

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**ESTUDIO DE MOVILIDAD DURANTE LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN DEL
MERCADO TINGO MARÍA**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniera Civil

AUTORA:

Lorena Inés Gálvez Armas

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

AUTOR:

Richard Martín Vásquez Melgarejo

ASESOR:

Dr. Félix Israel Cabrera Vega

Lima, Febrero, 2023

Informe de Similitud

Yo, Felix Cabrera Vega docente de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor de la tesis titulada “Estudio de Movilidad Durante la Etapa de Construcción del Mercado de Tingo María”, de los autores: Lorena Inés Gálvez Armas y Richard Martín Vásquez Melgarejo, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 9 %. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 23/02/2023.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de Suficiencia Profesional, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: Lima, 23 de febrero 2023

Apellidos y nombres del asesor <u>Cabrera Vega Felix Israel</u>	
DNI: 22309049	Firma
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1917-9840	

RESUMEN

El mercado de Tingo María es uno de los más representativos de la región de Huánuco. A pesar de ello, ha estado en proceso de remodelación durante 10 años, lo que ocasionó problemas para los usuarios de la intersección de Jirón Cayumba y la Avenida Tito Jaime. Esta zona ya contaba con deficiencias, razón por la cual el proceso de construcción sólo las empeoró.

Por ello, el presente trabajo tuvo como objetivo rediseñar la infraestructura de la zona para mitigar los problemas detectados. El rediseño priorizó la accesibilidad y seguridad vial de los peatones con especial énfasis en las personas con autonomía limitada. Asimismo, se trató de que las propuestas se adapten al contexto climático, cultural y social del área con el fin de asegurar la asimilación eficaz por parte de los ciudadanos.

El método desarrollado consistió en cuatro etapas. La primera, el reconocimiento del entorno, en donde se realizaron visitas a campo para detectar los problemas y se realizaron sondeos para determinar la hora pico. La segunda, la recolección de datos, en el cual se midió la geometría de la zona con una cinta métrica y se realizó una filmación con dron para obtener los flujos vehiculares, peatonales y tiempos de viaje. La tercera, fue el de propuestas de mejora, acápite en el que se revisaron manuales internacionales de diseño y se realizaron entrevistas de participación ciudadana. En base a ello, se aplicaron medidas de gestión de tránsito, rediseño geométrico y una redistribución de espacios. Finalmente, se evaluó la eficacia del escenario con propuestas creado. Esto mediante la calibración y validación del modelo de micro simulación, y la comparación del escenario creado con respecto al Do nothing.

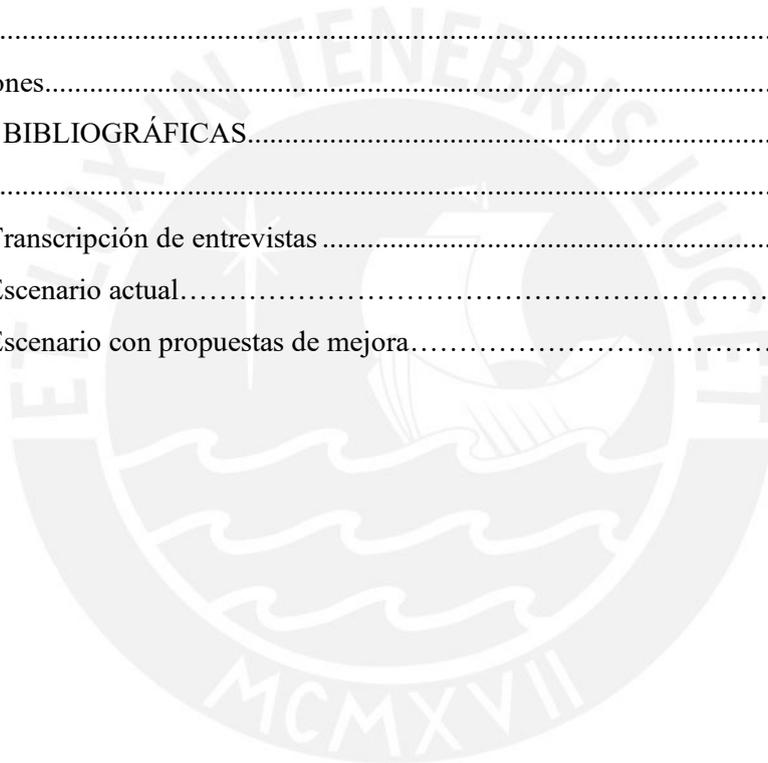
En cuanto a los resultados, se obtuvieron reducciones de tiempo de viaje vehicular que varían entre 10 y 20%. Asimismo, según el instrumento EEPI el escenario con propuestas se puede calificar como bueno, lo cual da a entender que la intersección es más accesible. Por otro lado, también es posible afirmar que el entorno promueve ahora promueve la caminata, ya que se implementó mobiliario urbano con materiales de la zona que brindan confort térmico y visual.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1: ASPECTOS GENERALES	1
1.1 Introducción	1
1.2. Objetivos	4
1.2.1. Objetivo general:	4
1.2.2. Objetivos específicos:.....	4
1.3. Justificación	4
1.4. Alcances y limitaciones	5
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	7
2.1 Definiciones fundamentales para el diseño	7
2.1.1 Espacio público	7
2.1.2 Accesibilidad.....	10
2.1.3 Movilidad sostenible	12
2.2 Consideraciones para el diseño	13
2.2.1 Intersecciones.....	13
2.2.2 Semaforización.....	14
2.2.3 Seguridad vial.....	15
2.2.4 Señalización vial.....	18
2.2.4.1 Señales verticales	19
2.2.4.2 Marcas en el pavimento	20
2.2.5 . El clima en el diseño.....	23
2.2.6 Composición vehicular (mototaxis y motocicletas)	24
2.3 Modelo de simulación de tráfico	26
2.3.1 Modelo de micro simulación	26
2.3.2 Área de influencia.....	27
2.3.3 Modelo de seguimiento vehicular.....	28
2.3.4 Modelo de fuerza social.....	29
2.3.5 Naturaleza aleatoria	30
2.3.6. Número de corridas	30
2.3.7. Warm up.....	31
2.3.8. Parámetros de eficiencia	32
2.3.9. Parámetros de Wiedemann	33
2.3.10. Calibración y Validación	34
2.3.11. Randomization Test.....	35
2.4 Escenarios del estudio de movilidad.....	37

2.4.1	Escenario actual.....	38
2.4.2	Escenario “Do nothing”.....	38
2.4.3	Escenario con propuestas.....	38
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN		40
3.1.	Reconocimiento del entorno	41
3.1.1	Observación de la intersección	41
3.1.2	Sondeos.....	42
3.2	Recolección de datos	42
3.2.1.	Flujos de vehículos y peatones	42
3.2.2.	Datos geométricos y tiempos del semáforo.....	42
3.2.3.	Parámetro de eficiencia	43
3.3.	Propuestas de mejora	43
3.3.1.	Revisión de manuales de diseño	43
3.3.2	Entrevistas de participación ciudadana.....	43
3.3.3.	Gestión de tránsito.....	44
3.4.	Micro simulación de la intersección.....	46
3.4.1.	Implementación de vehículos atípicos.....	46
3.4.2.	Comportamiento lateral	48
3.4.3.	Calibración y Validación del modelo actual	50
3.4.4.	Modelo del escenario con propuestas	51
3.4.5.	Comparación de propuestas	51
CAPÍTULO 4: MODELACIÓN DE LA INTERSECCIÓN		53
4.1.	Resultados de la observación en campo	53
4.2.	Características de la vía.....	56
4.2.1	Características geométricas	56
4.2.3	Flujos vehiculares y peatonales	57
4.2.4	Tiempo de viaje vehicular y peatonal	60
4.2.5	Tiempos de semáforo	62
4.3	Calibración.....	62
4.4	Validación.....	65
4.5	Modelación del escenario “Do nothing”.....	66
CAPÍTULO 5: ENTREVISTAS A LOS USUARIOS.....		69
5.1	Problemáticas que aquejan a los ciudadanos	69
5.2	Soluciones propuestas por los ciudadanos.....	70
CAPÍTULO 6: PROPUESTAS DE DISEÑO		73

6.1. Rediseño vial.....	73
6.1.1. Rediseño geométrico	73
6.1.3. Cambios en los materiales usados	80
6.1.4. Implementación de señalización.....	81
6.1.5. Cambio de usos de suelo	81
6.2. Análisis de los resultados	82
6.2.1. Evaluación de parámetros vehiculares.....	82
6.2.2. Evaluación de parámetros peatonales	84
6.2.3. Mejoras cualitativas.....	85
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	90
Conclusiones	90
Recomendaciones.....	92
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	93
ANEXOS	100
ANEXO 01: Transcripción de entrevistas	100
ANEXO 02: Escenario actual.....	105
ANEXO 03: Escenario con propuestas de mejora.....	106



ÍNDICE DE FIGURAS

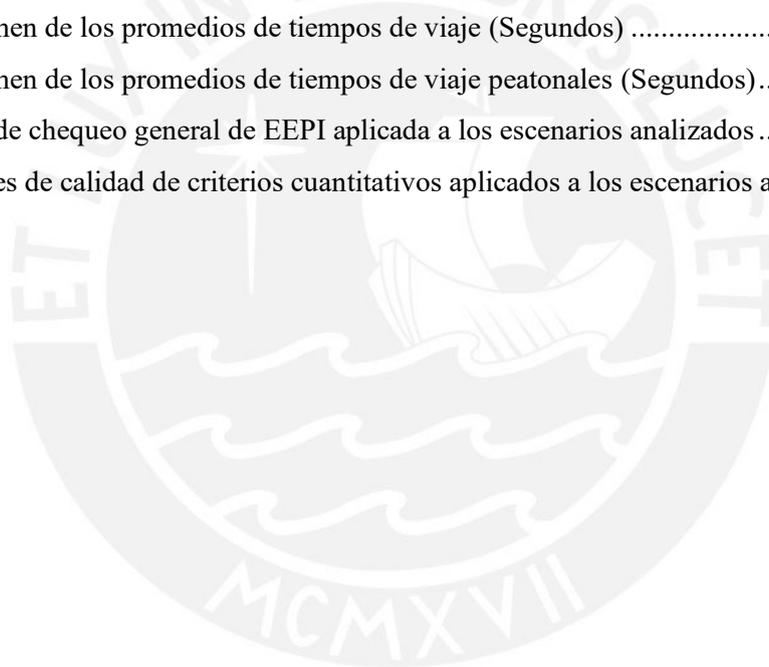
Figura 1.1. Ruta antes y después del periodo de construcción del Mercado.....	3
Figura 2.1. Enfoque interdisciplinario del espacio público	10
Figura 2.2. Señal vertical de sitio de parqueo	19
Figura 2.3. Dimensiones de flecha recta.....	21
Figura 2.4. Dimensiones de flecha recta con giro	22
Figura 2.5. Dimensiones de flecha recta con giro	23
Figura 2.6. Modelo de seguimiento vehicular.....	28
Figura 2.7. Gráfica de proceso estocástico promedio	32
Figura 3.1. Etapas para realizar el estudio de movilidad.....	41
Figura 3.2. Esquema integrado de gestión de tránsito.....	45
Figura 3.3. Vehículos 3D añadidos de 3D Warehouse.....	47
Figura 3.4. Representación gráfica de la agrupación de motocicletas.	48
Figura 3.5. Características finales del comportamiento lateral	49
Figura 4.1. Cerco perimétrico sin veredas	53
Figura 4.2. Generación de charcos por lluvias	54
Figura 4.3. Usos múltiples de la zona muerta	55
Figura 4.4. Inadecuada protección de semáforo y poste de luz.....	55
Figura 4.5. Mapa de barreras.....	57
Figura 4.6. Flujos vehiculares utilizados para la calibración (vehículos/hora)	58
Figura 4.7. Flujos peatonales utilizados para la calibración (peatones/hora).....	58
Figura 4.8. Flujos vehiculares utilizados para validación (vehículos/hora).....	59
Figura 4.9. Flujos peatonales utilizados para la validación (peatones/hora).....	59
Figura 4.10. Región en donde se midió el tiempo de viaje.....	61
Figura 4.11. Diagrama de fases del semáforo	62
Figura 4.12. Verificación de confiabilidad de la calibración - Jr.Cayumba	64
Figura 4.13. Verificación de confiabilidad de la calibración- Av. Tito Jaime	64
Figura 4.14. Verificación de confiabilidad de la validación - Jr. Cayumba	66
Figura 4.15. Verificación de confiabilidad de la validación - Av. Tito Jaime	66
Figura 4.16. Flujo vehicular para el escenario “Do nothing” (vehículos/hora).....	67
Figura 4.17. Flujo peatonal para el escenario “Do nothing” (peatones/hora)	68
<i>Figura 6.1. Dimensionamiento de las rampas.....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 6.2. Mobiliario urbano implementado.....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 6.3. Infraestructura para las personas con discapacidad visual</i>	<i>78</i>
<i>Figura 6.4. Estacionamiento para para personas con.....</i>	<i>79</i>

<i>Figura 6.5.</i> Nuevo diagrama de fases	80
<i>Figura 6.6.</i> Cambios realizados con respecto al escenario actual	82
<i>Figura 6.7.</i> Hipótesis Alternativa para Jr. Cayumba	83
<i>Figura 6.8.</i> Hipótesis Alternativa para Av. Tito Jaime	84
<i>Figura 6.9.</i> Cruceos peatonales en los que se midieron los tiempos de viaje.....	84



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1. Lista de chequeo general de EEPI.....	52
Tabla 3.2. Niveles de calidad de criterios cuantitativos.....	52
Tabla 4.1. Aforo de vehículos de la intersección (vehículos/hora).....	60
Tabla 4.2. Tiempos de viaje obtenidos en campo (Segundos).....	61
Tabla 4.3. Determinación de la cantidad mínima de muestra (Segundos).....	62
Tabla 4.4. Tiempos de viaje utilizados en la calibración (Segundos).....	63
Tabla 4.5. Tiempos de viaje utilizados en la validación (Segundos).....	65
Tabla 4.6. Aumento en el tiempo de viaje si no se realizan cambios (Segundos).....	68
Tabla 5.1. Problemáticas manifestadas por los ciudadanos.....	69
Tabla 5.2. Soluciones propuestas por los ciudadanos.....	71
Tabla 6.1. Resumen de los promedios de tiempos de viaje (Segundos).....	83
Tabla 6.2. Resumen de los promedios de tiempos de viaje peatonales (Segundos).....	85
Tabla 6.3. Lista de chequeo general de EEPI aplicada a los escenarios analizados.....	86
Tabla 6.4. Niveles de calidad de criterios cuantitativos aplicados a los escenarios analizados.....	88



CAPÍTULO 1: ASPECTOS GENERALES

1.1 Introducción

La mayor parte de Latinoamérica se caracteriza por tener un crecimiento exponencial de vehículos motorizados e inversión en infraestructura vial que gira en torno al transporte privado (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2019). En ese sentido, el Perú no es ajeno a esta tendencia, pues existe una visión extendida de que el diseño vial se debe basar en el automóvil. Esta visión es compartida inclusive por algunos especialistas; pues, en ingeniería de tránsito, es una práctica común que las medidas que se plantean ataquen fundamentalmente la congestión a partir del mejoramiento de indicadores de eficiencia basados únicamente en vehículos (Fernández, 2010; Quintero, 2017).

