DIAGNÓSTICO DE JESÚS MARÍA.....	57
CAPITULO V: METODOLOGÍA DE DISEÑO DE CICLOVIAS	60
5.1 PASOS EN LA FORMULACIÓN DEL PLAN DE CICLOVIAS.....	60
5.1.1 Fase 1: Fase inicial.....	61
5.1.2 Fase 2: Plan de estructura para la bicicleta	61
5.1.3 Fase 3: Fase de cuello de botella.....	62
5.1.4 Fase 4: Programación de facilidades.....	62
5.1.5 Fase 5: Fase de implementación.....	63
5.1.6 Evaluación del diseño implementado	63
5.2 TRAZADO DE LA RED	63
5.3 LOS REQUISITOS DE LA RED	65
5.4 CICLOVÍAS BIDIRECCIONALES	67
5.5 LA ANCHURA DE LA CICLOVÍA.....	67

5.6 TIPO DE USUARIO Y SU COMPORTAMIENTO	70
5.7 TIPO DE SECCIONES VIALES PARA EL USO DE BICICLETAS.....	72
5.7.1 Secciones compartidas entre bicicletas y vehículos motorizados	72
5.7.2 Sección carril y bicicleta.....	73
5.7.3 Secciones Aceras bicicletas	76
5.7.4 Sección pista y bicicleta	77
5.8 ELEMENTOS DE APOYO A LA CIRCULACIÓN CICLISTA.....	77
5.8.1 Permeabilización de barreras.....	78
5.8.2 Circulación a contracorriente.....	78
5.8.3 Espacios compartidos con los autobuses	79
5.8.4 Vías compartidas entre bicicletas y motocicletas	80
5.8.5 Espacios compartidos con los peatones.....	80
5.8.6 Combinación de la bicicleta con la amortiguación de la velocidad del tráfico.....	81
5.8.9 Adecuada Visibilidad.....	82
5.9 INTERSECCIONES	83
5.9.1 Tipologías de las intersecciones.....	84
5.10 PAVIMENTO DE LAS CICLOVÍAS	87
5.11 ESTACIONAMIENTO DE LAS BICICLETAS	88
CAPITULO VI: PROPUESTA DE CICLOVÍAS	89
CAPITULO VII: SIMULACIÓN DE SISTEMA VÍAL.....	102
7.1 PARÁMETROS.....	102
7.2 CASOS DE SIMULACIÓN.....	109
7.3 MEDICIÓN DE CAMPO Y CALIBRACIÓN DE MATRIZ ORIGEN DESTINO	110
7.4 SIMULACIÓN Y LOS NIVELES DE SERVICIO (LOS)	117
CAPITULO VIII: INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	130
CONCLUSIONES	134
RECOMENDACIONES	135
BIBLIOGRAFÍA.....	135

LISTA DE FIGURAS

Figura N°1: Planificación de Movilidad Urbana Sostenible (Planificar para personas, 2015)	26
Figura N°2: pirámides de prioridad para el transporte. (Municipalidad de Lima, 2017)	30
Figura N°3: Ciclovías en ciudades de Lima (https://www.google.com.pe/search?q=ciclovias+lima&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiR4LOv89TcAhUFm1kKHxtlCFsQ_AUICigB&biw=1366&bih=613, 04/08/2018)	30
Figura N°4: Ciclovías en ciudades de Lima (https://www.google.com.pe/search?q=ciclovias+lima&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiR4LOv89TcAhUFm1kKHxtlCFsQ_AUICigB&biw=1366&bih=613, 04/08/2018)	31
Figura N°5: Ciclovías en ciudades de Lima (https://www.google.com.pe/search?q=ciclovias+lima&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiR4LOv89TcAhUFm1kKHxtlCFsQ_AUICigB&biw=1366&bih=613, 04/08/2018)	31
Figura N°6: Imagen del interface del programa PTV Visum (Elaboración Propia)	35
Figura N°7: Distrito de Jesús María, (Gerencia de Planeamiento y Desarrollo Institucional, 2016).41	
Figura N°8: Distrito de Jesús María, (Google Earth Online, 17/02/2019)	42
Figura N°9: Patrón de ocupación del distrito, las zonas en tonos azules son las más antiguas, y en color ámbar la más reciente (Gerencia de Planeamiento y Desarrollo Institucional, 2016).....	43
Figura N°10: Avenidas principales de Jesús María, (OpenStreet Map, 17/02/2019)	45
Figura N°11: Zonificación de Jesús María, (Gerencia de Planeamiento y Desarrollo Institucional, 2016)	47
Figura N°12 Mapa de riesgos de Jesús María, (Gerencia de Planeamiento y Desarrollo Institucional, 2016).....	48
Figura N°13: Tipología de vías de Jesús María, (Instituto Metropolitano de Planificación, 2016)....	50
Figura N°14: Mapa de tráfico de Jesús María, lunes promedio a las 8 am, (Google maps, 10/12/2018)	51
Figura N°15: Densificación Jesús María, (Gerencia de Planeamiento y Desarrollo Institucional, 2016)	52
Figura N°16: Propuesta de Plan maestro de Ciclovías Lima metropolitana (Fondo Nacional del Ambiente - Perú, 2005)	53
Figura N°17: Av. San Felipe (Google Street View, 17/02/2018).....	54
Figura N°18: Av. San Felipe (Google Street View, 17/02/2018).....	54
Figura N°19: Red de ciclovía en Jesús María (Google Maps, 17/02/2018)	55
Figura N°20: Ciclovía de av. General Garzón (Google Street View, 17/02/2018).....	55
Figura N°21: Ciclovía compartida con peatones alrededores de campo de marte (Google Street View, 17/02/2018)	56
Figura N°22: Ciclovía en av. Mello Franco (Google Street View, 17/02/2018).....	56
Figura N°23: Ciclovía compartida con peatones en av. Salaverry (Google Street View, 17/02/2018)	56
Figura N°24: Ciclovía en av. Mariátegui (Google Street View, 17/02/2018)	57
Figura N°25: intersección de ciclovía con calle (Ciclovías están en mal estado y desarticuladas, El Comercio).....	57
Figura N°26: Mapa de ciclovías existentes en Jesús María. Av. Mariátegui (circulada azul con trazo rojo) y Av. Salaverry (circulada azul con trazo verde) (Fuente Propia)	58

Figura N°27: vehículos en plena ciclovía en la Av. Mariátegui (Ciclovías están en mal estado y desarticuladas, El Comercio).....	59
Figura N°28: Ejemplo de líneas de deseo (Fuente: https://www.caliper.com/transcad/introduccion.htm ; Fecha: 09/03/2019)	64
Figura N°29: Ejemplo de red primaria (SECTRA, 2014)	65
Figura N°30: Espacio ocupado por ciclista (Municipalidad de Lima, 2017)	68
Figura N°31: Esquema unidireccional (Municipalidad de Lima, 2017).....	69
Figura N°32: Esquema biidireccional (Municipalidad de Lima, 2017).....	69
Figura N°33: Sección de cicloacera unidireccional (Municipalidad de Lima, 2017)	74
Figura N°34: Esquema de ciclovía unidireccional (Municipalidad de Lima, 2017)	75
Figura N°35: Esquema de ciclocarril (Municipalidad de Lima, 2017)	76
Figura N°36: Esquema de cicloacera unidireccional (Municipalidad de Lima, 2017)	76
Figura N°37: Esquema de cicloacera bidireccional (Municipalidad de Lima, 2017)	77
Figura N°38: Canaletas para bicicletas en una escalera en San Isidro, Lima (El comercio, 2018)..	78
Figura N°39: Soluciones de ampliación de tablero de un puente para ofrecer espacio adicional a peatones y ciclistas (Foto Propia).....	78
Figura N°40: Paradero de buses y ciclovía (Steemit, 2018).....	80
Figura N°41: Técnicas de reducción de velocidad (AMA, 2018)	82
Figura N°42: Técnicas de reducción de velocidad (reliance-foundry, 2017).....	82
Figura N°43: Demarcación intersección ciclovía o ciclo carril unidireccional con vía o carril compartido (Municipalidad de Lima, 2017).....	85
Figura N°44: Intersección señalizada (Municipalidad de Lima, 2017)	86
Figura N°45: Intersección en rotunda con ciclovía integrada a la veredarotunda con ciclovía integrada a la vereda (Municipalidad de Lima, 2017)	87
Figura N°46: Uso de suelos de Jesús María (Elaboración Propia).....	89
Figura N°47: Tipología de vías (Fuente Propia)	90
Figura N°48: cantidad de carriles por vía (Elaboración Propia).....	91
Figura N°49: Distancia en metros del retiro municipal (Elaboración Propia)	92
Figura N°50: Cantidad de retiros (Elaboración Propia).....	93
Figura N°51: Mapa de deseos (Posibles origen-destino)- trazos de rutas directas (color amarillo) (Elaboración Propia)	94
Figura N°52: Red Teórica- en color rosado se plantea el primer trazado (1er trazado) de ciclovía (Elaboración Propia)	95
Figura N°53: Red teórica- trazos adicionales con color verde (Elaboración Propia).....	96
Figura N°54: Red teórica- propuesta de ciclovías (Elaboración Propia).....	97
Figura N°55: 12 trazos de ciclovía en Jesús María (Elaboración Propia).....	98
Figura N°56: Zonas establecidas en el modelo a nivel de Lima Metropolitana (Elaboración Propia)	102
Figura N°57: Zonas dentro del distrito de Jesús María (Elaboración Propia)	103
Figura N°58: Matriz origen destino usada en el modelo para vehículos particulares (Elaboración Propia).....	103
Figura N°59: Matriz origen destino usada en el modelo para vehículos públicos (Elaboración Propia).....	104

Figura N°60: Matriz origen destino usada en el modelo para vehículos pesados (Elaboración Propia).....	104
Figura N°61: Matriz origen destino usada en el modelo para bicicletas (Elaboración Propia).....	105
Figura N°62: Red vial utilizada en el modelo a nivel de Lima metropolitana (Elaboración Propia)	105
Figura N°63: Red vial utilizada en el modelo a nivel de Jesús María (Elaboración Propia).....	106
Figura N°64: Nodos utilizados en el modelo a nivel de Jesús María (Elaboración Propia)	106
Figura N°65: Conectores utilizados en el modelo a nivel de Jesús María (Elaboración Propia)....	107
Figura N°66: Atributos de cada uno de los links o vías (Elaboración Propia)	107
Figura N°67: Forma de modelación de cada matriz (Elaboración Propia)	108
Figura N°68: Parámetros de la forma de simulación Lohse (Elaboración Propia)	108
Figura N°69: Atributos de cada uno de los nodos o intersección (Elaboración Propia)	109
Figura N°70: Puntos de medición en mapa de Jesús María (Elaboración Propia).....	111
Figura N°71: Punto 1 de medición (Elaboración Propia).....	111
Figura N°72: Punto 1 flujo vehicular medido en campo (Elaboración Propia).....	112
Figura N°73: Punto 2 de medición (Elaboración Propia).....	112
Figura N°74: Punto 2 el flujo vehicular medido en campo (Elaboración Propia).....	113
Figura N°75: Punto 3 de medición (Elaboración Propia).....	113
Figura N°76: Punto 3 flujo vehicular medido en campo (Elaboración Propia).....	114
Figura N°77: Punto 4 de medición (Elaboración Propia).....	114
Figura N°78: Punto 4 flujo vehicular medido en campo (Elaboración Propia).....	115
Figura N°79: Punto 5 de medición (Elaboración Propia).....	115
Figura N°80: Punto 5 flujo vehicular medido en campo (Elaboración Propia).....	116
Figura N°81: Proceso de simulación (iteraciones) (Elaboración Propia)	117
Figura N°82: Resultados de simulación de la Av. San Felipe tramo A (Elaboración Propia).....	117
Figura N°83: Resultados de simulación de la Av. San Felipe tramo B (Elaboración Propia).....	118
Figura N°84: Resultados de simulación de la Av. San Felipe tramo C (Elaboración Propia)	118
Figura N°85: Resultados de simulación de la Av. San Felipe tramo D (Elaboración Propia)	119
Figura N°86: Dirección de los tramos y sus respectivos nodos (Elaboración Propia).....	119
Figura N°87: Identificación de nodos en el tramo a evaluar (Elaboración propia).....	130
Figura N°88: Identificación de nodos en el tramo a evaluar (Elaboración propia).....	130

LISTA DE TABLAS

Tabla N°1: ¿cómo se moviliza principalmente para ir a su trabajo, oficina o centro de estudio? lima metropolitana y callao, 2017. (Lima Cómo Vamos , 2017)	24
Tabla N°2: Volúmenes vehicular de servicio de calidad de flujo (izquierda) y relación entre niveles de servicio y la calidad de flujo en tramos de entrecruzamiento (derecha) (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018).....	27
Tabla N°3: Variación de edades de Jesús María, (INEI, 2018)	42
Tabla N°4: Población de Jesús María y su proyección, (Instituto Metropolitano de Planificación, 2014)	47
Tabla N°5: Resumen de los principales requisitos para una red de ciclovía, parte 1 (CROW, 2011).....	66
Tabla N°6: Velocidad – radio de giro (Pérez Senderos & Fernández, 1999).....	70
Tabla N°7: Condiciones de tráfico adecuadas para secciones mixtas con un único sentido de circulación (Pérez Senderos & Fernández, 1999)	73
Tabla N°8: Condiciones de tráfico adecuadas para secciones mixtas con doble sentido de circulación (Pérez Senderos & Fernández, 1999)	73
Tabla N°9: Condiciones de tráfico adecuadas para carriles-bici en vías unidireccionales (Pérez Senderos & Fernández, 1999).....	74
Tabla N°10: Condiciones de tráfico adecuadas para carriles-bici en vías unidireccionales (Pérez Senderos & Fernández, 1999).....	74
Tabla N°11: Condiciones de tráfico adecuadas para carriles-bici semiprotegidos en vías unidireccionales (Pérez Senderos & Fernández, 1999).....	75
Tabla N°12: Condiciones de tráfico adecuadas para carriles-bici semiprotegidos en vías bidireccionales (Pérez Senderos & Fernández, 1999).....	75
Tabla N°13: Condiciones de tráfico adecuadas para pistas de bici (Pérez Senderos & Fernández, 1999)	77
Tabla N°14: condiciones de tráfico adecuadas para circulación a contramano en vías mixtas sin flujos altos de vehículos pesados (Pérez Senderos & Fernández, 1999).....	79
Tabla N°15: Condiciones de tráfico adecuadas para carriles-bici a contracorriente en vías unidireccionales (Pérez Senderos & Fernández, 1999).....	79
Tabla N°16: Visibilidad de aproximación según anchos y velocidades (CROW, 2011)	83
Tabla N°17: Casos de simulación (Elaboración Propia)	110
Tabla N°18: Fechas de medición en campo (Elaboración Propia)	110
Tabla N°19: Nivel de servicio de las intersecciones de la Av. San Felipe - Sin ciclovías (Elaboración Propia).....	126
Tabla N°20: Nivel de servicio de las intersecciones de la Av. San Felipe - Con ciclovías (Elaboración Propia)	126
Tabla N°21: Nivel de servicio de las intersecciones de la Av. San Felipe - Con ciclovías y multiplicando la matriz origen destino de bicicletas x200% (Elaboración Propia).....	126
Tabla N°22: Nivel de servicio de las intersecciones de la Av. San Felipe - Con ciclovías y multiplicando la matriz origen destino de bicicletas x1000% (Elaboración Propia).....	127
Tabla N°23: Nivel de servicio de las intersecciones de la Av. San Felipe - Con ciclovías y multiplicando la matriz origen destino de vehículos x99% (Elaboración Propia)	127

Tabla N°24: Nivel de servicio de las intersecciones de la Av. San Felipe - Con ciclovías y multiplicando la matriz origen destino de vehículos x98% (Elaboración Propia)	127
Tabla N°25: Nivel de servicio de las intersecciones de la Av. San Felipe - Con ciclovías y multiplicando la matriz origen destino de vehículos x95% (Elaboración Propia)	128
Tabla N°26: Nivel de servicio de las intersecciones de la Av. San Felipe - Con ciclovías y multiplicando la matriz origen destino de vehículos x93% (Elaboración Propia)	128
Tabla N°26: Nivel de servicio de las intersecciones de la Av. San Felipe - Con ciclovías y multiplicando la matriz origen destino de vehículos x91% (Elaboración Propia)	128
Tabla N°26: Nivel de servicio de las intersecciones de la Av. San Felipe - Con ciclovías y multiplicando la matriz origen destino de vehículos x90% (Elaboración Propia)	129
Tabla N°27: Cambio en el nivel de servicio debido al cambio del matriz origen destino vehicular – Tramo 1 (Elaboración Propia).....	133
Tabla N°28: Cambio en el nivel de servicio debido al cambio de la matriz origen destino vehicular – Tramo 2 (Elaboración Propia).....	133

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico N°1: distribución modal de viajes en Lima y Callao (GIZ, 2018)	15
Gráfico N°2: tasa de motorización al 2011 (Banco Mundial, 2011)	16
Gráfico N°3: Causas de congestión desde un punto de vista del público en general (Transport Advisory Committee, 2014)	21
Gráfico N°4: Causas de congestión desde un punto de vista del conductor (Transport Advisory Committee, 2014)	21
Gráfico N°5: Cinco componentes política ciclo-inclusiva (Municipalidad de Lima, 2017)	33
Gráfico N°6: Esquema de referencia para aplicación de segregación (División de Desarrollo Urbano, 2015).....	34
Gráfico N°7: Formula de iteración del modelo de Lohse.....	35
Gráfico N°8: Flujograma de diagnóstico de un distrito urbano	38
Gráfico N°9: Flujograma de análisis de un distrito urbano	40
Gráfico N°10: Pasos en la formulación del plan de ciclovías y sus interrelaciones, parte 1 (CROW, 2011)	60
Gráfico N°11: Pasos en la formulación del plan de ciclovías y sus interrelaciones, parte 2 (CROW, 2011)	61
Gráfico N°12: Propuesta de ciclovía para Jesús María	101
Gráfico N°13: Variación de tiempo de demora debido al aumento de ciclistas - Tramo 1 (Elaboración Propia)	131
Gráfico N°14: Variación de tiempo de demora debido al aumento de ciclistas - Tramo 2 (Elaboración Propia)	132
Gráfico N°15: Variación de tiempo de demora debido a la disminución de vehículos - Tramo 1 (Elaboración Propia)	132
Gráfico N°16: Variación de tiempo de demora debido a la disminución de vehículos - Tramo 2 (Elaboración Propia)	133

RESUMEN

En la presente tesis se analizó si en una vía vehicular, en un distrito urbano, tendría mejoras en el nivel de servicio si se implementara en este distrito una red de ciclovías. Antes de plantear dicha red se investigó y analizó los manuales de ciclovías de Perú, España, Alemania, Holanda y Chile para poder plantear una propia metodología acorde al distrito.

Una vez realizado los 12 trazos de la red de ciclovías se realizó un análisis macroscópico del sistema vial de Lima metropolitana para observar si los niveles de servicio y tiempos de demora en las intersecciones de una vía vehicular de Jesús María en la cual se incluyó unos de los 12 trazos variaban. Además de ello se plantearon distintos escenarios adicionales variando la matriz origen destino de vehículos motorizados y no motorizados para poder comparar como estos cambios en la matriz afectarían los niveles de servicio. Se ejecutaron un total de diez (10) escenarios.

Finalmente, los resultados del análisis demostraron que solo agregando una red de ciclovías o incrementando la cantidad de vehículos no motorizados no generan una mejora en el nivel de servicio o tiempo de demora; sin embargo, disminuyendo la cantidad de vehículos motorizados, variando la matriz origen destino, sí disminuye la congestión de forma proporcional a la cantidad de vehículos motorizados. Por lo cual se recomienda la implementación de políticas de movilidad urbana sostenible para poder solucionar la problemática de la congestión con la finalidad de incrementar los niveles de servicio en las vías urbanas.

ABSTRACT

In the present thesis, it was analyzed if in a vehicular road, in an urban district, there would be improvements in the levels of service if a network of bicycle lanes were implemented in this district. Before proposing such a network, the manuals of bicycle lanes of Peru, Spain, Germany, Holland and Chile were researched and analyzed in order to be able to propose an own methodology according to the district.

Once the 12 traces of the bicycle network were made, a macroscopic analysis of the road system of Metropolitan Lima was carried out to observe if the levels of service or delay times at the intersections of a vehicle road were one of the 12 bicycle traces was implemented varied. Also, different additional scenarios were presented, varying the matrix of origin and destination of motorized and non-motorized vehicles in order to be able to compare how these changes in the matrix would affect the levels of service. A total of ten (10) scenarios were executed.

Finally, the results of the analysis showed that just adding a network of bicycle lanes or increasing the number of non-motorized vehicles does not generate an improvement in the level of service or delay time; however, decreasing the number of motorized vehicles, varying the matrix origin destination, does decrease the congestion proportionally to the number of motorized vehicles. Therefore, the implementation of sustainable urban mobility policies is recommended in order to solve the congestion problem to be able to increase the levels of service on urban roads.

PRÓLOGO

La congestión vehicular de la ciudad de Lima Metropolitana actualmente conlleva a que las personas que viven en esta demoren en trasladarse de un lugar a otro, lo cual implica una pérdida en horas hombre lo cual genera una pérdida económica para el país así como una baja calidad de vida para las personas.

Este trabajo de investigación, tiene como objetivo disminuir la congestión vehicular y se ha planteado una metodología para desarrollar ciclovías en un distrito urbano y a la vez evaluar cómo esta varía el nivel de servicio y el tiempo de demora en las intersecciones en una vía incluida dentro de dicho distrito mediante un análisis macroscópico.

La tesis se ha desarrollado en 8 capítulos. El **primer capítulo** se enfoca en la problemática de Lima Metropolitana respecto al transporte y cuáles son la causa de éste. También, se comparan estadísticas de ciudades de otros países de la región para contrastar la situación de estos con la de Lima. El **segundo capítulo** se enfoca en cuáles deben ser los objetivos al momento de desarrollar una ciclovía; así como algunas políticas públicas que se deben desarrollar para promover el ciclismo. El **tercer capítulo** explica la metodología propuesta para el desarrollo de una red de ciclovías en un distrito urbano en la ciudad de Lima Metropolitana. Dicha metodología fue desarrollada en base criterios de manuales de ciclovías de la ciudad de Lima así como de distintos países y ciertos artículos científicos.

Los **capítulos cuatro y cinco** mencionan cómo se diagnostica un distrito urbano sobre el estado actual de sus ciclovías; qué información es necesaria para desarrollar una red de ciclovías adecuada; cómo se analiza la red propuesta simulando el sistema vial y obteniendo el nivel de servicio y tiempo de demora en una vía determinada; y finalmente, la metodología del diseño de detalle de una ciclovía.

El **capítulo seis** muestra los pasos sobre cómo se realizaron cada uno de los trazos de red de ciclovías y muestra también la propuesta final, que finalmente tiene doce trazos. Los últimos **capítulos siete y ocho** consisten en el análisis,

mediante una simulación macroscópica, de una vía para comparar los niveles de servicio y tiempo de demora en distintos escenarios con y sin ciclovías.

Finalmente se muestran las conclusiones y recomendaciones de la presente tesis.

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1 PROBLEMÁTICA

El crecimiento no planificado en las ciudades del Perú ha generado un inadecuado e ineficiente sistema de transporte y es por ello que el Consorcio de Investigación Económica y Social (CIES), realizó un estudio acerca del transporte urbano e identificó motivos que generan dicho problema (Alegra Escorza, 2016).

Escorza en su investigación logra identificar los motivos de los viajes dentro de Lima Metropolitano (Alegra Escorza, 2016).

“En Lima y Callao en total se realizan más de 22,3 millones de viajes diariamente, de los cuales 16,9 millones se hacen en vehículos motorizados. El principal motivo de estos viajes es regresar a casa (47,3%), viajes privados (19,5%) e ir a trabajar o estudiar (16,7% y 14,0%, respectivamente). resulta relevante, además, conocer que para el caso de Lima y Callao, la distribución de viajes diarios muestra que los viajes en medios colectivos (buses tradicionales, metropolitano, metro de Lima y colectivos) son los que más porcentaje poseen (51%), seguido de los viajes a pie (24%) y, solo después, los viajes individuales (auto privado y taxi) con 18%. el resto de viajes se realiza en otros modos, como puede observarse en el gráfico N°1. Esta información, recogida por la encuesta de recolección de información básica de transporte urbano en el área metropolitana de Lima y Callao, muestra algunos resultados similares a la recogida por la Encuesta Lima Cómo Vamos, a pesar de que las metodologías aplicadas son distintas y esta última se concentra solamente en los viajes “obligatorios”; es decir, por trabajo y estudios. En particular, coinciden en que los viajes en transporte público masivo son largamente superiores a los viajes en medios privados. En el 2015, el 75,6% de los viajes realizados en Lima se hizo en transporte público, mientras que solo el 15,5% se hizo en transporte privado; por último, el 7,8% de los viajes se hizo a pie o en bicicleta. En ambas encuestas, los viajes realizados en transporte colectivo exceden largamente a aquellos realizados en medios privados.” (p.7)

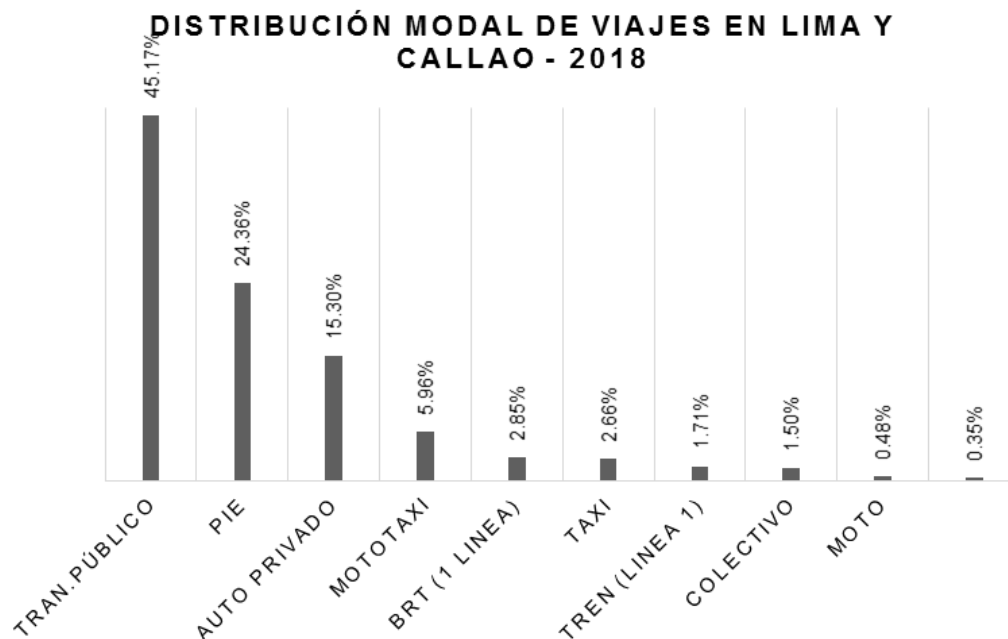


Gráfico N°1: distribución modal de viajes en Lima y Callao (GIZ, 2018)

Existe la creencia que Lima necesita más pistas; mayores anchos para que no exista tráfico en la ciudad; y también que la congestión se debe a la gran cantidad de vehículos que transitan sin embargo, en comparación con otros países de Latinoamérica la tasas de motorización de Lima es una de las más bajas en la región (Jara Alata, 2016). El estudio elaborado por la Corporación Andina de Fomento (CAF) demuestra que Lima tiene una de las tasas más baja de motorización a nivel Latinoamérica, se puede decir entonces que la cantidad de vehículos no es el problema de la congestión, sino es la deficiente gestión del tránsito que la ciudad tiene. “En Lima, en una vía mediana semaforizada, transitan aproximadamente 400 vehículos por hora, mientras que en una vía similar en la ciudad de Santiago-Chile transitan entre 800 y 1,000 vehículos en el mismo tiempo” (Alegra Escorza, 2016). Esto se debe a que en Lima y en general en el Perú existe una deficiencia en la ejecución de un diseño adecuado de la infraestructura vial; así como una programación adecuada de los semáforos y una fiscalización electrónica rigurosa. Esta problemática que Lima tiene se podría resolver si se apostara por una adecuada gestión de transporte y se invirtiera en un sistema de transporte público masivo de calidad, integrado y multimodal (CAF, 2011).

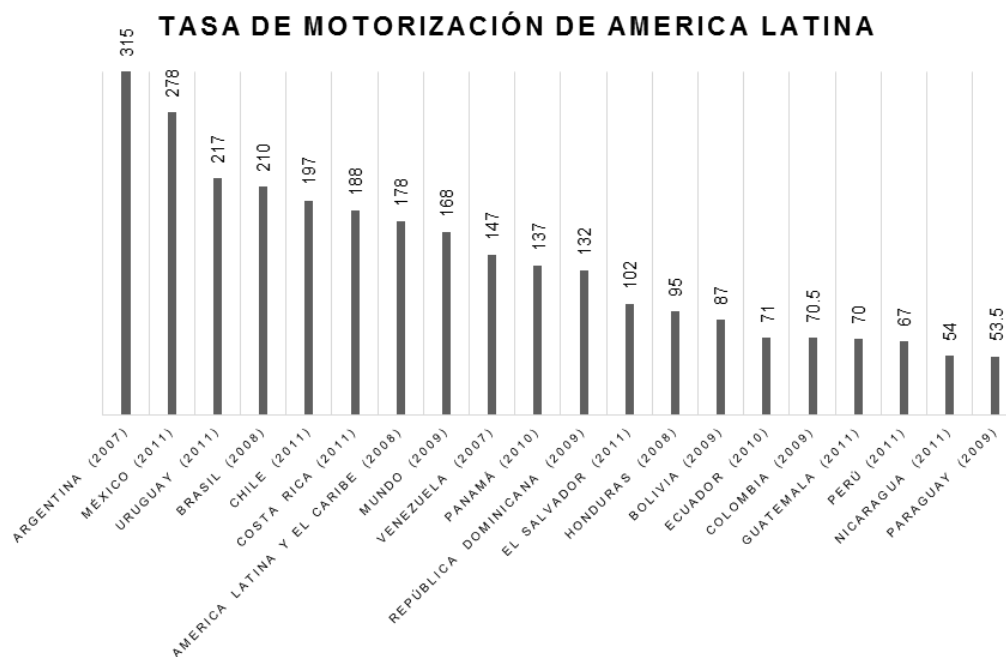


Gráfico N°2: tasa de motorización al 2011 (Banco Mundial, 2011)

El problema de la congestión también es que genera un descontento en la ciudadanía y en su calidad de vida. Según la encuesta realizada por la organización Lima Como Vamos el 10 % de los que residen en Lima se demoran entre una hora y media y tres horas en el viaje a su trabajo o a su escuela desde que sale de su casa hasta que llegan a su destino (Alegra Escorza, 2016). Se han realizado mejoras en el sistema de transporte pero no han sido hasta la fecha lo suficiente para mejorar el descontento del ciudadano debido a la alta demora y la baja calidad de servicio (Jara Alata, 2016). Esto se demuestra en los resultados de las encuestas que indican que el transporte urbano es el segundo gran problema que tiene Lima después de la delincuencia (Lima Cómo Vamos , 2017).

En el país se tiene legislación e instituciones públicas que tiene como función la mejora del sistema de transporte de Lima, sin embargo el sistema de transporte en Lima y Callao aun es un sistema precario, que carece normativa actualizada, infraestructura correctamente diseñada y una capacidad fiscalizadora por parte de un autoridad con funciones correctamente establecidas (Rivera Vila, 2015). Cabe mencionar que estos problemas surgen a raíz de la no continuidad de políticas públicas adecuadas (Rivera Vila, 2015), la mayoría de ciudades en el Perú no cuentan con una adecuada gestión de transporte y menos aún políticas de movilidad urbana sostenible. También, existe una discordancia e incompatibilidad entre lo que dicta la ley y el orden social que existe en nuestro país, lo cual tiene

como consecuencia fricciones entre peatones, conductores y ciclistas, entre otros (Alegra Escorza, 2016); y esto tiene como resultado la generación de infracciones de tránsito y maniobras peligrosas (Alegra Escorza, 2016).

Otro problema importante que se debe mencionar es la superposición de competencias, en el ámbito administrativo, que existe entre distintas entidades del estado. En el caso específico de Lima y Callao, en la gestión del transporte, las instituciones públicas que tienen competencia son la Municipalidad Metropolitana de Lima, la Municipalidad Provincial del Callao y el Gobierno Central, a través del Ministerio de Transportes y Comunicaciones en particular con la Autoridad Autónoma del Tren Eléctrico (AATE) a cargo del Metro de Lima, Ministerio de Economía y Finanzas y del Ministerio de Vivienda, Construcción y saneamiento (Alegra Escorza, 2016). Además, existen otras entidades que también tienen funciones dentro del sistema de transporte urbano, como Ositran, Proinversión, la policía nacional y las municipalidades (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2016). “A otro nivel, de acuerdo a la ley orgánica de municipalidades, la gestión del transporte de las ciudades recae sobre las municipalidades provinciales y distritales” (Alegra Escorza, 2016). Recientemente sin embargo fue creada la Autoridad Única de Transporte de Lima y Callao la cual tiene como objetivo principal generar un orden.

La presencia de tantos interesados con competencia directa o indirecta dentro de la gestión de transporte de la ciudad hace que la gobernabilidad sea difícil y confusa. Este problema se hace aún más grave aún debido a que existe una deficiente política pública que trate de generar dicho orden. De acuerdo a Escorza (Alegra Escorza, 2016):

“Por último, en el caso de Lima y Callao, es muy necesaria la coordinación entre sus autoridades para gestionar el transporte y tránsito en sus ciudades, que por su integración geográfica son un territorio conurbado. Lamentablemente, las relaciones políticas entre ambas jurisdicciones no han sido muy fluidas y, en varias ocasiones, los esfuerzos de una comuna han sido desestimados por la otra, lo que ha promovido políticas contradictorias.” (P.13-14)

En los EE.UU. después de la segunda guerra mundial se implementaron políticas de darle preferencia al vehículo debido a su extenso terreno en el cual las ciudades se habían expandido horizontalmente en su mayoría y existía la necesidad de

estas políticas. Este crecimiento requirió que las personas necesiten un vehículo para que se movilicen generando una dependencia del vehículo. El sistema vial en los EE.UU. ha fallado por lo cual se ha estado cambiando las políticas de este para darles preferencia al peatón y al ciclista (Dextre, Hugues, & Bech, 2015).

El diseño de una ciudad para que se promueva una movilidad urbana sostenible, la cual tiene el enfoque de priorizar al peatón, ciclista y el transporte público por encima de los vehículos particulares, es crítico para una mejor calidad de vida (Alegra Escorza, 2016). Una política de la movilidad urbana sostenible es que las ciudades se diseñen de forma distinta, donde estas sean compactas, densas, crezcan verticalmente y posean un sistema de transporte masivo, que facilite la transferencia entre medios de transporte y que promueva medios de transporte sostenible, eficiente y menos contaminante (Dextre, Hugues, & Bech, 2015).

La movilidad urbana sostenible es la alternativa que la ciudad debe adecuar para promover una mayor calidad de vida no solo en los sectores gubernamentales sino también a nivel municipal (Rivera Vila, 2015). Para esto es necesario usar herramientas de gestión urbana y del transporte para que se priorice los peatones, ciclistas y transporte público, y que se disminuya el uso de vehículos privados (ONU HABITAT, 2014) .

Existen distintas municipalidades en Lima que están promoviendo la movilidad urbana sostenible como (Alegra Escorza, 2016).

“Es una buena noticia que existan municipios distritales que están promoviendo actividades vinculadas a la recuperación de espacios públicos, peatonalizaciones y fomento del uso de la bicicleta como medio de transporte. Miraflores, San Isidro y San Borja son algunos de estos distritos. Así también, la Municipalidad Metropolitana de Lima ha continuado con la ciclo vía recreativa de la av. Arequipa. Además, el distrito de San Borja ha sido pionero en la implementación de un sistema público de préstamo de bicicletas con más de 12.000 inscritos, casi 9.500 usuarios y 391.574 préstamos que recorrieron un total de 2.498.374 kilómetros. Es decir, se dejó de usar 49.967,484 galones de combustible y se ahorró un promedio de s/.599.609,81, sin mencionar los 399.739,872 kilos de CO2 que no se emitieron.” (P.16-17)

Esta tesis propone ciertas medidas para mejorar la situación. Si bien otros países han mejorado su situación no hay garantía que lo que ellos hayan usado vaya funcionar en el Perú y es por eso que una vez recopilado la mayor cantidad de problemáticas en nuestra ciudad nuestro siguiente paso es analizar y mejorar.

1.2 OBJETIVO GENERAL

Analizar y mejorar la red vial existente de un distrito municipal mediante la inclusión de transporte no motorizado.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Proponer una red de ciclo vías en el distrito.
- Generar una metodología de diagnóstico de un distrito municipal y análisis de sistema vial
- Identificar indicadores en el distrito que afecten de forma directa e indirecta la movilidad urbana sostenible enfocada en el transporte no motorizado.
- Comparar como el cambio de vehículos influye en el nivel de servicio de una vía que tiene una ciclo vía.

1.4 HIPÓTESIS

Si se implementa las mejoras en el sistema vial con la ejecución de una movilidad urbana sostenible enfocado a incrementar el uso de vehículos no motorizados mejorará el nivel del servicio en las vías con ciclo vía del distrito municipal en no menos de 10%.

CAPITULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

Para poder plantear una solución que mejore el nivel de servicio se debe primero analizar el estado del arte. Las investigaciones de referencia han sido de diferentes países e indicaron cuáles son los problemas raíces en estos sobre el transporte; propuestas de solución que han utilizado sobre el mejoramiento del tránsito; información estadística acerca de uso de vehículos no motorizados; entre otros. Es con esta información que se planteará una propuesta de solución que será también validada por juicios expertos. Para esto, se tendrá herramientas de apoyo como software de macrosimulación.

2.1.1 Generadores de congestión vehicular en Hong Kong

La ciudad de Hong Kong dispone de un sistema de transporte público multimodal fuertemente desarrollado con el objetivo de trasladar sus más de 13 millones de usuarios sin embargo, aún tiene problemas con la congestión por lo cual el Comité Consultor de Transporte realizó un estudio para identificar las causas de esta (Jara Alata, 2016). El estudio detectó claramente cinco causas que generan congestión vehicular (Transport Advisory Committee, 2014):

1. Alcance limitado para una mayor infraestructura de transporte por carretera
2. Número excesivo de vehículos
3. Uso competitivo del espacio
4. Gestión y aplicación de normas vehiculares
5. Obras en carreteras.

Estas causas se presentan bajo dos enfoques, uno desde el punto de vista del público en general y otro desde el punto de vista del conductor, tal como se muestra en los siguientes gráficos:

En el Gráfico N°3 muestra como la gran cantidad de vehículos es la causa principal de la congestión desde el punto de vista del público en general seguido por la cantidad de obras en construcción en plena vía vehicular.

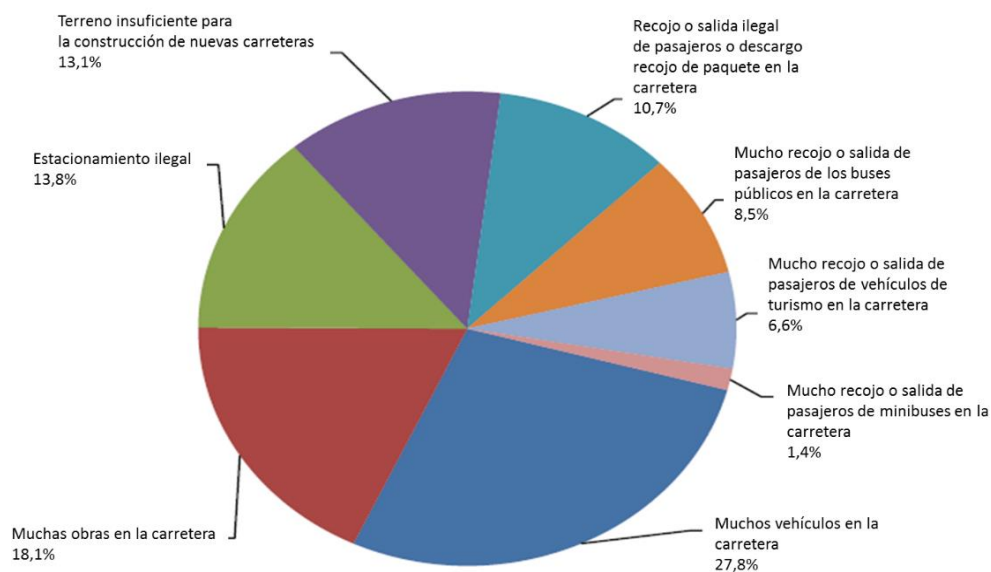


Gráfico N°3: Causas de congestión desde un punto de vista del público en general (Transport Advisory Committee, 2014)

En el Gráfico N°4 que es desde el punto de vista del conductor se aprecia que los dos causantes de tráfico se mantienen y siguen siendo la cantidad de vehículos y las obras en ejecución. Sin embargo los demás factores comienzan a variar, como por ejemplo, el indicador de terreno insuficiente para la construcción de nueva carreteras aumenta significativamente.