Este punto de vista es inadecuado, porque los ciudadanos son los principales receptores de las medidas adoptadas y se debe entender que ellos tienen la necesidad y derecho a una libre circulación. “Obviar este hecho ha significado que frente a una determinada manifestación del problema se ataquen sus síntomas, pero se soslayan sus causas de fondo” (Fernández, 2010, p.4). Por ende, es necesario que, aquellas personas que diseñan la infraestructura tengan una perspectiva de desarrollo humano, lo cual implica ver a los modos de transporte, vías públicas e infraestructura vial como instrumentos que sirvan a la movilidad de los ciudadanos. De esta manera, estos podrán acceder a nuevas oportunidades económicas, sociales, políticas y culturales (Dangond, François, Monteoliva y Rojas, 2011).

Además de ello, el enfoque de diseño basado en el automóvil, no sólo es negativo por no dar importancia al peatón, sino también porque ignora la diversidad vehicular del país. Tal es el caso de la ciudad de Tingo María, en la que los principales medios de transporte son los mototaxis y motos lineales. El comportamiento e interacción de los peatones con estos modos de transporte debe ser comprendido para realizar adecuados diseños. Ello debido a que una

problemática latente en las ciudades peruanas es la expansión urbana, proceso en el cual se aprecia un crecimiento rápido y descontrolado que conlleva a desarrollos dispersos y difusos que tienden a aumentar las desigualdades sociales y provoca efectos negativos sobre el ambiente, clima y salud de los ciudadanos (Cascajo, 2020). Esto implica que constantemente se esté construyendo nueva infraestructura para satisfacer sus necesidades, y como consecuencia de esas construcciones se generen cambios importantes en los desplazamientos.

Un ejemplo de esta problemática es la construcción del mercado principal de la ciudad de Tingo María, la cual ha generado cambios en los patrones de desplazamiento de los peatones, mototaxis, motos lineales y demás medios de transporte que transitan en las intersecciones aledañas. Asimismo, las consecuencias fueron aún peores porque en el proceso constructivo no se tomaron en cuenta las repercusiones que causarían en el tráfico ni una gestión para aminorar su impacto. Dichas consecuencias se explican a continuación.

En primer lugar, la construcción de la infraestructura no consideró la existencia de un ancho mínimo de vereda provisional alrededor del cerco perimétrico; por esta razón, los peatones se ven obligados a transitar en una superficie que se encuentra al nivel de la calle cuando necesitan desplazarse. Esto compromete su seguridad, porque cualquier vehículo puede causarles graves daños.

En segundo lugar, un tramo de la avenida Alameda Perú fue cerrado, lo que generó que los vehículos cuya trayectoria era recta (línea azul) comenzarán a transitar por la vía alternativa del jirón Cayumba (línea roja). En otras palabras, existió un cambio en la ruta, lo cual se puede observar en la siguiente figura:

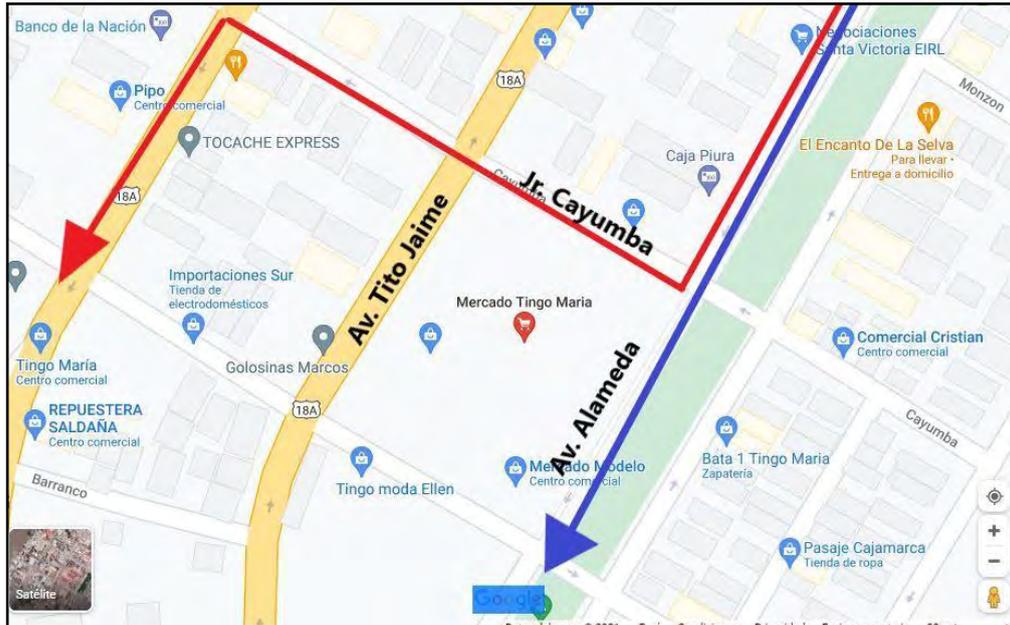


Figura 1.1. Ruta antes y después del periodo de construcción del Mercado.
Adaptado de Google Maps (2021)

Por lo mencionado anteriormente, se debe realizar un estudio de movilidad para examinar los impactos adversos que la construcción ha generado sobre el área de influencia de la red vial. Este estudio necesitará una herramienta capaz de tomar en cuenta la particular composición vehicular de la ciudad de Tingo María, así como el comportamiento de las personas que transitan ahí. La alternativa más confiable para este tipo de situaciones es la micro simulación, la cual permite no sólo adaptarse al contexto sino también analizar en qué medida los diseños de mejora influenciarán en la interacción de los peatones y vehículos, así como para cuantificar parámetros que permitan escoger la mejor propuesta entre múltiples opciones.

Añadiendo a lo anterior, este contexto se presta para realizar estudios que tomen en cuenta el movimiento vehicular como en el caso de un Estudio de Impacto Vial (EIV en adelante), pero que al mismo tiempo se consideren a los peatones. Por ello, la presente tesis realizará un estudio de movilidad en la zona, utilizando las herramientas que ofrece un EIV y aplicándolas para el beneficio peatonal y vehicular.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general:

Diseñar medidas de mitigación que permitan mejorar la accesibilidad universal y el tráfico vehicular mediante la micro simulación.

1.2.2. Objetivos específicos:

- Analizar las características de los desplazamientos vehiculares y peatonales.
- Rediseñar la infraestructura de la zona de estudio para facilitar los desplazamientos inclusivos y mejorar la seguridad vial.
- Rediseñar el espacio público para que se adapte al entorno y promueva la mayor presencia de peatones.

1.3. Justificación

Actualmente, existe una tendencia de crecimiento en las tasas de motorización, lo cual supone un desafío para los países latinoamericanos como Perú porque no cuentan con infraestructura vial adecuada para gestionar tanta cantidad de vehículos (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2019). Asimismo, el desafío aumenta de complejidad si se toma en cuenta la brecha en infraestructura de los servicios de primera necesidad (hospitales, escuelas, mercados, entre otros) y la demanda de urbanización en las zonas menos desarrolladas. Ello debido a que estos factores incentivan la construcción y modificación de edificaciones, las cuales, a su vez, incentivan el aumento del tráfico.

Si bien algunas vías puedan contar en un inicio con medidas de mitigación que eviten la congestión vehicular, estas últimas dejan de tener validez cuando nuevos proyectos entran en funcionamiento (Cabrera, 2021e). Con el objetivo de aplacar esta problemática, es necesario realizar estudios de la movilidad de la zona cada vez que un cambio en las edificaciones afecte

las condiciones de circulación de las vías adyacentes. Sin embargo, este tipo de estudios no se suelen realizar con frecuencia en el Perú. En especial, en las regiones alejadas de la capital, por lo que no existe mucha información acerca de medidas aplicables a entornos de composición vehicular diferente a la de Lima.

En este sentido, el presente trabajo resulta relevante, porque puede ser tomado como referencia a futuro. Así pues, se analizará un caso cuya composición está conformada principalmente por motocicletas y mototaxis. Específicamente, se estudiará el impacto de la etapa de construcción de la remodelación del mercado modelo de Tingo María. Debido a ello, se generaron cambios que afectaron negativamente a las vías adyacentes. De manera que, la infraestructura existente en la intersección desfavorece a los comerciantes, peatones y vehículos que transitan por la zona; por lo tanto, es justificable proponer medidas que mejoren la situación.

1.4. Alcances y limitaciones

El trabajo consistirá en rediseñar las vías con adecuadas dimensiones, señalizaciones e iluminación, así como la optimización de los tiempos del semáforo. De modo que, las medidas se orienten a obtener una movilidad urbana sostenible. Al respecto, Quintero (2017) señala que:

Sin importar la extensión o envergadura de un estudio de ingeniería de tránsito, siempre debe realizarse un análisis de la accesibilidad, de lo social, cultural, ambiental, económico y político en el área de influencia de la problemática, que permita diseñar medidas orientadas a obtener una movilidad urbana sostenible (p. 70).

En otras palabras, el diseño debe de ser holístico y no simplemente enfocarse en reducir el tráfico vehicular. Todo ello sin olvidar que el principal beneficiado con las medidas adoptadas es el peatón, quién se debe analizar desde múltiples dimensiones.

En cuanto a las limitaciones del estudio, por un lado, no se cuenta con suficiente presupuesto para la grabación de la cantidad de horas que un verdadero estudio de movilidad necesita y la ciudad no cuenta con una empresa especializada en filmaciones con drones de larga duración, por lo que se grabarán solamente 50 minutos. Además, por simplicidad y falta de recursos, el parámetro de eficiencia que se usará para la calibración del modelo será el tiempo de viaje de los vehículos y peatones.

Por otro lado, la obra del mercado de Tingo María inició el 2 de diciembre del 2012; sin embargo, inclusive hasta ahora, no ha sido inaugurada. Su primera paralización fue el 13 de diciembre del 2014 (Díaz, 2020). Y, a pesar de que actualmente se está retomando la construcción, no se sabe con certeza cuándo realmente entrará en funcionamiento. Por ello, el estudio de movilidad analizará sólo la etapa de construcción.

Por último, no se podrá abordar a cabalidad los efectos de los gases de invernadero ni métricas de los beneficios ambientales que generen las propuestas de mejora. Ello porque existen restricciones con respecto a la instrumentación que haría falta para tomar en cuenta dichas consideraciones.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo, se brindarán algunas definiciones fundamentales para el diseño, las cuales son las bases de las que parte un ingeniero vial antes de plantear medidas de mejora para la intersección. Asimismo, se especificará que consideraciones que se tomarán en cuenta para el planteamiento de soluciones.

Por otra parte, también se explicarán las definiciones necesarias para modelar la movilidad de la zona de estudio en un software de micro simulación. Además de precisar, los escenarios que se deben de simular para desarrollar un adecuado estudio de movilidad, el cual se basa en los escenarios típicos de un EIV.

2.1 Definiciones fundamentales para el diseño

2.1.1 Espacio público

El concepto de espacio público es complejo, puesto que está a disposición de distintos intereses y es construido con la percepción de distintas especialidades. Por ello, si se desea una adecuada comprensión, se requiere de un análisis multidimensional. Según Cabrera (2019) estas dimensiones se pueden clasificar en física, humana y temporal.

La dimensión física es la más visible, porque está compuesta por la infraestructura urbana in situ. Asimismo, en cuanto a los cambios que se deseen implementar en ella, es imprescindible asimilar que dicho espacio debe de ser gestionado como un bien común (Montaner y Muxí, 2021).

Del mismo modo, es indispensable entender que por “público” se refiere tanto a las condiciones de propiedad como a las condiciones de uso (Ricart y Resemar, 2013). Esto se debe a que este es el espacio en donde los ciudadanos manifiestan sus deberes y derechos, así como conductas anti normativas (Montaner y Muxí, 2021). Asimismo, estas actividades realizadas por las personas permiten diferenciar un espacio público de otro, en otras palabras,

estos comportamientos conforman la dimensión humana de cada espacio público.

Por otra parte, la dimensión temporal reconoce que el uso del espacio es fluido, ya que dependiendo de las circunstancias que ocurran en el ámbito político, cultural o social, las actividades que se realizan pueden cambiar. Estos cambios en el uso dependen de acciones colectivas y sociales que pueden ser espontáneas o también pueden surgir como producto de la planificación urbana (Bueno, 2021). Por ejemplo, en las últimas manifestaciones contra el golpe de estado de Merino, las plazas de las ciudades peruanas fueron el escenario de manifestaciones masivas, lo que generó un cambio brusco en el tipo de uso que se le suele dar al espacio durante un breve instante de tiempo.

La interacción de estas dimensiones genera que cada ambiente urbano tenga sus particularidades, es decir, su propia identidad. El concepto de esta identidad es complejo por lo que Bueno (2021) propone tres escenarios para entenderlo, los cuales son la ciudad neutral, simulación del espacio público y, el de género y diversidad.

En cuanto a la ciudad neutral, esta presenta cierta predisposición a repetir una misma función en la infraestructura urbana. Esto implica hacer simplificaciones en la complejidad de la ciudad y, aunque resulte ser útil para lograr rentabilidad y seguridad, es posible generar ausencia de contextualización social e histórica, lo que termina deteriorando la calidad del espacio público (Ricart y Resemar, 2013). Sumado a esto, se corre el riesgo de aplicar la urbanización, ya que no se está tomando en cuenta la forma de consumo, turismo y/o movilidad en el diseño (Muñoz, 2008). Como consecuencia de ello, se puede evitar una adecuada relación entre los ciudadanos y su entorno.

Con respecto a la simulación del espacio público, este se lleva a cabo cuando los espacios privados simulan un uso público debido al empleo que las personas le dan. Un ejemplo clásico son los centros comerciales, puesto que aquellos son los nuevos espacios de encuentros

sociales y exclusiones socioeconómicas en la Lima moderna (Cáceres y Uriol, 2008).

Además, este tipo de espacios incentivan la idea de seguridad mediante la creación de ambientes cerrados (Bueno, 2021). Sin embargo, las separaciones físicas de espacios fomentan la segmentación social, preferencia por el ambiente privado y discontinuidad de espacio público (Silva, 2011). Ello porque este espacio privado está diseñado para que prefieran transitar por él en lugar del espacio público con el objetivo de incentivar su comercio.

En relación al escenario de género y diversidad, este pretende dejar en el pasado el diseño androcentrista, el cual consiste en pensar, desarrollar y diseñar el espacio público usando al varón como centro principal de la vida social (Cavalo, 2019). Ello debido a que este movimiento ha ocasionado en algunas ocasiones inseguridad en las mujeres, pues las limitan a desplazarse solo a ciertas horas en determinadas trayectorias por las calles y auto excluyéndose de algunos lugares donde son rechazadas (Soto, 2007).

Además, dentro de este escenario, se pueden considerar también a las personas con los distintos tipos de discapacidad, las cuales suelen ser segregadas por la infraestructura del espacio público y de las edificaciones. Esto se alcanza a observar con la inexistencia de rampas en muchos sectores de la ciudad o en su defecto en su existencia, pero con pendientes elevadas.

En este sentido, resulta relevante aspirar a lograr la ciudad igualitaria descrita por Borja y Muxí (2003), la cual posee criterios que benefician a todas (o, por lo menos, la mayoría) las generaciones y clases.

Entender la identidad del espacio público desde los distintos puntos de vista sociales presentados permite buscar soluciones más integrales y complejas que empaticen con la mayor cantidad de usuarios posibles y tomen en cuenta factores que se adapten a sus

necesidades sociales, culturales, ambientales y económicas. Debido a lo complejo que puede resultar esto, se requerirá de un consenso entre distintas especialidades, las cual según Cabrera (2021a) son las siguientes:



Figura 2.1. Enfoque interdisciplinario del espacio público
Tomado de “Gestión de tránsito”, por Cabrera, 2021a

De este modo, el enfoque multidisciplinario tiene el potencial de ofrecer soluciones holísticas. Asimismo, este tipo de trabajo puede ser utilizado para evitar incongruencias entre especialidades y justificar cada decisión con un mayor fundamento. En otras palabras, es posible un diseño de un adecuado espacio público con una metodología de trabajo similar a la sugerida de la aplicación de BIM (Building Information Modeling) en conjunto con VDC (Virtual Design and Construction), en donde a través de sesiones ICE (Integrated Concurrent Engineering) se disminuyen los problemas inter especialidades y se optimizan los procesos a través de trabajo colaborativo.

2.1.2 Accesibilidad

En muchas propuestas de diseño vial, no se suele considerar a las personas con distintas discapacidades, porque este tipo de usuarios no suelen transitar en las intersecciones. Con respecto a ello, es importante destacar que, actualmente, existe un porcentaje mundial de personas con discapacidad de 15%, por lo que la accesibilidad universal resulta una

consideración fundamental para el diseño de infraestructura. (Mayordomo et al., 2020; y Cisternas, 2020). Por ello, resulta relevante el término de accesibilidad, la cual se define como la facilidad de una localización para alcanzar un destino o actividad deseada (Rojas et al., 2019). De esta manera, esta debe de ser un requisito primordial para garantizar el derecho a disfrutar de los servicios públicos, independientemente de sus capacidades, a todas las personas (Mayordomo et al., 2020; Alcivar et al., 2018; Hernández, 2012).

Siguiendo con lo anterior, si se desea crear un diseño accesible, lo primero que se debe de hacer es suprimir las barreras arquitectónicas. De ese modo, una alternativa para detectar su eliminación se presenta con la llamada “accesibilidad desapercibida”, la cual consiste en poseer una accesibilidad que pase desapercibida entre los usuarios (Simian, 2014). Un ejemplo de esto se puede observar en los centros cívicos, los cuales generalmente son los lugares más accesibles para la caminata y el transporte público (Rojas et al., 2019). Es precisamente en estos lugares, en los que no se percibe una accesibilidad forzada.

Por otra parte, este concepto puede incluirse en la definición del diseño universal, la cual aspira a diseñar infraestructura para los distintos individuos con sus diversas características y habilidades (Alcivar et al., 2018). Ello debido a que, a pesar de ser inclusivo, el diseño universal debe de funcionar sin la necesidad de medidas extravagantes. Sino que, por el contrario, el diseño debe de ser sencillo y de fácil interpretación para las personas con discapacidad.

Sin embargo, a pesar de que este diseño universal es ampliamente conocido en la literatura, no es un asunto que suele preocupar a los diseñadores. Por ejemplo, en un estudio realizado en la ciudad de Murcia, España (2020), se detectó que el 71.9% de los locales comerciales no cumplen con los requisitos normativos para una adecuada accesibilidad. De similar manera, otro estudio realizado en Temuco, México (2014), concluyó que el 91.2% de los recintos no cumplen con características deseables de accesibilidad y seguridad para usuarios

discapacitados.

Por otro lado, cabe recalcar que autores como Cabrera (2019) afirman que en el diseño siempre existirán diferencias intra e inter discapacidad, es decir, las medidas que pueden ayudar a algunos pueden afectar a otros. Por ello, más que un diseño realmente universal, es un diseño orientado a ayudar a la mayor cantidad de usuarios posible; pero siendo consciente que en ocasiones se tienen que tomar decisiones relacionadas con favorecer algún tipo de discapacidad a costa de otra. Asimismo, si se tiene como objetivo lograr su mayor participación social, se debe entender que el aspecto urbanístico de la accesibilidad tiene menor relevancia que los procesos económicos y sociales (Hernández, 2012). En ese sentido, el diseño universal por sí solo no es suficiente, se deben implementar medidas relacionadas con otras especialidades para lograr la inclusión de estas personas.

2.1.3 Movilidad sostenible

Las propuestas de mejora del presente trabajo se basan en la movilidad sostenible porque buscan brindar facilidades de desplazamiento en el siguiente orden jerárquico: peatones, ciclistas, transporte público, transporte de carga y automóvil. Esto de tal manera que prevalezca la micro movilidad como la caminata y el uso de bicicletas para distancias cortas.

En los últimos años, el transporte urbano se ha convertido en un indicador de calidad de vida de los habitantes. Ello debido a que las buenas condiciones de movilidad implican la reducción de tiempo en los desplazamientos al trabajo, incidiendo en los niveles de productividad del sector económico (Caraballo, 2019). En consecuencia, si se desea lograr una calidad de vida a través del transporte, es relevante el concepto de movilidad urbana sostenible. Aquella considera que el ciudadano es el principal receptor de las medidas adoptadas y tiene necesidad de hacer efectivo su derecho a la libre circulación (Dangond et al., 2011). Debido a las complejas necesidades del usuario final, resulta necesario realizar análisis de la accesibilidad, de lo social, cultural, económico y político para lograr una

adecuada movilidad urbana sostenible (Quintero, 2017).

En la misma línea, la movilidad sostenible requiere de un enfoque holístico para poder alcanzarlo. Sin embargo, un paso importante para lograrlo es la reducción del flujo de los vehículos privados, pues estos terminan erosionando el espacio para el peatón, ciclista y usuarios del transporte público en general (Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile, 2017). Ello a causa de que los automóviles abarcan mucho más espacio para transportar la misma cantidad de personas en otros modos de transporte.

De este modo, aplicar la movilidad sostenible no es una tarea sencilla, porque cualquier restricción del uso del vehículo particular se configura como una privación a la libertad (Montaner y Muxí, 2020). A pesar de ello, es posible alcanzarlo con ingenio y las herramientas adecuadas.

2.2 Consideraciones para el diseño

De manera general, el diseño considerará parámetros cuantitativos, los cuales utilizarán como herramienta principal VISSIM; y parámetros cualitativos como los doce criterios de Jan Gehl para obtener un óptimo espacio público; así como adaptaciones de la lista de chequeo EEPI (Evaluación de Entornos de Proximidad para Incluir a las personas sin autonomía) para considerar a los usuarios vulnerables. De este modo, el estudio de movilidad buscará ser lo más completo posible en cuanto a propuestas de mejora, lo que permitirá una reducción a los efectos en el tráfico generados por el mercado desde distintas perspectivas.

2.2.1 Intersecciones

Actualmente, más del 90% de las muertes por accidentes de tránsito se producen en los países de recursos medios y bajos como el Perú; a pesar de que en estos países se posee menos de la mitad de vehículos en el mundo (Dávila et al, 2015 citado de Siesquén y Chanduví, 2019). Esto permite tener noción de la importancia de tener medidas óptimas de gestión de tránsito

en las intersecciones. Aquello debido a que, en esta área se interceptan los movimientos entre vehículos y peatones; además, de que el objetivo de las intersecciones es el de facilitar el paso de los flujos de tránsito de una forma eficiente y segura (Fernandez, 2010).

Por otro lado, en cuanto a la forma de solucionar dichos problemas, ésta dependerá principalmente del tipo de intersección que se esté analizando. La clasificación se puede realizar según su geometría en intersecciones en T, intersecciones en cruz o rotondas; y también, de acuerdo, a su regulación por prioridad de paso o por semaforización (Cabrera, 2020a).

2.2.2 Semaforización

Antes de hablar de semaforización, resulta necesario definir algunos conceptos básicos. Con respecto a ello, Cal y Mayor, y Cárdenas (2007) delimitaron términos que pueden ser útiles.

- Ciclo: Tiempo necesario para que transcurran todas las indicaciones (Tiempo de rojo, verde y ambas) del semáforo.
- Fase: Agrupación de movimientos vehiculares y peatonales con el objetivo de que se realicen en simultáneo, y se les asigne un intervalo de tiempo del ciclo.
- Todo rojo: Periodo en el que todas las luces del semáforo indican el color rojo, por lo que no se permite ningún movimiento. Esto es utilizado con la finalidad de aumentar el intervalo de tiempo que tienen los vehículos para despejar la intersección.

En cuanto a la zona de estudio, esta cuenta con un dispositivo semafórico aislado de tiempo fijo, el cual posee metodologías para obtener el ciclo, tiempos de verde y rojo. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, no encajaban con el área de estudio analizada, por lo que la disposición de tiempos de semáforos será una cuestión netamente iterativa. En otras palabras, se tendrá que probar con diferentes tiempos y se elegirá el que brinde las mejores condiciones de tráfico posibles. El parámetro de eficiencia que se usará para determinar cuál opción posee las mejores condiciones, serán las colas, las cuales se medirán desde la línea de

parada de cada acceso.

Cabe recalcar que, los resultados de la iteración tienen ciertas restricciones basadas en recomendaciones empíricas; por ejemplo, no se debe optar por ciclos demasiado largos porque producen demasiadas colas. La National Association of City Transportation Officials (2012) (NACTO en adelante) considera que ciclos cortos entre 60 y 90 segundos son ideales para áreas urbanas, por lo que estas longitudes de ciclo pueden ser un buen punto de partida.

Asimismo, en caso se observen movimientos inconclusos en la semaforización, se debe considerar la existencia de todos rojos, ya que, de esta manera, se puede ayudar a mantener la intersección más libre para los movimientos de la siguiente fase y se mantiene un ambiente más ordenado.