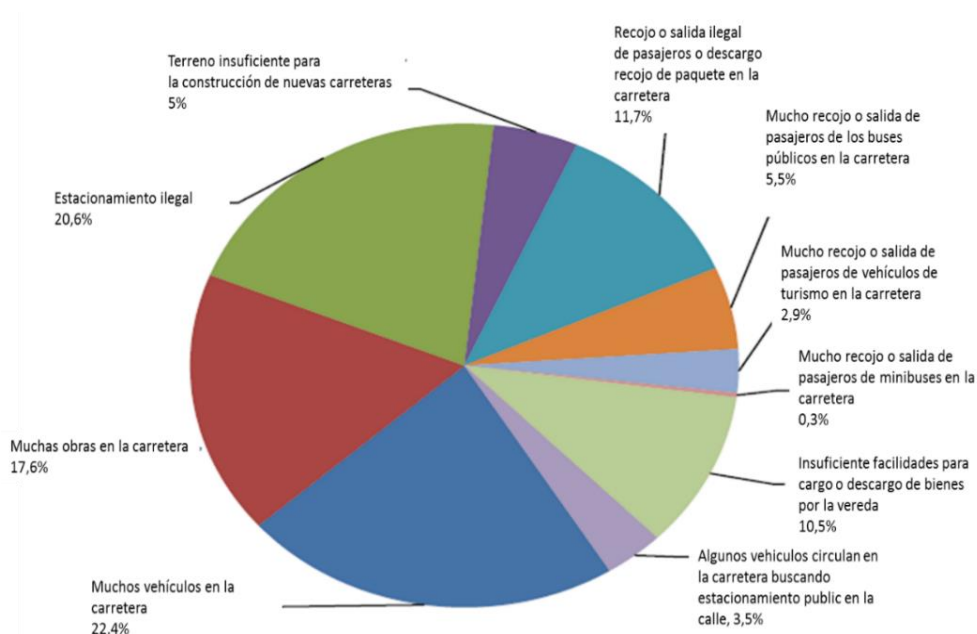


Gráfico N°4: Causas de congestión desde un punto de vista del conductor (Transport Advisory Committee, 2014)

2.1.2 Desafíos de la Implementación de hacer una Ciudad Caminable en los Estados Unidos

Walkable cities (Ciudad caminable) es un término que se está usando en países europeos y recientemente en los Estados Unidos. Este término puede tener diferentes definiciones de acuerdo al autor, sin embargo Chernomorets (Chernomorets, 2015) define una ciudad caminable como:

“La medida en que el entorno construido apoya y estimula la marcha proporcionando la comodidad y la seguridad de los peatones, conectando a personas con destinos medios de transporte dentro de un tiempo y esfuerzo razonables y ofreciendo un interés visual en los viajes a través de la red.”(p.8, traducción propia)

El tema de hacer ciudades caminables está fuertemente vinculado al uso de bicicletas y a la vez Chernomorets detecta cinco desafíos importantes para la implementación de esta política los cuales son: cultura e historia, gobierno, oposición de la población, economía y cooperación regional. (Chernomorets, 2015)

2.1.3 Desarrollo de una Cultura Ciclista en Holanda

La ciudad de Ámsterdam es conocida como la capital del ciclismo debido a que el 50% de la población se traslada de lugar a lugar mediante bicicletas. En contraste con Lima que solo el 0.8 % de la población se traslada en bicicletas. El éxito de esta ciudad se debe principalmente a ocho factores: la estructura histórica de Ámsterdam hace que el ciclismo sea atractivo para los usuarios; voluntad política por parte de las alcaldías de la ciudad; el ciclismo es parte esencial de las políticas de tráfico y transporte; existe un enfoque en la infraestructura para el uso de bicicletas en todos los nuevos proyectos y una adecuada gestión de mantenimiento; los políticos de izquierda y derecha reconocen la importancia del ciclismo para la ciudad; existe una entidad llamada la unión holandesa de ciclista (DCU) que asesora, apoya y fiscaliza a la alcaldía sobre las políticas del ciclismo en la ciudad; Holanda como país tiene una cultura del uso de bicicletas; el ciclismo en Holanda es más que solo un medio de transporte, es decir es un medio de transporte más sociable que un vehículo (Dextre, Hugues, & Bech, 2015).

2.1.4 Normativa de Ciclovías en Lima Metropolitana-Perú

El uso de bicicletas también se debe analizar desde un punto de vista normativo. Para la promoción sobre el uso de estos, se debe tomar en cuenta las siguientes acciones.

- Desarrollar políticas públicas que se deben desarrollar para obligar a las autoridades a cambiar su perspectiva sobre el uso de bicicletas (Anaya Boig & Cebollada, 2017).
- Se debe articular las normas y leyes que son fundamentales para la movilidad urbana sostenible (Anaya Boig & Cebollada, 2017).
- Se debe crear una autoridad metropolitana de transporte que unifique los diferentes modos de desplazamiento en la ciudad (Anaya Boig & Cebollada, 2017).
- Entre otras cosas que debemos hacer como ciudad para la implementación de uso de bicicleta como un medio de transporte sostenible no motorizado (Rivera Vila, 2015).

2.1.5 Situación de Lima Metropolitano respecto al uso de las bicicletas como un medio de transporte

De acuerdo a la encuesta “Lima como Vamos 2017” las personas en Lima consideran que el segundo problema que más afecta la calidad de vida es el transporte público, siendo el primer problema la delincuencia, por falta de seguridad ciudadana. Existen ciclovías en distintos distritos, sin embargo son pocas las ciclovías que han sido desarrolladas bajo una planificación distrital de las políticas de la ciudad. Es decir, que su ubicación tenga una lógica que haga que las personas usen la ciclovía. Si replicamos esta encuesta a un nivel menor, es decir a nivel distrito existen los mismos problemas. Para esta tesis se está considerando como lugar de estudio al distrito de Jesús María por las siguientes razones: tiene los recursos económicos disponibles, es un distrito de poca área, las autoridades tienen la voluntad. En el plan de desarrollo de Jesús María se plantea la ejecución de una ciclo vía, entre otras cosas que se plantearan más adelante. (Lima Cómo Vamos , 2017)

Lima tiene un bajo porcentaje de ciclista como se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla N°1: ¿cómo se moviliza principalmente para ir a su trabajo, oficina o centro de estudio? lima metropolitana y callao, 2017. (Lima Cómo Vamos , 2017)

	Transporte Colectivo		Transporte Individual		Transporte No Motorizado	
	73.40%		16.30%		8.90%	
Lima	Bus	37.40%	Automóvil Propio	10.40%	Caminata	8.90%
	Combi o Cúster	28.30%	Mototaxi	2.80%	Bicicleta	0.80%
	Metropolitano	2.60%	Motocicleta	1.70%		
	Colectivo	2.20%	Taxi	1.40%		
	Corredor Complementario	1.60%				
	Metro de Lima	1.50%				

	Transporte Colectivo		Transporte Individual		Transporte No Motorizado	
	67.50%		18.70%		13.80%	
Callao	Bus	31.10%	Automóvil Propio	9.60%	Caminata	12.40%
	Combi o Cúster	30.10%	Mototaxi	3.80%	Bicicleta	1.40%
	Colectivo	5.30%	Taxi	2.90%		
	Metropolitano	1.00%	Motocicleta	2.40%		

En base a las investigaciones pasadas se ve la existencia de varios problemas que afectan de forma directa o indirecta al uso de bicicleta y que no existe políticas de movilidad urbana sostenible en todo Lima Metropolitana. Si bien existen algunos distritos que se encuentran encaminados a una movilidad urbana sostenible, esto se debe replicar en las demás ciudades de Perú. Con las investigaciones anteriores se ve cuáles son los problemas; cuales son las normas que ayudaran a implementar la movilidad urbana sostenible; se identifica como está la ciudad de forma cuantitativa, es decir en estadísticas; y finalmente como con la movilidad urbana sostenible y con el concepto de ciudad caminable se puede implementar mejoras al sistema vial para mejorar la ciudad, tal como lo han hecho muchos países como Holanda, Alemania, Chile, España, Dinamarca, entre otros. Se tiene que usar los diferentes conceptos de ciudades caminables y de movilidad urbana sostenible para plantear una solución óptima que mejore el nivel de servicio.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Movilidad Urbana

Existe una diferencia entre la frase transporte y movilidad. El concepto más utilizado es el de Mataix, el menciona que el transporte es cuando se piensa en la

priorización de los vehículos motorizados, por ende se piensa más en obras que dan preferencia a vehículos privados y por ende más puentes peatonales. Movilidad sin embargo es cuando se piensa en los usuarios primero antes que en los vehículos, es decir se prioriza obras para el peatón, ciclista y el transporte público. (Mataix González, 2010)

Teniendo en cuenta la diferencia entre estos conceptos mencionados, la movilidad urbana sostenible es “una necesidad básica de las personas que debe ser satisfecha, y serlo de manera que el esfuerzo que requieran los desplazamientos necesarios para acceder a bienes y servicios no repercuta negativamente en la calidad de vida ni en las posibilidades de desarrollo económico, cultural, educativo, etc. de los ciudadanos.” (p.10) También se menciona que, en cuanto a necesidad básica la movilidad urbana también se le puede definir como un derecho fundamental que debe ser garantizado, en igualdad de condiciones, es decir sin importar el poder adquisitivo, condiciones físicas, psíquicas, de género, edad, raza o cualquier otra cosas que afecte a la toda la población. (Mataix González, 2010)

2.2.2 Plan de Movilidad Urbana Sostenible

Una vez entendido el concepto de movilidad urbana se puede entonces explicar lo que este concepto conlleva, lo cual es el desarrollo de un plan de movilidad urbana sostenible (Ayuntamiento de Vitorio-Gasteiz, 2010). De acuerdo a la institución Planificar para personas de la Unión Europea (Planificar para personas, 2015) un plan de movilidad urbana sostenible es “un plan estratégico basado en prácticas de planificación existentes y que tiene en cuenta los principios de integración, participación y evaluación para satisfacer las necesidades de movilidad de las personas, hoy y mañana, para una mayor calidad de vida en las ciudades y sus alrededores” (p.1). El propósito de este plan es tener por objetivo la creación de un sistema de transporte urbano sostenible a partir de los siguientes criterios (ONU HABITAT, 2014).

- Garantizar la accesibilidad hacia los distintos destinos de trabajo y servicios en general
- Mejorar la seguridad vial y ciudadana
- Reducir la contaminación ambiental, sonora y disminuir el consumo de energía
- Mejorar la eficiencia y efectividad de los costos del transporte

- Mejorar la calidad de vida mejorando el entorno urbano haciendo este más atractivo para las personas (Planificar para personas, 2015).

Un esquema general sobre la planificación de movilidad urbana sostenible es el siguiente:



Figura N°1: Planificación de Movilidad Urbana Sostenible (Planificar para personas, 2015)

2.2.2 Nivel de Servicio

El termino Nivel de Servicio es una medida de la calidad que la vía ofrece al usuario y es primero presentado por el manual de capacidad del transporte research board de los EEUU. La calidad de una vía es un término muy relativo, puede abarcar temas como: la velocidad en la cual los vehículos circulan por la determinada vía; el tiempo de recorrido de punto A ha punto B; la comodidad que experimenta el usuario al pasar por una vía (por ejemplo, el ruido, trazados suaves, ancho de carril adecuado); la seguridad que ofrece la vía de forma activa y/o pasiva; y los costos de funcionamiento de la vía (Bañon Blázquez & Beviá García, 2000).

Estos términos de calidad antes mencionados pueden relacionarse con dos variables claves que si son cuantificables y estos son: la velocidad de servicio y el índice de servicio. La velocidad de servicio y el índice de servicio de acuerdo a Bañon es la que se muestra en el párrafo inferior (Bañon Blázquez & Beviá García, 2000).

Velocidad de servicio: Se define como la mayor velocidad media de recorrido que puede conseguir un conductor que circule por un tramo de carretera en buenas condiciones meteorológicas y bajo unas determinadas condiciones de tráfico. Estadísticamente, es aquella que sólo supera el 5% de los vehículos. **Índice de servicio:** Relación entre la intensidad de tráfico y la capacidad de la vía. (p. 166)

El termino intensidad de servicio tiene un máximo valor para que se mantenga en un determinado nivel de servicio. Es decir, si el valor de la intensidad de servicio supera cierto valor el nivel de servicio disminuye y este entra en un nivel de servicio menor. Una vez entendido esto se puede introducir la existencia de los diferentes niveles de servicio que van desde A hasta F, siendo el más óptimo el nivel A. (Bañon Blázquez & Beviá García, 2000)

2.2.3 Clasificación de los niveles de servicio

En vías urbanas existen seis niveles de servicio. Estos van de la letra A, siendo el más óptimo, hasta la letra F, siendo el menos favorable. En la figura inferior se puede observar un breve resumen de cada uno de los niveles (Bañon Blázquez & Beviá García, 2000):

Tabla Nº2: Volúmenes vehicular de servicio de calidad de flujo (izquierda) y relación entre niveles de servicio y la calidad de flujo en tramos de entrecruzamiento (derecha) (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2018)

Calidad de Flujo	C: Volumen por carril	Calidad de flujo en tramos de entrecruzamiento				
		Nivel de servicio	Autopistas		Carreteras de dos carriles	Vías urbanas
En la propia carretera	Carreteras conexión, colectoras, distribuidoras y de enlace					
I	2000	A	I-III	II-III	II	III-IV
II	1900	B	II	III	II-III	III-IV
III	1800	C	II-III	III-IV	III	IV
IV	1700	D	III-IV	IV	IV	
V	1600	E	IV-V	V	V	IV
		F		Insatisfactorio		V

Bañon (Bañon Blázquez & Beviá García, 2000) también indica que las carreteras interurbanas deben ser dimensionadas de tal forma que el nivel de servicio sea A o B y excepcionalmente algún nivel inferior durante unas pocas horas al año. En autopistas y arterias urbanas el nivel de servicio no debería sobrepasar el nivel C durante horas punta y solo se permitiría el nivel D durante periodos cortos de tiempo en zonas urbanas o suburbanas. En Lima Metropolitana en su mayoría se tienen niveles de servicio de C hasta F, lo cual se ve reflejado en las encuestas de calidad de vida de "Lima Como Vamos".

2.2.4 Objetivos de diseño de ciclovías

Para poder clasificar las vías de una ciudad existentes diferente criterio sin embargo uno de ellos que está ligado con la congestión vehicular es la siguiente:

- Autopistas y autovías urbanas: Son vías que se usan para la entrada y salida de un distrito o ciudad. En general son vías de alta velocidad con un acceso limitado.
- Vías o Calles Arteriales: Son vías que enlazan entre sí distintas zonas de una ciudad y conectan la red vial interurbana con la vial urbana.
- Vías o Calles Colectoras-Distribuidoras: Esta red conecta a las vías arteriales con las locales. Por lo general el origen y destino de las personas se encuentran en estas vías.
- Vías o calles Locales: son de muy corto recorrido y baja velocidad. Generalmente se permite el estacionamiento vehicular, siempre y cuando el ancho del carril lo permita, y el tráfico en general es ligero. (ELSAN-PACSA, 2013)

2.2.5 Objetivos de diseño de ciclovías

La ciudad de Copenhague diseña sus ciclovías en base a ciertos objetivos y estos son:

1. Los diseños de las ciclovías deben ser diseñados a ser seguros
2. El número de accidentes y muertes deben ser minimizados
3. Incentivar a personas a que usen las ciclovías mejorando su sentido de seguridad respecto a moverse en bicicletas
4. Las pistas, incluyendo intersecciones, deben ser fácilmente pasables, esto hará que los ciclistas puedan pasar a otros ciclistas sin ninguna incomodidad

5. Un paseo cómodo será un elemento importante para tener una experiencia positiva, lo cual generará a más personas a usar bicicletas. (Technical and Environmental Administration Traffic Departmente, 2013)

2.2.6 Manual de Ciclovías Alemán: Objetivos de la promoción del ciclismo

Así como Copenhague tiene sus objetivos de cómo diseñar ciclovías, en Alemania tienen sus objetivos de la promoción de ciclismo los cuales están dentro de su plan nacional de ciclismo 2020 de Alemania (Public Transport Systems, 2012). Estos objetivos son los siguientes:

1. Mejora del marco regulatorio para el ciclismo y potenciar el aprovechamiento de este.
2. Promover el ciclismo como un componente de la política de movilidad y transporte integrado (ONU HABITAT, 2014).
3. Implementar la visión del ciclismo como un sistema de transporte (Rivera Vila, 2015).
4. Hacer una contribución para abordar los problemas sociales.

El tema de la integración parcial con otros medios de transporte es de suma importancia para que el uso de vehículos no motorizados sea factible debido a que es poco común ir de punto A al punto B con un solo vehículo (Rivera Vila, 2015). Para entender mejor la idea veamos los términos multimodal e intermodal. (Public Transport Systems, 2012)

Multimodalidad significa el uso de diferentes medios de transporte para diferentes trayectos. Intermodalidad significa el uso de diferentes medios de transporte para un viaje. Una forma clásica de intermodalidad implica ciclismo a la estación de tren, cambiando en el tren y luego a un autobús. (Public Transport Systems, 2012)

2.2.7 Prioridades para una ciudad a escala humana

De acuerdo Ministerio de Vivienda y Urbanismo del Gobierno de Chile la accesibilidad es un punto importante para que se amplíe las opciones de movilidad y no solo aumente el uso netamente de vehículos (División de Desarrollo Urbano, 2015).

“Para poder avanzar y alcanzar, finalmente, un cambio de paradigma en la forma en que se está accediendo a la ciudad es importante re-configurar las prioridades en cuanto a los modos de transporte. Un esquema basado en el automóvil resulta más caro en la relación pasajero/kilómetro

transportado y, al mismo tiempo, demanda mayores montos de inversión.”
(p.28)



Figura N°2: pirámides de prioridad para el transporte. (Municipalidad de Lima, 2017)

2.2.8 Manual de Ciclovías Holandés: ¿Cómo incentivar el ciclismo en la ciudad?

Evidentemente hacer obras de ciclovías solo por hacer no es la solución como podemos ver en la Ciudad de Lima, sino hacerlo de forma coherente con las necesidades de los ciudadanos, es decir con buenos diseños, buen presupuesto y voluntad política (Pajuelo Moreno, 2013).



Figura N°3: Ciclovías en ciudades de Lima

(https://www.google.com.pe/search?q=ciclovias+lima&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiR4LOv89TcAhUFm1kKHxtlCFsQ_AUICigB&biw=1366&bih=613, 04/08/2018)



Figura N°4: Ciclovías en ciudades de Lima

(https://www.google.com.pe/search?q=ciclovias+lima&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUK-EwiR4LOv89TcAhUFm1kKHxtlCFsQ_AUICigB&biw=1366&bih=613, 04/08/2018)



Figura N°5: Ciclovías en ciudades de Lima

(https://www.google.com.pe/search?q=ciclovias+lima&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUK-EwiR4LOv89TcAhUFm1kKHxtlCFsQ_AUICigB&biw=1366&bih=613, 04/08/2018)

Existen dos acciones claves para aumentar el número de ciclistas. Una es el calmado de tráfico, que consiste en reducir el límite de velocidad por debajo de los 30 kph en todas las calles residenciales y la segunda es construir una red de ciclo vías segregadas en todas las calles arteriales que tienen una circulación por encima de los 5000 vehículos por día o a velocidades mayores a los 30 kph (Dextre, Hugues, & Bech, 2015). Otras formas para hacer que aumente el número de ciclistas es tener una separación física entre los ciclistas, peatones y vehículos motorizados. Es evidente que cuando esta no hay los resultados son desfavorables y desmotiva a las personas su uso (Dextre, Hugues, & Bech, 2015).

El ciclista cuando decide trasladarse generalmente decide tomar la ruta menos caótica lo cual en Lima implica un menor tráfico de vehículos. Creando una red de ciclovías completa dando oportunidades a los ciclistas a elegir entre diferentes rutas para llegar a un mismo destino ayuda a estos en:

- Primero, aumenta el potencial de ciclistas en la ciudad debido a que estos podrán llegar a su destino de una forma cómoda
- Segundo, da mayor oportunidad de trasladarse por toda la red de ciclovía, no solo a nivel distrital sino a nivel de ciudad. (Federal Highway Administration, 1999)

El enfoque Holandés es que una: “infraestructura ciclo amistosa es un prerrequisito si la bicicleta ha de retener e incluso fortalecer su posicionamiento dentro del sistema vial”. Esta infraestructura debe ser de tal forma que el ciclista pueda realizar viajes directos y cómodos, y todo esto en un entorno atractivo y cómodo. Este tipo de infraestructura ciclo amistosa ya ha sido demostrado por varios estudios que generan un mayor porcentaje de viajes en bicicletas, dentro de la partición modal (CROW, 2011). Promover el ciclismo no es una tarea sencilla y toma su tiempo y es por ello que si se quiere promover su uso de forma masiva y a través de una red ciclo inclusiva de alta calidad se necesita paciencia y una permanente atención a los criterios y políticas relevantes (CROW, 2011).

Un importante dato que menciona el manual Holandés es que el diseño de un plan de ciclovías por sí solo no garantiza que las personas usen sus bicicletas, si no que de la experiencia en Holanda y otros países alrededor del mundo ha podido demostrar que el prestar atención de forma constante y sistemática a los ciclistas de su distrito o ciudad genera buenos resultados a largo plazo (CROW, 2011).

2.2.9 Manual de Ciclovías Español: Trazado de red de ciclovías

El manual Español establece un método para poder realizar el trazo de una red de ciclovías que atravesase una ciudad y este consiste en desarrollar una línea de deseo, una red teórica y finalmente una red primaria (ONU HABITAT, 2014). Estos trazos depende de una ser de factores que se establecen en el manual como por ejemplo: el tráfico motorizado, no motorizado, la morfología de las calles, la forma de la ciclovías, entre otros. Finalmente, es importante mencionar que este proceso es iterativo y se desarrollara hasta tener una red de ciclovías aceptada por la población (Pérez Senderos & Fernández, 1999).

2.2.10 Manual de Ciclovías Peruano: Componentes de una política ciclo-inclusiva

Para lograr una política ciclo-inclusiva se deben tener en consideración cinco componentes (Municipalidad de Lima, 2017):

- Modelo de Ciudad: Que existan políticas públicas que incentiven el uso de bicicletas
- Infraestructura: Que la ciudad cuenta con infraestructura adecuado para el uso de bicicletas
- Regulación e instituciones: Que se considere en los presupuesto público el incentivo de bicicletas así como instituciones que se dediquen a su incentivo
- Promoción, educación: Que entidades públicas y privadas incentiven el uso de ciclovías
- Monitorio y seguimiento: El monitoreo del progreso que las bicicletas tengan es un factor importante para una mejora continua en el avance del uso de estos.

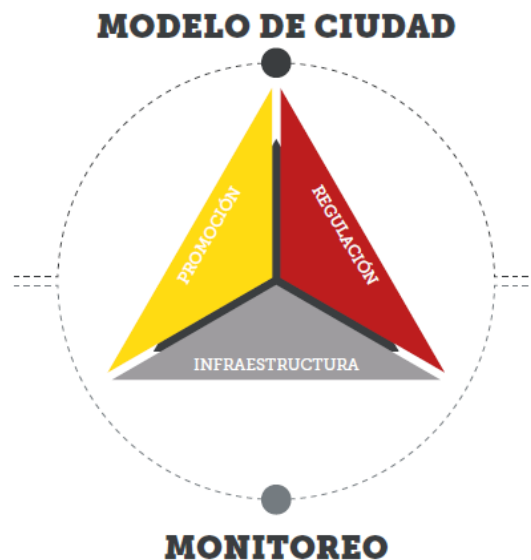


Gráfico N°5: Cinco componentes política ciclo-inclusiva (Municipalidad de Lima, 2017)

2.2.11 Manual de Ciclovías Chile: Segregación de ciclovías de acuerdo a flujo y velocidad

Existen diferentes tipos de ciclo vías de acuerdo a las condiciones de la vía. De acuerdo a vialidad ciclo-inclusiva: recomendaciones de diseño del Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile se debe segregar cuando las condiciones de velocidad y volumen de tráfico lo requieran (División de Desarrollo Urbano, 2015).

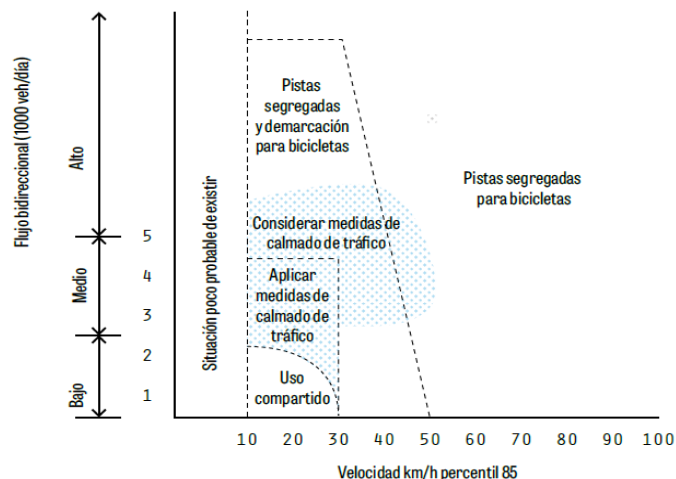


Gráfico N°6: Esquema de referencia para aplicación de segregación (División de Desarrollo Urbano, 2015)

Por ejemplo, en una vía local donde la velocidad es menor a 30km/hr y existe por lo general un flujo vehicular menor a 100 veh/día se podría tener un uso compartido de la vía entre vehículos motorizados y no motorizados (Mora Rodriguez, Maria Fernanda; Galvez Prada, Javier Eduardo, 2016).

2.2.12 Software PTV Visum

El software que se usó para validar la propuesta se llama PTV Visum 17. Es un software alemán del grupo PTV que realiza análisis de tránsito, planificación y gestión de datos de transporte sea este privado (PrT), público (PuT) o multimodal. Modela de una forma consistente a todos los usuarios de las vías públicas y sus interacciones. El software tiene una serie de funciones y características que en conjunto se usan para la simulación macro de sistema vial.

Estas funciones son: la modelación de redes; cálculos de demanda; métodos de asignación de transporte privado (PrT); métodos y operación de asignación de transporte público (PuT); ingeniería de tránsito; crear informe e informes sobre isócronas, histogramas de análisis de matrices, entre otras funciones.

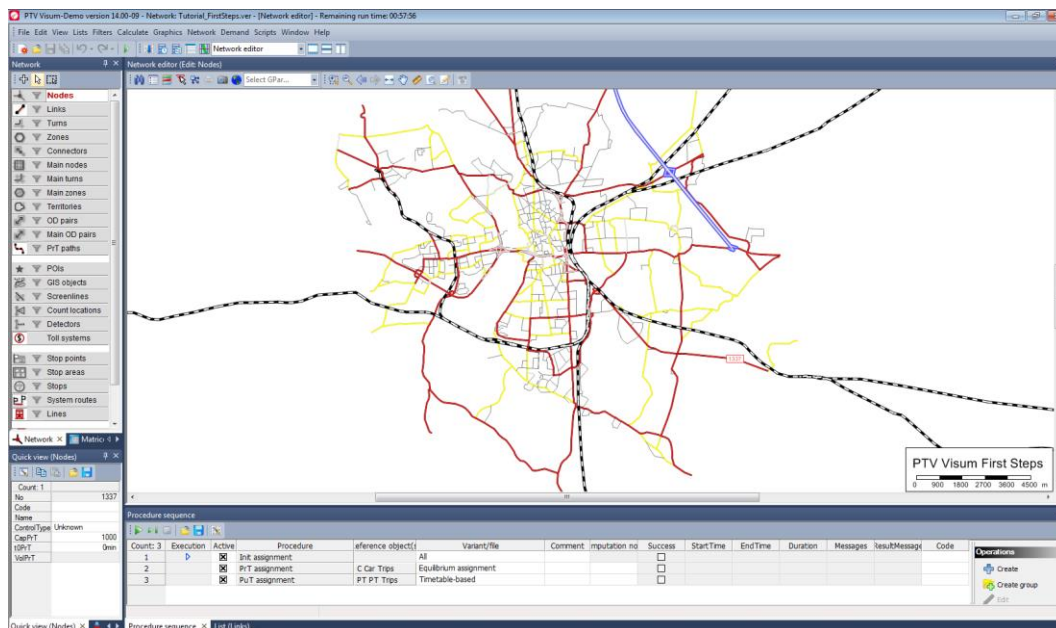


Figura N°6: Imagen del interface del programa PTV Visum (Elaboración Propia)

2.2.13 Modelo simulación Lohse

En los 1970s el investigador Dieter Lohse inicio el desarrollo del modelo de transporte Equilibrium Lohse. Este modelo se basó en el modelo no-lineal llamado Modelo MULTI, sin embargo Lohse extendió este para un sistema integral para la distribución de los viajes incluyendo vehículos motorizados y no motorizados. También, es importante mencionar que el método de Lohse es un procedimiento que aprende a medida que va iterando hasta encontrar las rutas más cortas.

Entonces, el modelo se puede resumir en la siguiente formula donde la variable más importante es la impedancia.

$$P_i^a = \frac{e^{-[\beta * (\frac{R_i^a}{R_{min}^a} - 1)]^2}}{\sum_j e^{-[\beta * (\frac{R_j^a}{R_{min}^a} - 1)]^2}}$$

.....Ecuación 1

Gráfico N°7: Formula de iteración del modelo de Lohse

CAPITULO III: METODOLOGÍA DE DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS DEL SISTEMA VIAL DE UN DISTRITO URBANO

En este capítulo se presenta la metodología a seguir para el correcto diagnóstico y análisis del sistema vial (o una determinada vía) de un distrito urbano. Esta metodología recoge distintos criterios de los diferentes manuales de ciclovías de España, Alemania, Holanda y Chile presentadas en el marco teórico; y a la vez para la parte del diagnóstico esta se basa en la metodología propuesta por los autores Delorenzo y Thenoux, sin embargo no es exacta debido a que son distintos países con distintas realidades. (Thenoux & Delorenzo)

Para la parte del análisis, la propuesta de ciclovías debe ser validada (calibrada) y para esto se usó parcialmente la metodología del trabajo de la investigación del autor Solarte Portilla con sus respectivas modificaciones. (Solarte Portilla J. J., 2015)

3.1 DIAGNÓSTICO DE DISTRITO URBANO

- Primero se limita el área de estudio que se va analizar. Cabe mencionar que el área en este caso es el límite político del distrito y las vías que lo limitan. Aquello con la finalidad que se pueda unir las ciclovías con distritos vecinos-
- Se establecen los objetivos que se quieren lograr en el distrito urbano a causa de los nuevos trazos de las ciclovías.
- Se ven los parámetros urbanísticos del distrito; como también se debe considerar la población del distrito, su población proyectada y los porcentajes de variación por edad.
- Se recopila la historia de la forma del crecimiento del distrito para saber cuáles son los patrones de ocupación territorial para saber cuáles son las avenidas más importantes de acuerdo a su historia; y para saber cuál es la proyección que tiene este distrito tiene, sea este un crecimiento horizontal o vertical, su tipo de uso de los suelos, entre otras cosas.
- Revisar el mapa de zonificación para que con ello se pueda encontrar los polos que existen en el distrito, sean estos comerciales, residenciales, salud, educación, etc. (Polos significa un punto donde transitan muchas personas, vehículos motorizados o no motorizados)
- Identificar la tipología de vías que existen con la finalidad que sean rutas tentativas de ciclovías.

- Usar una herramienta para la identificación del tráfico (por ejemplo, google maps) para tener noción de como es el tráfico durante diferentes horarios e identificar las vías con más congestión. Recordando que un ciclista prefiere ir por lugares donde no haya congestión para tener un viaje más cómodo.
- Verificar si la ciudad donde se encuentra el distrito tiene un plan maestro de ciclovías o en su defecto una propuesta técnica de un plan maestro de alguna institución que aún no se haya aprobado con alguna ordenanza municipal. En general buscar normas y leyes sobre movilidad urbana del distrito y/o ciudad.
- Verificar si el distrito cuenta con ciclovías actuales y cuál es su estado, esto debido a que existen ciclovías que no son frecuentadas y por ende necesitan un cambio.
- Buscar si el distrito tiene algún otro tipo de plano que ayude a diagnosticar mejor el distrito como por ejemplo un plano de delincuencia, de contaminación sonora, de punto de congestión, de puntos de accidentes, de obras a futuro, etc.
- Generar una conclusión sobre el estado del distrito de forma genérica y enfatizar en cómo se encuentra el sistema vial.
- Elaborar mapas con atributos como: uso de suelos, tipo de vía, ancho de vía, ancho de retiro, población y los demás mencionados en la presente tesis.

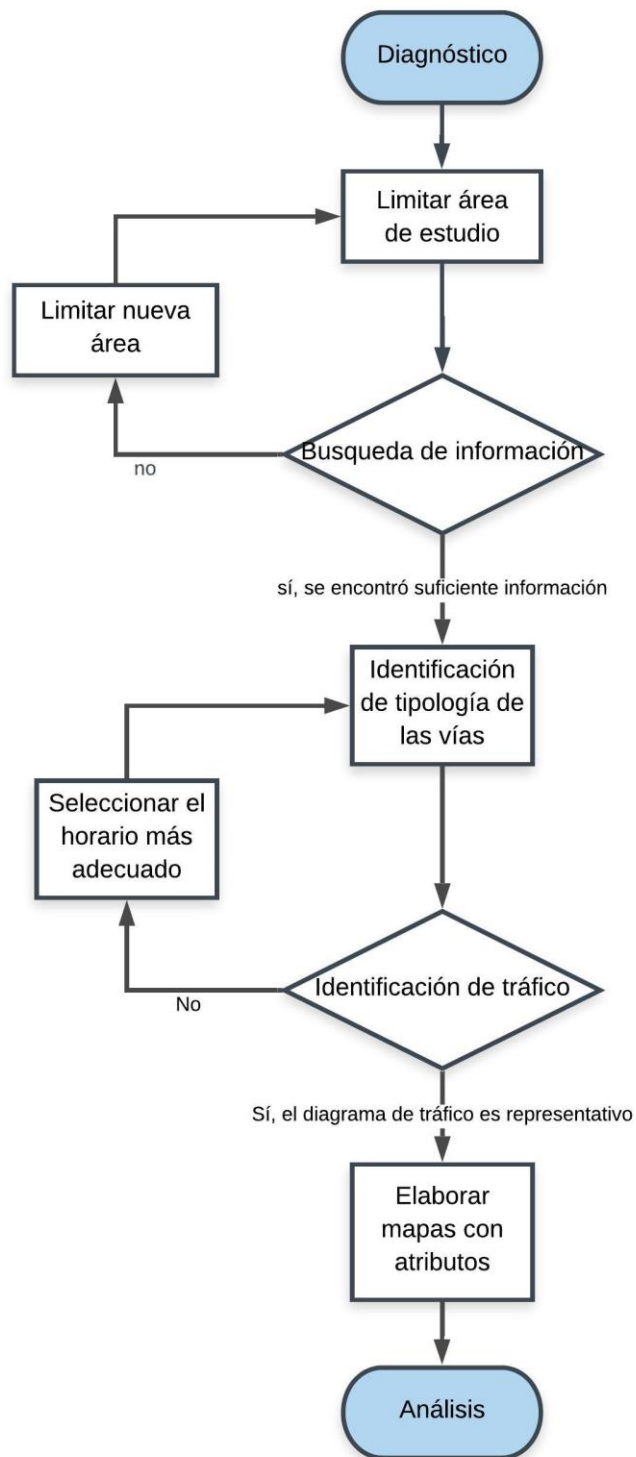


Gráfico N°8: Flujograma de diagnóstico de un distrito urbano

3.2 ANALISIS DEL SISTEMA VÍAL DE UN DISTRITO URBANO

- Trazar rutas preliminares de ciclovías de acuerdo a los criterios mencionados en este trabajo de investigación.
- Generación de plano de la propuesta de ciclovía
- Consultar a juicios expertos la propuesta de ciclovías para mejorar en caso sea necesario
- Dividir la ciudad donde se encuentra el distrito urbano en zonas.
- Conseguir data mediante encuestas de origen-destino de vehículos motorizados así como no motorizados de las zonas establecidas.
- Establecer puntos de medición alrededor del distrito.
- Extraer la red vial de Openstreet Maps del distrito
- Introducir en un programa de macrosimulación la red vial extraída, las zonas y los resultados de las encuestas origen-destino.
- Simular el comportamiento del tráfico en el distrito.
- Si la data es de una encuesta de años anteriores se tendrá que calibrar y extrapolar midiendo el flujo de vehículos motorizados.
- Seleccionar una vía a evaluar o todas las vías del distrito.
- Medir los niveles de servicio de las intersecciones de la vía o vías del estado actual del distrito (Acuña Leiva, Hernández Vega, Jiménez Romero, & Zamora Rojas, 2016).
- Agregar al sistema vial la propuesta de ciclovía y volver a simular
- Medir los niveles de servicio de las intersecciones de la vía o vías del nuevo estado del distrito con las ciclovías
- Verificar si el nivel de servicio mejoró debido a los nuevos trazos de ciclovías (se puede aumentar la cantidad de ciclistas en la matriz origen destino para verificar si esta tiene algún impacto en el nivel de servicio) (Acuña Leiva, Hernández Vega, Jiménez Romero, & Zamora Rojas, 2016).
- Hacer modificaciones a la matriz origen destino para ver cómo estas influyen en los niveles de servicio (existe una infinidad de cambios que se puede hacer dependiendo del usuario que va a considerar)
- Con los diferentes escenarios simulados verificar que escenario dar como resultado un mayor cambio en el nivel de servicio.

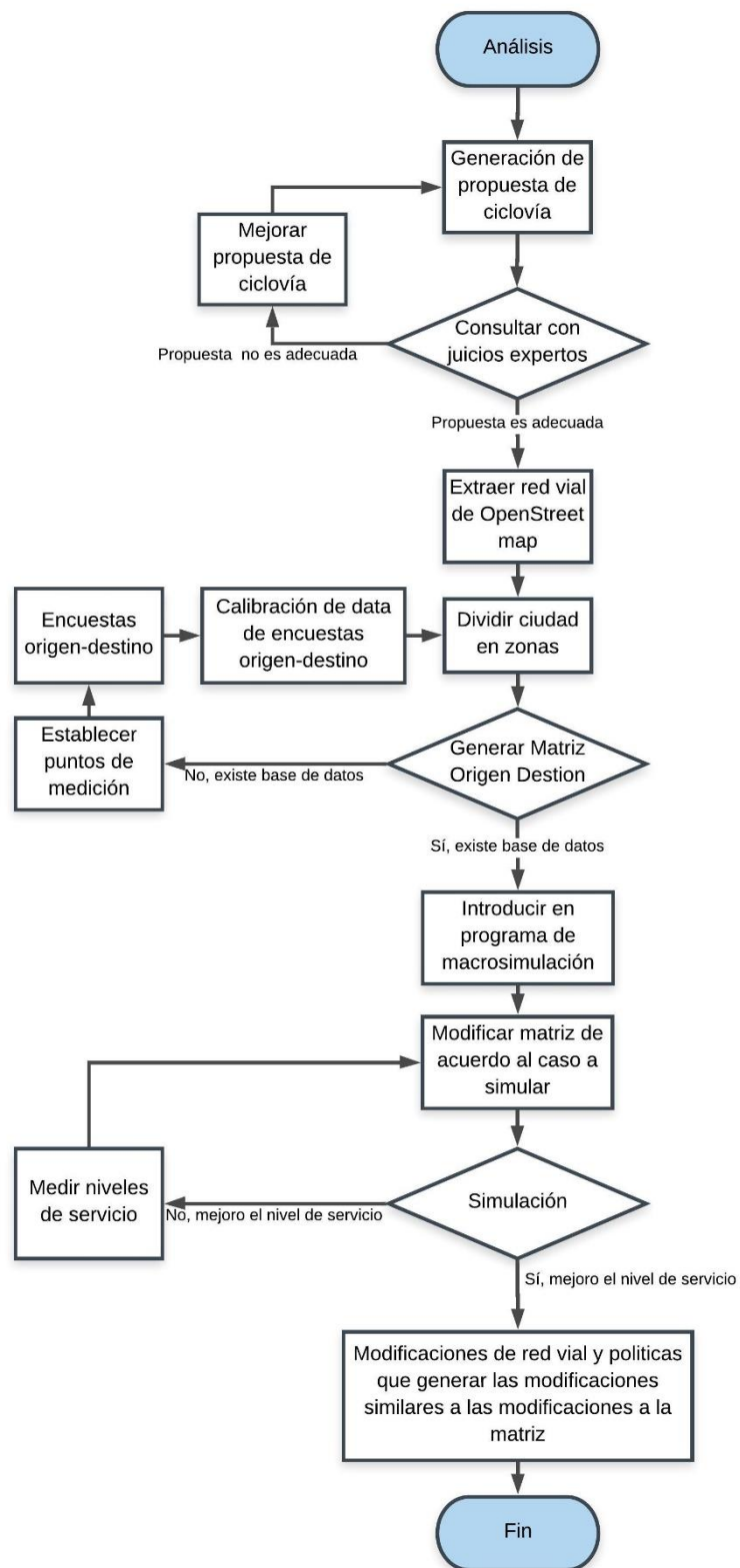


Gráfico N°9: Flujograma de análisis de un distrito urbano

CAPITULO IV: DIAGNÓSTICO DE UN DISTRITO URBANO – JESÚS MARÍA

4.1 LIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo principal es analizar y mejorar la red vial existente mediante la inclusión de transporte no motorizado y que la hipótesis es introducir alternativas al sistema vial con la ejecución de una movilidad urbana sostenible enfocado a incrementar el uso de vehículos no motorizados (Rivera Vila, 2015). Esta inclusión, según la hipótesis mejorará el nivel del servicio en no menos de 10%, y se tiene que limitar el área de investigación, porque sería un trabajo más complejo que requeriría una investigación más exhaustiva y amplia que abarque toda la ciudad de Lima metropolitana y sus distintos medios de transporte que tiene. El área límite va a ser los límites políticos del distrito de Jesús María, si bien también se va a tener en cuenta ciertas avenidas principales que dan salida al distrito.