Por otro lado, el mástil del semáforo debe de cumplir ciertas dimensiones que están estipuladas el manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras. En caso de no hacerlo se tendría que realizar un cambio.

En cuanto a la altura, el semáforo debe medir como mínimo 3.1 metros y como máximo 4.5 metros. Algo que fue corroborado con estimaciones basadas en alturas conocidas adyacentes. Sin embargo, esta se encuentra al nivel de la calle, lo cual incumple con la norma y obliga a un futuro cambio de posición del semáforo o un aumento de la vereda.

2.2.3 Seguridad vial

Los accidentes de tránsito cuestan a la mayoría de países cerca del 3% de su PBI, ello debido que mueren 1.25 millones de personas por año como consecuencias de estas actividades, siendo los países de ingresos medios y bajos en donde se producen la mayoría de accidentes (OMS, 2018). Entre estos, el 46% de estas víctimas son representadas por usuarios vulnerables, es decir, ciclistas, motociclistas, peatones y usuarios de transporte público. (OMS, 2009). Por esta razón, la situación es grave, porque recordemos que el diseño vial se

debería enfocar principalmente en los usuarios vulnerables y sus necesidades, entre las cuales una de las más importantes es la de seguridad.

En países como Perú, lo usual es creer que esta gran cantidad de accidentes está ocasionada por la falta de educación vial. Sin embargo, de acuerdo con Novoa et al. (2009), sucede todo lo contrario.

Las intervenciones de seguridad vial más efectivas son aquellas centradas en los factores relacionados con el vehículo o con las infraestructuras, es decir, las que reducen o eliminan el riesgo de padecer una lesión de tráfico y que no dependen del conocimiento cambio de comportamiento de los usuarios (p. 3)

En este sentido, un ingeniero vial es una de las personas más idóneas para mitigar esta problemática, ya que una de sus tareas fundamentales es crear infraestructura vial segura. Pero, ¿qué se entiende por Seguridad? De acuerdo con Dextre (2010), existen tres tipos de seguridad: La seguridad nominal, la cual está relacionada con las normas de diseño que posee cada país; la seguridad sustantiva, aquella que está enlazada con la cantidad y severidad de accidentes; y la percepción de seguridad, que está vinculada con la sensación de peligro que tienen los usuarios, por lo que es subjetiva. La seguridad principal en la cual se enfocará el presente trabajo es la sustantiva, pues esta se puede lograr con rediseños. Asimismo, aunque con menor importancia, también se puede tomar en cuenta la percepción de seguridad, debido a que una buena percepción muy probablemente incentive el uso del espacio público.

Siguiendo con lo anterior, una vez conocido el tipo de seguridad en el cual te enfocas, se debe encontrar la forma de cuantificar la seguridad de una determinada área. Existen múltiples alternativas relacionadas con la cantidad de accidentes, tales como número de muertos por habitantes, muertos por vehículo kilómetro o por pasajero por kilómetro, entre otros (Planzer, 2005). En este ámbito, surge el término “punto negro”, el cual es utilizado para denominar a

una zona en donde ocurre gran cantidad de accidentes comparados con las áreas adyacentes (Dextre, 2010).

Por lo general, es en esta clase de ambientes en donde la seguridad vial empieza a tomar relevancia, pues es en este contexto en el que las Auditorías de Seguridad Vial (ASV) entran en acción. Estas son un conjunto de evaluaciones que buscan identificar y corregir las deficiencias de los proyectos antes de que ocurran accidentes; el dónde y cuándo intervenir es delimitado según las normativas del país, y la zona de influencia depende de la ubicación del proyecto (Dextre, 2010). Cabe recalcar que, la existencia de las ASV no implica que un diseño vial urbano no debería tomar en cuenta este factor; por el contrario, este es un segundo filtro para asegurar que el entorno proteja a los usuarios. La diferencia principal se encuentra en que este es el único objetivo del auditor, mientras que un diseñador tiene que analizar múltiples factores.

Asimismo, existen consideraciones para lograr aumentar la seguridad sustantiva, en donde la velocidad es un parámetro indispensable. Esto debido a que si un auto circula con 30 km/h o menos el peatón tiene un 90% de probabilidades de sobrevivir; y si este vehículo se traslada a 45 km/h o más dichas probabilidades disminuyen a un 50% (OMS, 2009). Por ello, la infraestructura debe obligar a los conductores a circular con velocidades máximas de 30 km/h para áreas con importante flujo peatonal.

Otros autores como Cabrera y Cebollada (2021) comentan que la seguridad vial y ciudadana también se puede evaluar con parámetros cualitativos:

se evalúa si los vehículos al girar ceden el paso a los peatones; el efecto del nivel de tráfico vehicular en las personas y en los accidentes; la vigilancia contra robos; la percepción social de que ciertos conductores de mototaxis son delincuentes, y la realización de actividades en los barrios. (p 254.)

La asimilación de estas sugerencias, implica tomar más en cuenta la percepción de seguridad, lo cual puede generar que el diseño sea más completo ya que sería producto de una mezcla de enfoques. Esto hace falta porque usualmente los criterios no se piensan tomando en cuenta los diferentes grupos de usuarios, por ejemplo, a las personas con discapacidad. Esta deficiencia genera la necesidad de nuevos parámetros para medir la seguridad, los cuales permitirán aumentar la rigurosidad de las Auditorías de Seguridad Vial. En la actualidad existen propuestas interesantes que buscan cubrir este déficit. Un ejemplo de esto, es el índice de seguridad vial, valor promedio del número de veces en el que los peatones invaden la zona de seguridad de personas con discapacidad (Cabrera y Cebollada, 2021).

2.2.4 Señalización vial

Como se mencionó anteriormente, el diseño vial debe enfocarse en el peatón, entre las distintas necesidades que este posee una de las más relevantes es la de seguridad, la cual se suele lograr con adecuada infraestructura acompañada de una señalización vial. Esta última cumple las funciones de organizar el tránsito, advertir de peligros, ordenar conductas de seguridad y comunicar información útil (Dextre et al., 2008).

Asimismo, si se desea implementar una señal vial se requieren ciertas consideraciones. Por un lado, es importante colocar la cantidad necesaria de señales. Esto se debe a que el exceso de estas distrae y confunde al conductor, llegando a provocar contaminación visual; y la ausencia de las señales relaja al automovilista frente a situaciones riesgosas (Dextre et al., 2008). Ambos extremos pueden resultar peligrosos, por lo que se deben de considerar frecuentemente la posibilidad de cuando está sobrando o faltando señalización vial.

Por otro lado, es relevante ser consciente de que su colocación no implica necesariamente cumplimiento, pues la señal debe contar con infraestructura que la complemente, en especial en el contexto nacional en el que los conductores son agresivos.

Por lo anteriormente mencionado, queda claro que la señalización vial no es un asunto simple. Ello debido a que, esta requiere de estudios previos de ingeniería vial, resultados de auditorías o inspecciones viales (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016). De otro modo, las señales podrían no ser respetadas o inclusive pueden terminar ocasionando más problemas de los que ya existen. A continuación, se mostrarán algunas de estas señales:

2.2.4.1 Señales verticales

La intersección no cuenta con ninguna señal vertical, por lo que se seleccionarán algunas señales que posiblemente ayuden a mejorar las condiciones actuales de la zona. En líneas generales, se seguirá lo estipulado en el Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras creado por el MTC (2016), el cual define que “Las señales verticales son dispositivos instalados al costado o sobre el camino, y tienen por finalidad, reglamentar el tránsito, prevenir e informar a los usuarios mediante palabras o símbolos” (p.13). Este manual contiene una gran variedad de señalizaciones, pero usar excesiva señalización puede generar contaminación visual (Dextre et al.,2008). Por esta razón, solo se optó por usar las siguientes marcas viales:

“Señal sitio de parqueo” (I-5)

Como existe una cantidad excesiva de vehículos que se estacionan en cualquier parte y, se desea reducir o eliminar estas acciones. Una alternativa es usar esta señal de parqueo para delimitar una zona de estacionamiento. Dicha señal se representa de la siguiente forma.



Figura 2.2. Señal vertical de sitio de parqueo
Tomado de “Manual de dispositivos de control de tránsito automotor”, por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016

Cabe recalcar que, de acuerdo con el manual, esta debe complementar la señal se debe complementar con pintura amarilla sobre el pavimento que delimite el área sobre la cual se está realizando la prohibición.

2.2.4.2 Marcas en el pavimento

El pavimento de la intersección se encuentra en inadecuadas condiciones no solo por las irregularidades del terreno, sino también por la inexistencia de marcas en el pavimento. Por ello, se implementaron dichas marcas siguiendo las indicaciones de la norma.

“Líneas de cruce peatonal”

También llamado pase de cebra, estas permiten unir las líneas de deseo de los peatones y son necesarias para un cruce ordenado. Según la norma, las pinturas usadas deben de ser blancas, y deben de manifestar un ancho que varía entre 0.3 a 0.5 metros con un espaciamiento de dimensiones similares a las del ancho en sí.

Por otra parte, el manual sugiere un ancho mínimo de 2 metros para este cruce; sin embargo, la NACTO (2012) recomienda un ancho no menor a 3 metros. Debido a que, elegir tres metros de anchura cumple con ambas guías, se eligió dicha dimensión.

“Líneas de pare”

Esta es una línea transversal a la calzada, que cumple la función de indicar el detenimiento de este vehículo. Generalmente, es necesaria para que los conductores mantengan cierta distancia del cruce peatonal y para delimitar la línea en la que se debe frenar cuando el semáforo marca el rojo. Son precisamente, estos usos generales los que se requieren en la intersección. Para ello, el MTC indica que la línea debe tener 0.5 metros de ancho y que debe encontrarse a una distancia de un metro del cruce peatonal.

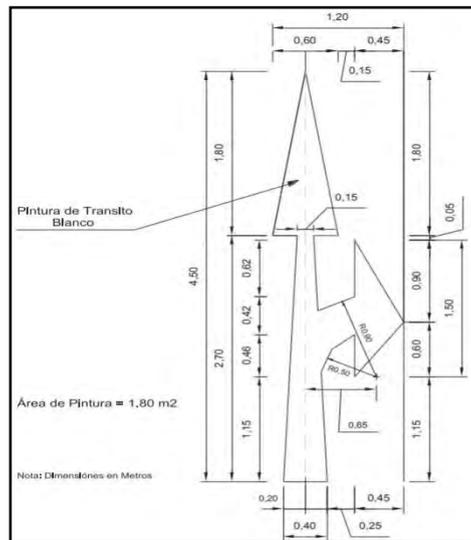


Figura 2.4. Dimensiones de flecha recta con giro
Tomado de “Manual de dispositivos de control de tránsito automotor”, por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016

“Líneas de separación de carriles”

En el título de rediseño geométrico se detalló el proceso para la elección de anchos de carril. No obstante, dicha selección sería en vano si es que estos no se delimitan con las adecuadas marcas en el pavimento. Teniendo en cuenta eso, se separaron los carriles con líneas segmentadas, las cuales se usan comúnmente en un entorno urbano e indican que está permitido el paso hacia otro carril. Las dimensiones de dichas marcas fueron un ancho de 12 centímetros, un largo de 3 metros y una separación de 5 metros, valores que cumplen lo indicado en el manual nacional.

“Estacionamiento exclusivo para personas con movilidad reducida”

La intersección posee un nivel de accesibilidad bastante bajo, ya que no posee crucero peatonal, ni rampas que conectan las veredas. Además, la superficie aledaña para cruzar posee superficies en donde se empoza agua, por lo que una persona con movilidad reducida tendría que atravesar un charco con su silla de ruedas. Por estas razones, se requieren medidas que mejoren el libre desplazamiento de este grupo de personas, una de estas medidas se basa en la delimitación de áreas para estacionamientos exclusivos. Estos estacionamientos deberán de

cumplir con las dimensiones y colores de la siguiente imagen.

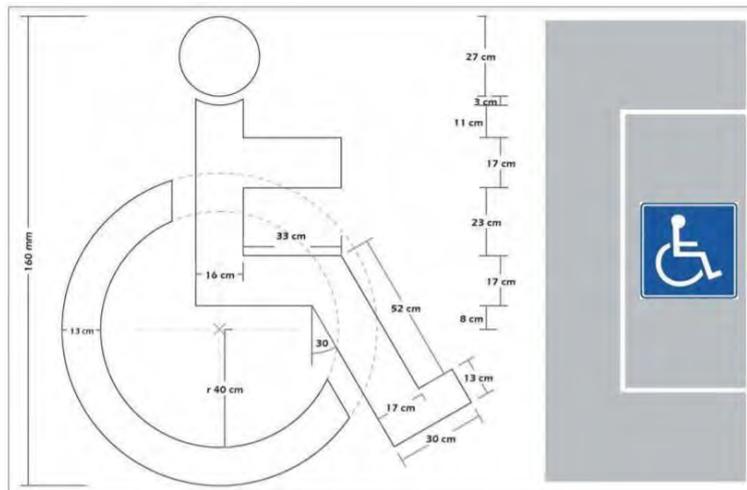


Figura 2.5. Dimensiones de flecha recta con giro
Tomado de “Manual de dispositivos de control de tránsito automotor”, por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016

2.2.5 . El clima en el diseño

Un adecuado diseño vial urbano debe de tomar en cuenta muchas consideraciones, cada una de estas tiene relevancia para que el espacio urbano satisfaga las necesidades de los usuarios. Un parámetro fundamental para una óptima gestión de la infraestructura vial es el clima (Orozco, 2014). Esto especialmente si el área de estudio posee un clima agresivo como gran parte de la selva, en donde existe considerable pluviosidad y calor.