4.2 EL DISTRITO DE JESÚS MARÍA

Jesús María es un distrito céntrico de la ciudad de Lima Metropolitana; esta ciudad tiene una superficie de 457 hectáreas que solo representa un 0.18% de la superficie Lima Metropolitana, además su altura es aproximadamente de 103 m.s.n.m (Gerencia de Planeamiento y Desarrollo Institucional, 2016). Todo Jesús María es un distrito urbano y tiene como límite los distritos de Breña, Cercado de Lima, Magdalena, San Isidro, Lince y Pueblo Libre como se indica en el mapa en la Figura N°7. (Gerencia de Planeamiento y Desarrollo Institucional, 2016)



Figura N°7: Distrito de Jesús María, (Gerencia de Planeamiento y Desarrollo Institucional, 2016)

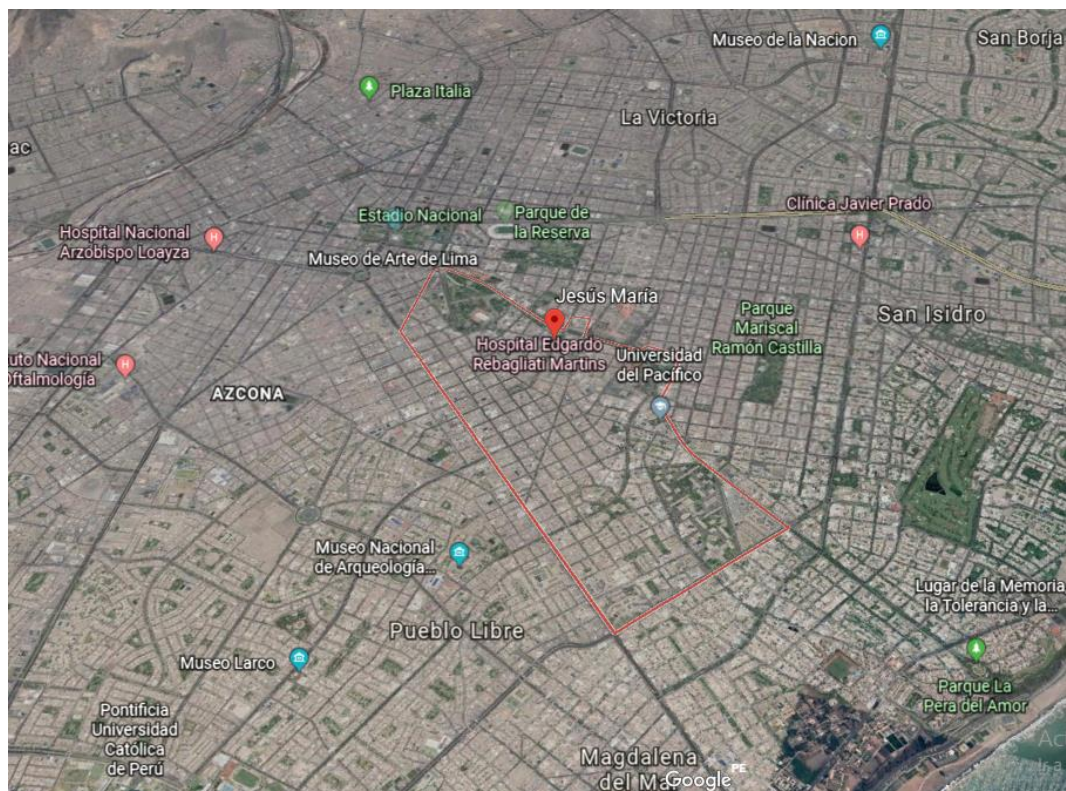


Figura N°8: Distrito de Jesús María, (Google Earth Online, 17/02/2019)

La población del distrito al 2017 fue de 75,359 habitantes de acuerdo al Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). De las proporciones de mujeres y hombres se tiene que el 45% son mujeres y el 55% son hombres. También, se puede observar en la Tabla N°3 la variación de la población por la edad, que es un factor importante en el uso de bicicletas (INEI, 2018).

Tabla N°3: Variación de edades de Jesús María, (INEI, 2018)

Distrito de Jesús María	75,359
Menores a 1 año	681
De 1 a 4 años	2,698
De 5 a 9 años	3,793
De 10 a 14 años	3,735
De 15 a 19 años	4,642
De 20 a 24 años	5,506
De 25 a 29 años	5,789
De 30 a 34 años	5,803
De 35 a 39 años	6,083
De 40 a 44 años	5,695
De 45 a 49 años	5,080
De 50 a 54 años	4,655
De 55 a 59 años	4,505
De 60 a 64 años	4,331
De 65 y más años	12,363

4.3 HISTORIA DE CRECIMIENTO DE JESÚS MARÍA

Lima ha crecido con un patrón de ocupación territorial extenso y mono céntrico, es decir, que este ha partido de un núcleo central y se expandió sobre todo lo que es ahora Lima Metropolitana, creando así Jesús María. No fue creado como un todo sino por partes, siendo la primera etapa en urbanizarse entre 28 de julio y la Av. Mariátegui, en la Figura N°9 se puede ver cuáles fueron las etapas de crecimiento del distrito. Esto con la finalidad de entender cuáles son las grandes avenidas que son los ejes generadores del crecimiento del distrito. (Gerencia de Planeamiento y Desarrollo Institucional, 2016)

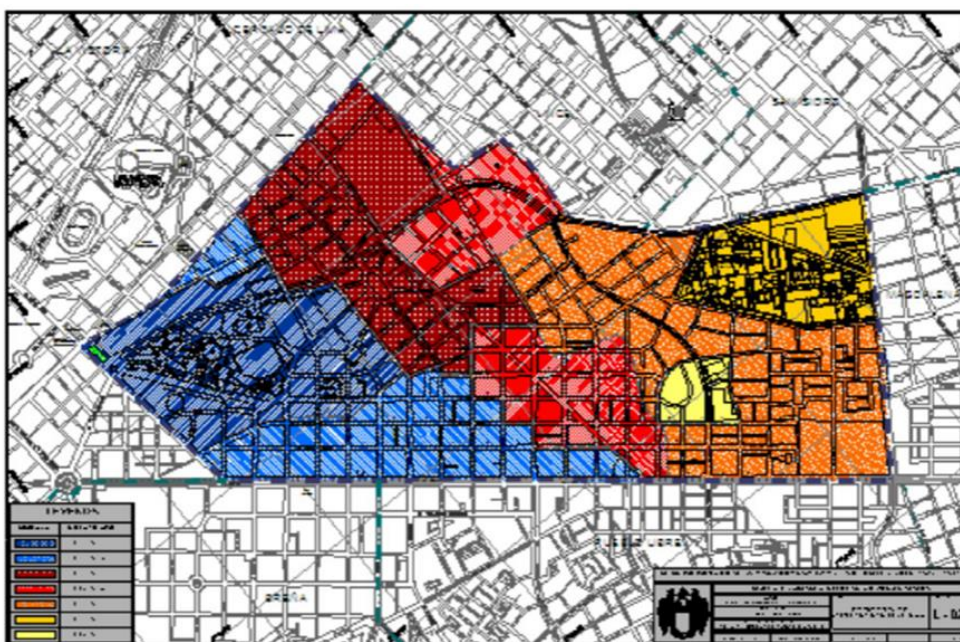


Figura N°9: Patrón de ocupación del distrito, las zonas en tonos azules son las más antiguas, y en color ámbar la más reciente (Gerencia de Planeamiento y Desarrollo Institucional, 2016)

De acuerdo a la Municipalidad de Jesús María (Gerencia de Planeamiento y Desarrollo Institucional, 2016) el distrito va conformando su trama urbana a partir de las avenidas mostradas en la Figura N°10, las cuales son los ejes principales que han generado el crecimiento del distrito:

“Av. Brasil. El eje de la actual Av. Brasil existe desde la década de los años 20 cuando en el gobierno de A.B. Leguía se hace un trazo recto de carretera con el fin de enlazar el centro de la ciudad con Magdalena del Mar.

Av. Arequipa. También conocida en sus orígenes como la Av. Leguía fue creada el 31 de Mayo de 1918 por Resolución Suprema que declara de

utilidad pública la apertura de la vía, acordándose el trazo a través de los fundos Surquillo, Barboncitos, Chacarilla San Isidro, Lobatón y Santa Beatriz. Posteriormente, a ambos lados de ella, se construyeron numerosas residencias hasta cubrir una gran extensión que en muchos puntos se hallaba en contacto urbano con la avenida Salaverry. La importancia de esta avenida se reforzó con la construcción de un arco morisco entre ésta y la Av. Arenales, como donación de España en 1921.

La Avenida 28 de julio. Se define como el eje de intercomunicación entre las vías que iban al Sur y el barrio de La Victoria que ya había alcanzado un relativo desarrollo y actualmente es el límite norte del distrito.

Av. Sánchez Carrión (Ex Pershing). Posteriormente se construye esta Av. Sánchez Carrión (Ex Pershing) que otros ejes de interconexión que comunicaban entre sí a las diversas urbanizaciones y vías que se iban construyendo y consolidando paulatinamente, específicamente el caso de la urbanización Pershing es la que da el nombre a esta avenida inicialmente.

La Av. Francisco Javier Mariátegui. Es una de las principales arterias del Distrito, cuya definición data posiblemente desde la Colonia, ya que está señalada en los primeros planos de Lima como un camino entre límites de propiedad que unía las vías que se comunicaban con el camino hacia Magdalena.

Conforme se iban incorporando al proceso de urbanización los nuevos fundos y haciendas, éstas definían su propia lotización al margen del trazo de este importante camino ya existente, pero sin embargo, manteniéndolo. La avenida Mariátegui es claramente distinguible en la trama urbana como un “tajo” transversal, dentro de lotizaciones ortogonales, rompiendo éstas con intersecciones agudas de hasta seis esquinas.

Av. Salaverry. Esta es una de las principales vías que integra el Distrito en el sentido norte sur y va paralela tanto la Av. Brasil como a la Arequipa. Posteriormente, otros importantes ejes de comunicación internos se van acomodando al servicio de las nuevas urbanizaciones.

Estas importantes vías son las que definieron la morfología del Distrito, cuyas lotizaciones ortogonales generan una cuadrícula fácilmente

reconocible en la trama actual marcando la peculiar red vial de Jesús María.” (P.35-38)

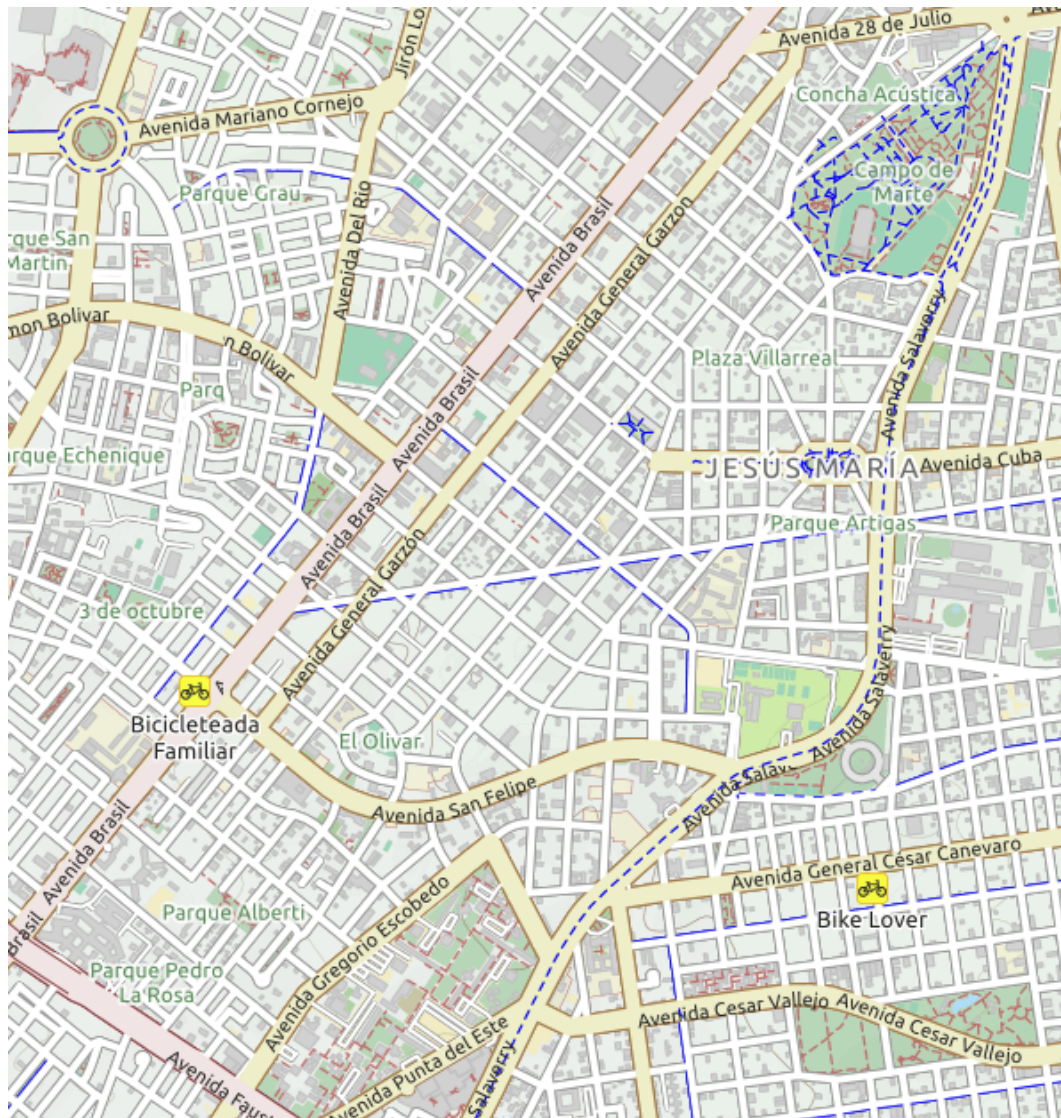


Figura N°10: Avenidas principales de Jesús María, (OpenStreet Map, 17/02/2019)

Si bien estos patrones son la base del distrito, hay fuertes cambios que hay que tener en cuenta. Se reconocen a dos procesos urbanos que han marcado cambios en el distrito:

El primero, es que el distrito se está volviendo un distrito vertical, es decir de residencias unifamiliares a multifamiliares. Este cambio ha creado un mercado dinámico en sector inmobiliario en el distrito debido a tres factores: crecimiento económico y generación de una clase media masiva; nueva normatividad para construcciones y los programas habitacionales auspiciados por el gobierno central; y apertura de varias zonas del distrito por parte de la autoridad para el

cambio de parámetros urbanísticos como por ejemplo Campo de Marte, av. Brasil, av. San Felipe entre otros. (Gerencia de Planeamiento y Desarrollo Institucional, 2016)

Debemos tener en cuenta también que estos cambios han generado una variación en la zonificación y ha afectado una serie de avenidas. La Municipalidad de Jesús María menciona lo siguiente (Gerencia de Planeamiento y Desarrollo Institucional, 2016).

“La zonificación del distrito, que normativamente define el uso del suelo y las densidades de las edificaciones, ha variado en los últimos 10 años, es decir que han cambiado las zonas en donde la densidad de viviendas era baja (chalets y quintas) que ha pasado a lo que se denomina uso Residencial de Densidad Alta (RDA), que con cambios de parámetros y alturas permite la construcción de torres de edificios de hasta 20 pisos.

Los sectores que han cambiado su zonificación son varios como es el caso de toda la Avenida Brasil a excepción de algunas cuadras que son zona comercial, toda la Avenida San Felipe, el entorno del Campo de Marte, la Avenida Salaverry, las avenidas G. Garzón y A. Márquez en la zona que no está considerada dentro del Damero comercial. Todas estas zonas son ahora de alta densidad (zonificación RDA, tal como se ve en Figura N°11) y constituirían más que una zona de expansión urbana una zona de re-densificación vía una renovación urbana (en alturas)...Esto ha generado que el distrito se haya convertido en un “distrito dormitorio”; pero que paradójicamente soporta diariamente una enorme población flotante que usa de la infraestructura educativa e institucional asentada en Jesús María.”(P.39-40)

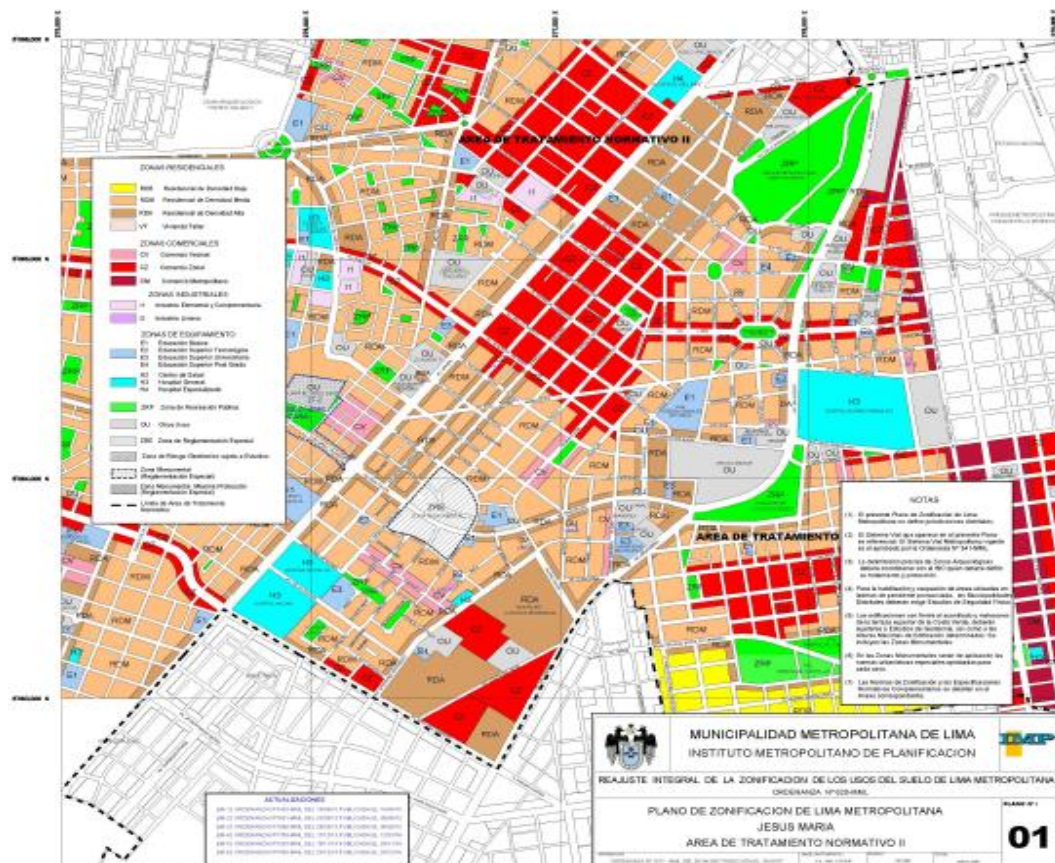


Figura N°11: Zonificación de Jesús María, (Gerencia de Planeamiento y Desarrollo Institucional, 2016)

El segundo proceso urbano, es el proceso de cambio de uso de residencial a uso comercial y de servicios. Se puede observar en el distrito una serie de cambios y esto porque la población está aumentando a causa de crecimiento del distrito como también por el incremento del valor del suelo que solo pueden ser cubiertos mediante negocios o servicios. Si bien, hay varias razones por la cual este proceso está ocurriendo estas dos son esenciales (Gerencia de Planeamiento y Desarrollo Institucional, 2016).

Tabla N°4: Población de Jesús María y su proyección, (Instituto Metropolitano de Planificación, 2014)

		Población de Jesús María							
Año	1981	1993	2007	2010	2015	2020	2025	2030	2035
Población	83,179	65,557	66,171	71,129	71,458	99,687	116,618	137,385	162,034

El distrito de Jesús María está dividido en 9 zonas y en la Figura N°12 podemos observar como la Municipalidad ha detectado ciertos riesgos dentro de los cuales están la falta de señalización, accidentes de tránsito, falta de iluminación entre otros riesgos.



Figura N°12 Mapa de riesgos de Jesús María, (Gerencia de Planeamiento y Desarrollo Institucional, 2016)

4.4 CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

Otro indicador que nos ayuda es el de la contaminación ambiental. La mayor contaminación en distrito es por el parque automotor debido al distrito no tiene industria y la Municipalidad de Jesús María indica los siguientes puntos los de mayor concentración (Gerencia de Planeamiento y Desarrollo Institucional, 2016):

- Plaza Jorge Chávez
- Intersección Av. Brasil - Av. 28 de Julio
- Intersección Av. Salaverry - Jr. Pablo Bermúdez
- Intersección Av. Fco. Javier Mariátegui - Av. Salaverry
- Intersección Av. Cuba - Av. Salaverry
- Eje Av. Salaverry- Jr. Edgardo Rebagliatti- Domingo Cueto- Av. Húsares de Junín.
- Intersección Av. Arenales - Domingo Cueto
- Intersección Av. Salaverry - Av. San Felipe
- Intersección Av. San Felipe –Av. Brasil
- Intersección Pershing - Gregorio Escobedo
- Av. República Dominicana
- Av. Edgardo Rebagliatti

- Intersección Av. Cuba - Av. República Dominicana
- Intersección Av. República Dominicana - Av. Arnaldo Márquez
- Cuadra No. 9 calle Cayetano Heredia
- Intersección Calle Huiracocha - Gregorio Escobedo.

4.5 SISTEMA VIAL DE JESÚS MARÍA

Lima tiene un Plan Vial Metropolitano aprobado mediante ordenanza metropolitana N°341-2001 y sus respectivas modificaciones, en el cual se puede observar las diferentes tipología de las vías. En otras palabras, se puede observar del distrito cuales son las vías expresas metropolitanas, las vías arteriales, las vías colectoras y las vías locales. (Gerencia de Planeamiento y Desarrollo Institucional, 2016):

“Vías Expresas Metropolitanas: Dentro de esta categoría está considerada únicamente la Av. Faustino Sánchez Carrión, aunque actualmente, desde el punto de vista funcional, sólo corresponde a una vía de carácter arterial, ya que aún no se han hecho las obras correspondientes, dentro del carácter de continuidad de las Avenidas Javier Prado y La Marina hacia El Callao. Vías Arteriales: En esta categoría están comprendidas las Avs. Brasil, y Salaverry; por ellas circulan importantes flujos de transporte público. Vías Colectoras: Las vías de esta caracterización son las Avs. 28 de Julio, Arenales, Cuba entre otras vías señaladas en el mapa inferior. Vías Locales: Son aquellas cuya función principal es proveer acceso a los predios o lotes, por lo general llevan únicamente su tránsito propio; estas vías son todas las que no están comprendidas en el listado precedente.”
(P.47-48)

Es importante recordar que en Lima los desplazamientos son principalmente en vehículos motorizados. La cantidad de vehículos privados son de 15 a 20 mayores que de los buses de transporte público, siendo el transporte público el medio por el cual más personas se trasladan. (Municipalidad de Jesús maría, 2016)

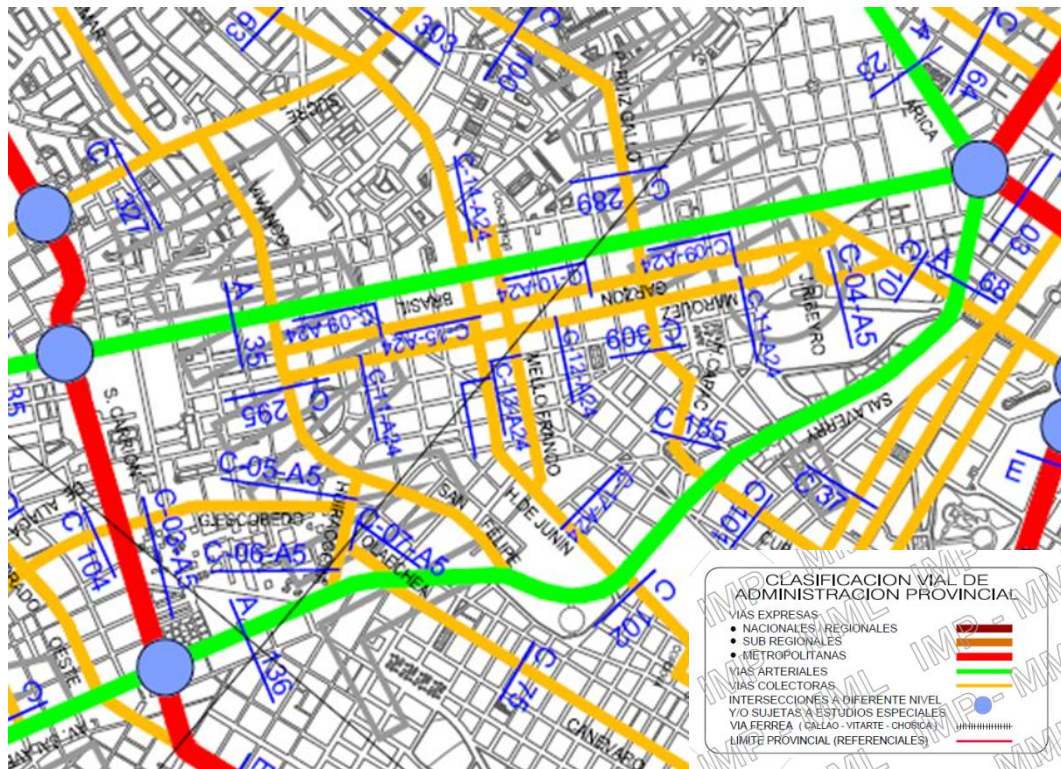


Figura N°13: Tipología de vías de Jesús María, (Instituto Metropolitano de Planificación, 2016)

4.6 PUNTOS CRÍTICOS DE TRÁNSITO

Debido a que en Lima Metropolitana existe una gran cantidad de unidades de transporte con rutas desordenadas, esto sumado a la poca capacidad de algunas vías, instituciones variadas, centros médicos, centros de estudio, entre otros ha generado en el distrito una alta congestión en horas críticas como son desde las 7 a 9 am y desde las 6 pm a las 8 pm. Los puntos críticos son los siguientes (Municipalidad de Jesús María, 2016):

- Av. 28 de Julio, intersección con las avenidas Brasil y Salaverry (Plaza Chávez).
- Av. Salaverry, intersección con las avenidas Cuba, Mariátegui, Rebagliatti-Húsares de Junín, San Felipe y Sánchez Carrión.
- Av. Brasil, intersección Av. San Felipe (Óvalo Brasil).
- Faustino Sánchez Carrión, tramo entre las avenidas Salaverry- Escobedo.
- Av. Gregorio Escobedo, intersección con las avenidas Sánchez Carrión y Huiracocha.
- Las avenidas Cuba- República Dominicana, casi en todo su desarrollo.
- Av. Arnaldo Márquez, tramo Santa Cruz- Húsares de Junín.
- Calles circundantes al mercado San José.

- Av. San Felipe, tramo entre las avenidas Sánchez Cerro – Salaverry.

Esos puntos críticos antes mencionados se pueden corroborar y actualizar con una imagen de Google Maps en la cual registra un promedio del tráfico durante diferentes horarios. La imagen que se muestra es de Lunes a las 8 am, hora punta y día crítico de la semana.

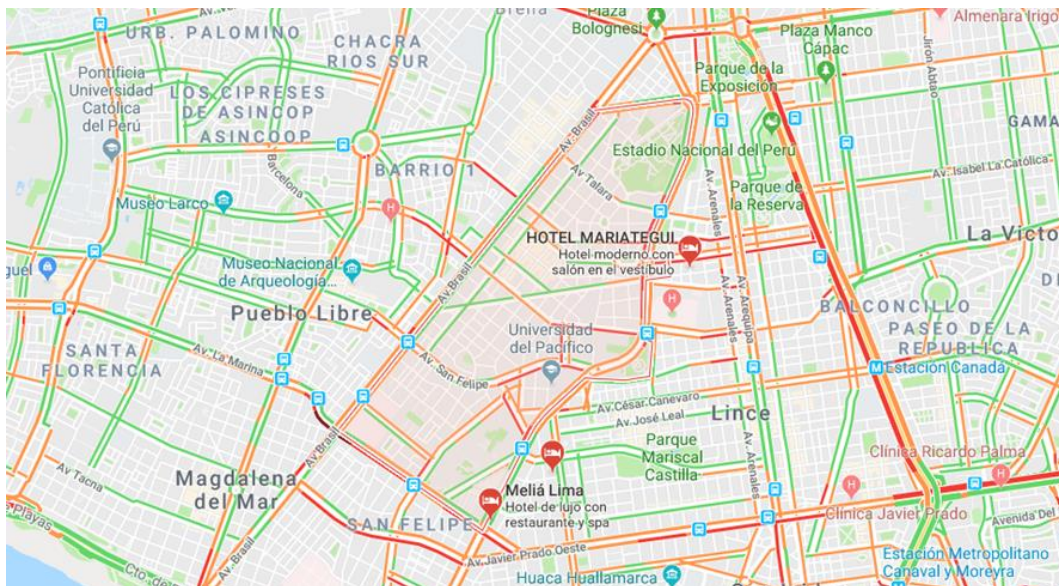


Figura N°14: Mapa de tráfico de Jesús María, lunes promedio a las 8 am, (Google maps, 10/12/2018)

4.7 POLOS COMERCIALES Y DE SERVICIO

Si bien el distrito es mayoritariamente residencial en el tiempo se han podido desarrollar algunos polos de comercio como son el Damero Comercial, el Centro comercial de residencial San Felipe y la zona de servicio institucionales entre las avenidas Domingo Cueto, Arenales y Salaverry. (Gerencia de Planeamiento y Desarrollo Institucional, 2016)

El Damero comercial es donde se encuentra el mercado San José y es el polo de mayor antigüedad. Alrededor de este gran mercado se ha desarrollado una red de negocios lo cual ha generado que no solo personas del distrito compren en este lugar sino personas externas a este. El damero Comercial se encuentra delimitado por la av. Brasil, av. General Santa Cruz, jr. Huáscar, av. 6 de Agosto, jr. Huiracocha, av. Francisco Javier Mariátegui y av. Húsares de Junín. El Centro Comercial de Residencial San Felipe fue planificado para abastecer a los residentes de la residencial San Felipe, sin embargo al pasar de los años esta se ha venido expandiendo desde la cámara de comercio de lima que queda por la av.

San Felipe hasta el límite del distrito donde encontramos a el nuevo centro comercial Real Plaza Salaverry. Finalmente tenemos la zona de servicios institucionales entre las avenidas Domingo Cueto, Arenales y Salaverry, en este polo existe una gran cantidad de instituciones del estado el cual ha generado dos cosas en el distrito: el primero que se genera mayor comercio alrededor de este polo y a la vez mayores instituciones estatales; y segundo de una gran cantidad de población flotante (Municipalidad de Jesús María, 2016).

Los puntos antes mencionados son los de mayor influencia sin embargo también existen otros polos pero de menor área de influencia los cuales de acuerdo a la municipalidad de Jesús María (2016) son:

“Existe un conglomerado menor que es el de los alrededores del Mercado Huiracocha que se extiende por influencia hacia los negocios ubicados entre la Av. Mariátegui y las vías las calles Huamachuco y Húsares de Junín con poca dinámica, ya que está ubicado dentro de vías internas y secundarias y es de carácter local. En cuanto al comercio lineal tenemos que se ubica en arterias como la Av. Brasil, Av. Cuba y Av. Gral. Garzón. Avenidas Horacio Urteaga, Arnaldo Márquez y Jr. Domingo Cueto.” (P.65-66)

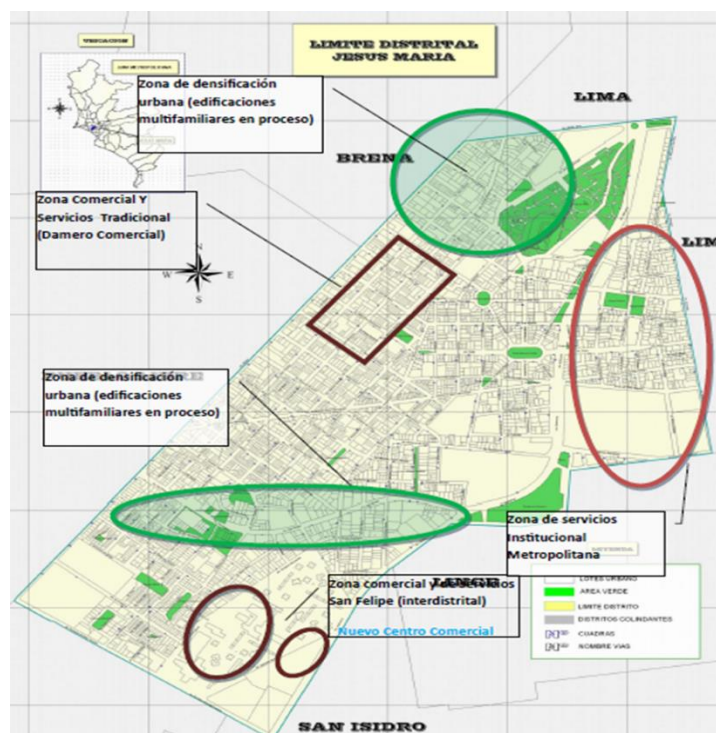


Figura N°15: Densificación Jesús María, (Gerencia de Planeamiento y Desarrollo Institucional, 2016)

4.8 PROPUESTA DE PLAN MAESTRO DE CICLOVÍAS

En el año 2005 el Fondo Nacional del Ambiente del Perú (FONAM) elabora una propuesta de plan maestro de ciclo vías para la ciudad de Lima Metropolitana (Rivera Vila, 2015). Esta propuesta nunca fue aprobada por la Municipalidad de Lima ni el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) así que solo quedo como propuesta sin embargo esto no le quita su importancia (Rivera Vila, 2015). Como podemos ver en el distrito de Jesús María el plan contempla la ciclo vía de Salaverry y proyecta una ciclovía en la avenida san Felipe.

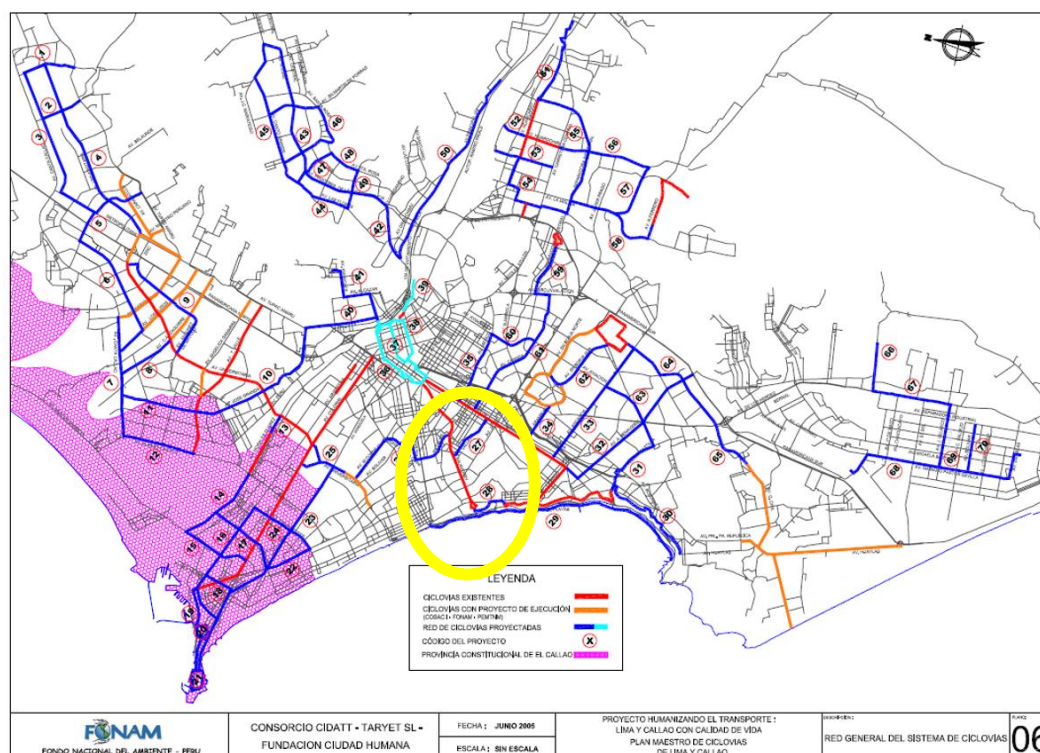


Figura N°16: Propuesta de Plan maestro de Ciclovías Lima metropolitana (Fondo Nacional del Ambiente - Perú, 2005)

En las imágenes inferiores se puede ver que las avenidas de la propuesta de FONAM no tiene un ciclovía a la actualidad (2019) y que en cierta parte de la avenida han puesto en la parte central un camino que solo sirve para peatones por su forma en la que está realizada. Si bien hay veces que algunos ciclistas usan este camino no es uno adecuado ni cómodo.

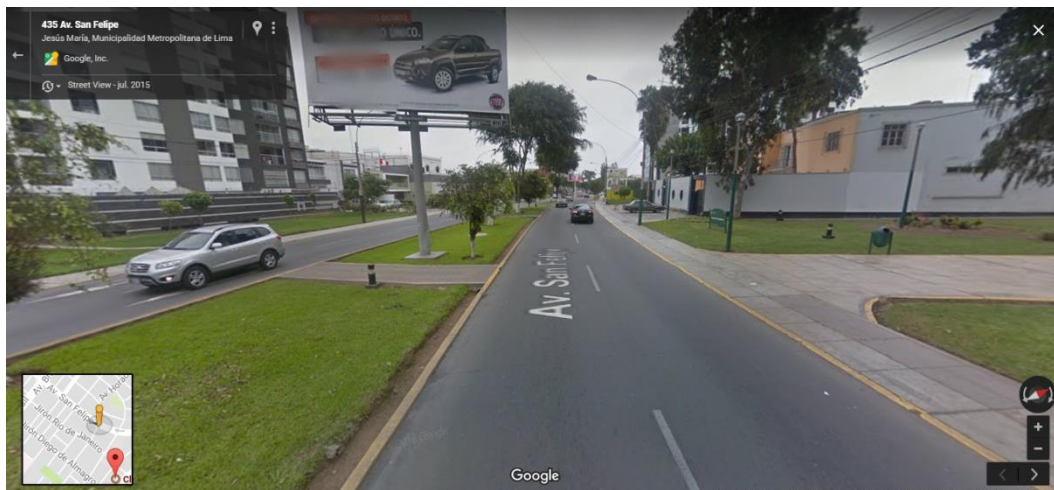


Figura N°17: Av. San Felipe (Google Street View, 17/02/2018)

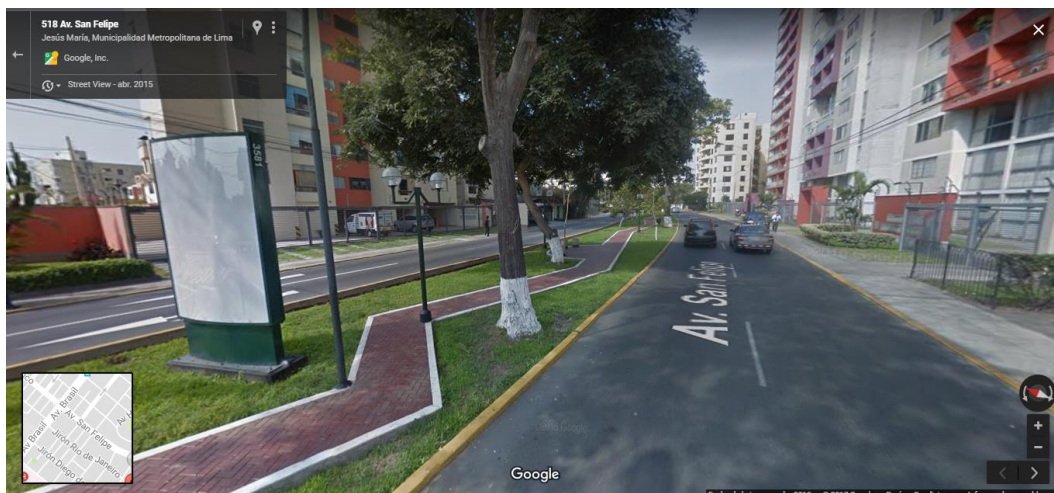


Figura N°18: Av. San Felipe (Google Street View, 17/02/2018)

4.9 CICLOVÍAS EXISTENTES EN JESÚS MARÍA

En Jesús María existe una serie de ciclovías que se pueden observar en la Figura N°19. Las calles en las cuales hay ciclovías son: av. Salaverry, av. Mariátegui, av. Mello Franco, parcialmente las avenidas General Garzón y Arnaldo Márquez y los alrededores del Campo de Marte. En comparación con la propuesta de FONAM, la av. San Felipe era el trazo indicado en la propuesta, este no fue ejecutado.