En cuanto a la pluviosidad, resulta importante no cubrir la ciudad con materiales impermeables, pues se podría generar mayor escorrentía superficial durante las lluvias, así como deteriorar la calidad del agua (Isabeles et al., 2019). Añadido a esto, si las calles poseen superficies irregulares, se pueden generar charcos que terminan reduciendo el área de la que dispone el peatón para sus actividades.

Asimismo, se debe tomar en cuenta que cuando llueve, las personas tienden a buscar refugios, por lo que es obligación del espacio público satisfacer estas necesidades. Por todo ello, es relevante que el espacio urbano cuente con cubiertas para proteger a las personas de las lluvias; así como con superficies transitables con adecuados sistemas de drenaje que

conduzcan el agua de lluvia a dispositivos de canalización (Vidal, 2007).

Por otra parte, considerar las altas temperaturas también es importante, pues se debe evitar materiales que contribuyan a generar las islas de calor. Este último término hace referencia al aumento de la temperatura que se experimenta en un ambiente urbano en relación a uno no urbano, y se origina mediante procesos físicos relacionados con materiales como el cemento, hormigón, entre otros (Flores, 2020). En otras palabras, es esencial evitar el uso excesivo del concreto y se debe promover el uso de materiales que contribuyan a generar un ambiente más fresco y agradable. De esta manera, la utilización de elementos que reducen el efecto de las islas de calor puede incentivar la caminata, ya que la sensación térmica del área dejaría de ser tan incómoda.

De esta manera, considerar factores climáticos en el diseño es parte de manifestar la adaptación del hombre al entorno que habita (Briceño, 2018). Agregando a lo anterior, se permite prevenir problemas futuros de considerable importancia. Por lo tanto, independientemente del área en el que se encuentre, es crucial considerar este tipo de factores.

2.2.6 Composición vehicular (mototaxis y motocicletas)

De acuerdo a distintos autores, los estudios de movilidad deben ampliarse para considerar el transporte multimodal de la zona de estudio (DeRobertis et al., 2014). A diferencia de los trabajos convencionales de la capital, la zona de estudio tiene un transporte multimodal compuesto principalmente por mototaxis y motocicletas, lo cual genera que el comportamiento vehicular de la zona tenga cierta peculiaridad.

Por un lado, las mototaxis son ampliamente usadas en viajes cortos; pues presentan menores tiempos de espera y de llegada frente a los demás medios de transporte convencionales (Caraballo, 2019). En ciudades pequeñas como la estudiada, este tipo de viajes representan la mayoría de los desplazamientos. Razón por la cual el mototaxismo ha reemplazado inclusive

el papel de los colectivos en jeeps o camionetas, hasta reducirlos considerablemente (Siesquén y Chanduví, 2019). Asimismo, en el caso particular de la selva, las mototaxis ofrecen confort porque permiten la circulación de aire, lo cual atenúa la sensación de calor; y representan un refugio rápido frente a una lluvia intensa.

Estos factores han generado que la mototaxi facilite la movilidad especialmente en un entorno comercial; sin embargo, genera efectos negativos en el ambiente, ya que disminuye la calidad del aire, conservación de suelo rural, atractivo visual, y audición de los ciudadanos. (Maza et al., 2019).

Asimismo, es importante recalcar que, la gran mayoría de mototaxistas ha optado por este empleo por problemas de inserción en el mercado laboral; lo cual en gran parte de los casos se debe a falta de acceso escolar o formación profesional (Amorim et al., 2012). Por ello, esta gran cantidad de mototaxistas refleja un sistema que no ofrece las oportunidades suficientes para satisfacer a la población. Y si tomamos en cuenta que, este es un trabajo informal en el que casi la totalidad de los empleadores desconoce medidas de regulación o posee bajo conocimiento de ellas (Siesquén y Chanduví, 2019; y Maza et al., 2019). Además de que, requiere de largas jornadas laborales para ser rentable, lo cual es perjudicial para la salud y genera en países en vías de desarrollo una incidencia de accidentes laborales anual de 10.5% (Amorim et al., 2012). Ello da a entender de que, es muy complicado cambiar dicho entorno, no es ideal; pues requiere de cambios y modificaciones para que se encamine hacia una movilidad urbana sostenible.

Por otro lado, en promedio, una motocicleta se desplaza dos veces más rápido que un automóvil en condiciones urbanas y son empleadas en su gran mayoría por personas de bajos recursos (ANDI, 2017). Asimismo, este medio motorizado suele tener altos niveles de satisfacción en su uso, lo cual se puede observar en países como Colombia, en donde el programa Cómo vamos (2016) realizó una encuesta para medir la percepción de las personas

sobre este modo de transporte y las respuestas fueron muy positivas.

En contraste, con las mototaxis, este es un medio de transporte más común, inclusive en las ciudades grandes. La diferencia se encuentra en el uso que se brinda al vehículo, ya que, mientras en ciudades como Lima estas se utilizan principalmente con fines del empleo de deliverys, en Tingo María este el medio particular más usado para movilizarse, sea para fines recreativos, laborales, turísticos, entre otros. Además de ello, este vehículo puede abarcar la mayor parte de los vacíos disponibles en los carriles, por lo que cuando un semáforo indica el rojo, estos se escabullen entre los demás vehículos hasta llegar a la parte inicial de la línea de parada.

2.3 Modelo de simulación de tráfico

2.3.1 Modelo de micro simulación

La modelación de tráfico se puede clasificar en dos grupos: modelos determinísticos y modelos estocásticos. El primer grupo está basado en simples ecuaciones planteadas por el Highway Capacity Manual (HCM, en adelante) que brindan un mismo resultado para las mismas variables (Cabrera, 2020c). Mientras que el segundo grupo se caracteriza por el empleo de softwares de computación y componentes aleatorios.

Estos últimos han sido una herramienta bastante útil para modelar los efectos en el tráfico producidos por ciertas soluciones y diseños. En cuanto a sus aplicaciones, estas van desde estudios de comportamiento de elección de ruta, análisis de diseños de intersecciones no convencionales hasta estrategias de optimización de señales y evaluaciones de los impactos de los vehículos inteligentes (Tawfeek et al., 2018). Por ello, son una herramienta ideal para casos particulares como el de la tesis.

En el caso de la intersección analizada, resulta importante basarse en este tipo de herramientas; pues, como el comportamiento de los conductores peruanos es complejo, la modelación del tráfico en sus intersecciones también lo es. Esto genera que en la mayoría de los casos se

requiera de softwares de naturaleza estocástica para modelar adecuadamente la situación analizada (Cabrera, 2012). Además de ello, otra razón para su utilización, es la existencia de vehículos atípicos que no han sido considerados en los modelos tradicionales. Aquellos sí pueden ser representados en el software mientras se disponga información sobre su comportamiento mecánico y las características del comportamiento de los conductores de la zona de estudio (Lazo y Araujo, 2017). Asimismo, estos modelos brindan la posibilidad de observar los resultados de forma animada, por lo que técnicos y políticos pueden observar los impactos de las medidas de gestión de tránsito (Cabrera, 2020c)

Cabe destacar que, los modelos de micro simulación pueden tener diferentes tipos de enrutamiento. En el caso de estudio se utilizará el enrutamiento estático, el cual se basa en la modelación de la demanda a partir de volúmenes de tráfico en lugar de modelación de matrices origen destino (OD) (Tawfeek et al., 2018). Esto es importante porque algunos procesos relacionados con el modelamiento pueden diferir.

2.3.2 Área de influencia

El estudio de movilidad se basará en el proceso típico de un EIV, por lo cual se debe establecer la extensión del área de influencia. Posteriormente, esta será la región que se analice con un modelo de tráfico. Su delimitación se puede determinar mediante la agrupación de intersecciones con duraciones de tiempo de viajes vehiculares similares (Community Planning Association of Southwest Idaho, 2008).

Asimismo, es importante recalcar que el área puede variar dependiendo del tipo de proyecto, dispositivos de control, y características geométricas y sociales de la zona. Asimismo, la delimitación también puede estar sujeta a restricciones económica. Por estas razones, la inspección visual es fundamental para delimitar la región y definir una estrategia para su modelación (Cabrera, 2020c).

2.3.3 Modelo de seguimiento vehicular

La simulación del movimiento vehicular, requiere de un modelo matemático. En el caso del software de VISSIM, este se basa en el modelo de Wiedemann. Este se ha desarrollado en el año 1974 y pertenece a la familia de los modelos psicofísicos, los cuales toman en cuenta que los conductores tienen diferentes umbrales de percepción y decisión (Cabrera, 2020). Aclarado ello, a continuación, se muestra una figura en la que se explica cómo funciona el modelo.

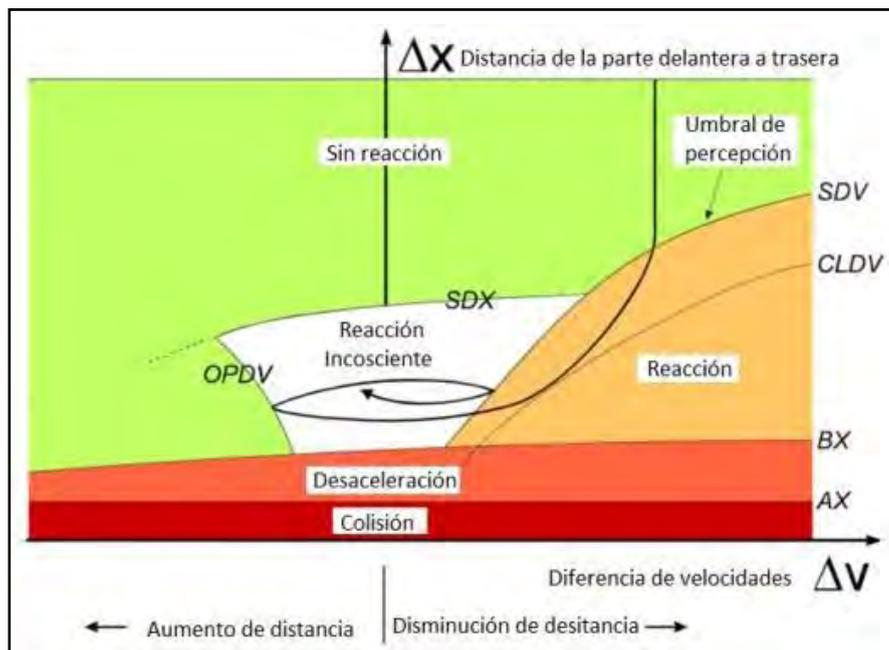


Figura 2.6. Modelo de seguimiento vehicular.

Tomado de "Rediseño vial y micro simulación de la avenida Eduardo de Habich entre las calles Michael Fort y Charles Sutton", Por Quispe y Soto, 2019.

En esta figura, se pueden observar los distintos umbrales que atraviesa la trayectoria de un vehículo al seguir a un vehículo líder, lo cual es expresado en una gráfica en donde el eje horizontal representa la distancia entre los vehículos (ΔX) y el eje vertical, la diferencia de velocidades entre ellos (ΔV). De acuerdo con Higgs et al. (2011) el comportamiento del vehículo sujeto (expresado con la línea negra) es el siguiente:

Cuando un vehículo perseguidor se aproxima a un vehículo líder (ΔX disminuye debido a la mayor velocidad del vehículo sujeto mostrada por una ΔV positivo), entra en un área

de percepción (cruzando el umbral SDV) donde tiene que reducir la velocidad. El vehículo perseguidor cruza; entonces, otro umbral (CLDV) donde reacciona y reduce la velocidad aún más para entrar en un episodio de seguimiento de coche de reacción inconsciente. Posteriormente, el vehículo en cuestión continúa con el episodio de seguimiento del automóvil inconsciente siempre que permanezca limitado por los umbrales de OPDV, SDX y SDV (p.2) [traducido por nosotros].

Por esta razón, este modelo es útil para predecir cuál será la reacción de los vehículos perseguidores, producto de los vehículos ubicados delante de ellos. Además, se puede obtener la capacidad de los accesos que se están analizando, porque dependiendo del comportamiento descrito por el modelo, el acceso podrá almacenar más, o menos vehículos por hora.

2.3.4 Modelo de fuerza social

De similar manera al modelo de seguimiento vehicular, VISWALK cuenta con una representación matemática para predecir los movimientos de los peatones. Dicho modelo utiliza fuerzas atractivas y repulsivas para representar la concentración y dispersión de los peatones (Mendoza y Tong, 2021). Estas acciones pueden generarse como resultado de, por ejemplo, atracciones turísticas, artísticas, u otro lugar en donde se establezcan vínculos sociales (Helbing y Molnár, 1995).

En cuanto a las aplicaciones del modelo, este puede tener utilidades simples como simulación de las personas en espera de un transporte público privado (Mendoza y Tong, 2021). También, puede tener usos complejos, como el proceso de evacuación frente a un sismo (Junxue et al. 2020). Así, desde su invención en 1995 ha sido utilizado en distintos entornos, en donde ha recibido constantes modificaciones para ser aplicable en cada caso. Aunque es importante resaltar que, actualmente se siguen realizando cambios para perfeccionarlo.

Por otro parte, el modelo genera que los peatones elijan el camino más rápido hacia su destino. Sin embargo, la velocidad con la que se desplazan depende del sexo, edad, entre otras

características de las personas; así como que la densidad de flujo peatonal cercano, de tal manera que el modelo de fuerza social es la reacción indirecta de un peatón producto del espacio público que lo rodea (Huallpa, 2016). Por ello, generalmente el modelo es adecuado para simular comportamientos para proyectos de este tipo.