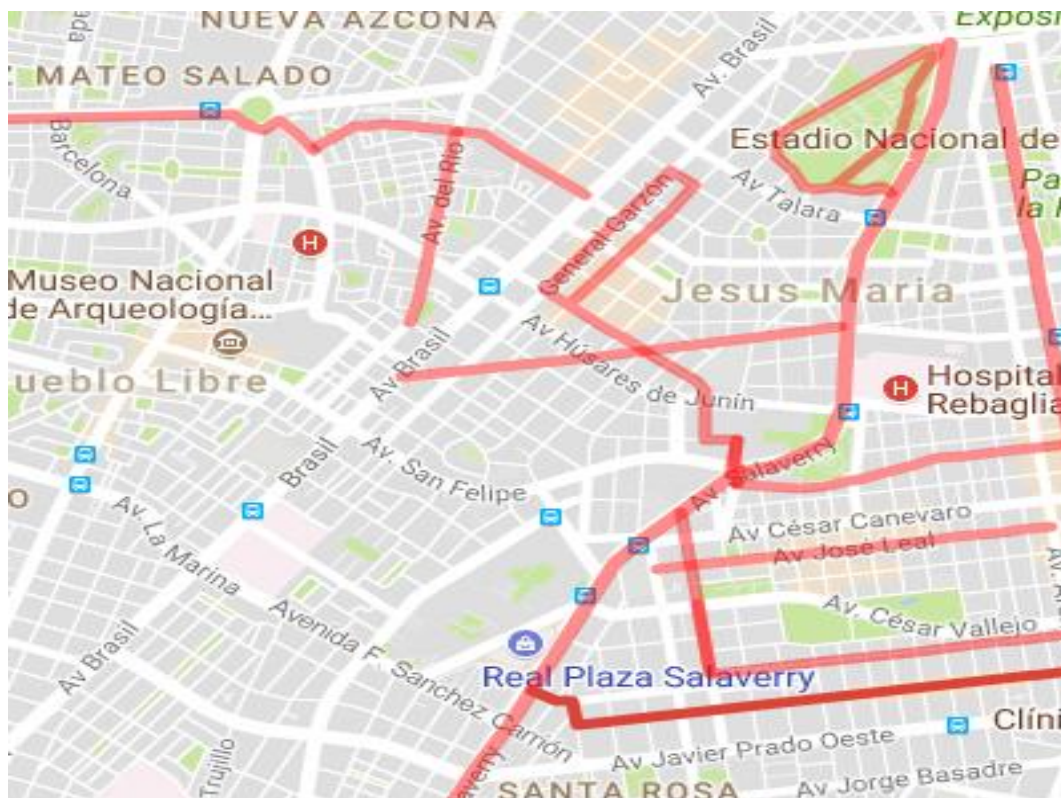


Figura N°19: Red de ciclovía en Jesús María (Google Maps, 17/02/2018)

Ahora veamos qué tipo de ciclo vía es cada uno:

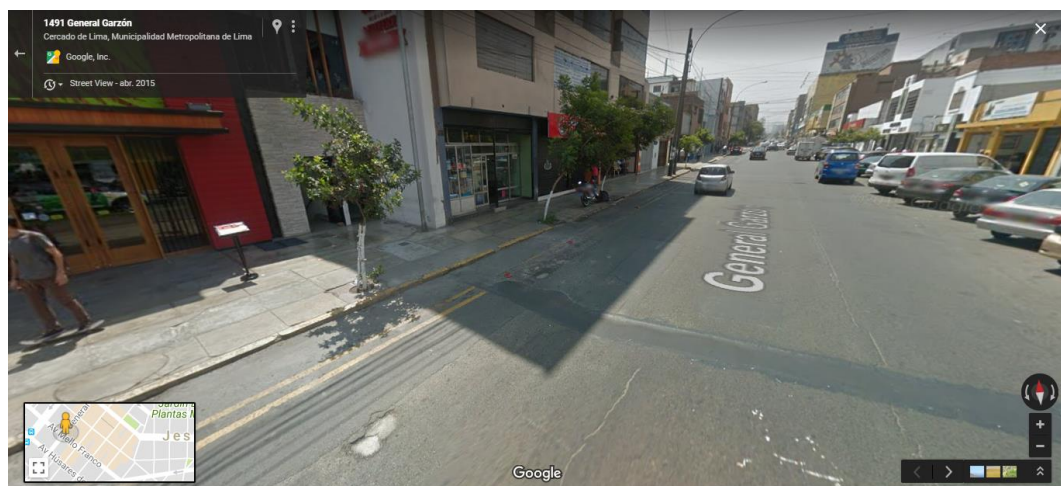


Figura N°20: Ciclovía de av. General Garzón (Google Street View, 17/02/2018)



Figura N°21: Ciclovía compartida con peatones alrededores de campo de marte (Google Street View, 17/02/2018)



Figura N°22: Ciclovía en av. Mello Franco (Google Street View, 17/02/2018)



Figura N°23: Ciclovía compartida con peatones en av. Salaverry (Google Street View, 17/02/2018)



Figura N°24: Ciclovía en av. Mariátegui (Google Street View, 17/02/2018)

4.10 DIAGNÓSTICO DE JESÚS MARÍA

Primero, se compara el estado actual con la única fuente de referencia que se tiene que es el plan maestro de ciclovías en Lima del 2005. De acuerdo al plan debería haber una ciclovía en la av. San Felipe y en los alrededores de Jesús María. También existen varias propuestas de ciclovías para unir el distrito con estos, sin embargo tampoco han sido ejecutadas. Con este primer análisis podemos concluir que en base al plan de maestro del 2005 Jesús María no se encuentra encaminado a ser Lima una ciudad caminable.

Segundo, sobre las dos ciclovías existente que tiene Jesús María, la av. Salaverry tiene una ciclovía adecuada. Sin embargo, el problema que esta tiene es que como se encuentra en el medio de la calzada surgen problemas en las intersecciones porque el ciclista tiene que estar pendiente de los vehículos y los vehículos también se detienen en plena ciclovía dificultando su paso. En la imagen inferior podemos observar claramente el problema antes mencionado.



Figura N°25: intersección de ciclovía con calle (Ciclovías están en mal estado y desarticuladas, El Comercio)



Figura N°27: vehículos en plena ciclovía en la Av. Mariátegui (Ciclovías están en mal estado y desarticuladas, El Comercio)

Tercero, de acuerdo al INEI en el año 2017 la población fue de 75,359 habitantes y de acuerdo al INEI el 61% del distrito de Jesús María tiene entre 10 a 59 años, con lo cual es un gran potencial de población para el uso de bicicletas. A esta población hay que darles las facilidades para su uso y sensibilizarlos sobre la importancia de este.

Cuarto, debido a que el Distrito de Jesús María se está volviendo una zona más comercial y un distrito vertical, se debería plantear más estacionamientos para bicicletas y en los nuevos edificios que se están construyendo se debe obligar a estos a generar un estacionamiento para bicicletas en el primer piso así se podrá incentivar el uso de bicicletas. Jesús María se está volviendo un lugar perfecto para el uso de bicicletas, se tiene que generar políticas municipales para que su crecimiento conlleve a que este sea un distrito caminable.

Quinto, los polos de vivienda y comercial de acuerdo a la municipalidad no está unidos con ciclovías lo cual no incentiva el uso de bicicletas.

Sexto, las vías más recomendables a poner ciclovía son las vías arteriales y colectoras. Sin embargo, en Jesús María solo la av. Salaverry, que es una vía arterial, tiene una ciclovía.

CAPITULO V: METODOLOGÍA DE DISEÑO DE CICLOVIAS

5.1 PASOS EN LA FORMULACIÓN DEL PLAN DE CICLOVIAS

De acuerdo al Manual de Diseño para el Tráfico de Bicicletas (CROW, 2011).

“Para lograr un tratamiento integral de la planificación de una infraestructura ciclo amistosa, ésta debe formar parte integral de un amplio plan de tráfico y transporte. Es solo entonces que es posible equilibrar los intereses de los distintos usuarios y, a su vez, asegurar que cada modo de transporte tenga el lugar más funcional y efectivo.”

En el gráfico inferior se puede observar un diagrama de los posibles pasos en la formulación de un plan y como estos pasos se relacionan (CROW, 2011). Cabe mencionar que no existe una formula única de realizar este proceso debido a que cada ciudad, cada país es diferente, sin embargo en términos generales debe seguirse una secuencia básica. El diseño es un proceso iterativo y se suele reformular una y otra vez más aún en cada fase individual, tal como se muestran en los Gráfico N°10 y Gráfico N°11 (CROW, 2011).

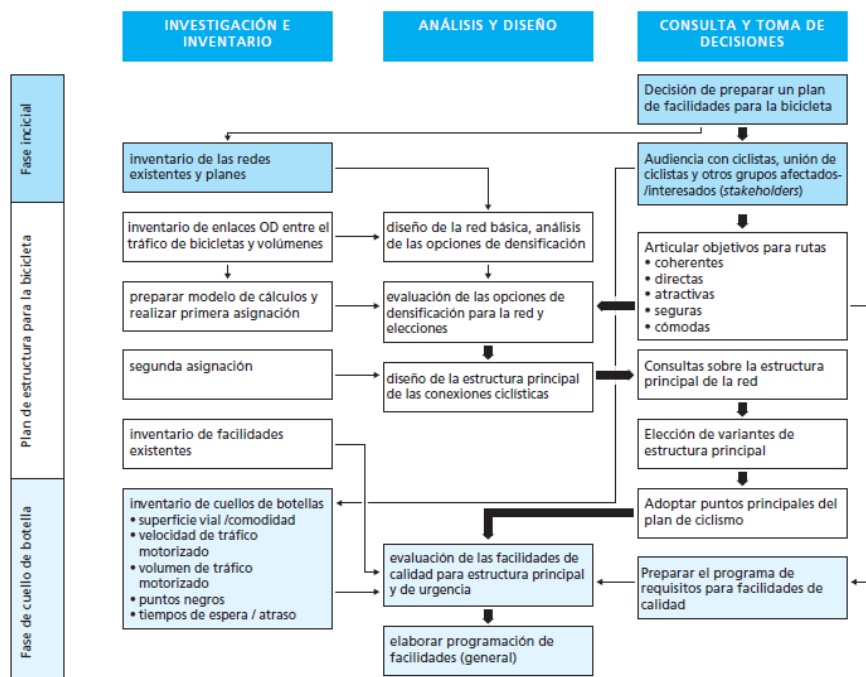


Gráfico N°10: Pasos en la formulación del plan de ciclovías y sus interrelaciones, parte 1 (CROW, 2011)

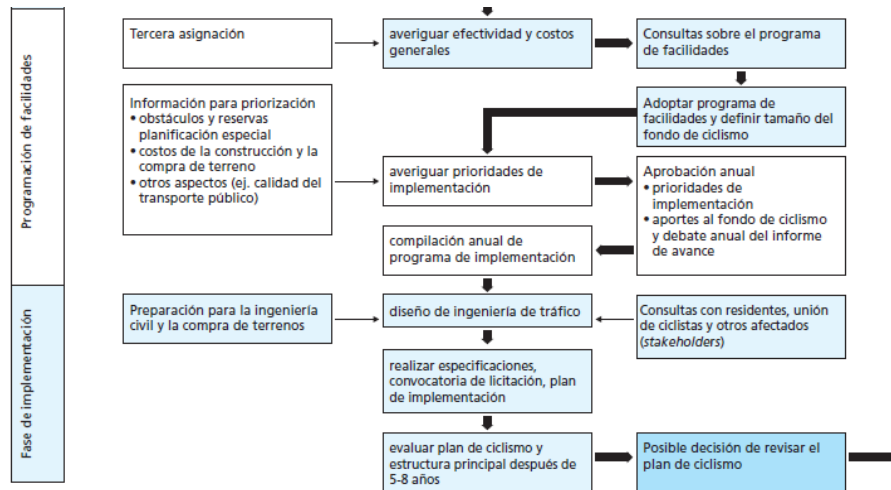


Gráfico N°11: Pasos en la formulación del plan de ciclovías y sus interrelaciones, parte 2 (CROW, 2011)

5.1.1 Fase 1: Fase inicial

De acuerdo a Manual de Diseño para el Tráfico de Bicicletas (CROW, 2011).

“En esta fase los participantes formulan las metas y se crea la organización que llevará a cabo el proyecto. Donde sea posible, las metas son cuantificadas. En la medida de lo posible, se expresan las metas abstractas en términos de estándares verificables.” (p.19)

Se trata de un proceso de retroalimentación (feedback) entre la fase de análisis y la de proyecto, como ocurre en todo proyecto.

5.1.2 Fase 2: Plan de estructura para la bicicleta

De acuerdo a Manual de Diseño para el Tráfico de Bicicletas (CROW, 2011).

“Los participantes analizan los enlaces de transporte para los ciclistas actuales y potenciales e identifican las rutas más populares dentro de la red. Para esto, deben comprender los **patrones de los lugares de origen y de destino de los ciclistas**. Con este análisis de la red de rutas existentes, se escogen las nuevas conexiones que mantendrán al mínimo los desvíos, reducirán el número de encuentros con vehículos motorizados, y crearán una red estructural coherente. Modelar el tráfico puede ser una opción. Aunque esto ocurre raras veces al momento de diseñar un plan para la bicicleta, sin duda puede ser una herramienta útil en ciertas situaciones, particularmente al nivel de análisis de red.” (P.19-20)

5.1.3 Fase 3: Fase de cuello de botella

En esta fase se debe evaluar la calidad de las calles y las rutas en las cuales se van a implementar ciclovías (CROW, 2011). Es importante analizar bien la conexión del sistema vial debido a que en estos puntos la calidad de las ciclovías debe ser mejor. De acuerdo a CROW: “una vez que han identificado todos los cuellos de botella, se ordenan acorde a su urgencia, para que se vayan solucionando los peores primero.”(p20.) Si al momento de realizar la ruta de ciclovía que deben ser en teoría las más cortas la calidad de esta se muy afectada llegando a ser una ruta de baja calidad la cual implica un costo elevado de mejorarla entonces se prefiere elegir una ruta un poco más larga paralela que requiera menos inversión y si en lo posible tiene menor cantidad de intersecciones y semáforos. También es preferible planificar ciclovías en rutas de calles comerciales con acceso restringido a vehículos motorizados teniendo en cuenta la interacción entre ciclista y peatón (CROW, 2011).

5.1.4 Fase 4: Programación de facilidades

Esta fase es sobre determinar cuáles son las mejoras necesarias para poder alcanzar el nivel de calidad planteado en el programa de requisitos, en otras palabras que se debe o no hacer para que se cumpla en plan de desarrollo sostenible para que una ciudad o distrito sea amigable a los ciclistas (CROW, 2011). Estas mejoras de infraestructura son a los elementos débiles de la red tales como la sección de camino, intersecciones, puentes, entre otros; esto también puede significar la construcción de una ciclovía segregada pero no es la única opción. Se tiene las siguientes recomendaciones: ajustar la semaforización de la ciudad; reducir flujo vehicular en determinadas vías; construir un desnivele para vehículos no motorizados; reducir la velocidad del flujo vehicular en vías locales; construir ciclo bandas o ciclo rutas; modificar las secciones de las vías; mejorar intersecciones pensando en el ciclista; mejorar el cruce; mejorar la superficie de vía; construir estacionamientos de bicicleta. (CROW, 2011)

De acuerdo al Manual de Diseño para el Tráfico de Bicicletas (CROW, 2011):

“Un plan de ciclovías no es la mejor manera de cumplir con los criterios de calidad de un buen plan de infraestructura para la bicicleta. Existen mucho más opciones que simplemente construir o remodelar una ciclovía, para mejorar la comodidad y seguridad de los y las ciclistas.” (p.21)

5.1.5 Fase 5: Fase de implementación

El tema de implementación de acuerdo a Manual de Diseño para el Tráfico de Bicicletas debe ser de la siguiente manera (CROW, 2011).

“Se ordenan la infraestructura y otros elementos del Programa de Infraestructura según una secuencia de prioridades que considera los costos y beneficios (efectividad). Una vez completado el Programa, se hace un presupuesto general que contempla los costos totales de su implementación. Se pueden financiar las medidas individuales con fondos de diferentes fuentes. Algunas medidas pueden ser incluidas dentro de la mantención, mientras que la infraestructura para nuevas áreas residenciales puede financiarse con los fondos operativos de dichas áreas. Es probable que se incluyan otras medidas, como nuevas políticas dentro de los presupuestos cíclicos de toda autoridad vial. Es aquí que el valor de contar con un ‘plan como base’ se hace evidente.” (p.21)

5.1.6 Evaluación del diseño implementado

En el Perú no ha habido un Plan Maestro de ciclovías aprobado y es por ello que se observa la descoordinación que existe entre las ciclovías entre distrito y distrito. Es por ello que se debe evaluar la realización de un plan maestro cada cierto tiempo, por lo general cada cinco a ocho años (Rivera Vila, 2015). La calidad de la infraestructura hecha se le debe evaluar su calidad de acuerdo a un puntaje cuantificable. Una herramienta para realizar esta medición es el Balance que realiza la Federación de Ciclistas Holandés (CROW, 2011). Claro es que una concentración de accidente es una señal claro que algo está fallando y se debe evaluar y corregir.

5.2 TRAZADO DE LA RED

De acuerdo a Manual de Diseño Ciclovías de España (Pérez Senderos & Fernández, 1999) existe tres fases para poder diseñar un trazado de forma óptima eficaz, siendo el nombre de la **primera fase las líneas de deseo**.

En la primera fase, se identifican los puntos de origen y los destinos más relevantes de los ciclistas potenciales, los cuales pueden ser colegios, universidades, centros de trabajos, deportivas o culturales, entre otros lugares de gran concentración de personas. Estas líneas de deseo son la unión, mediante líneas rectas, entre los orígenes y los destinos finales. El manual también menciona que en este se tracen estas líneas por cada tipo de destino por

separado, dadas las distintas capacidades de atracción que cada uno tiene e diferenciar gráficamente los orígenes y destinos más potentes.

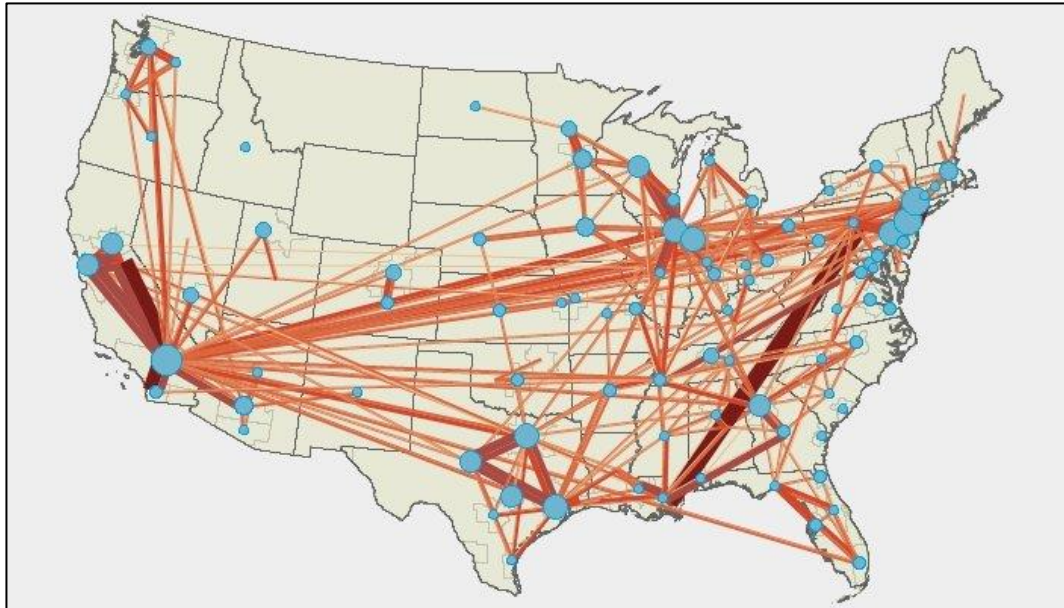


Figura N°28: Ejemplo de líneas de deseo (Fuente:

<https://www.caliper.com/transcad/introduccion.htm> ; Fecha: 09/03/2019)

La segunda fase implica transformar las líneas de deseo a una opción más real la cual se denomina **red teórica**. Las rutas que configuran la red teórica son adaptaciones de las líneas de deseo a la estructura existente del distrito o ciudad, procurando la simplicidad o agrupación en troncos del mayor número posible de líneas de deseo. Los criterios de estos trazos son la continuidad y rapidez para llegar a determinado destino. (Pérez Senderos & Fernández, 1999)

La tercera fase se le denomina la red primaria e implica la aplicación de criterios como seguridad, comodidad y atractivo a la red teórica de la fase dos. Esta fase se trata de optimizar la red, simplificando rutas próximas y convirtiéndolas en una sola ruta. Todo lo mencionado basándose en las posibles secciones viales y según el tráfico y tipo de usuario. Cabe mencionar que esto no es un proceso fijo sino un proceso **iterativo** el cual va mejorando constantemente hasta llegar a una red final y óptima. (Pérez Senderos & Fernández, 1999)

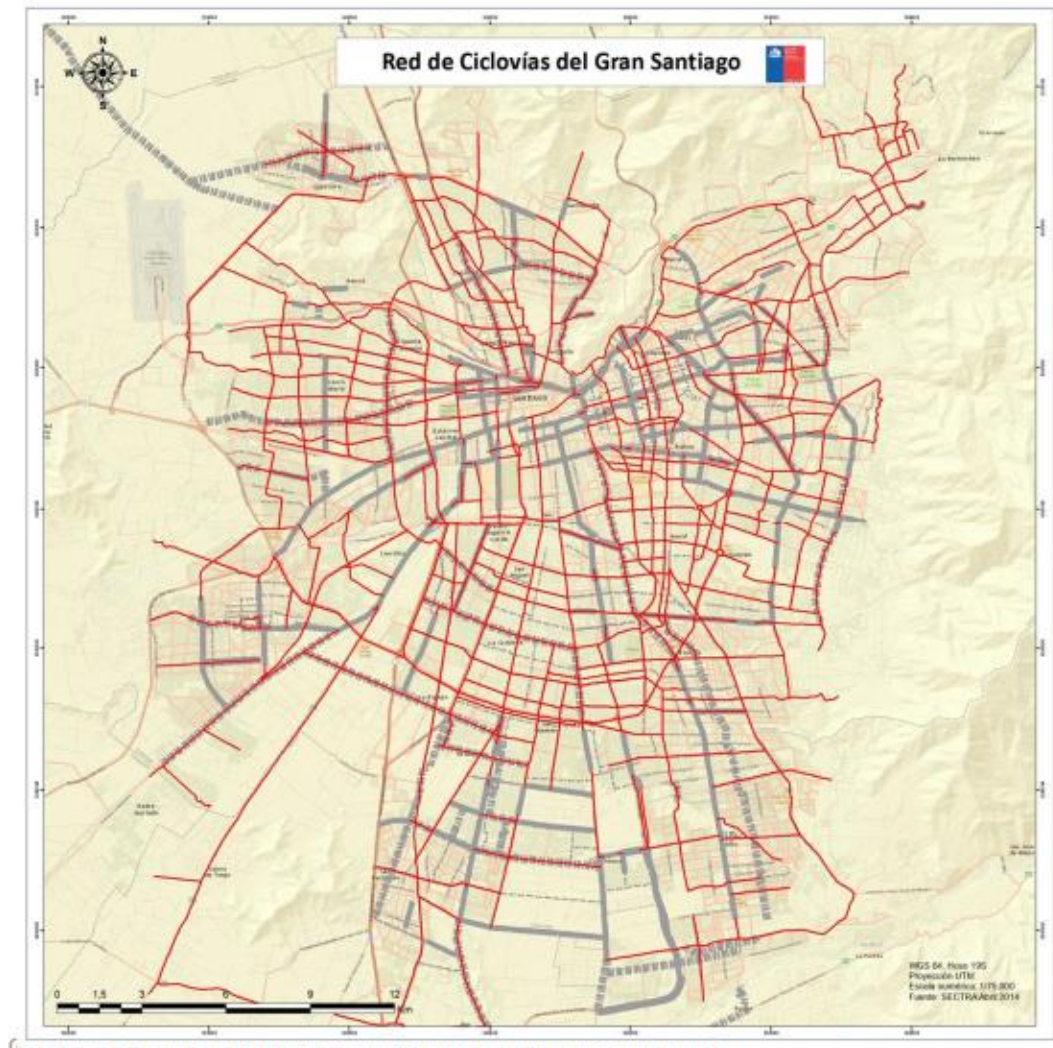


Figura N°29: Ejemplo de red primaria (SECTRA, 2014)

5.3 LOS REQUISITOS DE LA RED

El Manual de diseño de tráfico de bicicletas de Holanda (CROW, 2011) establece tres requisitos fundamentales que debe cumplir una red. La ciclovía debe ser:

- Coherente
- Directa
- Segura

En la tabla inferior se puede ver un resumen de estos tres requisitos.

Tabla N°5: Resumen de los principales requisitos para una red de ciclovía, parte 1 (CROW, 2011)

Requisito principal	Aspectos importantes	Explicación
Ser coherente	<ul style="list-style-type: none"> • Qué la red sea completa (en áreas urbanas) • Qué la red sea completa (fuera de las áreas urbanas) • Qué las rutas calcen con las necesidades de viaje 	<p>El ancho del entramado de la red no debe ser más de aproximadamente 250 m.</p> <p>Se conectan a los centros y las amenidades principales.</p> <p>Se realizan por lo menos un 70% de los viajes en bicicleta a través de la red ciclovial.</p>
Ser directa	<ul style="list-style-type: none"> • Ser directa en términos de la distancia • Ser directa en términos del tiempo 	<p>Se optimiza el tiempo promedio de desvío.</p> <p>Se minimiza el número de intersecciones donde ciclistas no tienen la preferencia.</p> <p>Se minimiza la frecuencia de las detenciones.</p>
Ser segura	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar conflictos con el tráfico que cruce • Separar diferentes tipos de vehículos • Reducir la velocidad en puntos de conflicto • Ocupar categorías viales fácilmente reconocibles • Crear condiciones de tráfico uniformes 	<p>Se minimiza el número de veces que los y las ciclistas deben cruzar las intersecciones, calculado al multiplicar la suma de todas las intersecciones por la intensidad de los flujos de tráfico motorizado, tomando en cuenta la velocidad.</p> <p>Se minimizan los contactos, sumados para todas las secciones viales, utilizando la densidad del tráfico motorizado multiplicado por la densidad del tráfico en bicicleta, y la diferencia al cuadrado en las velocidades multiplicada por el largo de la sección vial.</p> <p>En el caso de diferencias mayores en la velocidad, se separan a ciclistas del tráfico motorizado.</p> <p>Donde la red ciclovial cruza las redes de otros tipos de vehículos, se reducen las diferencias en la velocidad de ambas.</p> <p>Cada amenidad debe ser fácilmente reconocida por todos los usuarios viales.</p> <p>Las amenidades para ciclistas y las soluciones de intersecciones se relacionan con las funciones de las pistas y calzadas para bicicletas y tráfico motorizado. Las soluciones típicas de un tipo de calle no deben usarse en otro tipo de calle.</p>

Los usuarios, sean estos conductores o ciclista, también deberían poder reconocer fácilmente las diferentes categorías viales. Es por ello que en el diseño de las secciones es crítico diferenciar la vía del ciclista, la vía del vehículo motorizado y también la vía del peatón (Ayuntamiento de Vitorio-Gasteiz, 2010).

Estos criterios se basan en los principales requisitos para una infraestructura bicycle friendly (ciclo-amistoso) que son cinco, estos son (CROW, 2011):

“(01) La necesidad de asegurar la percepción y la posibilidad real de que dos bicicletas puedan andar juntas, se traducen en requisitos en cuanto a lo atractivo y lo cómodo;(02) la minimización de la resistencia se convierte en requisitos en cuanto a lo cómodo y lo directo; (03) la optimización del

esfuerzo mental y la franja para maniobrar se convierten en requisitos en cuanto a lo cómodo y lo seguro; (04) la vulnerabilidad de los ciclistas se convierte en requisitos en cuanto a lo seguro; (05) la necesidad de una infraestructura completa y comprensiva, se convierte en requisitos en cuanto a la coherencia. En términos generales, si no se logra un nivel mínimo en uno o más de los cinco requisitos principales, se debe modificar la infraestructura.” (p.30)

5.4 CICLOVÍAS BIDIRECCIONALES

Generalmente las ciclovías se diseñan al costado de la calzada para un tráfico unidireccional. En lo que son las intersecciones, el flujo de ciclistas en una ciclovía bidireccional se vuelve un movimiento sorpresivo lo cual conlleva que este sea difícil de supervisar y lo vuelve peligroso para la seguridad del ciclista. No obstante, existen ciertos casos en los cuales una ciclovía bidireccional es la mejor opción, de acuerdo al Manual de Diseño para el Tráfico de Bicicletas (CROW, 2011), estos son:

- “Una ciclovía bidireccional acorta la ruta para ciclistas y/o ofrece una forma lógica de reducir la distancia que se debe viajar
- Una ciclovía bidireccional evita cruzar la vía
- No hay espacio suficiente para una ciclovía en ambos lados de la calle” (p.121)

5.5 LA ANCHURA DE LA CICLOVÍA

Como se mencionó anteriormente la ruta en la cual se va a elaborar depende de una serie de factores, siendo uno el ancho de la ciclovía, lo cual implica que la vía tenga suficiente espacio para que se pueda hacer una ciclovía que sea cómoda y segura para el ciclista. En lo que respecta dicho diseño de acuerdo al manual de ciclovías de España (Pérez Senderos & Fernández, 1999) hay tres elementos geométricos que debemos tener en cuentas los cuales son: anchura, radio de giro y pendiente.

Primero, sobre la anchura mínima tenemos que tener en cuenta una serie de parámetros basados en el espacio ocupado por el conjunto cuerpo-vehículo y el desplazamiento de este durante el pedaleo (Ayuntamiento de Vitorio-Gasteiz, 2010). Este conjunto cuerpo-vehículo no es un número exacto sino un intervalo debido a que las dimensiones de la bicicleta son variables pero se manejan de acuerdo al manual de ciclovías de España (Pérez Senderos & Fernández, 1999):

anchura de 0.6-0.75m; altura de 1.90-2.00m; y longitudes de 1.75-1.90 m. Sobre estas dimensiones mencionadas y sobre las velocidades normales de circulación de las bicicletas, que oscilan entre 15 a 30 km/h, la desviación máxima de la trayectoria sobre la línea recta es de unos 12 cm. Como consecuencia, el ancho ocupado por un ciclista en marcha es de 1 m de ancho aproximadamente (Ayuntamiento de Vitorio-Gasteiz, 2010). Cabe mencionar que esto es lo mínimo establecido y si existe la posibilidad de dar un mayor ancho para la comodidad del ciclista se debe dar.

Además de tener en cuenta el metro necesario para que el ciclista es necesario también un espacio adicional para los resguardos necesarios para la ejecución de las posibles maniobras del ciclista. Como consecuencia **una vía unidireccional debe tener como mínimo 1.50 m de ancho libre**, esto no implica 1.50 m de superficie de rodadura sino implica un espacio adicional en caso le ocurra algo al ciclista y necesita mayor espacio y no ocurra ningún accidente. Existen una serie de criterios que nos indican las distancias de los anchos de las ciclovías de acuerdo a si es unidireccional o bidireccional, si va haber algún obstáculo entre los vehículos y las bicicletas, si se van a estacionar carros en los bordes de las vías, entre otros. (Pérez Senderos & Fernández, 1999)

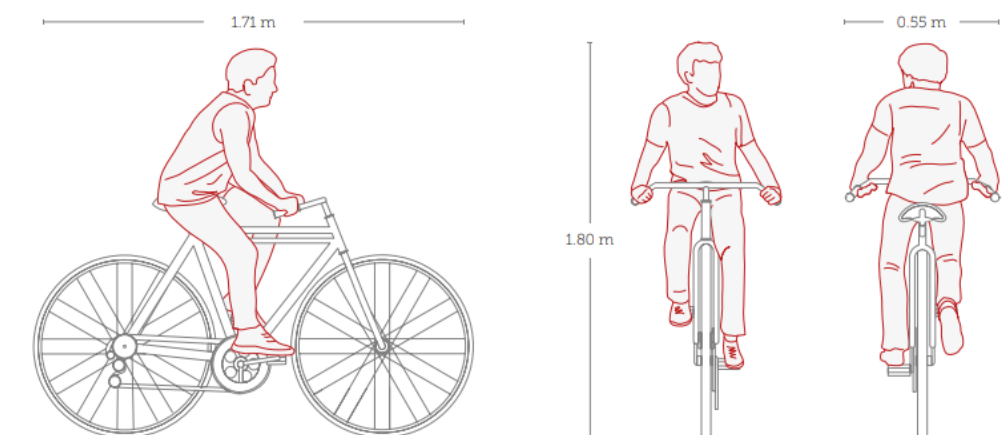


Figura N°30: Espacio ocupado por ciclista (Municipalidad de Lima, 2017)

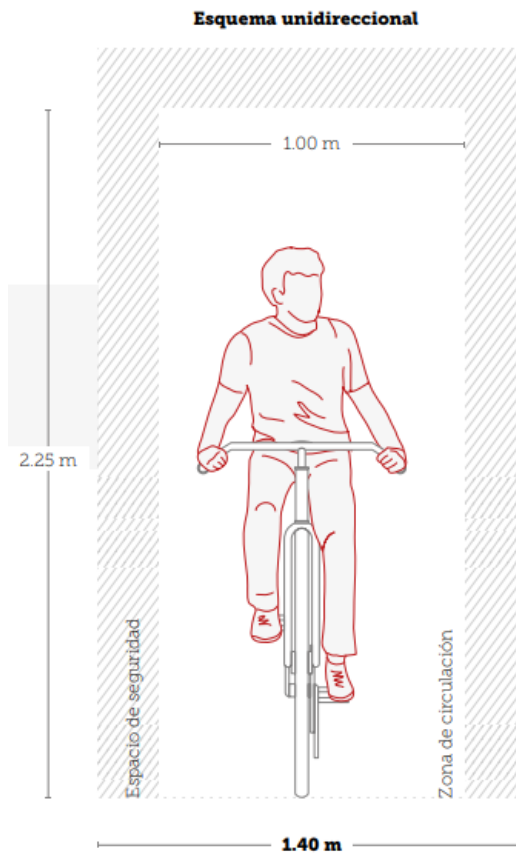


Figura N°31: Esquema unidireccional (Municipalidad de Lima, 2017)

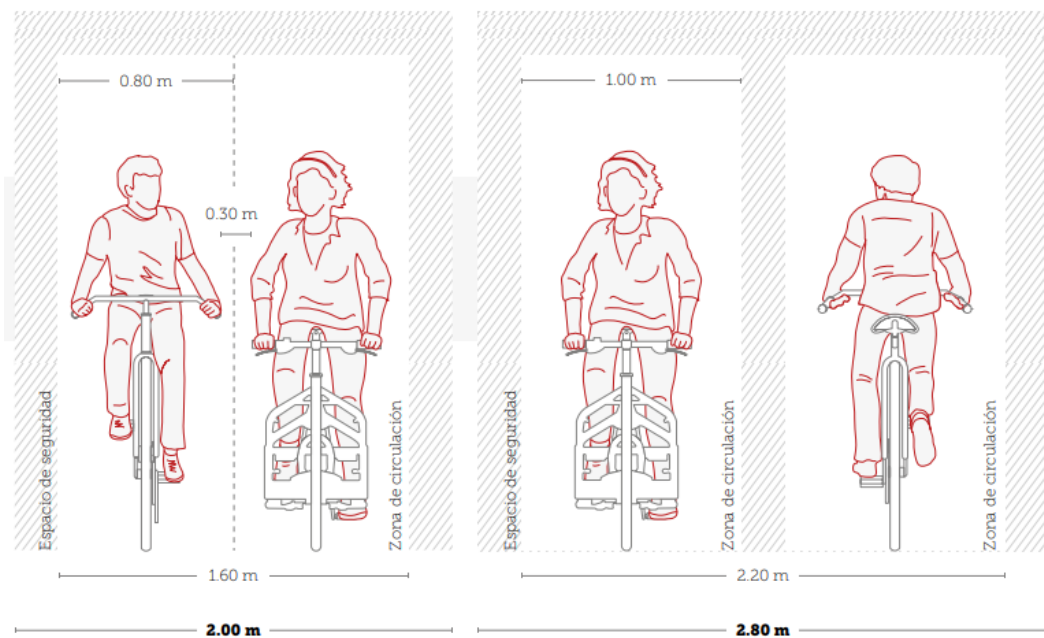


Figura N°32: Esquema biidireccional (Municipalidad de Lima, 2017)

Segundo, sobre el radio de giro necesario para que un ciclista pueda desplazarse cómodamente en una curva existen diversas fórmulas empíricas para calcularlo y el que ofrece el manual de diseño de ciclovías de España es el siguiente: $R=0.24V+0.42$ siendo el resultado en metros y la velocidad en km/h. Esta fórmula nos brinda la siguiente tabla:

Tabla N°6: Velocidad – radio de giro (Pérez Senderos & Fernández, 1999)

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

Esto implica que por debajo de 3 m para un radio de giro es conveniente poner señalización indicando que es una curva peligrosa y si el radio es menor a dos metros lo que se recomienda es que el ciclista se desmonte de la bicicleta y de la curva. (Pérez Senderos & Fernández, 1999)

Tercero, tenemos las rampas las cuales influyen en la comodidad y velocidad del ciclista. Una gradiente positiva, es decir ascendente, genera una disminución de la velocidad generando también un movimiento más oscilatorio del ciclista lo cual tiene como consecuencia anchar un poco la ciclovía. Una gradiente negativa genera que el aumente la velocidad y tiene como consecuencia la necesidad de generar una mayor distancia de frenado. Finalmente, el manual indica las siguientes recomendaciones respecto las gradientes: no son recomendables los trazados que superen un 5% de gradiente ascendente (Ayuntamiento de Vitorio-Gasteiz, 2010); no deben haber tramos mayores de 4km con pendientes superiores al 2%; tramos mayores de 2 km con pendientes superiores al 4%; en caso excepcionales se puede admitir hasta el 7% de pendiente para distancias cortas. (Pérez Senderos & Fernández, 1999)

5.6 TIPO DE USUARIO Y SU COMPORTAMIENTO

De acuerdo al Manual de diseño de ciclovías de España (Pérez Senderos & Fernández, 1999) generalmente los manuales ciclovías toman como el ciclista como un único factor invariable y como resultado esto genera un resultado único. Sin embargo no se puede rechazar la idea que existen variaciones de usuarios que varían de acuerdo a: la edad, el físico de la persona, con alguna discapacidad, entre otras cosas. Es por esto que los investigadores Giskes y Vahlen la ciudad

holandesa de Leystad, Bach y Diepens han establecido tres grupos de usuarios con el fin que la infraestructura se adapte a sus respectivas necesidades. Estas clases son: Vulnerables, adultos y deportistas.

“Vulnerables: Incluyen a los niños y adolescentes menores de 16 años, a los ancianos y las personas con problemas auditivos. Suelen realizar trayectos relativamente cortos, con velocidades por debajo de los 15km/h y sus tiempos de reacción ante sucesos imprevistos en el tráfico son relativamente prolongados.

Adultos: Desarrollan velocidades entre 15 y 30 km/h para todo tipo de motivos de desplazamiento. Suelen valorar adecuadamente los riesgos de cada circunstancia de tráfico y disponen de las habilidades necesarias para sortearlos.

Deportistas: circulan en muchas ocasiones a velocidades superiores a los 30 km/h, lo que provoca cierto peligro para el resto de ciclistas y los peatones y asunción de un mayor riesgo para sí mismos.” (p 51)

El comportamiento las personas cuando están en situaciones de estrés también influye el éxito del sistema de ciclovías y este es más complejo de predecir. EL comportamiento se tiene a nivel de red; a nivel de las conexiones; y finalmente a nivel de la infraestructura (CROW, 2011).

A “nivel de red” se trata de como las personas deciden como viajar y cuál va a ser su modo de transporte, es decir si van a caminar, ir en bicicleta, vehículo, tren etc. Al momento de decidir su modo de transporte la incomodidad juega un importante rol en su decisión, por ejemplo adultos mayores deciden caminar cortas distancias para llegar a su destino o ni siquiera salir de su casa debido a que sienten que ya no están en la capacidad de viajar grandes distancias debido a que sienten que es muy peligroso (CROW, 2011). Otros ejemplos son: las mujeres no optarían por caminar o ir en bicicleta en la noche debido a que se siente inseguras; los padres de familia llevan a sus hijos en carro debido a que es más seguro. (CROW, 2011)

A “nivel de las conexiones” de acuerdo a CROW (CROW, 2011): “quienes sí participan del tráfico también pueden buscar evitar el estrés, realizando desvíos para evitar lugares inseguros, algunos semáforos, o lugares que dan miedo.”(p.22) Finalmente, “al nivel de la infraestructura” un estado de tráfico que en si genera estrés tiene como resultado un comportamiento anormal del tráfico y esto implica

que los ciclistas también actúan de una forma distinta (CROW, 2011). Este comportamiento diferente de los ciclistas no se ajusta al comportamiento establecido por el diseñador generando un desorden.

Una forma de detectar estas situaciones de acuerdo a CROW (CROW, 2011) es la siguiente:

- “Los y las ciclistas se bajan de la bicicleta y caminan, aun cuando tienen el derecho de paso, o surge algún tipo de comportamiento informal donde no se ejerza el derecho de paso;
- Los ciclistas pasan por luces en rojo pues sienten que esperar, en el contexto, sería una pérdida de tiempo;
- No se usan las ciclovías, pues otra ruta es más rápida, fácil, o atractiva.” (p.22)

5.7 TIPO DE SECCIONES VIALES PARA EL USO DE BICICLETAS

Unos de los criterios más importantes además de los ya mencionados es que tipo de sección se va a usar. De acuerdo al manual de diseño de ciclovías de España en la elección de la sección tipo debemos tener en cuenta las dimensiones de la vía, el cómo repartir este lo más apropiado posible, la intensidad vehicular y la velocidad del tráfico (Pérez Senderos & Fernández, 1999). La intensidad se evalúa en la hora punta y la velocidad es el percentil 85 de la velocidad de todos los vehículos que circulan por el carril (Pérez Senderos & Fernández, 1999). En otras palabras la velocidad promedio que ocurra en el 85% de los casos.

5.7.1 Secciones compartidas entre bicicletas y vehículos motorizados

Este tipo de sección implica que el vehículo motorizado comparte una misma vía con bicicletas, siempre y cuando las condiciones sean las adecuadas. Para esto se debe generar medidas para que en dichas calles se reduzca el número y la velocidad de los vehículos (CROW, 2011). Al momento de realizar estas pistas se pueden tomar dos alternativas: pista ancha para que los ciclistas se puedan adelantar o pistas angostas para que no puedan. Estas dos alternativas tienen diferentes consecuencias, en la de pistas anchas genera una mayor velocidad en los vehículos. (Pérez Senderos & Fernández, 1999) Todo esto nos llevaría a “reajustar”, si fuese necesario el ancho de la calle o más bien los elementos que la constituyen, calzada, aceras, ciclovía.

De acuerdo a si es un único sentido o doble sentido de circulación tenemos los siguientes cuadros donde se mezclan dos variables: tipo de usuario y si es adecuada o no para ciclistas.