2.3.5 Naturaleza aleatoria

Como se mencionó con anterioridad, un análisis en una intersección peruana requiere de modelos estocásticos. Ello debido a que, los resultados probabilísticos suelen ser más adecuados que los determinísticos (aquellos que se obtienen de variables preestablecidas).

En el caso de VISSIM, esta aleatoriedad es producida por los números semilla, los cuales cumplen la función de producir una secuencia de números aleatorios que corresponden a diversas características de los conductores y vehículos (FHWA, 2004). Esto permite al modelo de Wiedemann crear un comportamiento heterogéneo en el flujo vehicular (Higgins et al., 2011).

Así, la variación de números semilla permite verificar adecuadas condiciones del entorno simulado. Y, al mismo tiempo, brinda mayor solidez a los resultados (Nunez et al., 2021). Por ello, la modelación garantiza una óptima simulación. Aunque, cabe recalcar que, si bien la micro simulación muestra diferentes tipos de comportamiento del conductor y vehículos; estas variaciones son considerablemente menos influyentes que las generadas con cambios de atributos en el viaje (demanda, clima, entre otros), las cuales no son contempladas en la micro simulación. (FHWA, 2019). Por ello, el modelo definitivo nunca resulta ser adaptable a todas las condiciones a las que se someta la intersección.

2.3.6. Número de corridas

El modelo de micro simulación de VISSIM trabaja usando herramientas de estadística inferencial, la cual, a diferencia de la estadística descriptiva, determina resultados en función a una muestra delimitada y no en función de la cantidad total de datos posible. Por ello, con

el objetivo de que la muestra permita obtener resultados lo suficientemente confiables para sacar conclusiones ingenieriles, resulta indispensable establecer una cantidad mínima de información a recolectar. En el caso de los modelos que ofrece VISSIM, esta muestra mínima es representada por el número de corridas, o también conocido como número de réplicas. De acuerdo con Cabrera (2021b), este número mínimo debe de cumplir la siguiente expresión:

$$N \geq (t_{\alpha} * S/E)^2$$

En donde:

N: Número de corridas mínimo

t_{α} : t- students para n-1 grados de libertad y con nivel de confianza del 95% (FHWA, 2019)
S: Desviación estándar muestral

E: Margen de error

Este número mínimo indica la cantidad de veces que se repiten los experimentos; sin embargo, es importante resaltar que cada corrida debe emplear variables aleatorias. Es ahí donde el término de número semilla cobra relevancia, ya que la función de dichos números es la de crear la aleatoriedad que se necesita para que cada corrida sea distinta (FHWA, 2019).

2.3.7. Warm up

Una vez la simulación se pone en marcha, los vehículos que transitan en el área estudiada poseen un comportamiento errático hasta que en un momento se alcanza un equilibrio. Esto sucede, porque la red simulada se encuentra vacía y los vehículos empiezan a aparecer desde cero hasta obtener flujos aproximadamente constantes, lo cual no sucede en la realidad, ya que siempre hay vehículos en la intersección. Dicha variación se puede observar mejor en la siguiente gráfica:

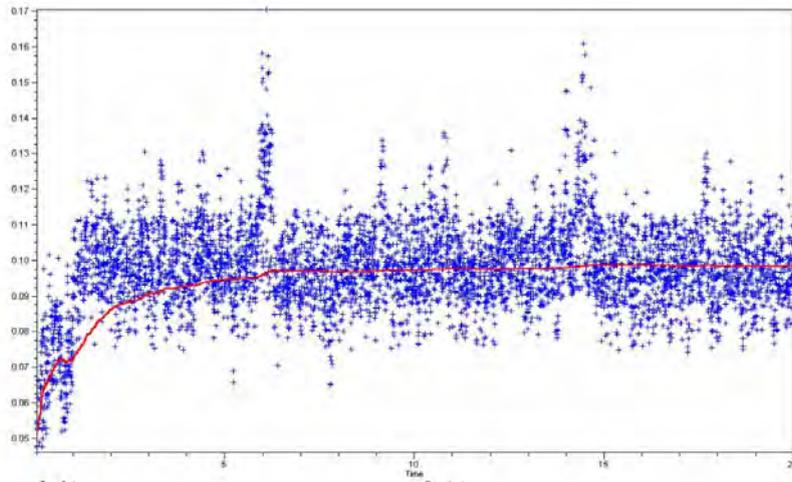


Figura 2.7. Gráfica de proceso estocástico promedio
Tomado de “Simulación Microscópica de tráfico urbano y su aplicación en un área de la ciudad de Zaragoza”, por Chanca y Castellanos, 2004

Esta gráfica permite entender que se requiere de un periodo de precalentamiento; pues es necesario evitar la influencia de las condiciones iniciales observadas si se desea realizar medidas de los parámetros (Chanca y Castellanos, 2004). De esta manera, el establecimiento de este periodo, garantiza un comportamiento más uniforme de los resultados (FHWA, 2004). De acuerdo a Cabrera (2021b), se recomienda que este periodo abarque de 10 a 15 minutos para fines prácticos. Aunque, en un sentido estricto, este periodo debería obtenerse mediante iteración.

2.3.8. Parámetros de eficiencia

En la actualidad, la mayoría de modelos de micro simulación en redes pequeñas empieza con la identificación de parámetros de calibración y el rango que se medirán de dicha variable (Tawfeek et al., 2018). Estos valores son conocidos como parámetros de eficiencia y se encargan de caracterizar el comportamiento de los vehículos a través de tiempos de viaje, velocidades y longitud de colas; así como el comportamiento del peatón, mediante su velocidad, densidad, entre otros (Cabrera, 2021). Aquellos parámetros son sumamente necesarios para la calibración, porque se utilizan para comparar los valores medidos por simulación de cada escenario con las observaciones de campo (Tawfeek et al., 2018).

Asimismo, dichos parámetros son los que permiten corroborar que la micro simulación ha resultado exitosa, por lo que resulta de utilidad seguir recomendaciones para su elección. Con respecto a ello, la guía de FHWA (2019) menciona que, una adecuada calibración requiere de por lo menos dos medidas clave. La primera relacionada con los tiempos de viaje o perfiles de velocidad, y la segunda relacionada con la dinámica de los cuellos de botella. Añadido a esto, diversos autores sugieren que las variables de calibración deben de satisfacer cuatro condiciones, las cuales son: ser medibles en el campo, tener un significado físico, ser representativos para el estado de tráfico de la red y ser editables en el modelo de simulación (Tawfeek et al., 2018). Estas sugerencias permitirán que la elección de el o los parámetros de eficiencia sea más fundamentada y por ende con más posibilidades de ser la adecuada.

2.3.9. Parámetros de Wiedemann

Además de los parámetros de eficiencia, existen otros parámetros que son relevantes para el modelo en VISSIM. Entre ellos se encuentran los parámetros de Wiedemann, los cuales son fundamentales para iniciar la simulación. De acuerdo con Cabrera (2020c), lo primero que se debe hacer es asignar valores a dichos parámetros, los cuales básicamente son: distancia promedio deseada entre vehículos detenidos (ax); parte aditiva de la distancia deseada de seguridad (bx_add) y la parte multiplicativa de la distancia deseada de seguridad (bx_mult). Además, estos parámetros de Wiedemann, junto con las variables de velocidad del vehículo en m/s (v) y el valor “ z ” entre 0 y 1, el cual es normalmente distribuido alrededor de 0.5 con una desviación estándar de 0.15, permiten determinar la distancia entre dos vehículos (d) como se muestra en la siguiente ecuación:

$$d = ax + (bx_add + bx_mult * z) * \sqrt{v}$$

Dependiendo de los valores que adquieran los parámetros de Wiedemann, se pueden modificar las características de la intersección. Estas características modifican, por ejemplo, a los parámetros de eficiencia, los cuales dan identidad a la zona de estudio y fueron

explicados en el título anterior.

Por otro lado, es importante resaltar que, el valor de cada parámetro forma parte del comportamiento de conducción, por lo que estos varían dependiendo de cada país, e inclusive de cada ciudad (Otković et al, 2020). Ello puede ser útil, porque una forma de hacer que el proceso de calibración sea más rápido puede ser partiendo de parámetros obtenidos en lugares aledaños a la zona de estudio, ya que probablemente posean valores similares.

2.3.10. Calibración y Validación

Una simulación se puede considerar exitosa dependiendo principalmente de su grado de precisión y confiabilidad (Tawfeek et al., 2018). Es en este contexto en el que la calibración y validación son procesos fundamentales para garantizar el éxito de la simulación, ya que estos son el conjunto de procesos iterativos necesarios para lograr que el modelo se asemeje a la realidad.

La calibración puede definirse como la secuencia de pasos que debe seguir un modelador para seleccionar los parámetros del modelo que generan la mejor reproducción de las condiciones operativas de tráfico en campo (FHWA, 2019). De esta manera, los parámetros se ajustan para minimizar las diferencias entre los resultados del modelo y los parámetros de tráfico observados (FHWA, 2004). En otras palabras, la calibración es un proceso iterativo de ajuste de los parámetros de Wiedamann hasta obtener parámetros de eficiencia similares a los que ocurren en la intersección analizada. Una vez culminada esta etapa, es posible aceptar modelo y su posterior uso como herramienta de predicción (Cabrera, 2020). No obstante, una limitación de este proceso es que ni el modelo más detallado contiene todos los parámetros de eficiencia que afectan las condiciones de tráfico en el mundo real, ya que solo se incluyen una parte de todas las variables medibles (FHWA, 2019).

Por otro lado, la validación se puede delimitar como el proceso posterior a la calibración que se encarga de comparar el rendimiento de tráfico predicho con mediciones de campo

diferentes a las utilizadas en la calibración (FHWA, 2019). Dicho de otra forma, la validación es la verificación de la predictibilidad del juego de valores del parámetro de Wiedemann obtenidos anteriormente, mediante su aplicación en un día y/o horario distinto al calibrado. El proceso finaliza cuando el parámetro de eficiencia medido en campo es lo suficientemente cercano al obtenido con la simulación; si los parámetros obtenidos en la calibración no permiten obtener valores comparables, entonces dicho proceso deberá volver a ejecutarse (Tawfeek et al., 2018).

Tanto la calibración como la validación son necesarias para garantizar una adecuada simulación de la realidad, así como para garantizar que las medidas que se propongan en el modelo sí ocurran si se llevan a campo. Sin embargo, estos procedimientos en ocasiones son largos y complejos, lo cual genera que exista el riesgo de que el modelador quede atrapado en un bucle infinito en el que se arregla un problema con una iteración y después descubre otro (Tawfeek et al., 2018; y FHWA, 2019). Una posible forma de acortar este proceso, es mediante la verificación de que el modelo se encuentre libre de errores de codificación importantes (FHWA, 2019).

Otro peligro importante, es el de calibración inadecuada por la falta de base teórica del modelador, lo cual puede generar, según Algiers, diferencias en situaciones futuras de hasta 50% para desigualdades en la calibración de 20%, (como se citó en Cabrera, 2020c). Por ello, es recomendable desarrollar una estrategia basada en una secuencia de pasos lógicos que permitan calibrar el modelo de manera rápida y precisa (Tawfeek et al., 2018).

2.3.11. Randomization Test

El principal objetivo de la calibración es que la variabilidad de los resultados generados por la simulación se encuentre dentro del rango de los datos observados (FHWA, 2019). Para lograrlo, resulta necesario el uso de una metodología que permita confirmar o negar que eso está ocurriendo. De similar manera, debe existir una herramienta que permita comparar el

escenario actual, escenario futuro y escenario con propuestas que se suelen modelar en este tipo de estudios. Es en este contexto, en donde se puede observar la importancia de la aplicación de la estadística inferencial para el cumplimiento de los objetivos de la micro simulación.

Entre las pruebas estadísticas usualmente empleadas, se encuentran las pruebas paramétricas como el t-student y las pruebas no paramétricas como el randomization test; en las que ambas se deben utilizar en pruebas de hipótesis con niveles de confianza del 95% (Cabrera, 2019). En este caso, debido a la existencia de softwares online que realizan el proceso, resulta más sencillo elegir la prueba de randomization test.

Las pruebas de hipótesis para la calibración consisten en el establecimiento de la hipótesis nula (H_0) para asumir que la media del parámetro de eficiencia medido en campo es similar al obtenido en VISSIM y la hipótesis alternativa (H_a) para asumir que ambas medias son iguales. Cabe destacar que, para comprobar que las propuestas de mejora realizaron un cambio se desarrolla un proceso similar; con la diferencia de que, la hipótesis alternativa asume que una media es mayor que la otra, en donde la media superior puede ser la de campo o simulación dependiendo el parámetro de eficiencia que se analice.

Una vez delimitada las hipótesis, se realiza el procedimiento de randomization test. Este consiste en realizar permutaciones aleatorias a la diferencia de ambas muestras. El proceso requiere de una cantidad considerable de permutaciones, por lo que se requiere de una simulación por computadora para llevarlo a cabo. Asimismo, como aquello se realiza al azar, no es necesario que la cantidad de muestra de los parámetros comparados sea la misma.

En el caso de estudio, se utilizará la página web “<https://www.lock5stat.com/StatKey/>”, la cual permite hacer miles de permutaciones en segundos que luego son expresadas gráficamente. Además de ello, permite observar las “colas” (áreas rojas) de las hipótesis alternativas tanto para la etapa de calibración como la etapa de propuestas de mejora. Todo

ello para separar lo que está dentro o no en un nivel de confianza del 95%.