Tabla N°7: Condiciones de tráfico adecuadas para secciones mixtas con un único sentido de circulación (Pérez Senderos & Fernández, 1999)

Intensidad	Velocidad				Tipo de usuario	
	<30 km/h	30-50 km/h	50-70 km/h	>70 km/h	Vulnerable	*
<300 v/h	***	.	.	.	Adulto	***
300-600v/h	Deportista	*
600-1200 v/h	***	Adecuada
>1200 v/h	**	Aceptable
* Calles de doble sentido de circulación					*	Menos Adecuada
					.	Poco Adecuada

Tabla N°8: Condiciones de tráfico adecuadas para secciones mixtas con doble sentido de circulación (Pérez Senderos & Fernández, 1999)

Intensidad	Velocidad				Tipo de usuario	
	<30 km/h	30-50 km/h	50-70 km/h	>70 km/h	Vulnerable	*
<300 v/h	***	***	.	.	Adulto	***
300-600 v/h	***	*	.	.	Deportista	*
600-1200 v/h	***	Adecuada
>1200 v/h	**	Aceptable
* Calles de doble sentido de circulación					*	Menos Adecuada
					.	Poco Adecuada

Lo que se recomienda es que se elija la sección más estricta para que los vehículos vayan a una velocidad de 30km/h y no exista adelantamiento de los ciclistas. De acuerdo al Manual de Diseño de ciclovías Español (Pérez Senderos & Fernández, 1999) “la calzada mínima debe ser de 2.25 m y un máximo de 2.60 m, y la señalización horizontal y vertical es necesario para manejar el comportamiento de los vehículos. En caso de calles de doble sentido con velocidades no mayor a 30 km/h la anchura de la calzada será como mínimo 4.3 m y máximo 6 m en caso exista un importante tráfico de vehículos pesados.” (p.110)

5.7.2 Sección carril y bicicleta

Si existe la posibilidad espacial de ejecutar un espacio en la calzada para la bicicleta a esta se le llama carril-bici el cual implica una mayor tranquilidad para el ciclista y el conductor sin embargo esta tranquilidad misma puede generar accidentes por confiarse en que cada uno va a respetar sus vías. Es por ello que se deben diseñar con el criterio adecuado. Este carril debe tener la correcta

señalización horizontal y vertical. Un ejemplo de esto es el coloreado de la cicloavía como también una línea longitudinal de 10 cm de ancho entre las cicloavía y vía vehicular. (Pérez Senderos & Fernández, 1999)

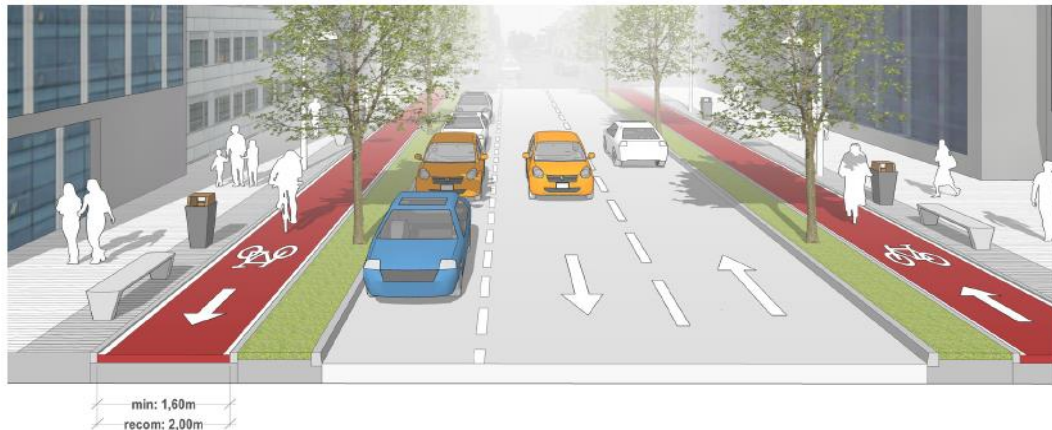


Figura N°33: Sección de cicloacera unidireccional (Municipalidad de Lima, 2017)

Tabla N°9: Condiciones de tráfico adecuadas para carriles-bici en vías unidireccionales (Pérez Senderos & Fernández, 1999)

Intensidad	Velocidad				Tipo de usuario	
	<30 km/h	30-50 km/h	50-70 km/h	>70 km/h	Vulnerable	Adulto
<300 v/h	***	***	.	.	***	*
300-600v/h	***	**	.	.	***	*
600-1200 v/h	**	***	*	.	***	Adecuada
>1200 v/h	***	.	.	.	**	Aceptable
* Calles de doble sentido de circulación					*	Menos Adecuada
					.	Poco Adecuada

Tabla N°10: Condiciones de tráfico adecuadas para carriles-bici en vías unidireccionales (Pérez Senderos & Fernández, 1999)

Intensidad	Velocidad				Tipo de usuario	
	<30 km/h	30-50 km/h	50-70 km/h	>70 km/h	Vulnerable	Adulto
<300 v/h	.	*	***	.	***	*
300-600v/h	*	***	***	.	***	*
600-1200 v/h	***	***	***	.	***	Adecuada
>1200 v/h	***	.	.	.	**	Aceptable
* Calles de doble sentido de circulación					*	Menos Adecuada
					.	Poco Adecuada

Una forma diferente de la alternativa carril-bici es en ejecutar una pequeña elevación entre 5 a 10 cm por encima de la calzada. Esta elevación se realizar para darle una mayor protección al ciclista. Esta elevación debe tener una transición suave entre el mismo y la vía motorizada para que el ciclista tenga acceso a la vía vehicular en caso sea necesario. (Pérez Senderos & Fernández, 1999)

Tabla N°11: Condiciones de tráfico adecuadas para carriles-bici semiprottegidos en vías unidireccionales (Pérez Senderos & Fernández, 1999)

Intensidad	Velocidad				Tipo de usuario	
	<30 km/h	30-50 km/h	50-70 km/h	>70 km/h	Vulnerable	Adulto
<300 v/h	***	***	.	.	***	***
300-600v/h	***	**	.	.	***	*
600-1200 v/h	**	.	.	.	***	Adecuada
>1200 v/h	**	Aceptable
* Calles de doble sentido de circulación					*	Menos Adecuada
					.	Poco Adecuada



Figura N°34: Esquema de ciclovía unidireccional (Municipalidad de Lima, 2017)

Tabla N°12: Condiciones de tráfico adecuadas para carriles-bici semiprottegidos en vías bidireccionales (Pérez Senderos & Fernández, 1999)

Intensidad	Velocidad				Tipo de usuario	
	<30 km/h	30-50 km/h	50-70 km/h	>70 km/h	Vulnerable	Adulto
<300 v/h	.	*	***	**	*	***
300-600 v/h	.	**	***	.	***	**
600-1200 v/h	*	**	*	.	***	Adecuada
>1200 v/h	*	**	.	.	**	Aceptable
* Calles de doble sentido de circulación					*	Menos Adecuada
					.	Poco Adecuada



Figura N°35: Esquema de cicocarril (Municipalidad de Lima, 2017)

5.7.3 Secciones Aceras bicicletas

Estas secciones son separadas de la vía vehicular sin embargo están superpuestas con el espacio del peatón. Este método ha sido usado mucho por Alemania sin embargo en distintos países ha recibido críticas por parte de los vecinos debido que estos sienten una incompatibilidad con los ciclista. De acuerdo al manual de diseño de ciclovías de España (Pérez Senderos & Fernández, 1999) “su intersecciones con las vías del tráfico motorizado incluso pueden ser más conflictivas que en el resto de las secciones alternativas”. (p.120) Las diferentes anchuras se encuentran en las figuras mostradas sin embargo no son medidas rígidas pueden variar cierta cantidad dentro de lo razonable.

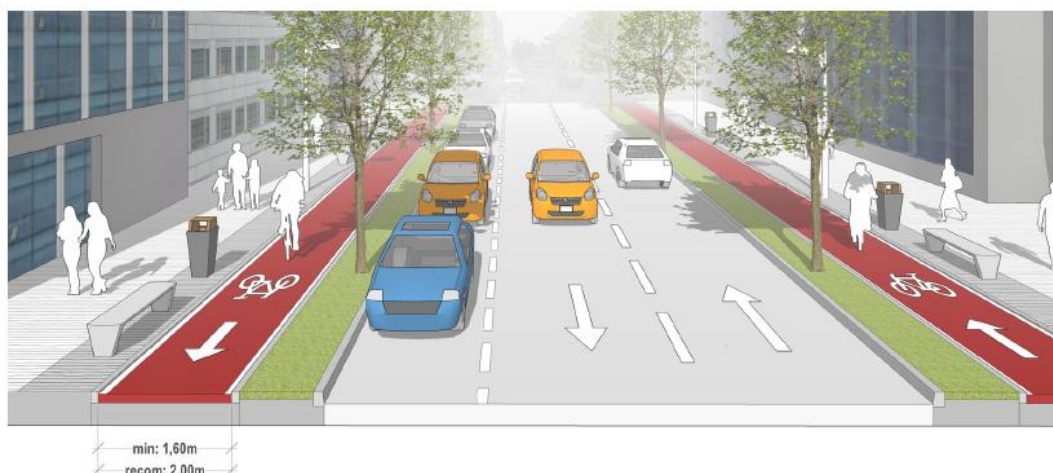


Figura N°36: Esquema de cicloacera unidireccional (Municipalidad de Lima, 2017)



Figura N°37: Esquema de ciclocarrera bidireccional (Municipalidad de Lima, 2017)

5.7.4 Sección pista y bicicleta

Una de las secciones que puede tener mayores variaciones es la sección pista-bicicleta. Esta sección consiste en que cada camino sea independiente, es decir, el flujo de peatones, ciclistas y vehículos motorizados cada uno tiene su propio camino independiente del otro. La separación entre estos tres caminos tiene una infinidad de formas, como por ejemplo vegetación, muros, parqueo de vehículos, entre otros.

Tabla N°13: Condiciones de tráfico adecuadas para pistas de bici (Pérez Senderos & Fernández, 1999)

Intensidad	Velocidad				Tipo de usuario	
	<30 km/h	30-50 km/h	50-70 km/h	>70 km/h		
<300 v/h	.	.	***	***	***	Vulnerable
300-600 v/h	.	*	***	***	***	Adulto
600-1200 v/h	*	***	***	***	*	Deportista
>1200 v/h	***	***	***	***	***	Adecuada
* Calles de doble sentido de circulación					**	Aceptable
					*	Menos Adecuada
					.	Poco Adecuada
					.	Poco Adecuada

5.8 ELEMENTOS DE APOYO A LA CIRCULACIÓN CICLISTA

Ciertas necesidades de los ciclistas al momento de andar por las calles no se resuelven únicamente mediante vías o intersecciones dedicadas a bicicletas sino que también de acuerdo al manual de diseño de ciclovías (Pérez Senderos & Fernández, 1999) “mediante pequeñas soluciones localizadas, más extendidas en el territorio y destinadas a mejorar aspectos singulares de la circulación ciclista.” Existen distintas de estas formas tales como: permeabilización de barreras; circulación a contracorriente; espacios compartidos con los autobuses; mezcla con ciclomotores; espacios compartidos con los peatones; y la combinación de la

bicicleta con la amortiguación de la velocidad del tráfico (Pérez Senderos & Fernández, 1999).

5.8.1 Permeabilización de barreras

Este concepto menciona la creación de elementos adicionales a una estructura que por lo general no se encuentran en la misma como por ejemplo: canaletas en escalera que facilita en ascenso o descenso de las bicicletas cuando no existen rampas en las escaleras. Otro es el aprovechamiento de túneles mediante su extensión, esto quiere decir puentes que se construyeron sin pensar en ciclovías se pueden ampliar mediante placas metálicas. Ambos casos se pueden observar en las figuras inferiores (Pérez Senderos & Fernández, 1999).



Figura N°38: Canaletas para bicicletas en una escalera en San Isidro, Lima (El comercio, 2018)



Figura N°39: Soluciones de ampliación de tablero de un puente para ofrecer espacio adicional a peatones y ciclistas (Foto Propia)

5.8.2 Circulación a contracorriente

Este método de circulación de bicicletas tiene la ventaja de que el ciclista puede tomar la ruta más directa cuando se trata de vías unidireccionales. Esta realidad

no sería muy factible en Perú debido a la poca educación vial, es decir todas las ciclovías por naturaleza serían bidireccionales. Este método hace que el ciclista y el conductor estén más atento a su alrededor disminuyendo su velocidad y por ende el peligro. La anchura de la calzada en secciones indiferenciadas debe oscilar entre los 3.50 m y los 4.00 m con limitación de velocidad a 30 km/h (Luna & Escobar, 2014). Otro es el caso cuando existen vehículos pesados. También debe haber una correcta señalización vertical y horizontal.

Tabla N°14: condiciones de tráfico adecuadas para circulación a contramano en vías mixtas sin flujos altos de vehículos pesados (Pérez Senderos & Fernández, 1999)

Intensidad	Velocidad				Tipo de usuario	
	<30 km/h	30-50 km/h	50-70 km/h	>70 km/h	Vulnerable	Adulto
<300 v/h	***	.	.	.	*	***
300-600v/h	Deportista	*
600-1200 v/h	***	Adecuada
>1200 v/h	**	Aceptable
					*	Menos Adecuada
					.	Poco Adecuada

Tabla N°15: Condiciones de tráfico adecuadas para carriles-bici a contracorriente en vías unidireccionales (Pérez Senderos & Fernández, 1999)

Intensidad	Velocidad				Tipo de usuario	
	<30 km/h	30-50 km/h	50-70 km/h	>70 km/h	Vulnerable	Adulto
<300 v/h	***	***	.	.	*	**
300-600v/h	***	***	.	.	Deportista	*
600-1200 v/h	***	Adecuada
>1200 v/h	**	Aceptable
					*	Menos Adecuada
					.	Poco Adecuada

5.8.3 Espacios compartidos con los autobuses

En las ciudades donde se encuentran buses se tiene que ver el comportamiento entre estos y las bicicletas. Se tienen los carriles mixtos bus-bici donde en una misma franja andan los dos tipos de vehículos. Debe haber una señalización vertical adecuada que señale que esta vía es compartida. Este puede ser de dos formas, una que se disponga de un sobre ancho apropiado o de una franja de pavimentación diferenciada (Ayuntamiento de Vitorio-Gasteiz, 2010). Este método solo es recomendable hasta una velocidad de 50 km/h y con una cifra de buses y ciclista reducida, caso contrario deja de ser recomendable (Ayuntamiento de Vitorio-Gasteiz, 2010). También se tienen las calles peatonales y de transporte colectivo, este implica la mezcla de las calles que tienen transporte colectivo con las bicicletas. Un ejemplo de este es en la ciudad danesa de Odense donde los

autobuses tienen un límite de velocidad de 20 km/h y circulan junto a los ciclistas en una franja de 6.5 m (Pérez Senderos & Fernández, 1999).



Figura N°40: Paradero de buses y ciclovía (Steemit, 2018)

5.8.4 Vías compartidas entre bicicletas y motocicletas

Este método se trata de que las vías usadas por las motocicletas también sean usadas por las bicicletas. Esta realidad no es aplicable en Perú debido a que la imprudencia de ambos llevaría un peligro. Sin embargo si es el caso se deben hacer artificios para que el motociclista se obligue a disminuir su velocidad y no causar un peligro al ciclista. (Pérez Senderos & Fernández, 1999)

5.8.5 Espacios compartidos con los peatones

Esto implica que los peatones y los ciclista puedan usar la misma vía para transitar, sin embargo siempre se debe recordar que el usuario más vulnerable siempre va a ser el peatón por lo cual se debe tener en cuenta la velocidad y maniobras de los ciclistas (MTC, 2016). Esta forma considera artificios para disminuir la velocidad del ciclista y también toma en consideración de cómo debe ser el diseño de los paraderos del transporte público. (Pérez Senderos & Fernández, 1999)

5.8.6 Combinación de la bicicleta con la amortiguación de la velocidad del tráfico
Amortiguaciones para disminuir la velocidad y el número de vehículos han demostrado promover de forma indirecta el uso de bicicletas en dichas vías, sin embargo tenemos que tener en cuenta al momento de diseñar dichas amortiguaciones que estos también van a afectar a los ciclistas (Asociación Española de la Carretera, 2003). Lo que se deba realizar es que estas amortiguaciones no afecten a los ciclistas de una forma significativa porque si no también van a espantar a los ciclistas.

Estos amortiguaciones de acuerdo al manual de diseño de ciclovías de España (Pérez Senderos & Fernández, 1999) pueden ser los siguientes:

“Instalar donde sea posible una variante que permita superar el dispositivo (zigzag, lomo, estrechamiento) sin que el ciclista pase por él. La anchura de estas variantes será como mínimo de 0.7 m.

Clarificar las prioridades y el modo en que los ciclistas y automóviles deben atravesar los dispositivos reductores.

Asegurar que los materiales empleados en los dispositivos no tienen propiedades deslizantes ni son tan irregulares que provoquen la desestabilización de los ciclistas.

Establecer, en los dispositivos que incluyen rampas, transiciones suaves con gradientes no superiores a 1:6 en los segmentos utilizados por los ciclistas.”

El Departamento de Transportes de EEUU también indica las siguientes técnicas de reducción de velocidad para vías locales las cuales son: el círculo de tráfico o más conocido en Perú como ovalo; jorobas de velocidad que son más amplias que simples rompe muelles; divertidores, que son estructuras puestas en las intersecciones para prevenir tráfico en la misma intersección obligando vehículos a otra dirección; cerramiento parcial de las calles; cierre total de calles; bulbo del encintado, una extensión de la vereda en la intersección que disminuye el ancho de la calzada y disminuye la distancia de cruce peatonal aumentando visibilidad de estos (Transportation Research Board, 2010); chicane, es un obstáculo que obliga a los vehículos a moverse y disminuir su velocidad; puntos de ahogo son estructuras que disminuyen el ancho de la calzada de una cantidad de líneas a una menor (Ayuntamiento de Vitorio-Gasteiz, 2010); tratamiento Gateway es el

levantamiento de la interacción indicando el cambio de una vía arterial a una residencial o local; woonerf, es un camino de tal forma que vehículos motorizados y no motorizados no está segregados y que le da a peatón la prioridad.

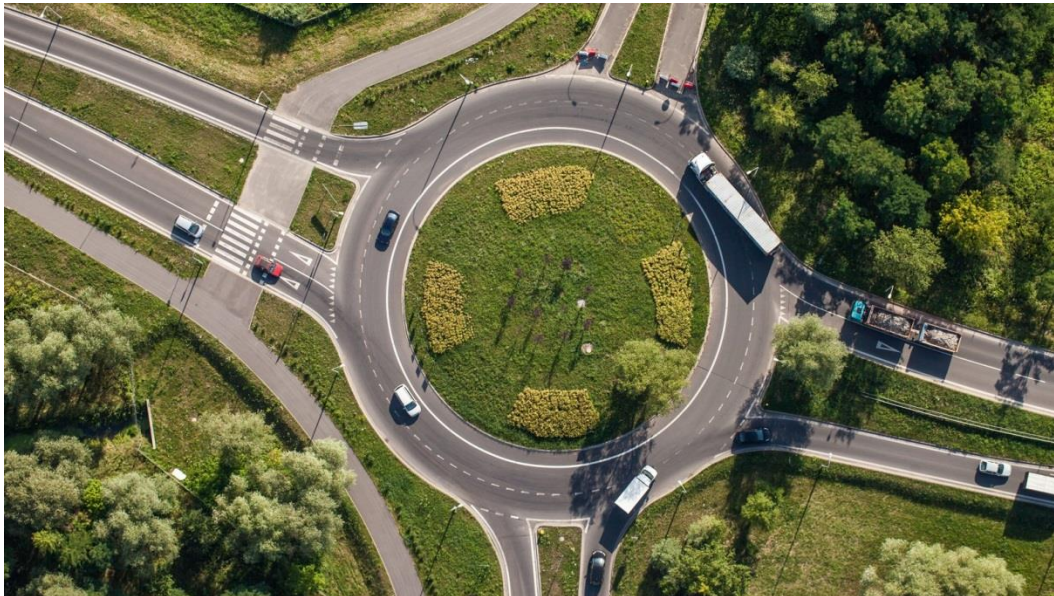


Figura N°41: Técnicas de reducción de velocidad (AMA, 2018)



Figura N°42: Técnicas de reducción de velocidad (reliance-foundry, 2017)

5.8.9 Adecuada Visibilidad

Además de una correcta señalización vertical y horizontal para que ambos ciclista y conductor puedan conducir de la manera más apropiada también se debe

eliminar obstrucciones visuales. El departamento de transporte de EEUU (Federal Highway Administration, 1999) menciona esto para intersecciones importantes para prevenir conflictos. Esto es importante en todo tipo de ciclovía pues la no adecuada visibilidad genera para los ciclistas que tengan que estar en constante alerta y que tengan que frenar de forma brusca.

Al igual que cuando se diseña caminos para vehículos motorizados lo que la visibilidad ara poder integrar la bicicleta con el tránsito vehicular debe haber una correcta visibilidad de la cual existen tres tipos. La primera a considerar es la visibilidad para andar. El ciclista debe tener una buena visibilidad de la ciclovía o la intersección a la cual se acerca (CROW, 2011). De acuerdo a Manual Diseño Tráfico Bicicletas (CROW, 2011): “esta distancia corresponde a la distancia viajada entre 8 y 10 segundos; por lo tanto, la visibilidad mínima es la distancia viajada entre 4 y 5 segundos.” (p.51)

La segunda es la visibilidad para frenar. Tal como dice su nombre es la distancia recorrida al frenar, varía de acuerdo a la velocidad de la bicicleta, y se debe considerar tanto en las secciones como en las intersecciones de la calle (Cabrera Aguila, 2015). De acuerdo a CROW (CROW, 2011): “30 km/h, la velocidad de frenado es de 40 metros, y a 20 km/h es de 21 m (asumiendo un tiempo de reacción de dos segundos y una tasa de reducción de velocidad de 1,5 m/s²).” (p.51) La tercera y última vendría a ser la visibilidad de aproximación que depende de los vehículos que se aproximan. La distancia de visibilidad considera: la velocidad de los vehículos, el tiempo que el ciclista necesita para cruzar de forma segura y un tiempo de atraso (CROW, 2011).

Tabla N°16: Visibilidad de aproximación según anchos y velocidades (CROW, 2011)

Distancia a cruzar (m)	Tiempo para cruzar (s)	Visibilidad que se requiere (m) segun velocidad del trafico motorizado (V_{85})			
		30 km/h	50 km/h	70 km/h	80 km/h
4	4.2	45	100	180	205
5	4.5	45	105	185	210
6	4.9	50	110	190	220
7	5.1	50	115	200	225
8	5.5	55	120	205	235

5.9 INTERSECCIONES

Una de las partes más importantes del sistema de ciclovías o en general del uso de la bicicleta en un distrito o ciudad con las intersecciones (Anaya Boig & Cebollada, 2017). En varios manuales de diseño de ciclovías le ponen solo un

capitulo solo para las intersecciones y esto es debido a que son en éstas donde ocurre la mayor cantidad de accidentes y conflictos sea esto con vehículos motorizados, ciclistas o peatones. También como se menciona anteriormente en el diseño de una ciclo vía o alguna alternativa se debe buscar generalmente que haya la menor cantidad de intersecciones por varias razones y estas son porque estas son determinantes para la comodidad y rapidez del camino. Las condiciones que establece el manual español son que deben ser seguros y cómodos. (Pérez Senderos & Fernández, 1999)

En lo que respecta seguridad se establece lo siguiente de acuerdo al manual español:

- “Deben permitir que peatones, ciclistas y automovilistas se perciban unos a otros con suficiente tiempo para la prevención y suficiente espacio para la reacción.
- Deben ser claramente legibles para facilitar las maniobras y evitar titubeos y decisiones erróneas.
- Deben compatibilizar las distintas velocidades allí donde se encuentren los diferentes tipos de usuarios.” (p.71)

En lo que respecta comodidad se establece lo siguiente de acuerdo al manual español:

- Deben minimizar los tiempos de espera y los recorridos de los ciclistas.
- Deben máxima la frecuencia de ciclistas que no esperan en ellas. (p.71)

5.9.1 Tipologías de las intersecciones

Existe una variedad de intersecciones de acuerdo a su forma y ha como se regula su respectivo tráfico de acuerdo a la demanda de este. Existen las “intersecciones simple” que son cuando no existe ningún elemento regulador y se sigue la regla de la derecha, lo cual significa que el conductor debe ceder el paso a los vehículos que vengan de la derecha sea la intersección en cruz, “T”, o en ángulo. El ciclista puede ir a cualquier lado que vea pertinente, también se recomienda que este tipo de intersección sea para las rutas de sección compartida pues en estas existe una baja velocidad y una baja intensidad de vehículos.

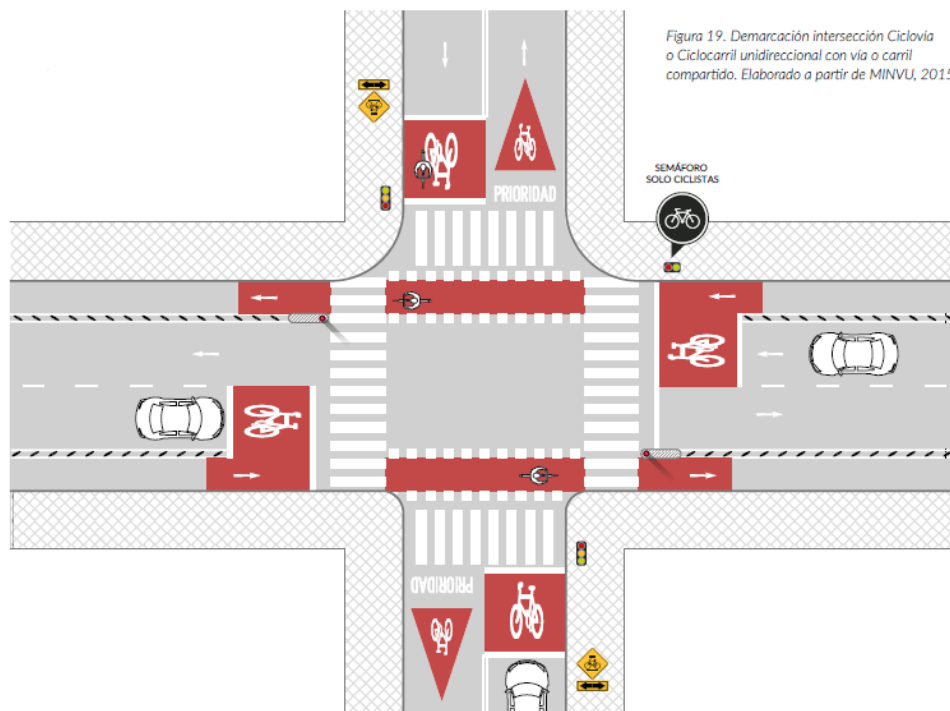


Figura N°43: Demarcación intersección ciclovía o ciclo carril unidireccional con vía o carril compartido (Municipalidad de Lima, 2017)

Las “intersecciones señalizadas” son las que tienen una señalización vertical y horizontal sin embargo no tienen semaforización. Existen dos posibles tipos de señalización en dichas intersección generalmente. Una en la cual se establece la prioridad del tipo de usuario; de los que pueden acceder por una vía sobre los que acceden por otra; o ambas formas a la vez. El segundo caso es en cual no se establece ninguna referencia sobre el ciclista y es en este caso donde este debe respetar las mismas normas que los vehículos.

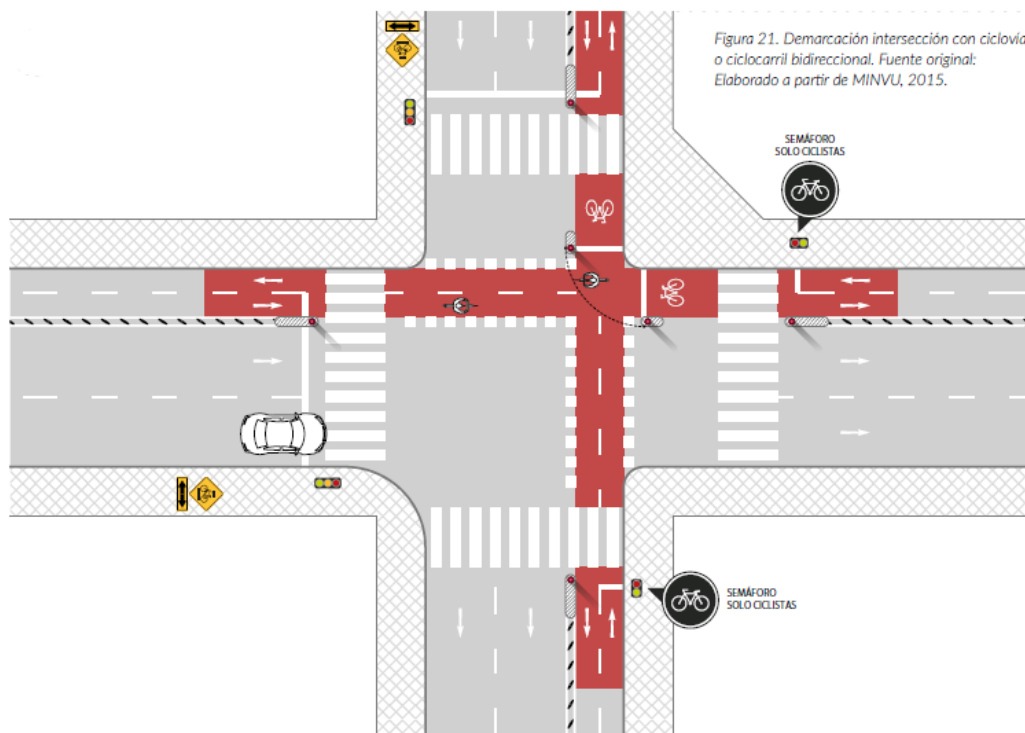


Figura N°44: Intersección señalizada (Municipalidad de Lima, 2017)

En las “intersecciones semaforizada” se tiene una alta intensidad de vehículos o una alta velocidad de tráfico. Una forma de facilitar el tráfico de bicicletas de acuerdo a el Manual Español (Pérez Senderos & Fernández, 1999) es “reprogramar las fases semafóricas con el fin de ajustarlas a las velocidades de circulación y arrancada de los ciclistas.”(p.73) Este manual también indica los siguientes acerca de las intersecciones semaforizada:

“Si la vía ciclista es del tipo acera-bici o pista-bici, las fases de las bicicletas pueden acompasarse parcia o totalmente con las de los viandantes, pero si, por el contrario, se trata de un carril-bici o los ciclistas comparten la calzada con el trafico general, las fases ciclistas corresponden a las del trafico motorizado.” (p.73)

Sea cual sea el caso de esta intersección en importante añadir a las luces de los semáforos otro tipo de proyección que sea fácil de entender y que indique el paso de los ciclistas.

Las “glorietas u óvalos” se sabe que generan una disminución de la velocidad por su propia forma circular y si bien este mecanismo ayuda a este fin genera un aumento en los accidentes en lo que relaciona con bicicletas. Esta es por su gran

complejidad de las maniobras de los vehículos motorizados esto debido a que los conductores tienen que prestar más atención en otros conductores y menos atención a ciclistas o peatones. (Pérez Senderos & Fernández, 1999)

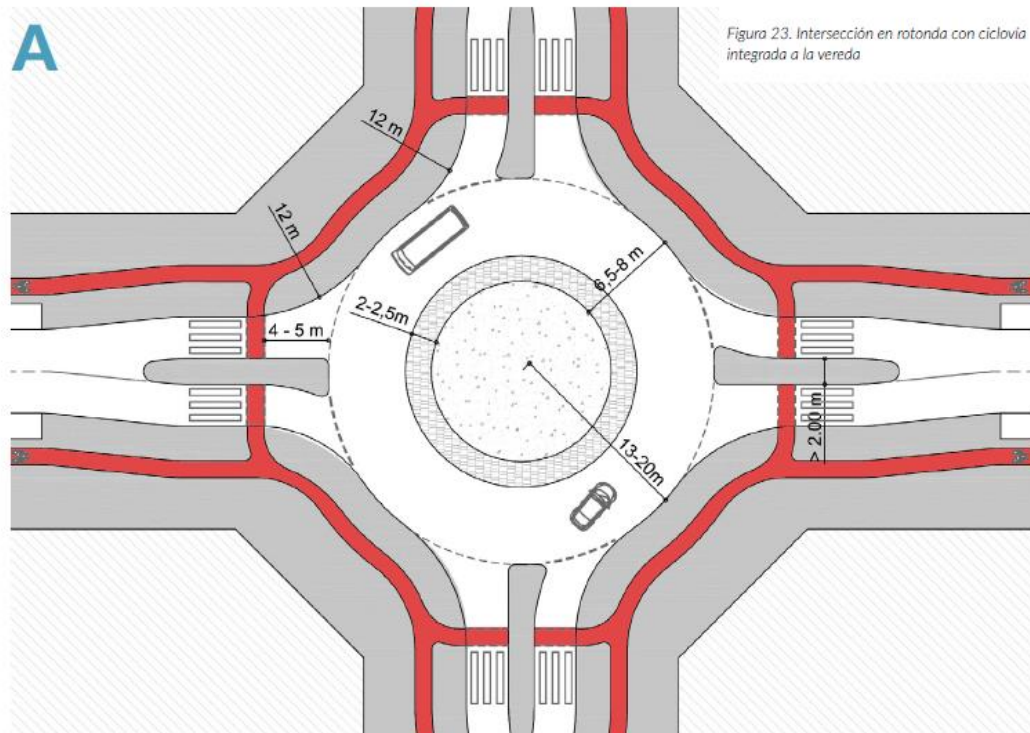


Figura N°45: Intersección en rotonda con ciclovía integrada a la vereda (Municipalidad de Lima, 2017)

Los “pasos a distinto nivel” se ejecutan cuando la relación intensidad/velocidad de los vehículos no son apropiados para una semaforización u óvalos. Es recién en estos casos que se puede considerar una solución de pasos a distinto nivel sea este por puente o túnel. La elección entre uno de estos dos va a depender de las condiciones del terreno, su disponibilidad, condiciones técnicas, costo de la obra entre otros. (Pérez Senderos & Fernández, 1999)

5.10 PAVIMENTO DE LAS CICLOVÍAS

Al momento de diseñar una calle para el uso de bicicletas debemos tomar en cuenta tres requisitos importantes: uniformidad de la superficie pavimentada, resistencia de arrastre y drenaje. Estos tres requisitos están muy relacionados con la pérdida de energía del ciclista y esto tiene que ver con la comodidad del mismo. Si un ciclista no se siente al andar por una calle lo más problema es que toma una ruta alterna. Estudios en el tema de pavimentos han demostrado que el usuario, es decir el ciclista, prefiere estos pavimentos en este orden: asfalto, concreto

armado, losas y pavimentos. Si se analiza este orden claramente es por su resistencia al arrastre y uniformidad. (Pérez Senderos & Fernández, 1999)

5.11 ESTACIONAMIENTO DE LAS BICICLETAS

El estacionamiento de bicicletas es crítico para que se promueva el uso de bicicletas en una ciudad de una forma indirecta. Existen muchas razones por las cuales una persona decide no usar su bicicleta aun así el lugar de su destino sea cerca y es por ello que el estacionamiento de las bicicletas no debe ser una de ellas. Las condiciones ideales para que un estacionamiento son las siguientes: el lugar debe ser seguro previniendo todo tipo de robo o actos de vandalismo; todo tipo de bicicletas debe ser posible de guardar en dichos estacionamiento con todo tipo de cadenas o candados, a esto se le llama polivalencia; estos estacionamientos deben estar cerca a destinos de los ciclista, como por ejemplo centros comerciales, universidades, parques etc.; deben ser estables ante el viento o pequeños movimientos involuntarios por parte de otros usuarios; deben ser cómodos para los usuarios su ingreso y salida; comodidad y bajo riesgo para el peatón.

CAPITULO VI: PROPUESTA DE CICLOVÍAS

Con la información recopilada anteriormente se plantea una propuesta técnica de ciclo vía basado en los distintos criterios encontrados en los manuales presentados en el marco teórico. Toda la información recopilada en campo se introduce dentro de la herramienta Arcgis y da como resultado planos con diferentes atributos que ayudan a tener claro los pasos que se usen para conseguir como resultado las ciclo vías. En las imágenes inferiores se encuentran dichos planos y se explican los motivos por lo cual se realizó cada uno de estos.

La Figura N°46 indica la zonificación del distrito y como se puede observar lo que predomina son zonas comerciales, residenciales y de salud.

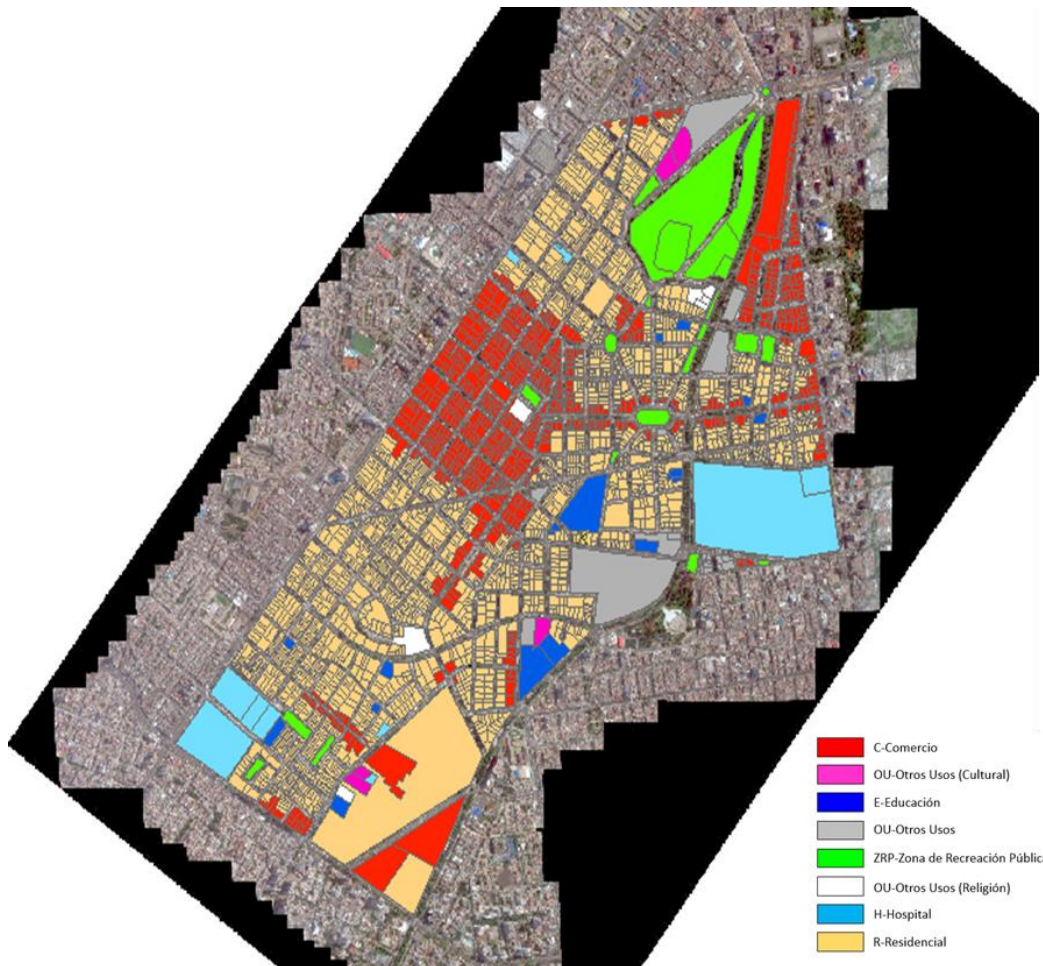


Figura N°46: Uso de suelos de Jesús María (Elaboración Propia)

La Figura N°47 indica la **tipología del distrito**, esto significa que tipo de vía tiene el distrito: **arterial, colectora, expresa o local**. Como se observa, lo que predomina son las vías locales, después de ello las vías colectoras que alimentan las arteriales y finalmente hay una vía expresa que en esta caso es la av. La Marina.

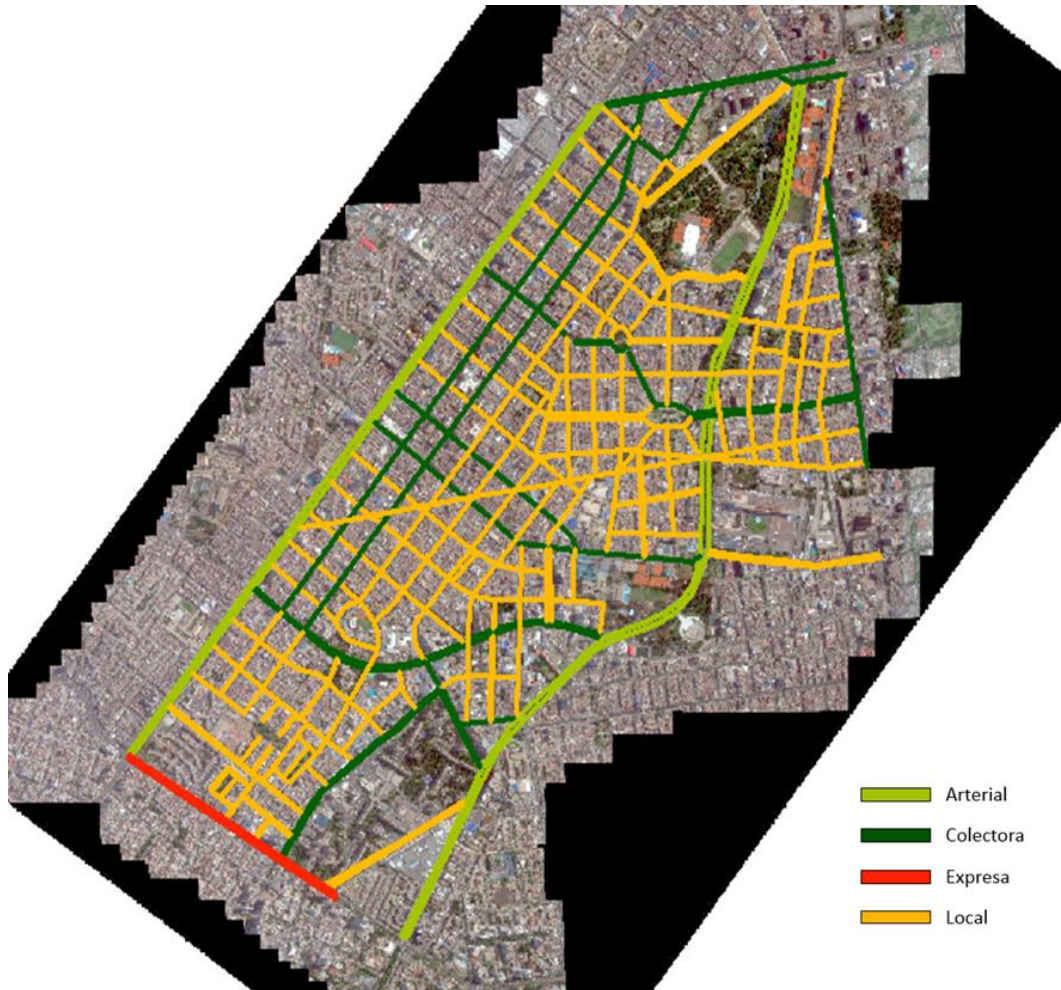


Figura N°47: Tipología de vías (Fuente Propia)

En la Figura N°48 se idéntica la **cantidad de carriles por cada calzada**, esto con la finalidad de identificar donde existe espacio suficiente para trazar la ciclovía más cómoda posible si afectar mucho el tránsito de vehículos motorizados.