Pruebas de hipótesis para calibración y validación:

$$H_0: u_1 = u_2$$

$$H_a: u_1 \neq u_2$$

Pruebas de hipótesis para propuestas de mejora:

$$H_0: u_1 = u_2$$

$$H_a: u_1 > u_2$$

o

$$H_0: u_1 = u_2$$

$$H_a: u_1 < u_2$$

La hipótesis nula es representada con un área negra y la hipótesis alternativa con un área roja. En el caso de la calibración y la validación, ésta se considera culminada cuando la diferencia de medias se encuentra en el área negra; y en el caso de las propuestas de mejora, esta se considera adecuada si la disparidad de medias se ubica dentro de la zona roja, estos fenómenos se pueden observar el calibración y validación del capítulo 4.

2.4 Escenarios del estudio de movilidad

Un EIV es una herramienta poderosa para determinar los posibles efectos en el transporte que ocasiona un proyecto; estas deben de brindar una descripción del alcance e intensidad tanto del contexto actual como el que posee medidas planteadas (Chetan y Shilpa, 2017). Ello de tal manera que las propuestas de mejora contengan beneficios medibles en cuanto a efectos en el tráfico. La forma en la cual se suele estimar estos beneficios es mediante la comparación de los resultados obtenidos en distintos escenarios. Estos se clasifican en escenario actual, escenario futuro con propuestas, y un escenario proyectado sin propuestas, este último

conocido como “Do nothing” (Cabrera, 2020c).

2.4.1 Escenario actual

Este escenario incluye las condiciones existentes del área de estudio y debe concentrarse en establecer el estado del área de estudio sin el desarrollo propuesto (Bannock Planning Organization, 2006). En este sentido, dicho escenario evalúa las intersecciones de estudio existentes en función al tráfico existente y estudios de campo (TJKM, 2010). Este modelo permite detectar cuales son los problemas críticos que se deberán solucionar en el escenario con propuestas, trazar metas con respecto a los parámetros que se desean mejorar, así como detectar los factores que causan los problemas presentes en la intersección.

2.4.2 Escenario “Do nothing”

Los desarrollos de EIV requieren de análisis de proyecciones futuras de tráfico que rodean la región (TKM, 2010). Esto debido a que, se desea garantizar que las medidas sean aún válidas para un determinado periodo de tiempo. En este caso, se analiza cuáles serían las consecuencias de no aplicar las medidas de mejora en la misma cantidad de tiempo.

Esta proyección se suele estimar como un porcentaje de los estacionamientos para los vehículos y un porcentaje de aumento razonable de los peatones. Es importante recalcar que, se requiere de una tasa razonable de crecimiento de tráfico regional, la cual debe estar preferentemente asesorada por el gobierno local. (Community Planning Association of Southwest Idaho, 2008).

2.4.3 Escenario con propuestas

Al igual que en el escenario “Do nothing”, el escenario con propuestas se plantea para una proyección de tráfico generado. La diferencia se encuentra en que en este caso las condiciones de operación de tráfico en el área de estudio suelen mejorar (Chetan y Shilpa, 2017). De esta manera, se simula las condiciones a las que serán sometidas las propuestas de mejora con un tráfico proyectado.

Cabe recalcar que, debido a la gran cantidad de condiciones que se pueden tomar en cuenta por el diseño, se recomienda incorporar las evaluaciones adicionales o potenciales que se podrían añadir en el análisis (Community Planning Association of Southwest Idaho, 2008). En especial para verificar algunas asunciones hechas en el diseño.



CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

El presente capítulo presentará el procedimiento necesario para obtener el rediseño de la intersección en forma de cruz. Para ello, resulta relevante delimitar que la metodología será cuasi - experimental, debido a que se modelará un grupo de información que deberá ser lo más parecido posible en cuanto a sus características sin intervenciones a un grupo que necesita un tratamiento (White, 2014).

Por otro lado, el estudio de movilidad se desarrolló siguiendo cuatro etapas principales. En la primera, se reconoció el entorno por medio de la observación y, sondeos para determinar el día y la hora pico; en la segunda, se recolectaron datos geométricos, flujos vehiculares y peatonales, tiempos del semáforo, así como un mapeo de barreras para detectar los problemas de la zona; en la tercera, se plantearon propuestas de mejora para lo cual se revisó manuales de diseño y se realizaron entrevistas a transeúntes. Asimismo, se propusieron medidas de gestión de tránsito y rediseños geométricos; y, finalmente, en la cuarta etapa se modeló en VISSIM el escenario actual, futuro y con propuestas. Gráficamente, el proceso se presenta en la figura 3.1.

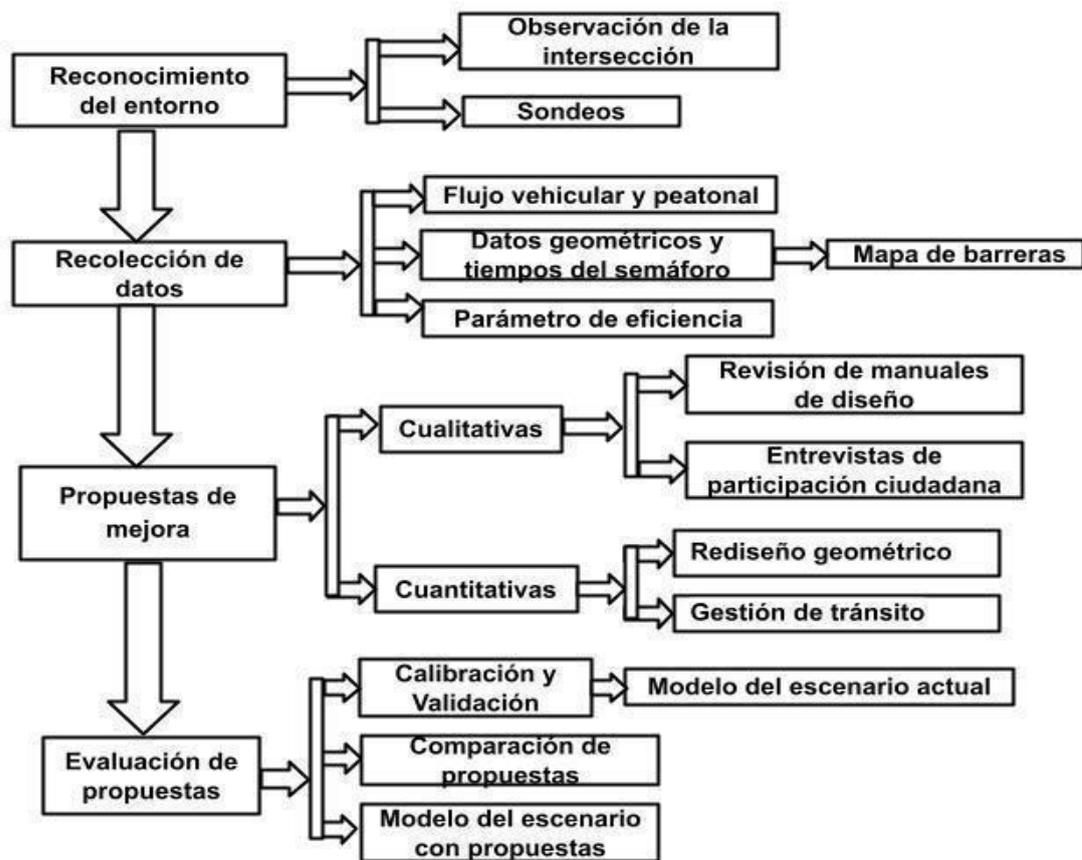


Figura 3.1. Etapas para realizar el estudio de movilidad
 Adaptado “EPI: instrumento de evaluación de entornos de proximidad para incluir a las personas sin autonomía en Lima”, por Cabrera y Cebollada, 2021

3.1. Reconocimiento del entorno

Con el objetivo de realizar un análisis integral del área de estudio en el reconocimiento del entorno, se clasificará en la observación de la intersección para identificar los principales problemas que afectan a los vehículos y peatones; y, entrevistas de opinión, en las cuales se realizaron preguntas a los trabajadores de áreas colindantes con el fin de obtener información de la hora y día pico.

3.1.1 Observación de la intersección

La remodelación del mercado de Tingo María generó cambios que afectaron negativamente a las vías adyacentes, de las cuales nos centraremos en la intersección de la avenida Tito Jaime y jirón Cayumba. Por ello, se realizaron visitas de campo que tenían como objetivo detectar los problemas en la zona de estudio y posteriormente tratar de encontrarles solución en el diseño.

3.1.2 Sondeos

Debido a la falta del conocimiento del tráfico de la zona, se realizaron sondeos para recaudar información sobre el día y hora con mayor flujo vehicular. Estas fueron dirigidas a vigilantes, comerciantes y ambulantes, quienes interactúan con la intersección frecuentemente. Como resultado de preguntar a 24 personas, se obtuvo que el 70.8 % considera que el lunes es el día con mayor flujo vehicular o que por lo menos es uno de los días más cargados. Asimismo, el 79.2% consideró que este pico en el flujo ocurre en la mañana entre las 7 y 10 a.m. En base a ello, se decidió realizar la grabación un día lunes a las 8 a.m.

3.2 Recolección de datos

3.2.1. Flujos de vehículos y peatones

Se procedió a grabar el lunes 28 de junio a las 8 a.m durante un periodo de 25 minutos por cada video con la ayuda de un dron. De tal manera que, la primera grabación se utilizó para calibrar y la otra para validar. A partir de la visualización de los videos, se realizó un conteo manual de los vehículos, a fin de clasificarlos según su movimiento y tipo en la plantilla del aforo vehicular. De similar manera, se realizó el conteo de los peatones, para cuantificar su flujo y, agruparlos según su movimiento y tipo.

3.2.2. Datos geométricos y tiempos del semáforo

Primero, se determinó la hora de recolección de los datos geométricos. Debido a la alta cantidad de movimiento durante el día, tarde y noche, naturales un entorno comercial, se optó por realizar las mediciones en la madrugada, específicamente, a las cuatro de la mañana. Después, se seleccionaron las herramientas necesarias para desarrollar la actividad, en donde por simplicidad se eligió una cinta métrica y GPS. Asimismo, con apoyo de la filmación se determinó el área en la que se debían realizar las mediciones.

A continuación, llegó el día de la recolección de datos en campo, fecha en la que se tomó énfasis en los anchos de los carriles, veredas, zonas muertas y zonas de comercio informal,

así como la ubicación de semáforos, alumbrado y postes públicos, entre otros. Posteriormente, se representó la geometría de la intersección en el software AutoCAD y se registraron los tiempos rojo, verde y ámbar de las fases del semáforo con ayuda de un cronómetro.

3.2.3. Parámetro de eficiencia

Se midió el parámetro de eficiencia de los vehículos y peatones. En este caso, por practicidad se eligió el tiempo de viaje para lo cual se establecieron longitudes, se seleccionaron dos puntos fáciles de ubicar en la zona de estudio, uno de inicio y otro de fin. Después, se registró el tiempo que demora el vehículo o peatón en recorrer cada distancia.

3.3. Propuestas de mejora

3.3.1. Revisión de manuales de diseño

En cuanto a lo cuantitativo, las principales guías de diseño urbano empleadas fueron la NACTO (2012), de la cual se analizarán las recomendaciones de anchos de vereda, carril y áreas verdes; y los estándares para diseño accesible de los American with Disabilities Act (ADA en adelante) (2010) para las dimensiones de las rampas, señalización y otro tipo de parámetros que incentiven la protección de las personas con movilidad reducida. Asimismo, se usaron guías complementarias como la elaborada por el arquitecto Jaime Huerta (2007), así como artículos con sugerencias más actualizadas.

Por otra parte, en cuanto a lo cualitativo se buscó cumplir con los doce principios planteados por Jan Gehl (2006) para obtener un buen espacio público. Además de ello, se trató de evitar la urbanización tanto en geometría como en los materiales usados; ya que por ejemplo, se redujo la cantidad de concreto. De este modo, se espera que la propuesta genera un ambiente agradable que promueva la caminata.

3.3.2. Entrevistas de participación ciudadana

Siguiendo la sugerencia de Cabrera y Cebollada (2021), se decidió incentivar la participación ciudadana a partir de herramientas cualitativas. Por tal motivo, se efectuaron entrevistas para

conocer la opinión de los usuarios con respecto a las problemáticas de la intersección y las propuestas de mejora que ellos plantearían. El tipo de entrevistas por el que se optó fue la exploratoria, en la cual se eligió la categoría de abierta o no estructurada, debido a que la finalidad era explorar la cuestión de la manera más amplia posible, se desarrollaron en un entorno informal (las calles) y las interferencias por parte del entrevistador fueron las mínimas posibles (Valdete y Jurema, 2005; Vargas, 2012). Dicho trabajo resultó relevante porque los que mejor conocen un sistema son las personas dentro de él, por lo que parte de la solución debería provenir de ellos; de tal manera que, los diseñadores sean los intermediarios para implementar sus propuestas (Cabrera, 2021d). Bajo este contexto, se llevaron a cabo entrevistas a nueve usuarios, a quienes se les formularon las siguientes preguntas:

P1: ¿Qué problemas nota en la intersección del jirón Cayumba y avenida Tito Jaime?

P2: ¿Cómo considera que se podrían solucionar estos problemas?