Figura N°48: cantidad de carriles por vía (Elaboración Propia)

En la Figura N°49 se observa el **ancho de retiro** que tiene cada vía, por retiro significa el ancho libre que se tiene después de la vereda que pertenece a la municipalidad que puede ser modificado parcialmente o completamente a ciclo vía.

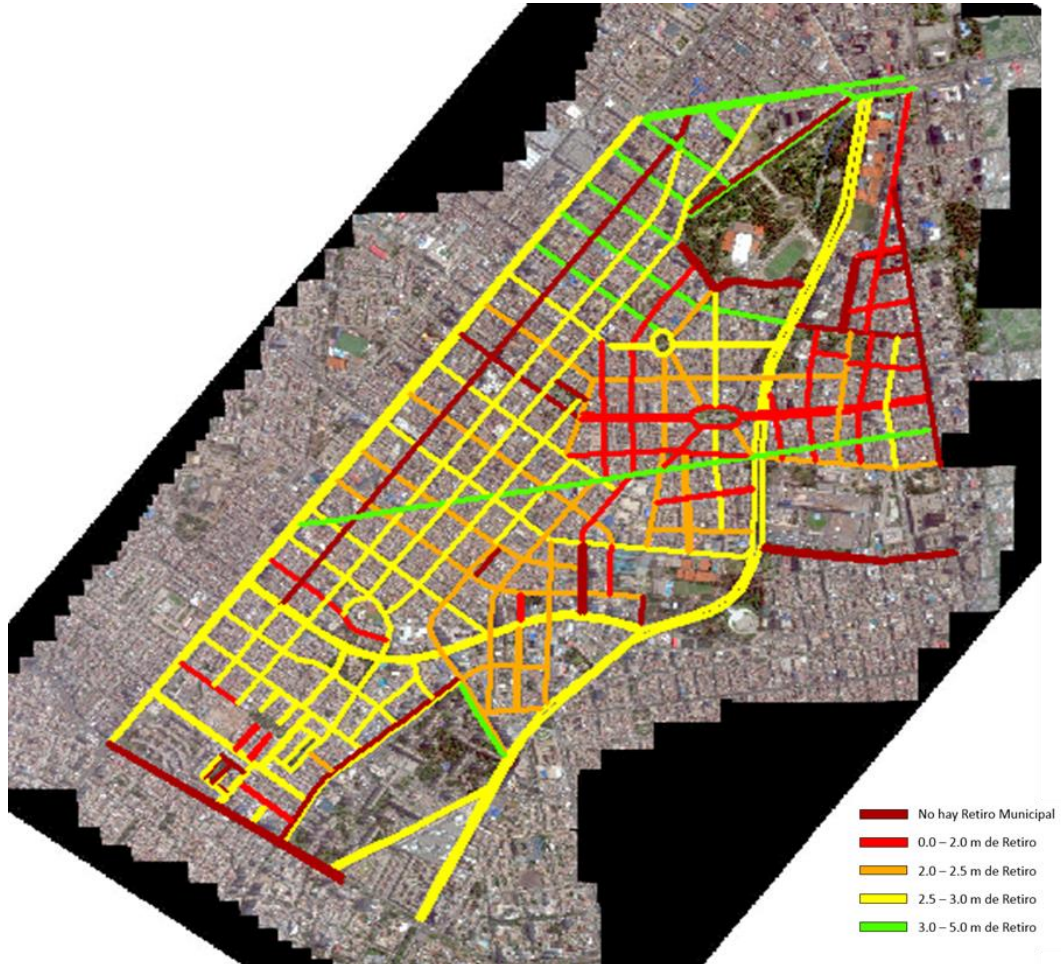


Figura N°49: Distancia en metros del retiro municipal (Elaboración Propia)

En la Figura N°50 se observa **si cada una vía tiene uno o dos retiros municipales o si no tiene retiro**. En la leyenda se identifican cuatro parámetros: no existe retiro municipal; sí existe retiro, en ambos dirección; sí existe un solo retiro, en una sola dirección; y sí existen dos retiro, en una sola dirección.



Figura N°50: Cantidad de retiros (Elaboración Propia)

Para obtener el **mapa de deseos** se identifican primero los polos con mayor flujo de personas y en base a estos se trazan líneas directas entre estos para identificar las posibles rutas por donde van a pasar las nuevas ciclovías. Como se observa en la Figura N°51 los polos se encuentran en: Campo de Marte, Mercado San José, Real Plaza Salaverry, Residencial San Felipe entre otros.



Figura N°51: Mapa de deseos (Posibles origen-destino)- trazos de rutas directas (color amarillo)
(Elaboración Propia)

Para obtener la **red teórica** se trazan en base al mapa de deseos de acuerdo a una serie de criterios; así como el hecho que existen ciclovías existente; y también el hecho que la av. San Felipe era un trazo de la propuesta de plan maestro de ciclovías de Lima. Se consideró también la tipología de las vías debido a que en las vías arteriales y colectoras las ciclovías son más adecuadas.

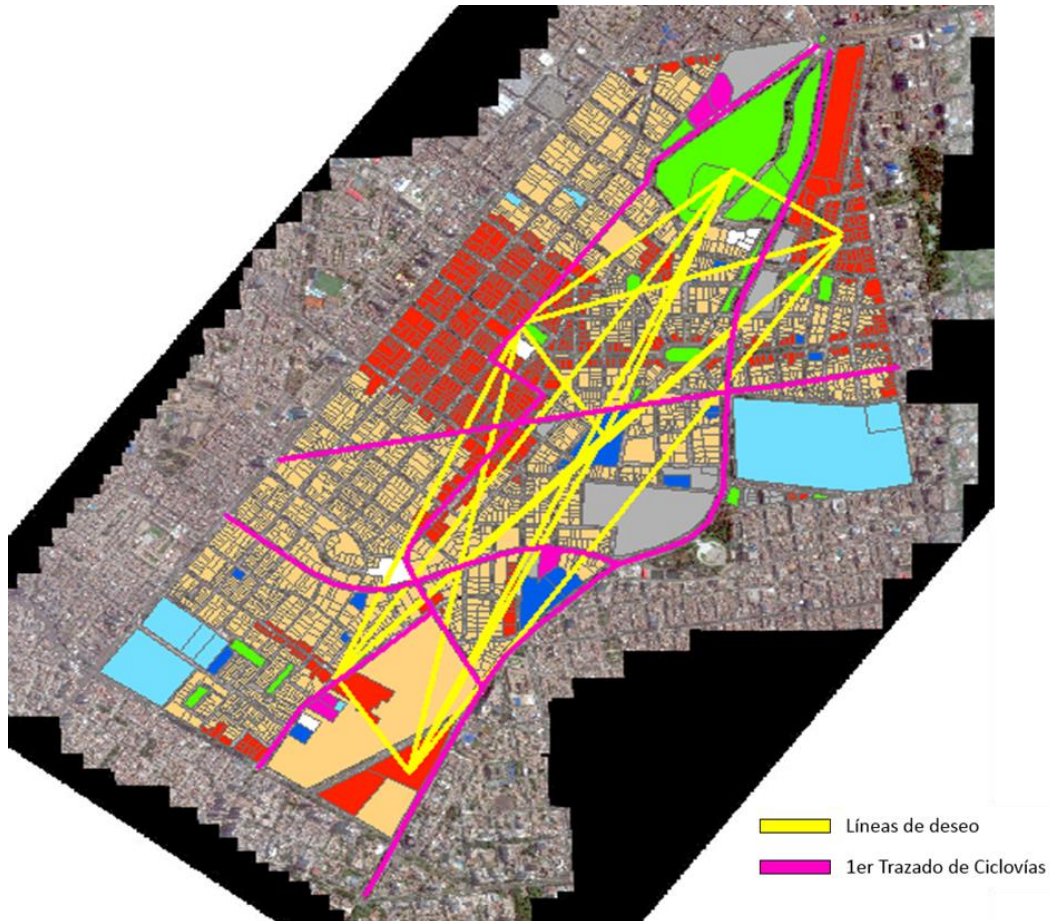


Figura N°52: Red Teórica- en color rosado se plantea el primer trazado (1er trazado) de ciclovía
(Elaboración Propia)

Con la tipología se realizaron trazos adicionales en las vías colectoras y arteriales.



Figura N°53: Red teórica- trazos adicionales con color verde (Elaboración Propia)

Se analizaron los mapas anteriores sobre el ancho del carril, cantidades de carriles, etc para no afectar mucho el flujo vehicular. Finalmente, queda la propuesta de ciclovías el siguiente mapa.

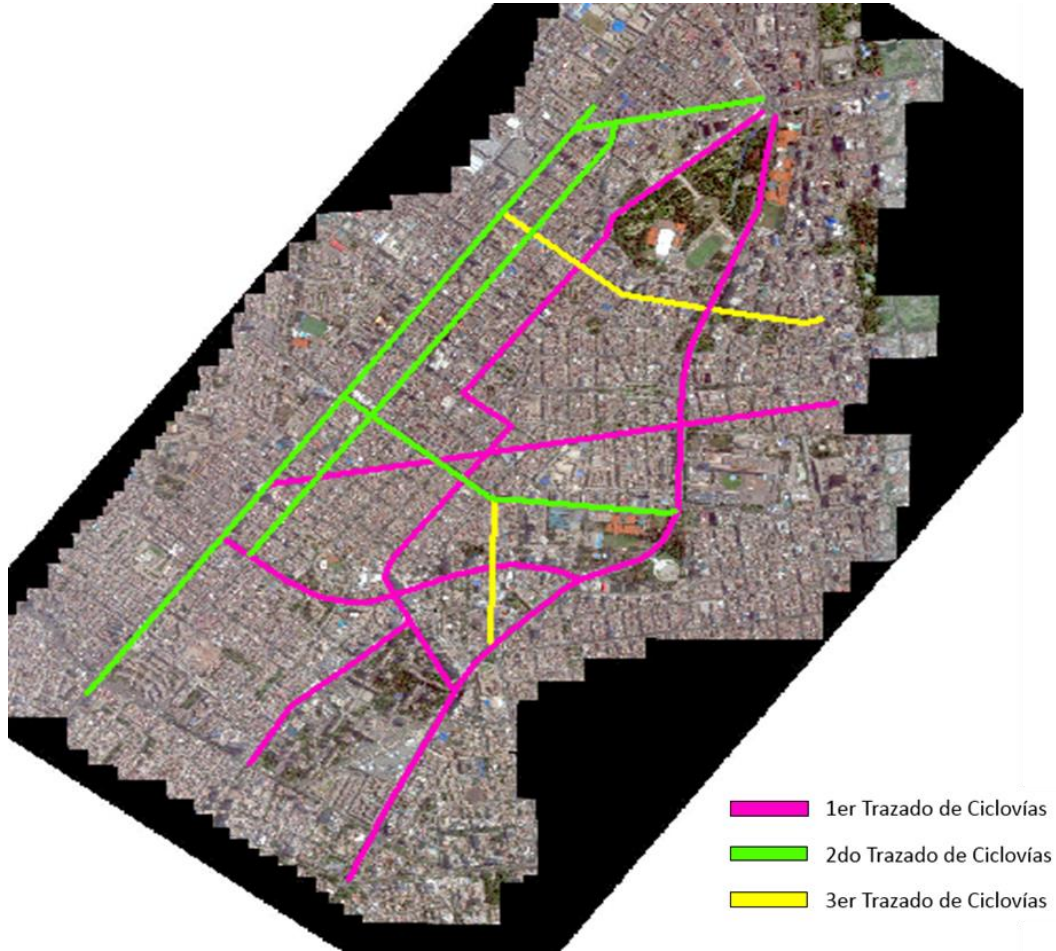


Figura N°54: Red teórica- propuesta de ciclovías (Elaboración Propia)

Concluyendo la etapa del trazado se explica el resumen del por qué de cada uno de los trazos enumerados.



Figura N°55: 12 trazos de ciclovía en Jesús María (Elaboración Propia)

1. Trazo 1

- a. Es una vía arterial
- b. Se intersecta con dos vías arteriales (av. Brasil y av. Salaverry)
- c. Esta vía conecta al distrito de cercado de lima
- d. Existen 3 carriles y tiene un retiro municipal mayor a 2 m lo cual da espacio para la construcción de una ciclovía

2. Trazo 2

- a. Une un polo comercial del este con el parque más grande del distrito Campo de Marte
- b. Penetra todo el distrito desde la av. Salaverry hasta la av. Brasil
- c. Esta vía tiene dos partes, una con 2 carriles y una con 3 carriles, en la de 3 carriles se puede ejecutar la ciclovía y en la parte con 2 carriles se usara el retiro municipal

3. Trazo 3
 - a. Debido a que es una vía arterial
 - b. Esta vía conecta varios distritos
 - c. Tiene los suficientes carriles para hacer una ciclovía
 - d. El extremo norte de la avenida que llega hasta el ovalo Bolognesi se podría conectar con el metropolitano
 - e. El extremo se conectaría con la ciclovía que va por la costa verde
4. Trazo 4
 - a. Debido a que es una vía arterial
 - b. Existe los suficientes carriles para hacer una ciclovía
 - c. Da acceso a que las viviendas que se encuentren en suroeste del distrito se conecten con el polo comercial de San José
 - d. Es una alternativa más tranquila a la de la ciclovía en la av. Brasil para los vecinos que quieren trasladarse una menor distancia
5. Trazo 5 y 10
 - a. Estas dos vías unen varios polos los cuales con: la residencial San Felipe, el Colegio Fanning, centro comercial San José y el campo de Marte
 - b. Existe el retiro municipal suficiente para para una ciclovía
 - c. El trazo 10 es una vía colectora
6. Trazo 6 y 7
 - a. Ambos trazos son ciclovías existentes
7. Trazo 8
 - a. Debido a que es una vía colectora
 - b. Existe el retiro municipal suficiente para hacer una ciclovía
 - c. Conecta el los extremos de Jesús María (av. Brasil y av. Salaverry)
8. Trazo 9
 - a. Tiene 3 carriles lo cual le da espacio para una ciclovía
 - b. Conecta la av. Salaverry con el núcleo de las ciclovías de donde se pueden trasladar a cualquier lugar con bicicletas
9. Trazo 11
 - a. Debido a que es una vía colectora
 - b. El plan maestro de ciclovías de Lima del 2005 indicaba que debía ser una ciclovía
 - c. Conecta los extremos del distrito

- d. Existe espacio en el medio de la pista para mover los carriles y hacer una ciclovía en uno de los lados

10. Trazo 12

- a. Debido a que es vía colectora
- b. Pasa por una zona comercial incentivando el comercio
- c. Existe el retiro municipal para una ciclovía

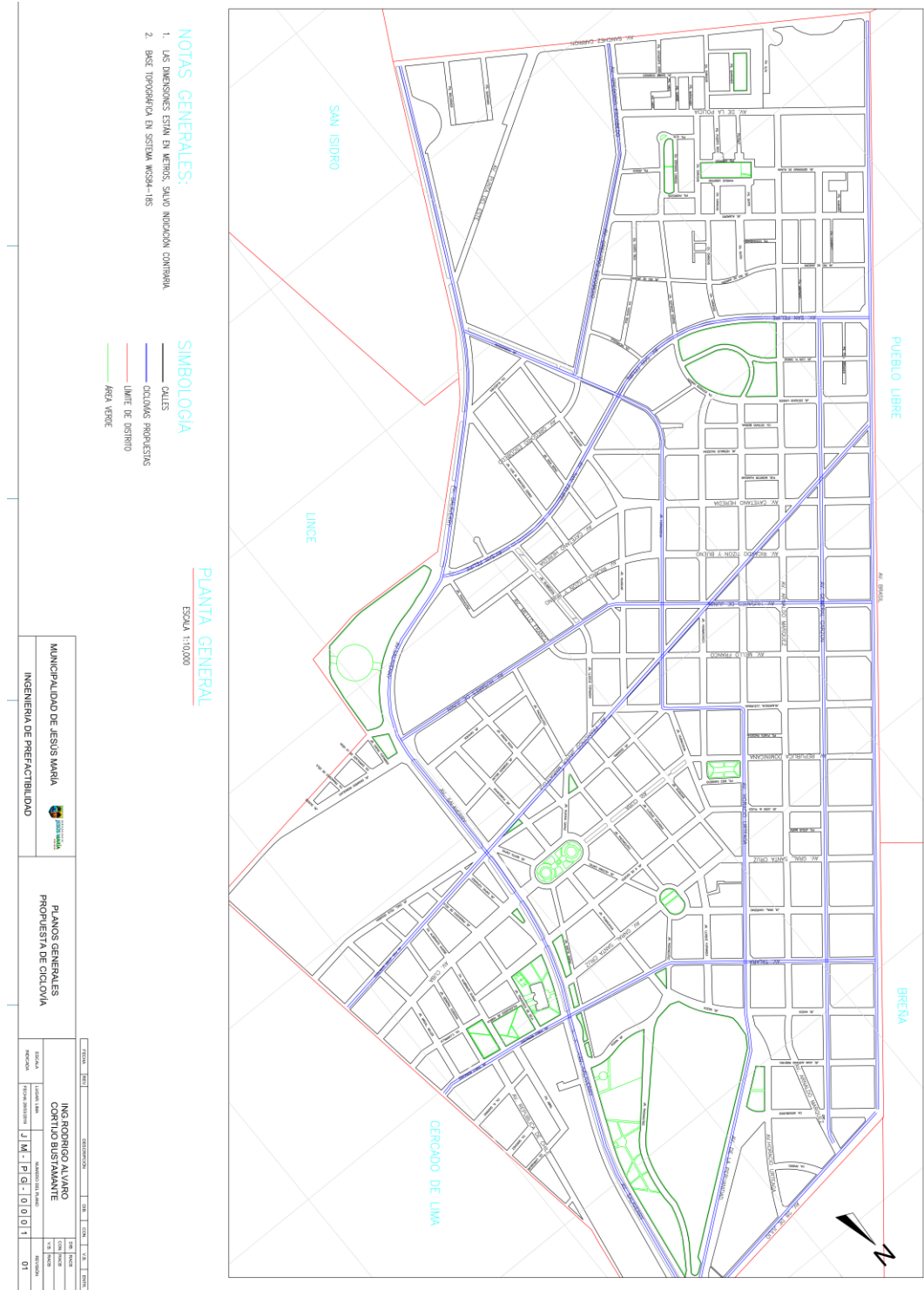


Gráfico N°12: Propuesta de ciclovía para Jesús María

CAPITULO VII: SIMULACIÓN DE SISTEMA VÍAL

Para la simulación de la red vial del distrito de Jesús María se utilizó el software de macrosimulación de transporte PTV Visum. En este software se introdujo la red vial de Lima Metropolitana así como los datos de origen destino de la población. Con esta información ingresada en el software más las modificaciones propuestas en esta tesis se simula la red para analizar cómo varían los niveles de servicio en una vía en el distrito de Jesús María.

7.1 PARÁMETROS

El software PTV Visum usa una serie de parámetros y condiciones de contorno que se explicaran en esta sección. Estos se basan en el Plan Maestro de Transporte Urbano, para el Área Metropolitana de Lima y Callao del año 2004 realizado por Jica; y en la condiciones finales de ciclovía propuestas por esta tesis.

En el estudio elaborado por La Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) en el 2004 se establecieron una serie de zonas de las cuales se realizaron encuestas para contar cuantos vehículos motorizados y no motorizados se trasladaban de un punto a otro. Se usaron estas zonas casi en su totalidad para el modelo utilizado en este trabajo. La razón por la cual se utilizaron estas zonas es debido a que no se puede observar el comportamiento de un solo distrito aislado debido a que la ciudad en su totalidad interviene en este.

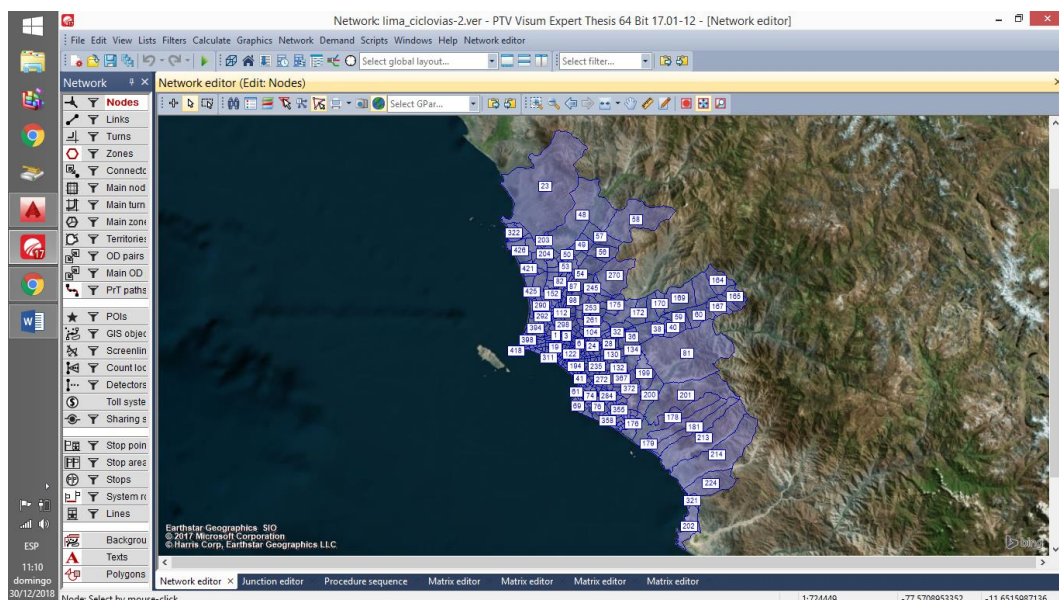


Figura N°56: Zonas establecidas en el modelo a nivel de Lima Metropolitana (Elaboración Propia)
Como se puede observar en la figura inferior, en el distrito de Jesús María las zonas ubicadas fueron las zonas 119,121 123,124 y 125.

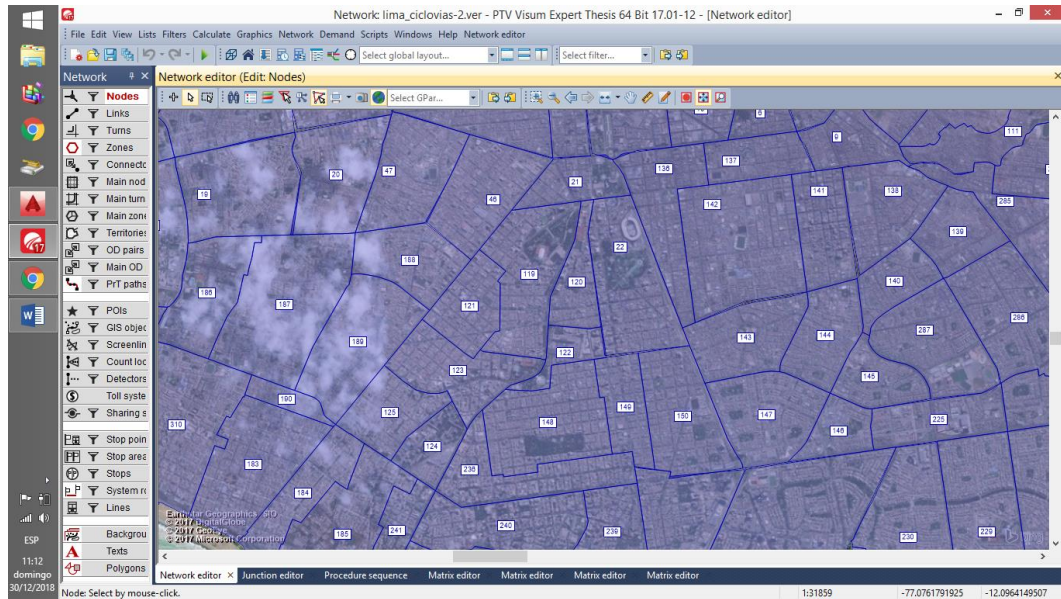


Figura N°57: Zonas dentro del distrito de Jesús María (Elaboración Propia)

El estudio de JICA del 2004 incluía una serie de datos que en su conjunto forman las matrices origen destino. Las matrices que se usaron fueron la de los vehículos particulares (la suma de taxi + vehículos personales), vehículos pesados, vehículos públicos y bicicletas. Como se ve en la figura inferior estos valores fueron **multiplicados por un factor** debido a que del 2004 a la fecha los valores han variado.

Name	Sum	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	349.77	86.52	2.70	2.40	0.00	0.00	0.00	0.15	0.54	0.12	0.15	0.84	0.18	0.27	0.66	1.41	0.	
2	4385.04	26.47	493.05	437.31	0.42	2.19	2.46	7.14	29.49	3.39	11.97	27.09	6.60	11.91	24.06	51.45	12	
3	2901.15	19.93	329.86	291.54	0.27	1.44	1.65	4.83	19.59	2.31	7.92	18.03	4.39	7.98	15.93	34.02	8	
4	19.32	0.09	0.90	0.81	0.03	0.12	0.12	0.06	0.21	0.00	0.09	0.18	0.06	0.09	0.15	0.33	0.	
5	469.95	2.10	20.34	18.12	0.51	2.82	3.15	1.14	4.65	0.54	1.86	4.26	1.02	1.86	3.75	8.07	2.	
6	136.17	0.60	5.94	5.25	0.18	0.81	0.90	0.33	1.35	0.15	0.54	1.23	0.30	0.54	1.08	2.34	0.	
7	423.01	0.87	1.58	1.80	0.00	0.03	0.03	5.01	19.83	2.01	3.72	8.55	1.05	2.88	5.76	10.98	2.	
8	1490.40	3.54	5.85	5.19	0.00	0.09	0.09	14.04	58.11	6.51	11.10	25.17	3.15	8.55	17.13	32.25	8.	
9	424.47	0.99	1.65	1.47	0.00	0.03	0.03	4.02	16.53	2.01	3.15	7.20	0.93	2.49	4.86	9.18	2.	
10	945.26	2.01	5.13	4.53	0.00	0.09	0.09	5.34	21.90	2.49	20.97	47.46	2.91	5.67	11.52	25.68	6.	
11	998.10	1.95	5.04	4.47	0.00	0.09	0.09	5.34	21.54	2.49	20.73	46.80	2.89	5.67	11.37	25.44	6.	
12	77.88	0.21	0.60	0.57	0.00	0.00	0.00	0.36	1.38	0.15	0.66	1.44	0.68	1.05	2.04	2.98	0.	
13	1565.40	2.37	7.71	6.84	0.03	0.15	0.15	7.08	28.50	3.33	8.61	19.50	6.84	71.52	143.85	63.69	15	
14	610.08	0.93	3.06	2.70	0.00	0.06	0.06	2.64	11.25	1.35	3.36	7.71	2.73	27.99	56.76	24.99	6.	
15	1122.33	2.13	6.93	6.15	0.00	0.12	0.15	4.98	19.95	2.28	8.10	18.42	4.11	13.38	26.82	69.15	17	
16	979.02	1.89	6.24	5.58	0.00	0.09	0.12	4.32	17.91	2.04	7.29	16.56	3.69	11.91	24.24	51.77	15	
17	1847.61	7.11	61.23	54.60	0.18	1.05	1.20	4.74	19.68	2.28	7.98	18.15	4.20	8.10	16.26	33.42	8.	
18	1744.20	6.72	57.93	51.27	0.18	0.99	1.11	4.56	18.63	2.10	7.53	17.10	3.99	7.59	15.36	31.65	7.	
19	1841.55	7.11	61.23	54.60	0.18	1.02	1.17	4.74	19.68	2.28	7.98	18.06	4.20	8.10	16.14	33.42	8.	
20	283.74	0.69	5.88	5.13	0.00	0.09	0.09	0.83	3.87	0.45	1.59	3.57	0.81	1.59	3.21	6.54	1.	
21	1369.81	3.21	27.33	24.27	0.09	0.45	0.54	4.41	18.09	2.07	7.35	16.74	3.81	7.53	15.15	30.45	7.	
22	1224.39	3.12	9.66	8.61	0.03	0.18	0.18	3.87	15.87	1.80	6.15	13.98	3.15	6.30	12.60	25.23	6.	
23	1425.60	3.63	11.22	9.99	0.03	0.18	0.24	4.47	18.48	2.10	7.20	16.32	3.66	7.29	14.64	29.31	7.	
24	443.64	0.90	7.56	6.78	0.03	0.12	0.15	1.53	6.24	0.69	2.52	5.76	1.29	2.64	5.25	10.29	2.	
25	403.33	0.99	9.34	7.44	0.03	0.15	0.18	1.65	6.81	0.75	2.79	6.33	1.41	2.82	5.79	11.31	2.	
26	842.67	1.71	14.55	12.96	0.06	0.24	0.27	2.88	11.91	1.35	4.86	11.04	2.43	4.98	10.08	19.74	4.	
27	924.39	2.07	1.14	1.02	0.00	0.00	0.00	0.84	3.36	0.39	0.93	2.10	0.54	0.60	1.17	2.46	1.	
28	3235.71	3.48	3.12	2.79	0.00	0.06	0.06	1.11	4.50	0.51	1.83	4.14	1.83	1.44	2.91	5.58	4.	
29	1862.54	3.99	1.59	1.41	0.00	0.03	0.03	1.20	4.80	0.54	1.35	3.03	0.78	0.96	1.98	4.05	2.	
30	1190.52	2.70	1.47	1.29	0.00	0.00	0.03	1.08	4.47	0.51	1.32	3.00	0.72	0.81	1.65	3.45	1.	
31	953.13	2.43	1.41	1.26	0.00	0.00	0.03	0.69	2.94	0.42	1.26	4.44	0.81	1.41	2.85	5.91	2.	
32	2113.14	3.69	4.05	3.60	0.00	0.06	0.06	0.09	1.47	6.00	0.78	2.55	9.00	2.01	2.46	6.00	12.63	3.

Figura N°58: Matriz origen destino usada en el modelo para vehículos particulares (Elaboración Propia)

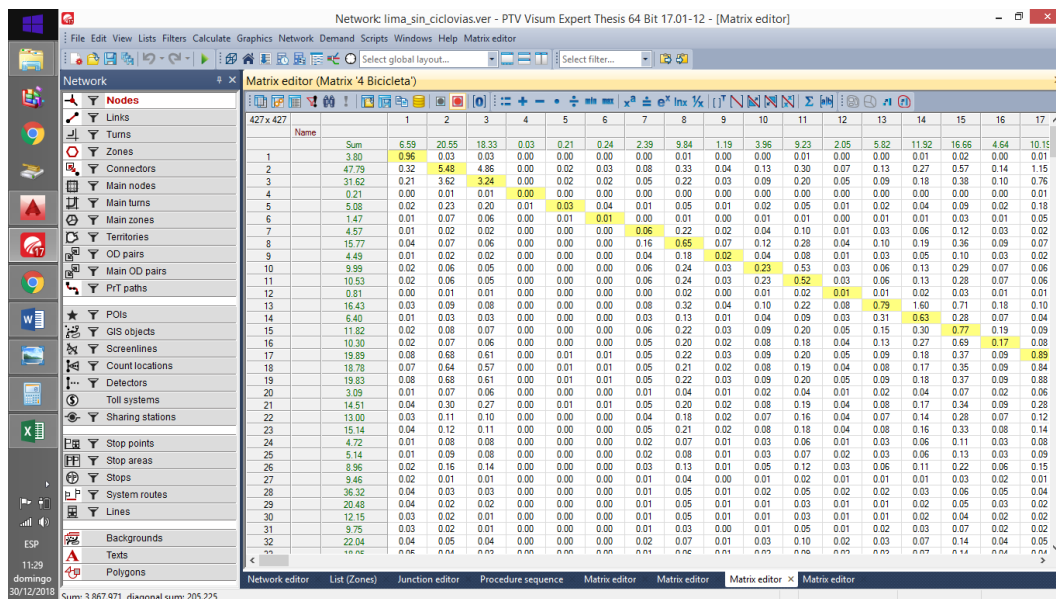


Figura N°61: Matriz origen destino usada en el modelo para bicicletas (Elaboración Propia)

Se observa en la Figura N°62 las vías de Lima Metropolitana. Esta información se importó de open Street a nivel Lima Metropolitana. Es importante mencionar las vías contienen una serie de información como por ejemplo que tipo de vehículos pasan por dicha vía, la velocidad promedio, el comportamiento en las intersecciones, entre otros aspectos.

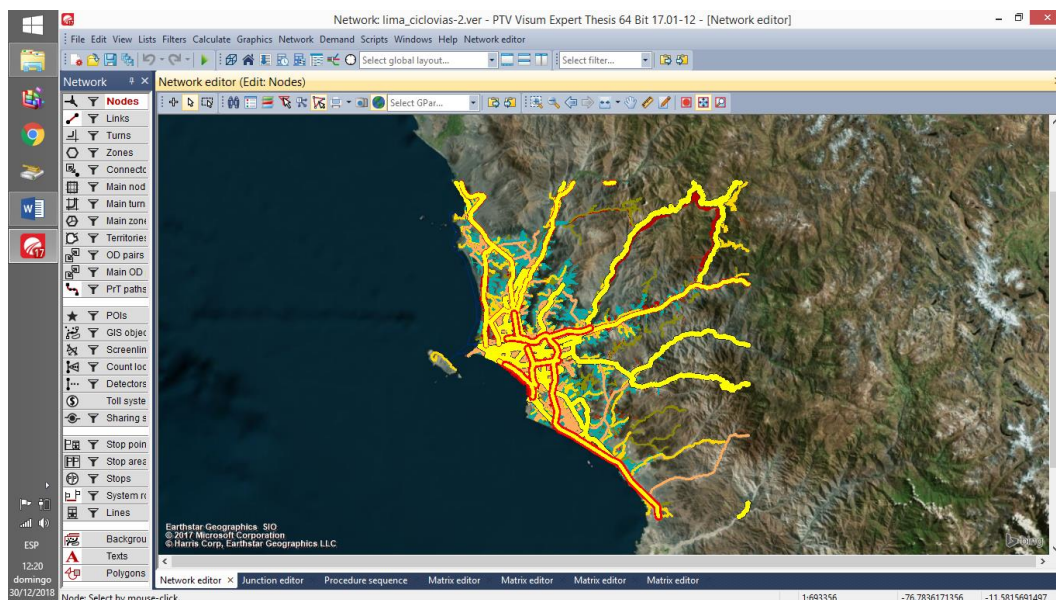


Figura N°62: Red vial utilizada en el modelo a nivel de Lima metropolitana (Elaboración Propia)

Las vías en distrito de Jesús María se ajustaron de acuerdo a los distintos escenarios. En el primer escenario se simulación tal cual como se importó del open Street. En el segundo escenario, en las vías vehiculares donde se trazaron

las ciclovías se separaron por donde se trasladaba el ciclista. Es decir, en las vías vehiculares solo se trasladaban vehículos motorizados y en las ciclovías solo ciclistas.

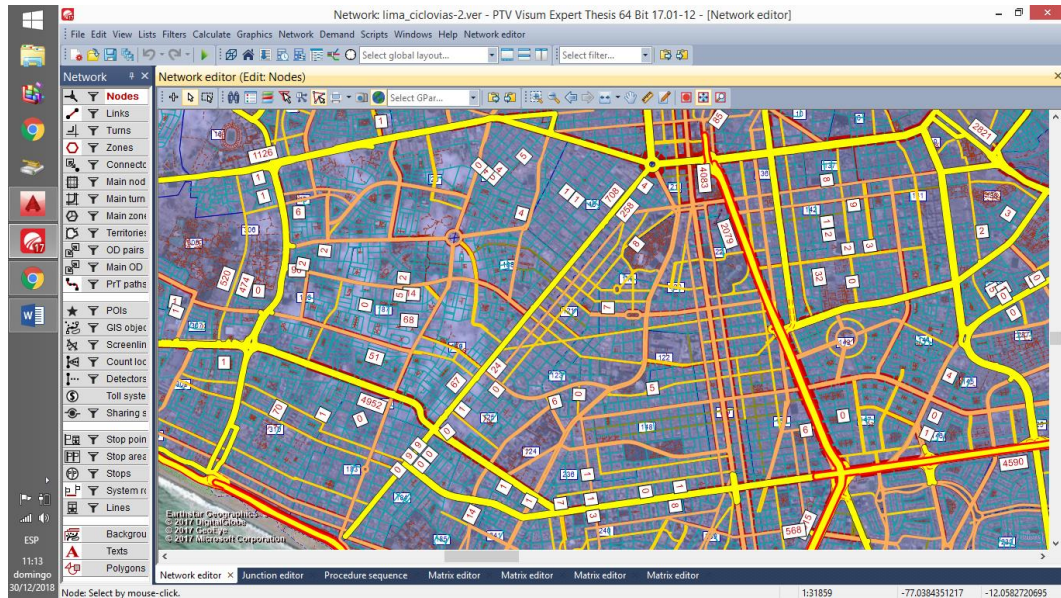


Figura N°63: Red vial utilizada en el modelo a nivel de Jesús María (Elaboración Propia)

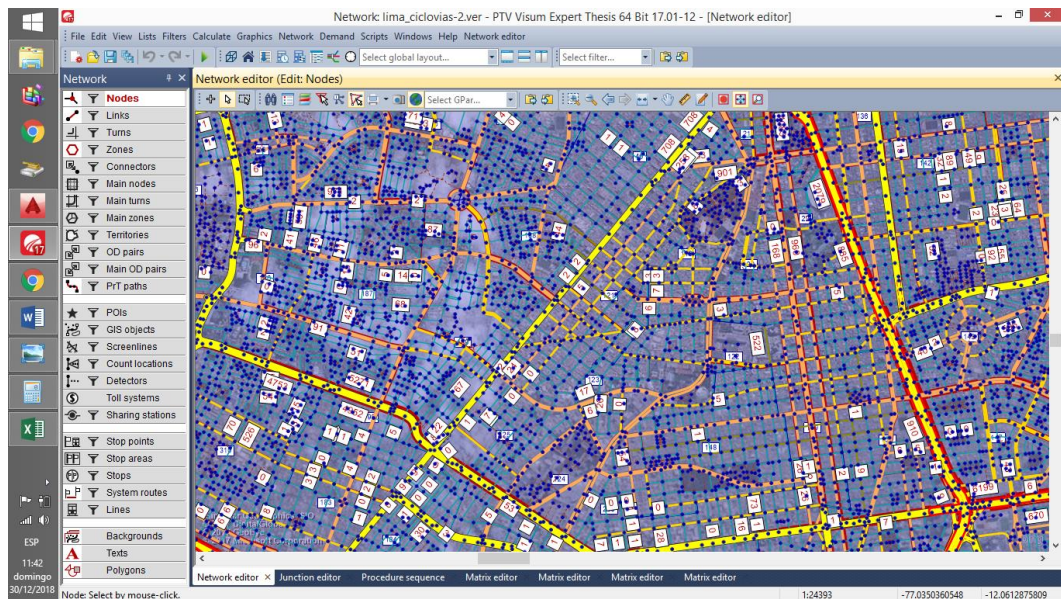


Figura N°64: Nodos utilizados en el modelo a nivel de Jesús María (Elaboración Propia)

Las 427 zonas se conectaron con las distintas vías de Lima Metropolitana como se observa en la figura inferior.

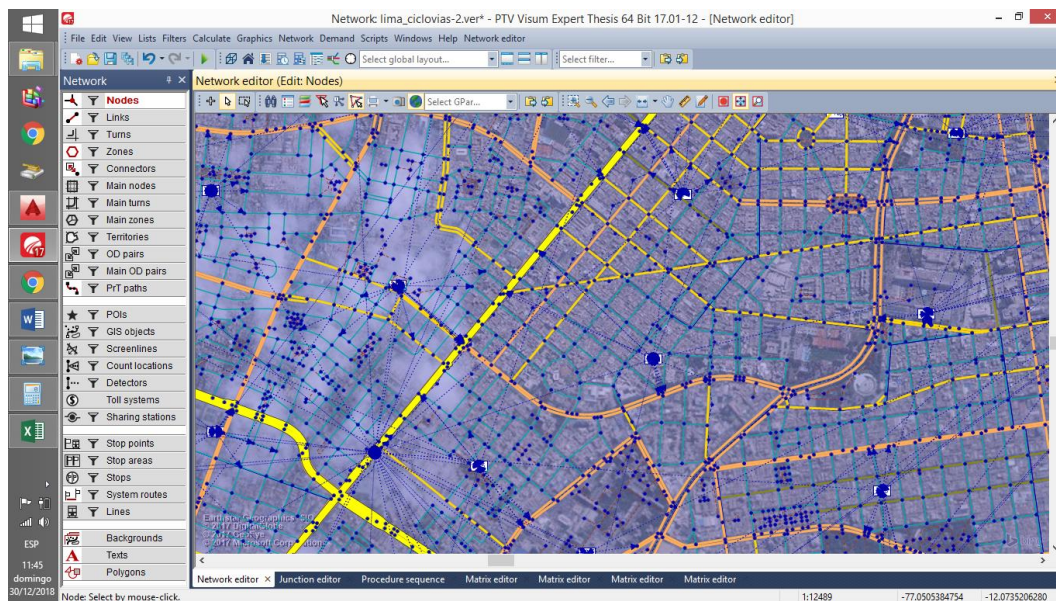


Figura N°65: Conectores utilizados en el modelo a nivel de Jesús María (Elaboración Propia)

The screenshot shows the 'List (Links)' window in PTVisum, displaying a table of link attributes. The table has the following columns: Number, No, FromNodeNo, ToNodeNo, TypeNo, TsysSet, Length, NumLanes, CapPrt, VOPt, VoVehPrt(AP), VoPersPuT(AP), VoPersWithoutWalkPuT(AP), OSM_ELECTRIFIED, and OSI. The table contains 86 rows of data, representing individual links in the network model.

Number	No	FromNodeNo	ToNodeNo	TypeNo	TsysSet	Length	NumLanes	CapPrt	VOPt	VoVehPrt(AP)	VoPersPuT(AP)	VoPersWithoutWalkPuT(AP)	OSM_ELECTRIFIED	OSI
53	27	23	24	39	BUS,CAR,HGV	0.134km	1	1000	40km/h				0	
54	27	24	23	39	BUS,CAR,HGV	0.134km	1	1000	40km/h				0	
55	28	25	103768	60	BIKE,BUS,CAR,HGV,PED	0.068km	2	800	70km/h				0	
56	28	103768	25	60	BIKE,BUS,CAR,HGV,PED	0.068km	2	800	70km/h				0	
57	29	95869	103768	60	BIKE,BUS,CAR,HGV,PED	0.019km	2	800	70km/h				0	
58	29	103768	95869	60	BIKE,BUS,CAR,HGV,PED	0.019km	2	800	70km/h				0	
59	30	95868	165551	60	BIKE,BUS,CAR,HGV,PED	0.009km	2	800	70km/h				0	
60	30	165551	95868	60	BIKE,BUS,CAR,HGV,PED	0.009km	2	800	70km/h				0	
61	31	26	165551	60	BIKE,BUS,CAR,HGV,PED	0.039km	2	800	70km/h				0	
62	31	165551	26	60	BIKE,BUS,CAR,HGV,PED	0.039km	2	800	70km/h				0	
63	32	27	28	75	BIKE,PED	0.197km	1	9999	4km/h				0	
64	32	28	27	75	BIKE,PED	0.197km	1	9999	4km/h				0	
65	33	20	77136	31	BUS,CAR,HGV	0.109km	2	2600	100km/h				0	
66	33	77136	20	31	BUS,CAR,HGV	0.109km	2	2600	100km/h				0	
67	34	29	77136	31	...	0.007km	2	2600	100km/h				0	
68	34	77136	29	31	BUS,CAR,HGV	0.007km	2	2600	100km/h				0	
69	35	30	80831	19	BUS,CAR,HGV	0.081km	2	1200	80km/h				0	
70	35	80831	30	19	BUS,CAR,HGV	0.081km	2	1200	80km/h				0	
71	36	80831	95869	19	BUS,CAR,HGV	0.064km	2	1200	80km/h				0	
72	36	95869	80831	19	...	0.064km	2	1200	80km/h				0	
73	37	31	95869	19	...	0.021km	2	1200	80km/h				0	
74	37	95869	31	19	BUS,CAR,HGV	0.021km	2	1200	80km/h				0	
75	38	32	80828	19	BUS,CAR,HGV	0.039km	2	1200	80km/h				0	
76	38	80828	32	19	...	0.039km	2	1200	80km/h				0	
77	39	33	80828	19	...	0.199km	2	1200	80km/h				0	
78	39	80828	33	19	BUS,CAR,HGV	0.199km	2	1200	80km/h				0	
79	40	34	95880	19	BUS,CAR,HGV	0.034km	2	1200	80km/h				0	
80	40	95880	34	19	...	0.034km	2	1200	80km/h				0	
81	41	35	95880	19	...	0.238km	2	1200	80km/h				0	
82	41	95880	35	19	BUS,CAR,HGV	0.238km	2	1200	80km/h				0	
83	42	36	36	19	...	0.160km	2	1200	80km/h				0	
84	42	36	35	19	BUS,CAR,HGV	0.160km	2	1200	80km/h				0	
85	43	37	95882	19	BUS,CAR,HGV	0.150km	2	1200	80km/h				0	
86	43	95882	37	19	...	0.150km	2	1200	80km/h				0	

Figura N°66: Atributos de cada uno de los links o vías (Elaboración Propia)

Como se observa en la Figura N°67, se simuló con el método de convergencia *Equilibrium Lohse* con 10 iteraciones.

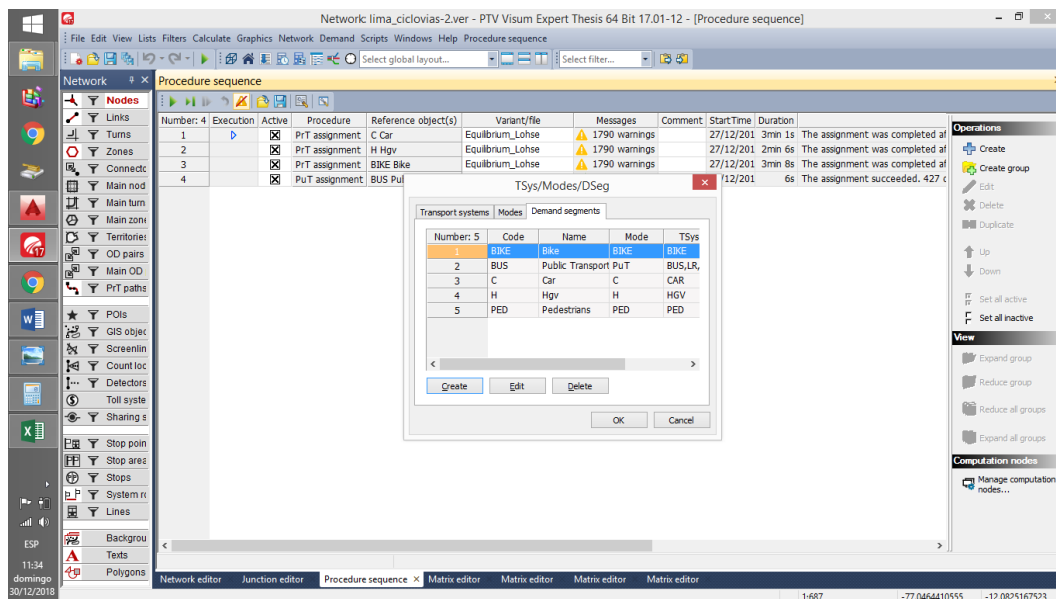


Figura N°67: Forma de modelación de cada matriz (Elaboración Propia)

Los parámetros que se utilizaron en este método fueron los que indica la Figura N°68.

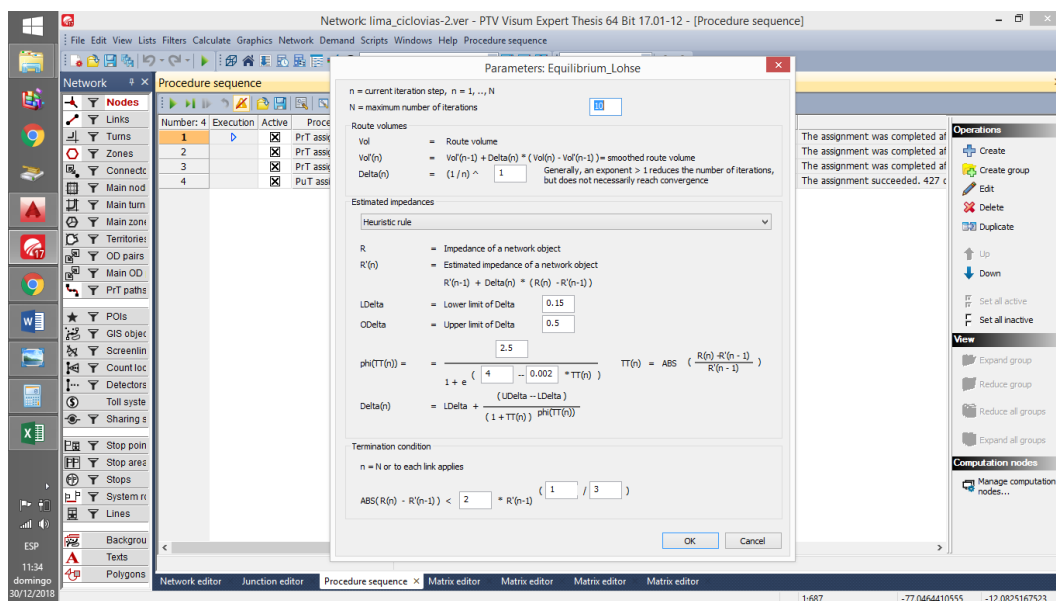


Figura N°68: Parámetros de la forma de simulación Lohse (Elaboración Propia)

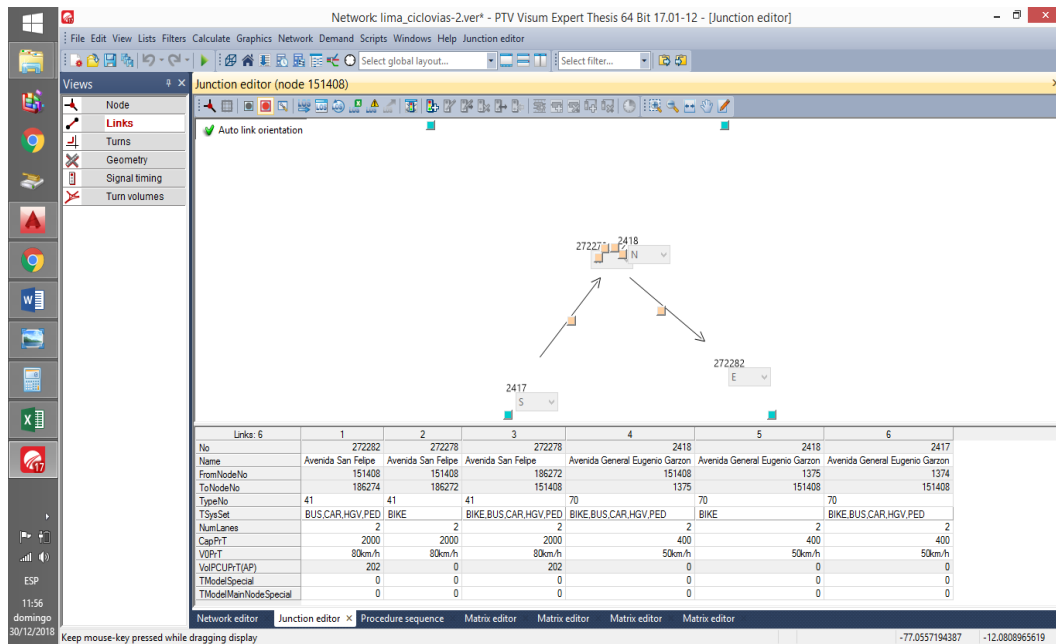


Figura N°69: Atributos de cada uno de los nodos o intersección (Elaboración Propia)

7.2 CASOS DE SIMULACIÓN

Los casos que fueron simulados fueron en total ocho (10).

Caso 1: EL sistema vial sin ninguna alteración de lo importado de Open Street

Caso 2: El sistema vial con ciclovías de acuerdo a los 12 trazos realizados

Caso 3: EL sistema vías con ciclovías y multiplicando la matriz origen destino de bicicletas por 200%

Caso 4: EL sistema vías con ciclovías y multiplicando la matriz origen destino de bicicletas por 1000%

Caso 5: EL sistema vías con ciclovías y multiplicando la matriz origen destino de vehículos particulares por 99%

Caso 6: EL sistema vías con ciclovías y multiplicando la matriz origen destino de vehículos particulares por 98%

Caso 7: EL sistema vías con ciclovías y multiplicando la matriz origen destino de vehículos particulares por 95%

Caso 8: EL sistema vías con ciclovías y multiplicando la matriz origen destino de vehículos particulares por 93%

Caso 9: EL sistema vías con ciclovías y multiplicando la matriz origen destino de vehículos particulares por 91%

Caso 10: EL sistema vías con ciclovías y multiplicando la matriz origen destino de vehículos particulares por 90%

Tabla N°17: Casos de simulación (Elaboración Propia)

Casos	Ciclovías	Factor multiplicador	Matriz a multiplicar	Vía a evaluar
1	Sin Ciclovías	0	--	San Felipe
2	Con Ciclovías	0	--	San Felipe
3	Con Ciclovías	2	Bicicletas	San Felipe
4	Con Ciclovías	10	Bicicletas	San Felipe
5	Con Ciclovías	0.99	Carro	San Felipe
6	Con Ciclovías	0.98	Carro	San Felipe
7	Con Ciclovías	0.95	Carro	San Felipe
8	Con Ciclovías	0.93	Carro	San Felipe
9	Con Ciclovías	0.91	Carro	San Felipe
10	Con Ciclovías	0.9	Carro	San Felipe

7.3 MEDICIÓN DE CAMPO Y CALIBRACIÓN DE MATRIZ ORIGEN DESTINO

Para poder calibrar los valores de las matrices origen destino se hicieron una serie de mediciones vehiculares en cinco puntos distintos alrededor del distrito.

Los siguientes días se midió en campo el flujo vehicular:

Tabla N°18: Fechas de medición en campo (Elaboración Propia)

Fechas	Puntos
23/08/2018	Punto 1
24/08/2018	Punto 2
28/08/2018	Punto 3
29/08/2018	Punto 4
03/09/2019	Punto 5

Cabe mencionar que solo se midió de lunes a viernes para poder tener una data más exacta y que esta sea un promedio de todos los días. Asimismo, se utilizó la cámara del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Civil (IIFIC) para poder medir el flujo vehicular.

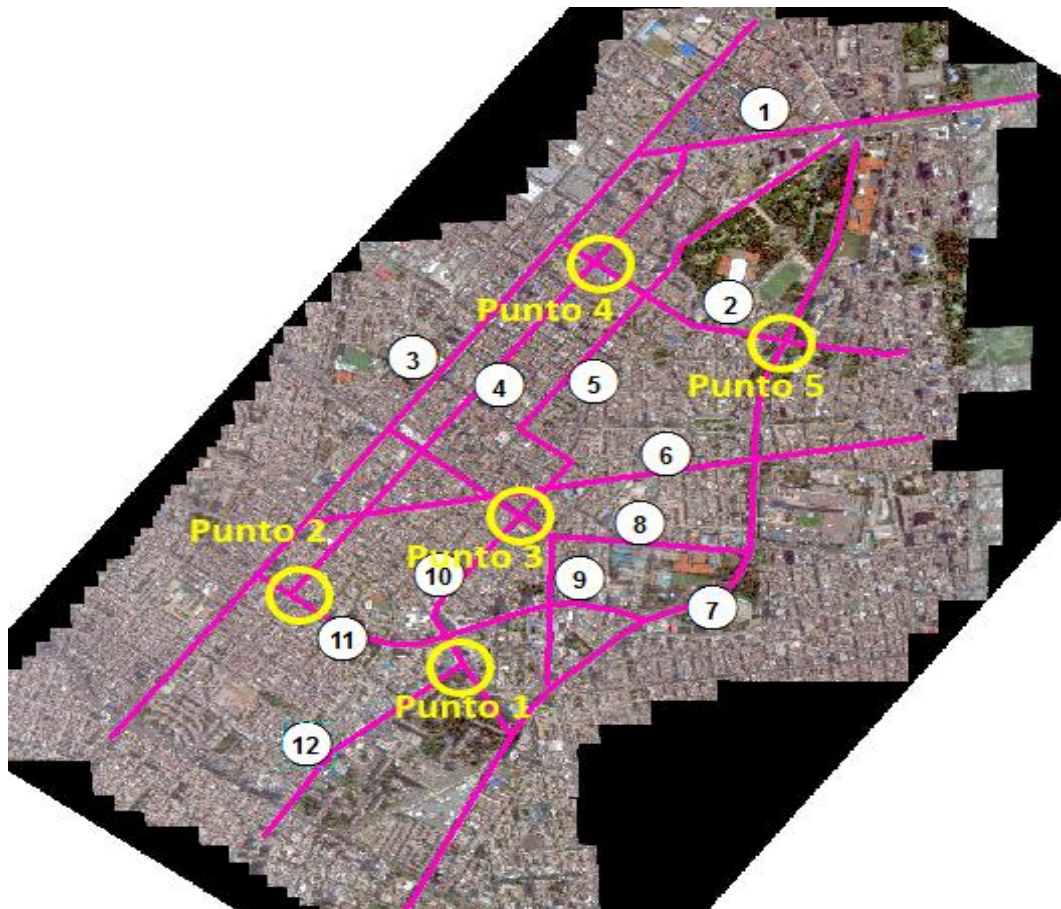


Figura N°70: Puntos de medición en mapa de Jesús María (Elaboración Propia)



Figura N°71: Punto 1 de medición (Elaboración Propia)



Figura N°72: Punto 1 flujo vehicular medido en campo (Elaboración Propia)

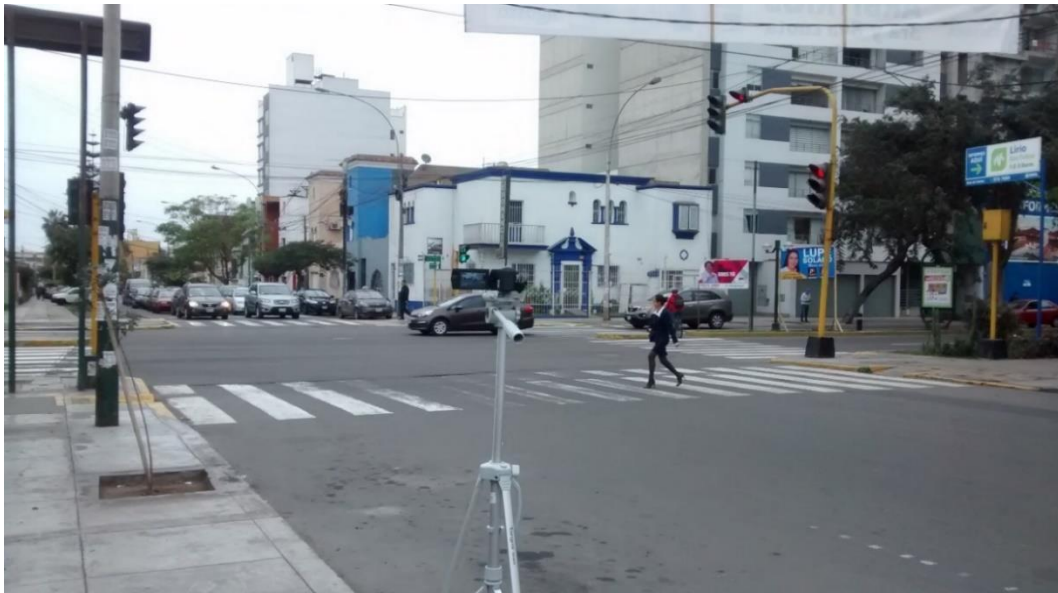


Figura N°73: Punto 2 de medición (Elaboración Propia)

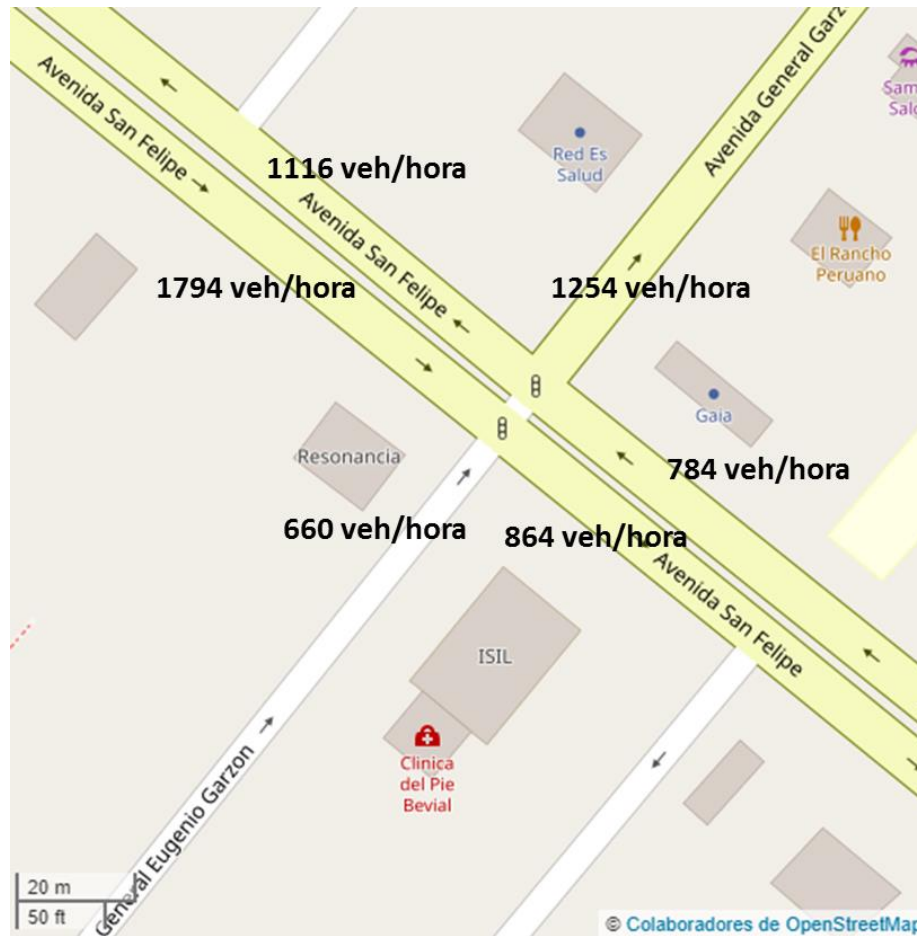


Figura N°74: Punto 2 el flujo vehicular medido en campo (Elaboración Propia)



Figura N°75: Punto 3 de medición (Elaboración Propia)

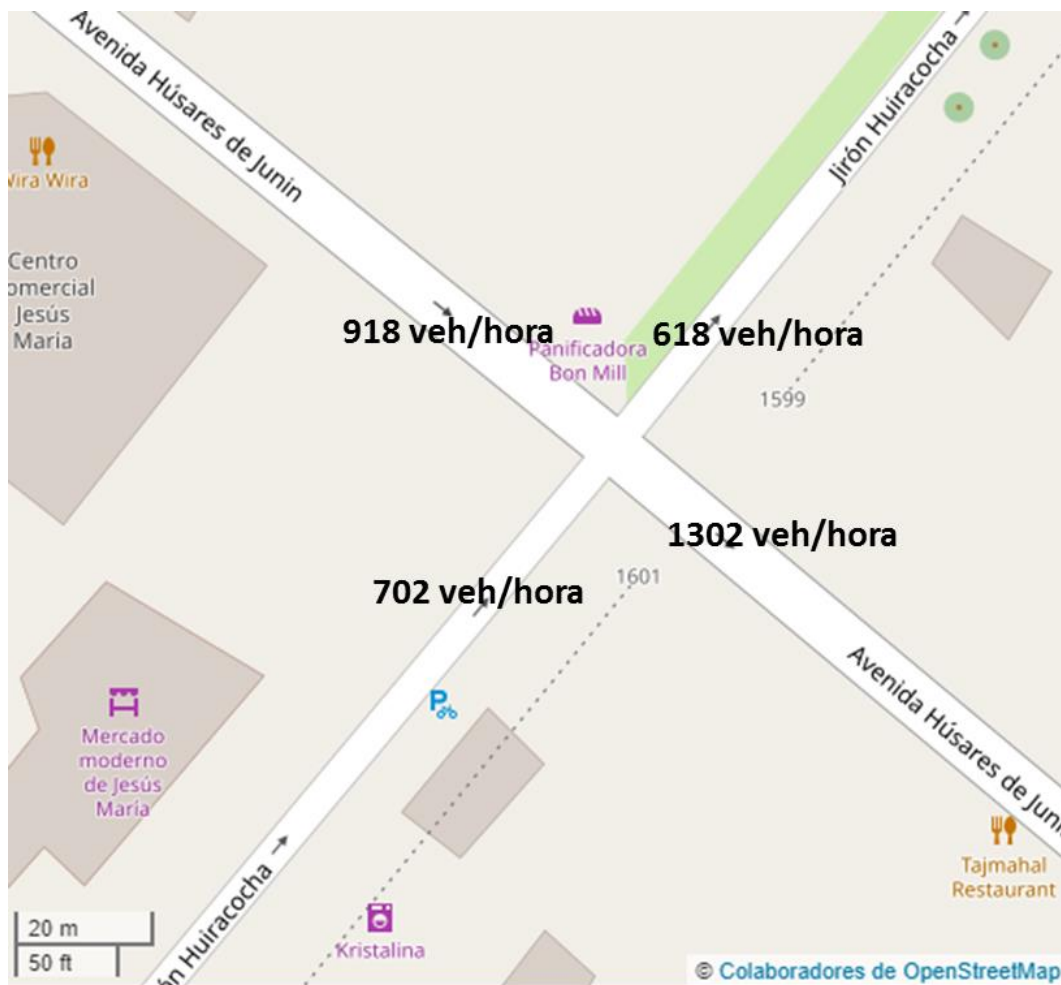


Figura N°76: Punto 3 flujo vehicular medido en campo (Elaboración Propia)



Figura N°77: Punto 4 de medición (Elaboración Propia)



Figura N°78: Punto 4 flujo vehicular medido en campo (Elaboración Propia)



Figura N°79: Punto 5 de medición (Elaboración Propia)



Figura N°80: Punto 5 flujo vehicular medido en campo (Elaboración Propia)

Cuando se ejecutó la simulación con los valores del matriz origen destino del JICA 2004 y se comparó con los valores actuales del flujo vehicular, se puede observar que el actual era **tres veces (03)** mayor, por lo cual se multiplicó las matrices por dicho valor. Es importante mencionar que este factor se basó en el trabajo de investigación de Bocanegra López

7.4 SIMULACIÓN Y LOS NIVELES DE SERVICIO (LOS)

Una vez corrido el software, este itera 10 veces cada uno de las matrices con sus respectivas zonas y en las figuras inferiores se pueden observar los resultados del tramo de la av. San Felipe.

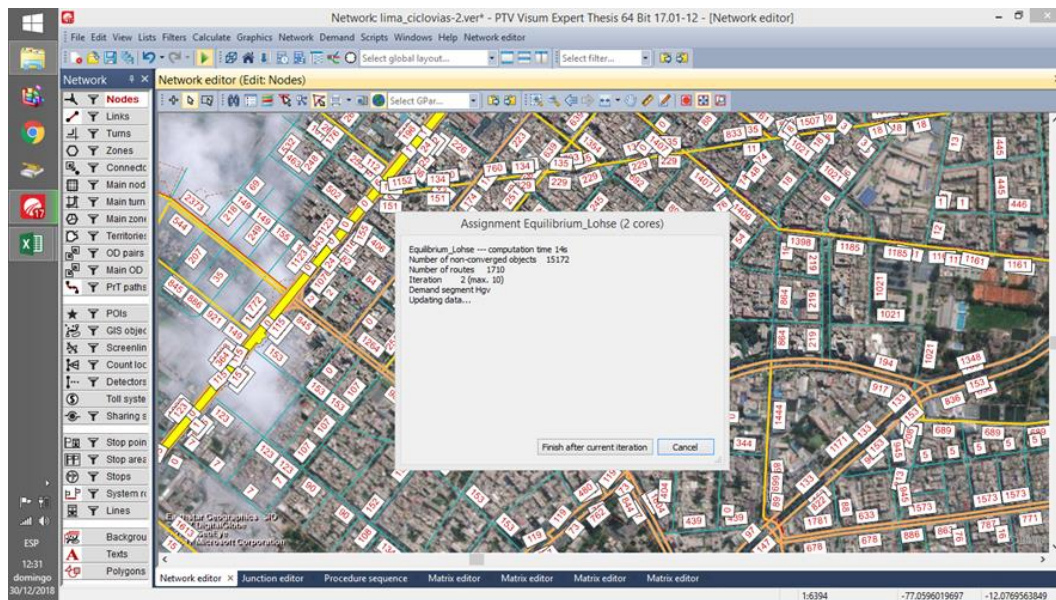


Figura N°81: Proceso de simulación (iteraciones) (Elaboración Propia)

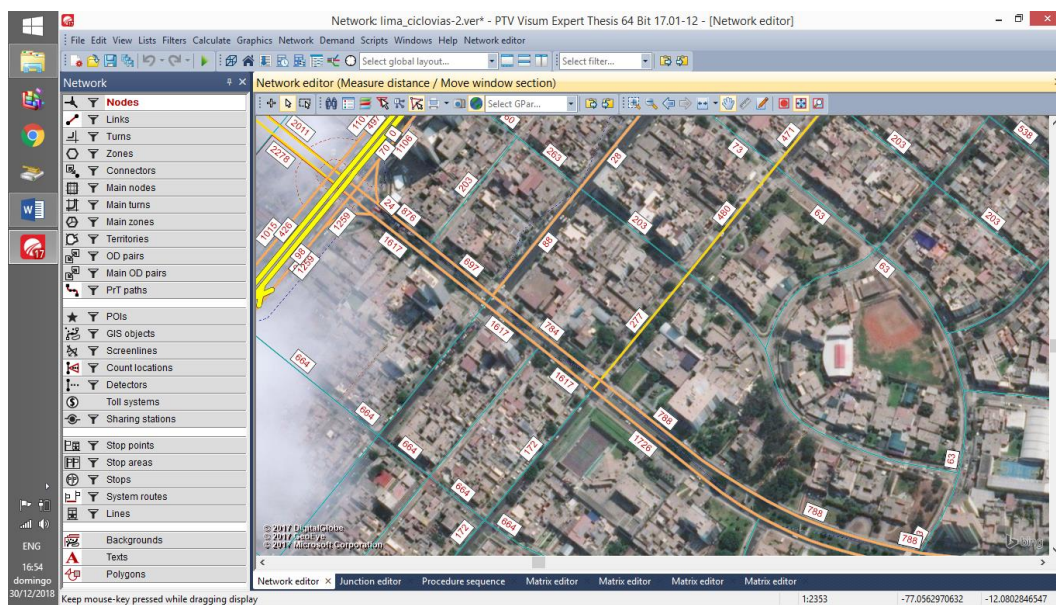


Figura N°82: Resultados de simulación de la Av. San Felipe tramo A (Elaboración Propia)

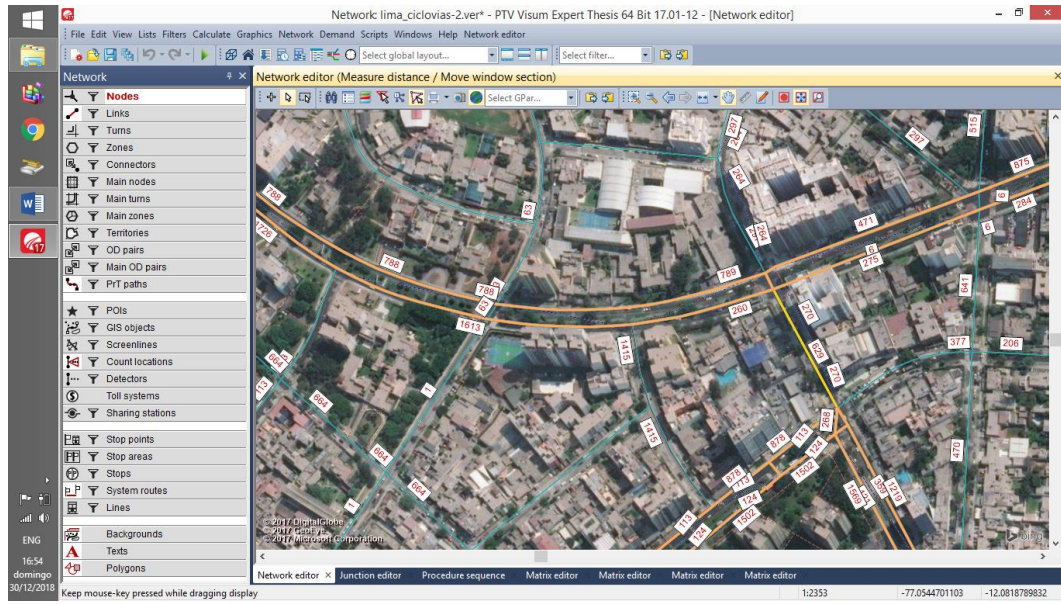


Figura N°83: Resultados de simulación de la Av. San Felipe tramo B (Elaboración Propia)

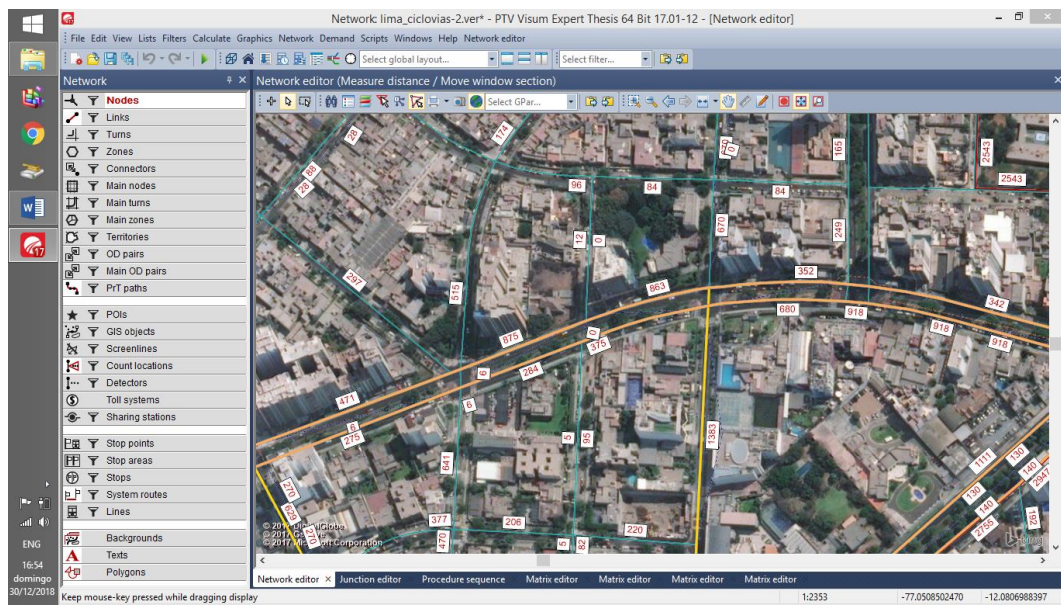


Figura N°84: Resultados de simulación de la Av. San Felipe tramo C (Elaboración Propia)

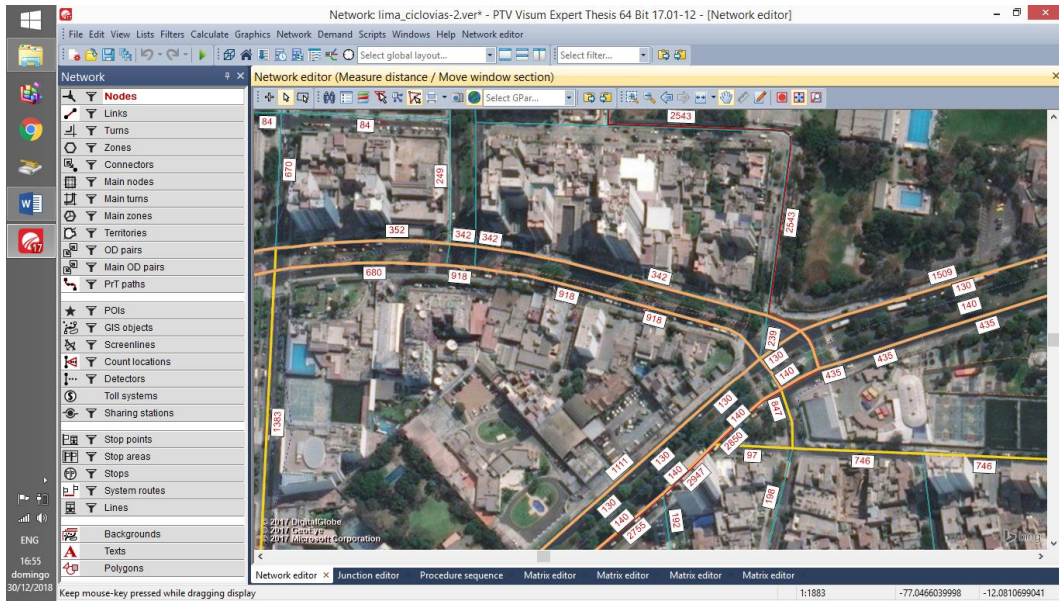


Figura N°85: Resultados de simulación de la Av. San Felipe tramo D (Elaboración Propia)

De las intersecciones de la av. San Felipe se sacaron los niveles de servicio de acuerdo al método del HCM 2010 y se pueden observar los resultados en las tablas inferiores. En las tablas los valores superiores corresponde al tramo 1 que es en la dirección de la av. Salaverry hacia la av. Brasil; y los valores inferiores son el tramo 2, que corresponden de la av. Brasil a la av. Salaverry. Esto se realizó para los distintos casos.

Node 1375		Node 108076		Node 48009		Node 79210		Node 79209		Node 48001		Node 79220		Node 79206	
Control Type	AWSC	Control Type	TWSC	Control Type	AWSC	Control Type	TWSC	Control Type	TWSC	Control Type	TWSC	Control Type	AWSC	Control Type	TWSC
Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010
Average Delay	59.99														18
Average LOS	F														18
		Worst Case LOS	F			Worst Case LOS	F	Worst Case LOS	F	Worst Case LOS	F			Worst Case LOS	F
Node 151408		Node 108077		Node 103595		Node 79203		Node 1384		Node 1387		Node 1396		Node 1397	
Control Type	AWSC	Control Type	TWSC	Control Type	AWSC	Control Type	TWSC	Control Type	TWSC	Control Type	TWSC	Control Type	AWSC	Control Type	TWSC
Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010
Average Delay	475.84														445.34
Average LOS	F														967.67
		Worst Case LOS	F			Worst Case LOS	F	Worst Case LOS	C	Worst Case LOS	F			Worst Case L	F

Figura N°86: Dirección de los tramos y sus respectivos nodos (Elaboración Propia)

En las tablas inferiores se observan una serie de valores:

- Tipo de control en la intersección
- Método de cálculo del nivel de servicio
- Tiempo de demora promedio
- Tiempo de demora, caso pesimista
- Nivel de servicio

Tabla N°19: Nivel de servicio de las intersecciones de la Av. San Felipe - Sin ciclovías (Elaboración Propia)

Node 1375:		Node 108076:		Node 48009:		Node 79210:		Node 79209:		Node 48001:		Node 79220:		Node 79206:	
Control Type	AWSC	Control Type	TWSC	Control Type	AWSC	Control Type	TWSC	Control Type	TWSC	Control Type	TWSC	Control Type	AWSC	Control Type	TWSC
Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010
Average Delay	59.99	dl, Average Delay	19.89	Average Delay	95.29	dl, Average Delay	315.55	dl, Average Delay	19.44	dl, Average Delay	583.65	Average Delay	10.12	dl, Average Delay	6069.18
Average LOS	F	Worst Case Delay	90.52	Average LOS	F	Worst Case Delay	939.42	Worst Case Delay	71.31	Worst Case Delay	2903.56	Average LOS	B	Worst Case Delay	9945.69
		Worst Case LOS	F			Worst Case LOS	F	Worst Case LOS	F	Worst Case LOS	F			Worst Case LOS	F
Node 151408:		Node 108077:		Node 103595:		Node 79203:		Node 1384:		Node 1387:		Node 1396:		Node 1397:	
Control Type	AWSC	Control Type	TWSC	Control Type	AWSC	Control Type	TWSC	Control Type	TWSC	Control Type	TWSC	Control Type	AWSC	Control Type	TWSC
Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010
Average Delay	475.64	dl, Average Delay	44.88	Average Delay	446.26	dl, Average Delay	25.03	dl, Average Delay	12.45	dl, Average Delay	144	Average Delay	10.42	dl, Average Delay	445.34
Average LOS	F	Worst Case Delay	340.92	Average LOS	F	Worst Case Delay	99.36	Worst Case Delay	22.12	Worst Case Delay	831.24	Average LOS	B	Worst Case Delay	967.67
		Worst Case LOS	F			Worst Case LOS	F	Worst Case LOS	C	Worst Case LOS	F			Worst Case LOS	F

Tabla N°20: Nivel de servicio de las intersecciones de la Av. San Felipe - Con ciclovías (Elaboración Propia)

Node 1375:		Node 108076:		Node 48009:		Node 79210:		Node 79209:		Node 48001:		Node 79220:		Node 79206:	
Control Type	AWSC	Control Type	TWSC	Control Type	AWSC	Control Type	TWSC	Control Type	TWSC	Control Type	TWSC	Control Type	AWSC	Control Type	TWSC
Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010
Average Delay	59.99	dl, Average Delay	20.17	Average Delay	95.42	dl, Average Delay	480.93	dl, Average Delay	20.61	dl, Average Delay	2010.37	Average Delay	10.1	dl, Average Delay	6053.46
Average LOS	F	Worst Case Delay	91.59	Average LOS	F	Worst Case Delay	1425.3	Worst Case Delay	74.93	Worst Case Delay	10000	Average LOS	B	Worst Case Delay	9914.78
		Worst Case LOS	F			Worst Case LOS	F	Worst Case LOS	F	Worst Case LOS	F			Worst Case LOS	F
Node 151408:		Node 108077:		Node 103595:		Node 79203:		Node 1384:		Node 1387:		Node 1396:		Node 1397:	
Control Type	AWSC	Control Type	TWSC	Control Type	AWSC	Control Type	TWSC	Control Type	TWSC	Control Type	TWSC	Control Type	AWSC	Control Type	TWSC
Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010
Average Delay	475.64	dl, Average Delay	45.09	Average Delay	446.66	dl, Average Delay	21.98	dl, Average Delay	12.55	dl, Average Delay	144	Average Delay	10.4	dl, Average Delay	440.47
Average LOS	F	Worst Case Delay	342.65	Average LOS	F	Worst Case Delay	85.35	Worst Case Delay	22.21	Worst Case Delay	831.24	Average LOS	B	Worst Case Delay	956.14
		Worst Case LOS	F			Worst Case LOS	F	Worst Case LOS	C	Worst Case LOS	F			Worst Case LOS	F

Tabla N°21: Nivel de servicio de las intersecciones de la Av. San Felipe - Con ciclovías y multiplicando la matriz origen destino de bicicletas x200% (Elaboración Propia)

Node 1375:		Node 108076:		Node 48009:		Node 79210:		Node 79209:		Node 48001:		Node 79220:		Node 79206:	
Control Type	AWSC	Control Type	TWSC	Control Type	AWSC	Control Type	TWSC	Control Type	TWSC	Control Type	TWSC	Control Type	AWSC	Control Type	TWSC
Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010
Average Delay	59.99	dl, Average Delay	20.55	Average Delay	95.42	dl, Average Delay	470.59	dl, Average Delay	27.44	dl, Average Delay	2010.37	Average Delay	10.1	dl, Average Delay	6053.46
Average LOS	F	Worst Case Delay	92.92	Average LOS	F	Worst Case Delay	1425.3	Worst Case Delay	94.41	Worst Case Delay	10000	Average LOS	B	Worst Case Delay	9914.78
		Worst Case LOS	F			Worst Case LOS	F	Worst Case LOS	F	Worst Case LOS	F			Worst Case LOS	F
Node 151408:		Node 108077:		Node 103595:		Node 79203:		Node 1384:		Node 1387:		Node 1396:		Node 1397:	
Control Type	AWSC	Control Type	TWSC	Control Type	AWSC	Control Type	TWSC	Control Type	TWSC	Control Type	TWSC	Control Type	AWSC	Control Type	TWSC
Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010
Average Delay	475.64	dl, Average Delay	45.77	Average Delay	446.66	dl, Average Delay	21.98	dl, Average Delay	14.12	dl, Average Delay	144	Average Delay	10.4	dl, Average Delay	440.47
Average LOS	F	Worst Case Delay	348.02	Average LOS	F	Worst Case Delay	85.35	Worst Case Delay	24.41	Worst Case Delay	831.24	Average LOS	B	Worst Case Delay	956.14
		Worst Case LOS	F			Worst Case LOS	F	Worst Case LOS	C	Worst Case LOS	F			Worst Case LOS	F

Tabla Nº22: Nivel de servicio de las intersecciones de la Av. San Felipe - Con ciclovías y multiplicando la matriz origen destino de bicicletas x1000% (Elaboración Propia)

Node 1375:		Node 108076:		Node 48009:		Node 79210:		Node 79209:		Node 48001:		Node 79220:		Node 79206:	
Control Type	AWSC	Control Type	TWSC	Control Type	AWSC	Control Type	TWSC	Control Type	TWSC	Control Type	TWSC	Control Type	AWSC	Control Type	TWSC
Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010
Average Delay	59.99	dl, Average Delay	24.61	Average Delay	95.42	dl, Average Delay	412.13	dl, Average Delay	137.4	dl, Average Delay	2010.37	Average Delay	10.1	dl, Average Delay	6053.46
Average LOS	F	Worst Case Delay	106.99	Average LOS	F	Worst Case Delay	1425.3	Worst Case Delay	343.92	Worst Case Delay	10000	Average LOS	B	Worst Case Delay	9914.78
		Worst Case LOS	F			Worst Case LOS	F	Worst Case LOS	F	Worst Case LOS	F			Worst Case LOS	F
Node 151408:		Node 108077:		Node 103595:		Node 79203:		Node 1384:		Node 1387:		Node 1396:		Node 1397:	
Control Type	AWSC	Control Type	TWSC	Control Type	AWSC	Control Type	TWSC	Control Type	TWSC	Control Type	TWSC	Control Type	AWSC	Control Type	TWSC
Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010
Average Delay	475.64	dl, Average Delay	52.86	Average Delay	446.65	dl, Average Delay	21.98	dl, Average Delay	55.41	dl, Average Delay	144	Average Delay	10.4	dl, Average Delay	440.47
Average LOS	F	Worst Case Delay	401.89	Average LOS	F	Worst Case Delay	85.35	Worst Case Delay	83.73	Worst Case Delay	831.24	Average LOS	B	Worst Case Delay	956.14
		Worst Case LOS	F			Worst Case LOS	F	Worst Case LOS	F	Worst Case LOS	F			Worst Case LOS	F

Tabla Nº23: Nivel de servicio de las intersecciones de la Av. San Felipe - Con ciclovías y multiplicando la matriz origen destino de vehículos x99% (Elaboración Propia)

Node 1375:		Node 108076:		Node 48009:		Node 79210:		Node 79209:		Node 48001:		Node 79220:		Node 79206:	
Control Type	AWSC	Control Type	TWSC	Control Type	AWSC	Control Type	TWSC	Control Type	TWSC	Control Type	TWSC	Control Type	AWSC	Control Type	TWSC
Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010
Average Delay	851.71	dl, Average Delay	216.84	Average Delay	780.85	dl, Average Delay	166.1	dl, Average Delay	144.29	dl, Average Delay	2285.52	Average Delay	10.61	dl, Average Delay	1777.61
Average LOS	F	Worst Case Delay	2362.85	Average LOS	F	Worst Case Delay	10000	Worst Case Delay	367.6	Worst Case Delay	10000	Average LOS	B	Worst Case Delay	4282.86
		Worst Case LOS	F			Worst Case LOS	F	Worst Case LOS	F	Worst Case LOS	F			Worst Case LOS	F
Node 151408:		Node 108077:		Node 103595:		Node 79203:		Node 1384:		Node 1387:		Node 1396:		Node 1397:	
Control Type	AWSC	Control Type	TWSC	Control Type	AWSC	Control Type	TWSC	Control Type	TWSC	Control Type	TWSC	Control Type	AWSC	Control Type	TWSC
Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010
Average Delay	257.26	dl, Average Delay	10	Average Delay	218.65	dl, Average Delay	2635.74	dl, Average Delay	197.61	dl, Average Delay	125.35	Average Delay	10.92	dl, Average Delay	481.74
Average LOS	F	Worst Case Delay	68.11	Average LOS	F	Worst Case Delay	10000	Worst Case Delay	494.63	Worst Case Delay	590.14	Average LOS	B	Worst Case Delay	950.89
		Worst Case LOS	F			Worst Case LOS	F	Worst Case LOS	F	Worst Case LOS	F			Worst Case LOS	F

Tabla Nº24: Nivel de servicio de las intersecciones de la Av. San Felipe - Con ciclovías y multiplicando la matriz origen destino de vehículos x98% (Elaboración Propia)

Node 1375:		Node 108076:		Node 48009:		Node 79210:		Node 79209:		Node 48001:		Node 79220:		Node 79206:	
Control Type	AWSC	Control Type	TWSC	Control Type	AWSC	Control Type	TWSC	Control Type	TWSC	Control Type	TWSC	Control Type	AWSC	Control Type	TWSC
Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010
Average Delay	696.49	dl, Average Delay	359.92	Average Delay	622.27	dl, Average Delay	94.7	dl, Average Delay	141.53	dl, Average Delay	2097.46	Average Delay	10.4	dl, Average Delay	2848.74
Average LOS	F	Worst Case Delay	2421.75	Average LOS	F	Worst Case Delay	10000	Worst Case Delay	405.4	Worst Case Delay	10000	Average LOS	B	Worst Case Delay	5833.7
		Worst Case LOS	F			Worst Case LOS	F	Worst Case LOS	F	Worst Case LOS	F			Worst Case LOS	F
Node 151408:		Node 108077:		Node 103595:		Node 79203:		Node 1384:		Node 1387:		Node 1396:		Node 1397:	
Control Type	AWSC	Control Type	TWSC	Control Type	AWSC	Control Type	TWSC	Control Type	TWSC	Control Type	TWSC	Control Type	AWSC	Control Type	TWSC
Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010
Average Delay	155.9	dl, Average Delay	22.59	Average Delay	124.22	dl, Average Delay	1874.38	dl, Average Delay	130.22	dl, Average Delay	81.2	Average Delay	10.53	dl, Average Delay	415.17
Average LOS	F	Worst Case Delay	119.43	Average LOS	F	Worst Case Delay	6740.82	Worst Case Delay	349.53	Worst Case Delay	504.47	Average LOS	B	Worst Case Delay	807.29
		Worst Case LOS	F			Worst Case LOS	F	Worst Case LOS	F	Worst Case LOS	F			Worst Case LOS	F

Tabla N°25: Nivel de servicio de las intersecciones de la Av. San Felipe - Con ciclovías y multiplicando la matriz origen destino de vehículos x95% (Elaboración Propia)

Node 1375:		Node 108076:		Node 48009:		Node 79210:		Node 79209:		Node 48001:		Node 79220:		Node 79206:	
Control Type	AWSC	Control Type	TWSC	Control Type	AWSC	Control Type	TWSC	Control Type	TWSC	Control Type	TWSC	Control Type	AWSC	Control Type	TWSC
Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010
Average Delay	751.36	dl, Average Delay	253.68	Average Delay	595.4	dl, Average Delay	119.41	dl, Average Delay	79.01	dl, Average Delay	652.04	Average Delay	9.15	dl, Average Delay	636.99
Average LOS	F	Worst Case Delay	2156.23	Average LOS	F	Worst Case Delay	10000	Worst Case Delay	187.34	Worst Case Delay	3047.88	Average LOS	A	Worst Case Delay	1803.51
		Worst Case LOS	F			Worst Case LOS	F	Worst Case LOS	F	Worst Case LOS	F			Worst Case LOS	F
Node 151408:		Node 108077:		Node 103595:		Node 79203:		Node 1384:		Node 1387:		Node 1396:		Node 1397:	
Control Type	AWSC	Control Type	TWSC	Control Type	AWSC	Control Type	TWSC	Control Type	TWSC	Control Type	TWSC	Control Type	AWSC	Control Type	TWSC
Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010
Average Delay	112.44	dl, Average Delay	8.48	Average Delay	74.36	dl, Average Delay	1531.43	dl, Average Delay	144.83	dl, Average Delay	47.45	Average Delay	10.07	dl, Average Delay	254
Average LOS	F	Worst Case Delay	40.45	Average LOS	F	Worst Case Delay	6131.88	Worst Case Delay	327.43	Worst Case Delay	223.51	Average LOS	B	Worst Case Delay	488.57
		Worst Case LOS	E			Worst Case LOS	F	Worst Case LOS	F	Worst Case LOS	F			Worst Case LOS	F

Tabla N°26: Nivel de servicio de las intersecciones de la Av. San Felipe - Con ciclovías y multiplicando la matriz origen destino de vehículos x93% (Elaboración Propia)

Node 1375:		Node 108076:		Node 48009:		Node 79210:		Node 79209:		Node 48001:		Node 79220:		Node 79206:	
Control Type	AWSC	Control Type	TWSC	Control Type	AWSC	Control Type	TWSC	Control Type	TWSC	Control Type	TWSC	Control Type	AWSC	Control Type	TWSC
Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010
Average Delay	19.74	dl, Average Delay	7.99	Average Delay	29.2	dl, Average Delay	47.44	dl, Average Delay	68.76	dl, Average Delay	849.21	Average Delay	8.81	dl, Average Delay	3838.19
Average LOS	C	Worst Case Delay	34.9	Average LOS	D	Worst Case Delay	303.57	Worst Case Delay	186.74	Worst Case Delay	4645.05	Average LOS	A	Worst Case Delay	6554.27
		Worst Case LOS	D			Worst Case LOS	F	Worst Case LOS	F	Worst Case LOS	F			Worst Case LOS	F
Node 151408:		Node 108077:		Node 103595:		Node 79203:		Node 1384:		Node 1387:		Node 1396:		Node 1397:	
Control Type	AWSC	Control Type	TWSC	Control Type	AWSC	Control Type	TWSC	Control Type	TWSC	Control Type	TWSC	Control Type	AWSC	Control Type	TWSC
Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010
Average Delay	29.08	dl, Average Delay	4.76	Average Delay	21.88	dl, Average Delay	66.63	dl, Average Delay	74.52	dl, Average Delay	171.23	Average Delay	10.8	dl, Average Delay	343.8
Average LOS	D	Worst Case Delay	19.42	Average LOS	C	Worst Case Delay	158.93	Worst Case Delay	142.65	Worst Case Delay	651.92	Average LOS	B	Worst Case Delay	641.38
		Worst Case LOS	C			Worst Case LOS	F	Worst Case LOS	F	Worst Case LOS	F			Worst Case LOS	F

Tabla N°27: Nivel de servicio de las intersecciones de la Av. San Felipe - Con ciclovías y multiplicando la matriz origen destino de vehículos x91% (Elaboración Propia)

Node 1375:		Node 108076:		Node 48009:		Node 79210:		Node 79209:		Node 48001:		Node 79220:		Node 79206:	
Control Type	AWSC	Control Type	TWSC	Control Type	AWSC	Control Type	TWSC	Control Type	TWSC	Control Type	TWSC	Control Type	AWSC	Control Type	TWSC
Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010
Average Delay	18.05	dl, Average Delay	7.4	Average Delay	28.5	dl, Average Delay	45.85	dl, Average Delay	65.18	dl, Average Delay	724.39	Average Delay	8.12	dl, Average Delay	650.48
Average LOS	C	Worst Case Delay	80.91	Average LOS	D	Worst Case Delay	271.95	Worst Case Delay	116.57	Worst Case Delay	1178.34	Average LOS	A	Worst Case Delay	4597.29
		Worst Case LOS	D			Worst Case LOS	F	Worst Case LOS	E	Worst Case LOS	F			Worst Case LOS	F
Node 151408:		Node 108077:		Node 103595:		Node 79203:		Node 1384:		Node 1387:		Node 1396:		Node 1397:	
Control Type	AWSC	Control Type	TWSC	Control Type	AWSC	Control Type	TWSC	Control Type	TWSC	Control Type	TWSC	Control Type	AWSC	Control Type	TWSC
Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010
Average Delay	28.05	dl, Average Delay	4.2	Average Delay	20.8	dl, Average Delay	64.01	dl, Average Delay	72.06	dl, Average Delay	160.7	Average Delay	10.01	dl, Average Delay	320.7
Average LOS	D	Worst Case Delay	12.18	Average LOS	C	Worst Case Delay	321.21	Worst Case Delay	90.34	Worst Case Delay	198.26	Average LOS	B	Worst Case Delay	1067.7
		Worst Case LOS	C			Worst Case LOS	F	Worst Case LOS	E	Worst Case LOS	F			Worst Case LOS	F

Tabla N°28: Nivel de servicio de las intersecciones de la Av. San Felipe - Con ciclovías y multiplicando la matriz origen destino de vehículos x90% (Elaboración Propia)

Node 1375:		Node 108076:		Node 48009:		Node 79210:		Node 79209:		Node 48001:		Node 79220:		Node 79206:	
Control Type	AWSC	Control Type	TWSC	Control Type	AWSC	Control Type	TWSC	Control Type	TWSC	Control Type	TWSC	Control Type	AWSC	Control Type	TWSC
Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010
Average Delay	16.15	di, Average Delay	6.87	Average Delay	25.45	di, Average Delay	40.87	di, Average Delay	60.78	di, Average Delay	629.39	Average Delay	7.56	di, Average Delay	515.25
Average LOS	C	Worst Case Delay	295.25	Average LOS	D	Worst Case Delay	1817.71	Worst Case Delay	131.78	Worst Case Delay	3493.68	Average LOS	A	Worst Case Delay	3046.63
		Worst Case LOS	D			Worst Case LOS	F	Worst Case LOS	E	Worst Case LOS	F			Worst Case LOS	F
Node 151408:		Node 108077:		Node 103595:		Node 79203:		Node 1384:		Node 1387:		Node 1396:		Node 1397:	
Control Type	AWSC	Control Type	TWSC	Control Type	AWSC	Control Type	TWSC	Control Type	TWSC	Control Type	TWSC	Control Type	AWSC	Control Type	TWSC
Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010	Method	HCM 2010
Average Delay	26.48	di, Average Delay	4.14	Average Delay	18.45	di, Average Delay	61.78	di, Average Delay	20.85	di, Average Delay	150.34	Average Delay	9.67	di, Average Delay	310.76
Average LOS	D	Worst Case Delay	30.15	Average LOS	C	Worst Case Delay	725.87	Worst Case Delay	51.67	Worst Case Delay	283.25	Average LOS	B	Worst Case Delay	445.19
		Worst Case LOS	C			Worst Case LOS	F	Worst Case LOS	E	Worst Case LOS	F			Worst Case LOS	F

CAPITULO VIII: INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Con los cálculos realizados en el capítulo anterior se hizo un análisis comparativo entre los diferentes casos para observar cuál era la tendencia debido a la variación de la matriz origen destino de los vehículos motorizados y no motorizado. Antes de realizar dicho análisis, se codifico cada intersección del 1 al 7 (ver Figura N°88). Esta vía (av. San Felipe, ida y vuelta) incluye la red de ciclovías previamente trazada (ver Figura N°87).



Figura N°87: Identificación de nodos en el tramo a evaluar (Elaboración propia)

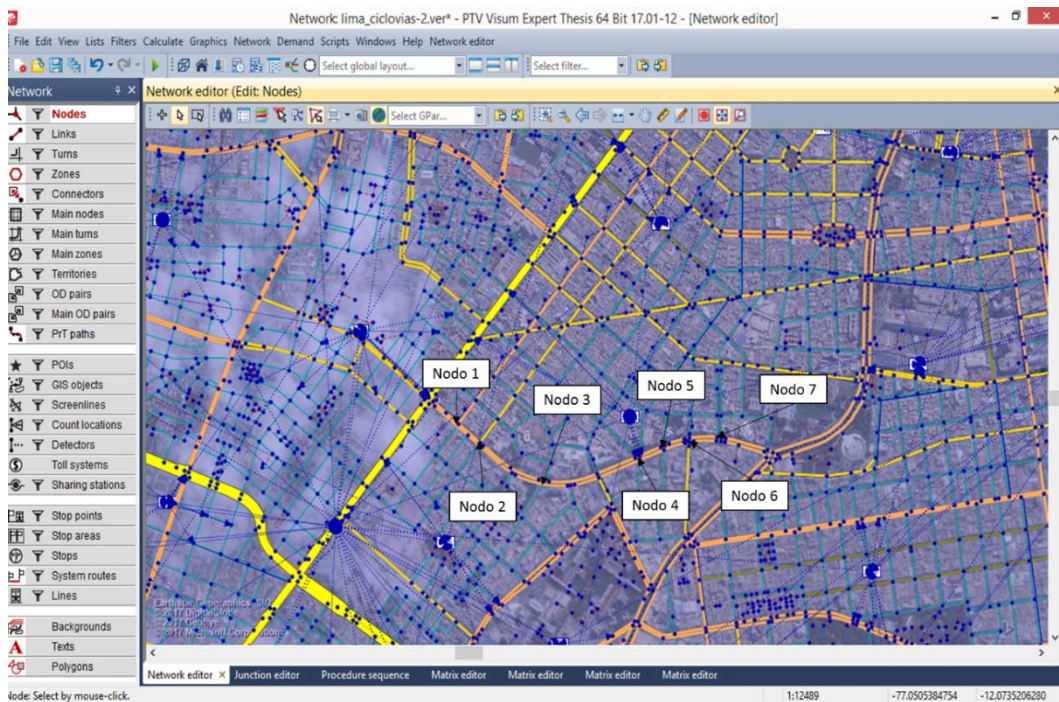


Figura N°88: Identificación de nodos en el tramo a evaluar (Elaboración propia)

Como se mencionó anteriormente, si hicieron un total de 10 casos y se evaluaron dos tramos. El tramo N°1 de la av. Salaverry a Brasil y el tramo N°2, el opuesto. También se debe mencionar que la simulación de los casos 2 al 4 fueron hecho incluyendo la red de ciclovías propuesta.

Tramo no motorizado

En el Gráfico N°13, se observa que en el tramo 1, el tiempo de demora sin ciclovías (caso1) es menor que el tiempo de demora con ciclovías (caso 2). También se incrementó la cantidad de ciclista (caso 3 y caso 4) variando la matriz origen destino y este tiempo siguió aumentando.

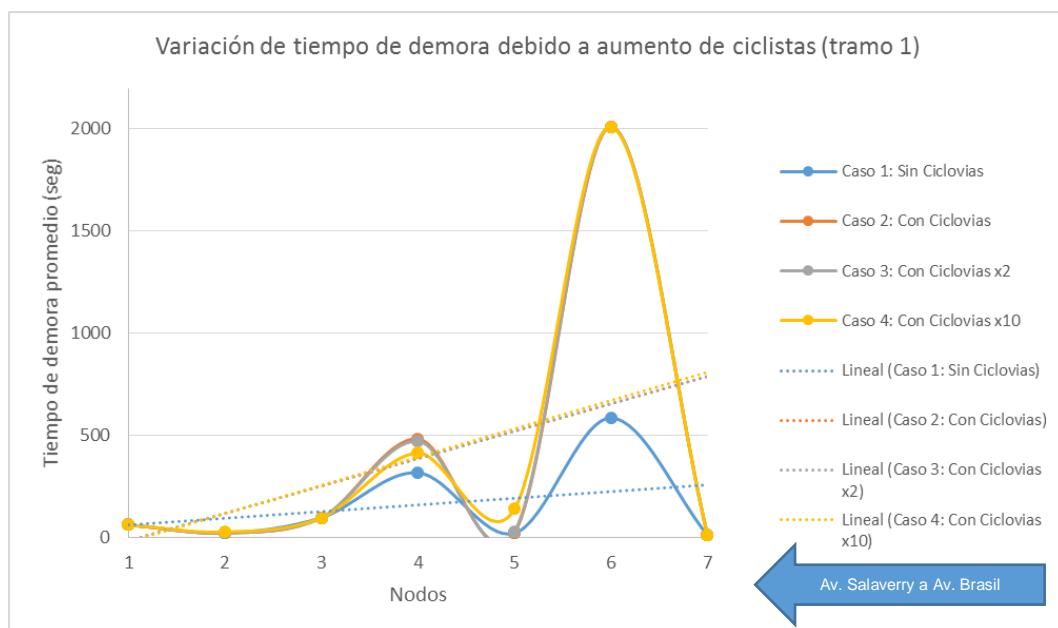


Gráfico N°13: Variación de tiempo de demora debido al aumento de ciclistas - Tramo 1
(Elaboración Propia)

En el Gráfico N°14, de igual manera pero en el tramo 2 se varió la matriz origen destino de ciclistas sin embargo en este tramo el tiempo de demora disminuyo debido a la implementación de ciclovías.

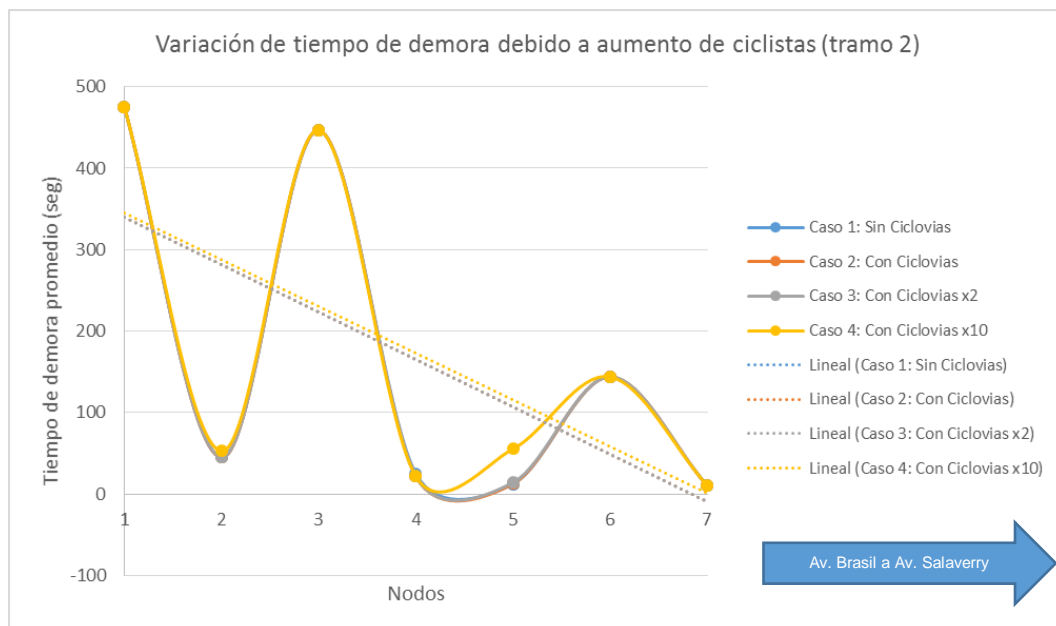


Gráfico N°14: Variación de tiempo de demora debido al aumento de ciclistas - Tramo 2
(Elaboración Propia)

Tramo motorizado

Del Gráfico N°15 y Gráfico N°16 se puede observar que con un sistema con ciclovías (caso 2) a medida que va disminuyendo la cantidad de vehículos, debido a la variación de la matriz origen destino de vehículos motorizados (caso 5-8), en el sistema vial el tiempo de demora va disminuyendo en las intersecciones.

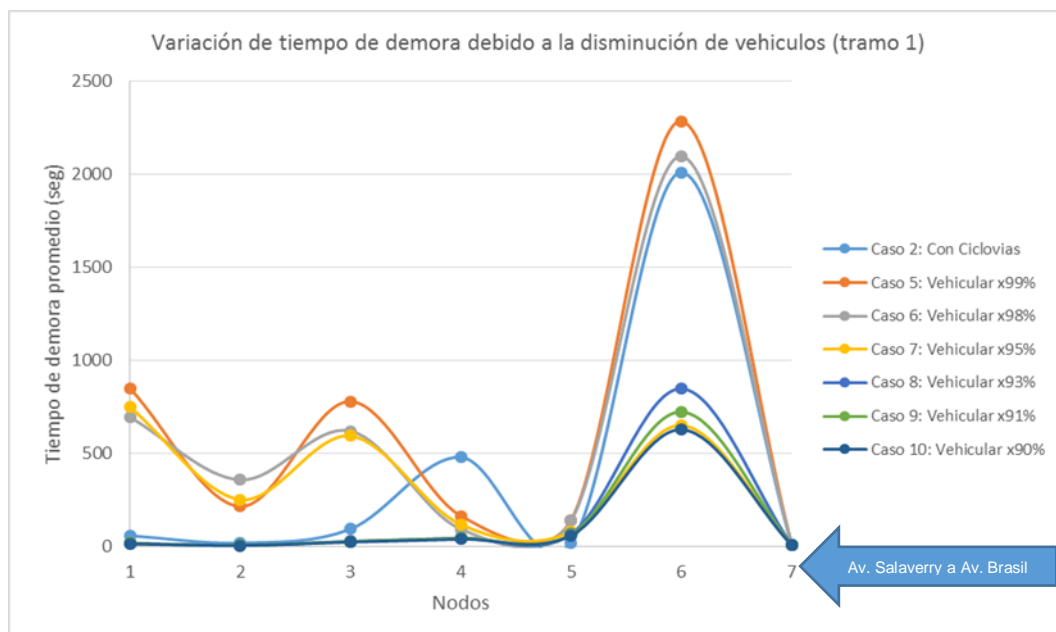


Gráfico N°15: Variación de tiempo de demora debido a la disminución de vehículos - Tramo 1
(Elaboración Propia)

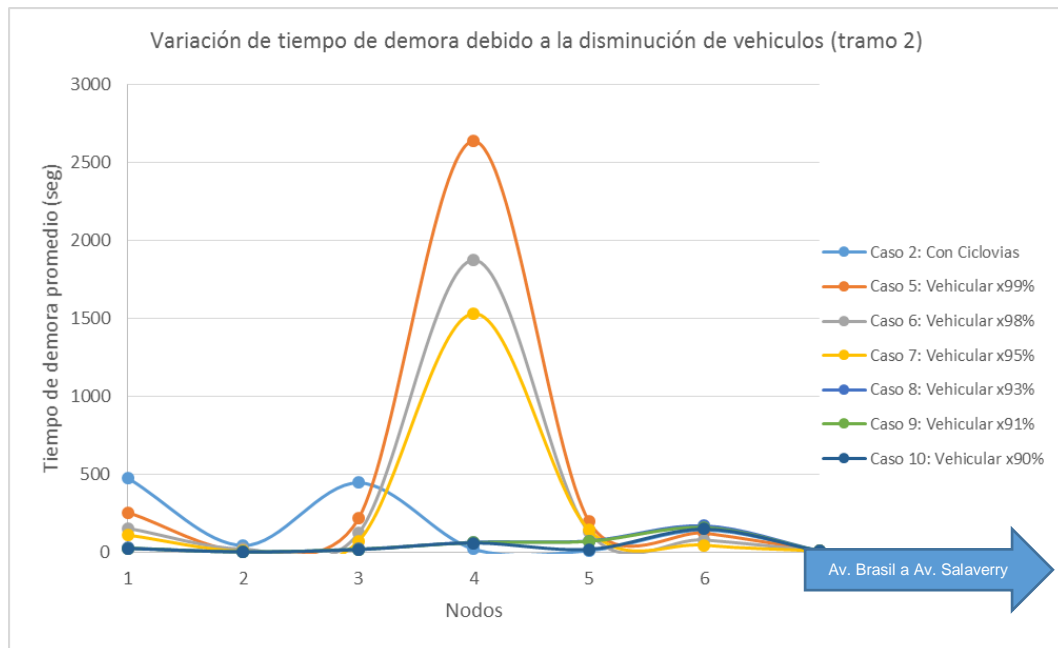


Gráfico N°16: Variación de tiempo de demora debido a la disminución de vehículos - Tramo 2
(Elaboración Propia)

En las tablas inferiores se puede observar que modificando la matriz origen destino vehicular, disminuyendo la cantidad de vehículos motorizados en un 93%, recién se puede observar mejoras en los niveles de servicio por lo cual se puede deducir que para tener un cambio en el nivel de servicio de dicha vía como mínimos se deberían disminuir la cantidad de vehículos en un 7%.

Tabla N°29: Cambio en el nivel de servicio debido al cambio del matriz origen destino vehicular – Tramo 1 (Elaboración Propia)

Tramo 1 Nodo \ Casos	Con Ciclovías	Vehicular x.99	Vehicular x.98	Vehicular x.95	Vehicular x.93	Vehicular x.91	Vehicular x.90
1	F	F	F	F	C	C	C
2	F	F	F	F	D	D	D
3	F	F	F	F	D	D	D
4	F	F	F	F	F	F	F
5	F	F	F	F	F	E	E
6	F	F	F	F	F	F	F
7	B	B	B	A	A	A	A
8	F	F	F	F	F	F	F

Tabla N°30: Cambio en el nivel de servicio debido al cambio de la matriz origen destino vehicular – Tramo 2 (Elaboración Propia)

Tramo 2 Nodo \ Casos	Con Ciclovías	Vehicular x.99	Vehicular x.98	Vehicular x.95	Vehicular x.93	Vehicular x.91	Vehicular x.90
1	F	F	F	F	D	D	D
2	F	F	F	F	C	C	C
3	F	F	F	F	C	C	C
4	F	F	F	F	F	F	F
5	C	F	F	F	F	D	D
6	F	F	F	F	F	F	F
7	B	B	B	B	B	B	B
8	F	F	F	F	F	F	F

CONCLUSIONES

1. Cada país puede tener su propia metodología de trazado de ciclovías no obstante ninguna de estas metodologías es mejor que otra debido a que depende de las circunstancias de cada país e inclusive cada ciudad dentro de este. Esto implica que se puede generar diferentes metodologías de acuerdo a los objetivos que cada ciudad quiere lograr.
2. Se comprobó que la matriz origen destino de flujos vehiculares del 2004 es la tercera parte que la del 2018 en las zonas en donde se realizaron los aforos vehiculares. Estas zonas fueron las zonas 119, 121, 123, 124 y 125 que cubren todo el distrito de Jesús María.
3. La implementación de ciclovías en Jesús María no generó una mejora en el nivel de servicio en la Av. San Felipe ida y vuelta (vía vehicular con nueva ciclovía implementada).
4. El aumento de ciclista en un distrito urbano y la no disminución de vehículos motorizados genera también una disminución en el nivel de servicio y un aumento en el tiempo de demora.
5. La disminución de vehículos motorizados en Jesús María generó un mejoramiento lento en el nivel de servicio (de la Av. San Felipe ida y vuelta). Po ende, se deben generar políticas públicas que promuevan no solo de disminución de uso vehiculares motorizados sino políticas que promuevan la movilidad urbana sostenible.
6. En la Av. San Felipe ida y vuelta del distrito de Jesús María disminuyendo la cantidad de vehículos en un 7 % recién se genera una mejora en el nivel de servicio (cambio de letra).
7. No se debe generar ciclovías sin a la vez generar políticas para la disminución de vehículos motorizados debido a que no mejoran el nivel de servicio.

RECOMENDACIONES

1. La inclusión de ciclovías son un trabajo iterativo que debe tener la mayor cantidad de participación ciudadana para que ésta sea exitosa y en lo posible se debe implementar pruebas piloto antes de la misma construcción de éstas.
2. Se recomienda generar políticas públicas para el uso de vehículos no motorizados antes de la ejecución de ciclovías en un distrito o ciudad.
3. Para la calibración de la matriz origen destino (actualización de una matriz de años anteriores) se debe medir el flujo vehicular en la mayor cantidad de puntos alrededor del distrito o ciudad a evaluar para tener una mayor exactitud en el factor al que se le vaya a multiplicar para actualizar dicha matriz.
4. Para lograr que una ciudad mejore su movilidad (mejorar la calidad de vida) se deben generar políticas públicas y privadas que incentiven el no uso de vehículos motorizados individuales y que los usuarios utilicen sistemas de transporte masivo y uso de vehículos no motorizados.

BIBLIOGRAFÍA

1. Acuña Leiva, R., Hernández Vega, H., Jiménez Romero, D., & Zamora Rojas, J. (2016). *Guía de diseño y evaluación de ciclovías para Costa Rica*. Costa Rica: V Congreso Iberoamericano de Seguridad Vial.
2. Alegria Escorza, M. (2016). *Transporte urbano: ¿cómo resolver la movilidad en lima y callao?* Lima: Consorcio de investigación económica y social.
3. Anaya Boig, E., & Cebollada, Á. (2017). Una proposta per a la mobilitat en bicicleta: la política integral (CAT) - Una propuesta para la movilidad en bicicleta: la política integral (ES). *Revista Papers (2013-7958)*, 13-24.
4. Asociación Española de la Carretera. (2003). *Identificación de Problemas de Seguridad Vial en Travesías*. Madrid: MAPFRE de Seguridad Vial.
5. Ayuntamiento de Vitorio-Gasteiz. (2010). Plan director de movilidad ciclista de Vitoria-Gasteiz 2010-2015.
6. Blázquez, L., & Beviá García, J. F. (2000). *Manual de carreteras. Volumen I: elementos y proyecto*. Alicante: Ortiz e Hijos, Contratista de Obras, S.A.
7. Bocanegra Lopez, H. L. (2005). *Estimación de una Matriz Origen-Destino a Partir de Aforos Vehiculares*. Mexico: Universidad Autónoma de Nuevo León.
8. Boyce, D. E., & Williams, H. C. (2015). *Forecasting Urban Travel; Past, Present and Future*. Edward Elgar Publishing.
9. Cabrera Aguila, V. M. (2015). *Estudio y diseño de la ciclovía Ballenita - San Pablo, para recreación y bienestar de los usuarios de la provincia de Santa Elena*. Quito: Universidad Central del Ecuador.
10. CAF. (2011). *Desarrollo Urbano y movilidad en América Latina*.
11. Castellanos Aguilar, J. A. (2017). *Estrategias para el Desarrollo Orientado al Transporte y Aplicado a los Centros de Transferencia Modal (CETRAM) de la Ciudad de México*. Ciudad Universitaria: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.
12. Chernomorets, O. M. (2015). *Walkability: Implementation Challenges in the Suburbs of North Central Texas*. USA: Columbia University.
13. CROW. (2011). *Manual de Diseño para el Tráfico de Bicicletas*. Ede: CROW.
14. Delorenzo, I., & Thenoux, G. (s.f.). *Estudio y evaluación del diseño de ciclovías en Santiago y comparación con estándares y normativas internacionales*. Santiago: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE.
15. Dextre, J., Hugues, M., & Bech, L. (2015). *Ciclistas y ciclismo alrededor del mundo: creando ciudades vivibles y bicicleteables*. Lima: Fondo Editorial PUCP.

16. División de Desarrollo Urbano. (2015). *Vialidad ciclo-inclusiva: recomendaciones de diseño del Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile*. Chile: Ministerio de Vivienda y Urbanismo del Gobierno de Chile.
17. ELSAN-PACSA. (2013). *Las Vías Urbanas - Parte I: Los Firmes Urbanos*. España.
18. Federal Highway Administration. (1999). *Implementing Bicycle Improvements At The Local Level*. U.S Department of Transportation.
19. Fondo Nacional del Ambiente - Perú. (2005). Red General del Sistema de Ciclovías. *Proyecto Humanizando el Transporte: Lima y Calla con Calidad de Vida Plan Maestro de Ciclovías de Lima y Callao*. Lima.
20. Gerencia de Planeamiento y Desarrollo Institucional. (2016). Plan de Desarrollo Local Concertado 2016-2021. Lima: Municipalidad Distrital de Jesús María.
21. INEI (Diciembre de 2018). Resultados Definitivos de los Censos Nacionales 2017. Lima, Peru.
22. Metropolitano de Planificación. (2014). Proyecciones poblacionales para Lima Metropolitana a los años horizonte 2018-2021-2025 y 2035 a nivel distrital.
23. Metropolitano de Planificación. (2016). Actualización del sistema vial metropolitano. *Plan de desarrollo metropolitano 1990-2010*. Lima: Municipalidad de Lima.
24. Jara Alata, A. (2016). *TRANSPORTE PÚBLICO SOSTENIBLE EN LIMA - UNA APROXIMACIÓN AL ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO ENTRE LOS SISTEMAS BRT Y LRT*. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña.
25. Lima Cómo Vamos . (2017). *VII Informe de percepción sobre calidad de vida, Encuesta Lima como vamos*. Lima: Asociación Unacem.
26. Luna, D., & Escobar, J. (2014). *La "bici" como opción de movilidad en Bogotá*. Bogota: Piensa Bogota Progresiva Bogota.
27. Mataix González, C. (2010). *Movilidad Urbana Sostenible: un reto energético y ambiental*. Madrid: Fundacion de la Energia de la Comunidad de Madrid.
28. Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2016). *Manual de Seguridad Vial*. Lima.
29. Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2018). *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG - 2018*. Lima: MTC.
30. Mora Rodriguez, Maria Fernanda; Galvez Prada, Javier Eduardo;. (2016). *ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE CICLO-RUTAS Y BICI-CARRILES EN BOGOTÁ DESDE LA INFRAESTRUCTURA Y LA CALIDAD DEL DESPLAZAMIENTO*. Bogota: Universidad de la Salle.
31. MTC. (2016). *Manual de Seguridad Vial - RD°19-2016-MTC/14*. Lima.

32. Municipalidad de Lima. (2017). *Manual de Criterios de Diseño de Infraestructura Ciclo-inclusiva y Guía de Circulación del Ciclista*. Lima.
33. ONU HABITAT. (2014). *Reporte Nacional de Movilidad Urbana en Mexico 2014-2015*. Mexico D.C.
34. Pajuelo Moreno, M. (2013). Evaluacion del impacto de la actividad empresarial en terminos de sostenibilidad. Contatacion empririca de su determinacion en las empresas españolas. *Universidad de Extremadura*.
35. Pérez Senderos, A. S., & Fernández, T. (1999). *La bicicleta en la ciudad- Manual de políticas y diseño para favoreces el uso de la bicicleta como medio de transporte*. Madrid: Ministerio de Fomento.
36. Planificar para personas. (2015). *Planes de Movilidad Urbana Sostenible– Planificar para las personas*. Alemania: Sustainable Urban Mobility Plans.
37. Public Transport Systems, C. P. (2012). *National Cycling Plan 2020*. Berlin: Federal Ministry of Transport, Building and Urban Development of Germany.
38. Rivera Vila, J. (2015). *El uso de la bicicleta como alternativa de transporte sostenible e inclusivo para lima metropolitana. Recomendaciones desde un enfoque de movilidad*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Escuela de Postgrado. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
39. SECTRA. (2014). *Plan Maestro de Ciclovías del Gra Santiago*. Santiago: Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones.
40. Portilla, j. J. (2015). Variación del nivel de servicio de las vías urbanas en una zona con tarifa de cobro por congestión para autos particulares. *Tesis de Maestría en Ingeniería*. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
41. Solarte Portilla, J. J. (2015). *Variacion del nivel de servicio de las vias urbanas en una zona con tarifas de cobro por congestion para autos particulares*. Medellin: Universidad Nacional de Colombia.
42. Technical and Environmental Administration Traffic Departmente. (2013). *Focus on cycling: Copenhagen guidelines for the design of road projects*. Copenhagen: City of Copenhagen.
43. Thenoux, G., & Delorenzo, I. (s.f.). *Estudio y evaluacion del diseño de ciclovias en Santiago y compracion con estanderes y normativas internacionales*. Santiago: Pontificia Universidad Catolica de Chile.
44. Transport Advisory Committee. (2014). *Report on Study of Road Traffic Congestion in Hong Kong*. Hong Kong: Transport and House Bureau of Hong Kong.
45. Transport Department of hong Kong. (1 de Marzo de 2019). *2018 Anual Transport Digest*. Obtenido de https://www.td.gov.hk/mini_site/atd/2018/en/section5_1.html

46. Transportation Research Board. (2010). *Highway Capacity Manual*. USA:
National Research Council.