Las respuestas obtenidas, fueron diversas y permitieron entender los problemas de manera holística. Asimismo, las opiniones que tenían sobre las mejoras que ellos propondrían en intersección fueron el punto de partida cuando se inició el rediseño sobre el plano de AutoCAD.

3.3.3. Gestión de tránsito

Debido a los problemas detectados en los desplazamientos, se hace notable la importancia de aplicar medidas de gestión de tránsito. Por lo tanto, en busca de actuar bajo los principios de la movilidad sostenible mediante una secuencia ordenada y sencilla, se seguirá un esquema integrado.

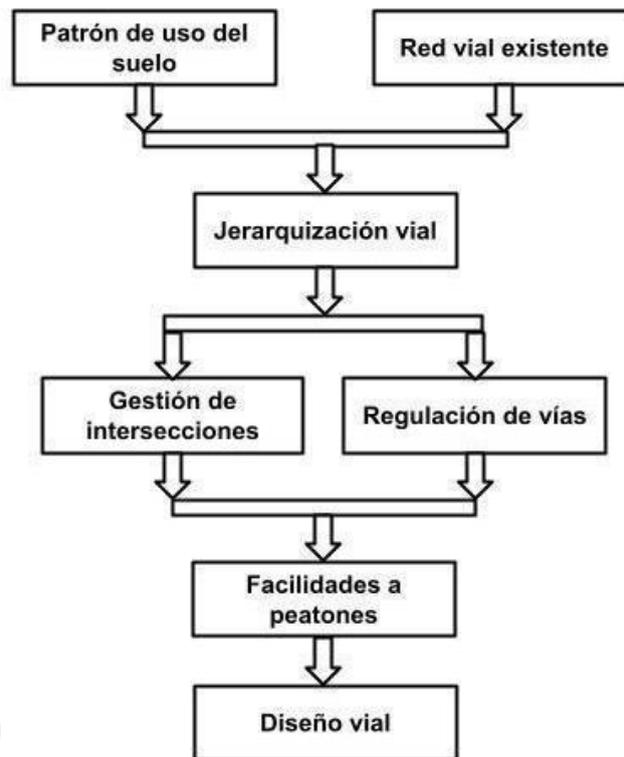


Figura 3.2. Esquema integrado de gestión de tránsito
Adaptado de “Apunte de Gestión de tránsito 2”, por Fernández, 2010

El esquema comienza con una revisión de los patrones de uso del suelo y la red vial existente, ello para analizar las condiciones actuales del área. En esta parte, se pudo observar un uso casi exclusivamente comercial, así como condiciones de red inadecuadas, puesto que se cuenta con demasiadas irregularidades en la acera y la vereda.

Luego, se analizó si la jerarquización vial era adecuada. Debido a esto, se midió y comparó el flujo vehicular de cada avenida que forma parte de la intersección. Como resultado de ello, se confirmó que la jerarquización actual era la adecuada.

Seguidamente, se procedió con la regulación de vías, en donde, se planteó la idea de dar prioridad a las motocicletas entre los vehículos. Ello porque, después de la caminata, es el medio de transporte más sostenible de la intersección. Debido a que consume menos combustible y ocupa menos espacio por persona trasladada que los otros vehículos. Asimismo, como es un entorno comercial, existe gran afluencia de peatones por lo que es imprescindible regular la velocidad para que sea menor a la de 30 km/h, ya que los accidentes

ocurridos a dicha velocidad no suelen ser fatales (OMS, 2009). Sumado a esto, existe una zona muerta que desincentiva la caminata y promueve el uso de vehículos motorizados, lo cual obliga a buscar un uso alternativo para dicho espacio.

En paralelo a lo anterior, se realizó la gestión de la intersección. En esta etapa, se determinó que la regulación por semaforización es idónea. No obstante, los conflictos y problemas encontrados manifestaban que se necesita un cambio la programación semafórica. Por ello, se redistribuyeron los tiempos del semáforo. Este proceso fue iterativo, y con el objetivo de evitar que el proceso sea innecesariamente largo o que se cometan errores, se siguieron recomendaciones prácticas detalladas para su programación. Entre las consideraciones más relevantes para la iteración, se puede tomar en cuenta la posible existencia de todos rojos y el uso de tres fases por la cantidad excesiva de giros a la izquierda.

Además, a través de una simple inspección visual se pudo verificar que el cruce no cuenta con marcas viales, ni la señalización reglamentaria establecida por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, por lo que se consideró la adición de estos elementos para las propuestas de mejora. Este manual indica las dimensiones necesarias para cada señalización, así como el entorno en el que son aplicables. Por ello, se consideraron múltiples posibilidades que fueron comparadas en relación a la fomentación de movilidad y seguridad que podrían generar.

3.4. Micro simulación de la intersección

La modelación en VISSIM seguirá un procedimiento típico en la mayor parte del proceso. Sin embargo, contará con algunas particularidades. Ello como producto de los vehículos atípicos que se encuentran presentes en la intersección y sus respectivos comportamientos.

3.4.1. Implementación de vehículos atípicos

En cuanto a la composición vehicular, la cantidad de mototaxis y motocicletas no eran despreciables, por lo que se requirió su modelación el software. Con el objetivo de lograrlo, fue necesaria una representación 3D de cada vehículo. Para ello, se utilizó la biblioteca virtual de

modelos en Google Sketchup llamada 3D Warehouse. Para fines estéticos, se utilizaron 2 variantes de modelo 3D en cada vehículo. Las motocicletas se exportaron directamente; mientras que las mototaxis requirieron cambios porque los vehículos que ofrecía la biblioteca no contenían conductores. Finalmente, los modelos utilizados fueron los siguientes:

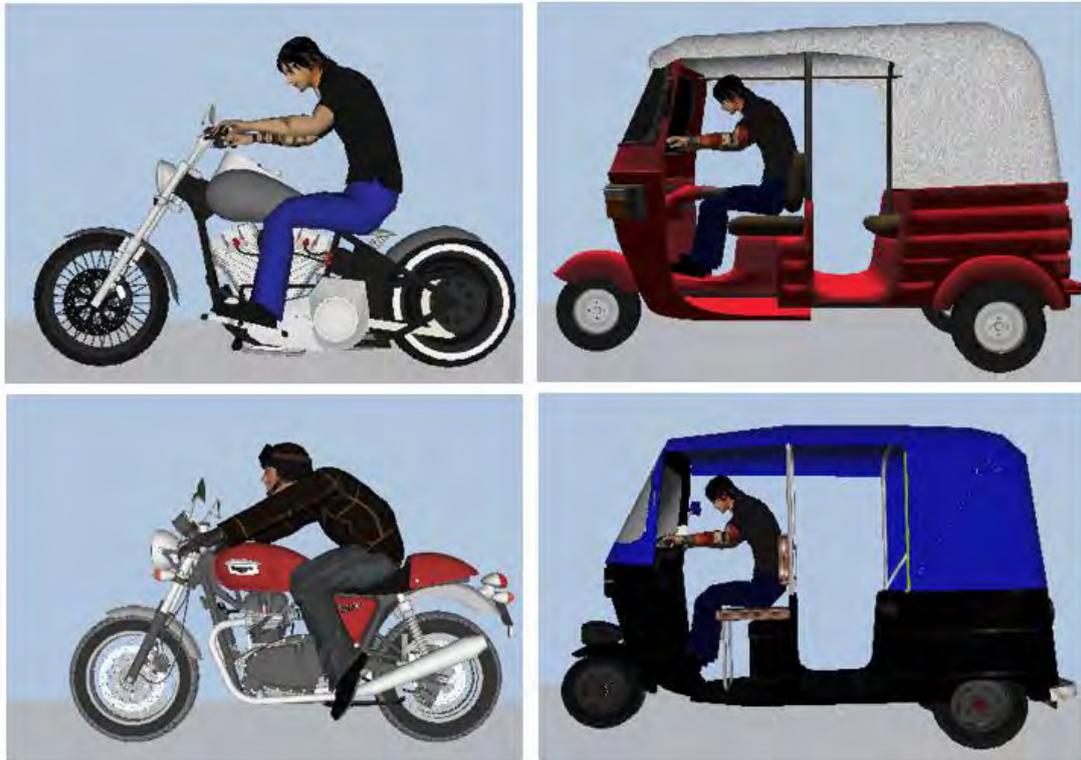


Figura 3.3. Vehículos 3D añadidos de 3D Warehouse

Nota. Elaboración propia

Por otra parte, en el caso de la mototaxi, se utilizaron las curvas de velocidades y aceleraciones obtenidas en la tesis de Lazo y Araujo (2017). Mientras que para el caso de las motocicletas no se cuenta con un antecedente que nos brindé estas curvas. Por ello, se le asignará las curvas del vehículo existente en el software que tenga el comportamiento más similar, el cual en este caso es el automóvil. Todas estas características vehiculares se implementaron en cada vehículo mediante la opción “vehicle types”.

Para finalizar, se necesitan establecer las velocidades con las cuales estos vehículos girarán. Según Lazo y Araujo (2017), los valores típicos de velocidad de giro para las mototaxis y motocicletas son de 15km/h. Es importante recalcar que se tuvo que verificar la eficacia de

estos valores mediante la precisión de resultados que se conseguían aplicándolos en la calibración.

3.4.2. Comportamiento lateral

En la realidad se observó que más de una motocicleta puede ocupar un mismo carril. Como resultado de esto, fue esencial emplear el parámetro de comportamiento lateral para reflejar este contexto en el modelo. Con respecto a ello, PTV (2020) y Quispe (2016) señalan algunas consideraciones que se deben de modificar en el modelado. Por ejemplo, se replicó el movimiento vehicular hacia cualquier carril que deje un espacio vacío. Asimismo, se configuró el comportamiento de los vehículos para que se agrupen en forma de rombos y dejen menos cantidad de espacio desocupado (figura 4.7.).



Figura 3.4. Representación gráfica de la agrupación de motocicletas.

Nota. Elaboración propia

Por otro lado, también se ingresaron valores de los siguientes parámetros:

Driving Behavior

No.: 1 Name: Urban (motorized)

Following Lane Change **Lateral** Signal Control

Desired position at free flow: Any

Keep lateral distance to vehicles on next lane(s)

Diamond shaped queuing

Consider next turning direction

Collision time gain: 2.00 s

Minimum longitudinal speed: 0.90 km/h

Time between direction changes: 0.00 s

Default behavior when overtaking vehicles on the same lane

Overtake on same lane Minimum lateral distance

On left Distance standing: 0.20 m at 0 km/h

On right Distance driving: 0.20 m at 50 km/h

Exceptions for overtaking vehicles of the following vehicle classes

Count	VehClass	OvtL	OvtR	LatDistStand	LatDistDriv
0					

OK Cancel

Figura 3.5. Características finales del comportamiento lateral
 Nota. Elaboración propia

En donde:

- “Minimum longitudinal speed”, valor que hace referencia a la velocidad mínima con la que se pueden realizar movimientos laterales. En este caso se le asignó el valor de 0.9km/h.
- “Time between direction changes” el cual define el tiempo mínimo entre el inicio de un movimiento lateral en una dirección y en la contraria. Por ello, se asignó un valor mínimo para que los movimientos sean mayores tal cual se reflejan en la intersección.
- ”Minimum lateral distance” se le otorgó el mismo valor de distancia de 0.2 m, tanto al inicio y mientras ya está manejando porque representa la distancia lateral mínima a la que pueden estar dos vehículos y en campo este valor es muy pequeño.

Es importante recalcar que “collision time gain”, parámetro que representa un valor mínimo de la ganancia de tiempo antes de la coalición respecto a otro vehículo o a una señal, se dejó con su valor por defecto de dos segundos. Esto porque se observó que así se mantiene un comportamiento similar al observado en las filmaciones. Finalmente, las modificaciones en las características del comportamiento lateral se resumen en lo siguiente:

3.4.3. Calibración y Validación del modelo actual

En primer lugar, se realizó la filmación de los movimientos en la hora pico para la calibración y 1 hora después para la validación. Posteriormente, el video se utilizó para medir el parámetro de eficiencia, en este caso, el tiempo de viaje.

Luego, fue necesario modelar la zona de estudio en el software de VISSIM, utilizando todas las herramientas necesarias que ofrece el software de micro simulación para que se observe un comportamiento similar al visualizado en campo. Una vez culminada esta modelación, se delimitó una misma región en campo y en el modelo para medir el tiempo en el los vehículos la atraviesan y se verificó que la cantidad de muestra extraída sea superior a la mínima que sugiere la estadística, la cual es explicada de manera más detallada en el apartado 2.3.6.

Después, se inició un proceso iterativo, el cual partió con los parámetros de Wiedemann que el programa posee por defecto y luego se fue aumentando o disminuyendo, dependiendo de los resultados obtenidos con estas modificaciones. Este proceso concluyó cuando los valores promedio del software resultaron similares a los obtenidos en campo.

En ese sentido, la iteración concluye cuando a través del proceso de randomization test, se corrobora que los resultados obtenidos en campo y los obtenidos en el software sean semejantes mediante una prueba de hipótesis con un nivel de confianza del 95%. Esta prueba se llevó a cabo 10000 veces con ayuda de la página web “<https://www.lock5stat.com/>” en donde se verificó que la muestra real y la modelada son semejantes; además, se brindó la base

sólida para afirmar que el software simula la intersección de manera adecuada.

Después de concluirse la calibración, se empezó la validación. En ella, resulta indispensable verificar que los parámetros de Wiedemann obtenidos sean aplicables a un diferente contexto. Por ello, se modelaron los datos de demanda, rutas de los vehículos y composición vehicular registrado en el segundo video aún no simulado. Posteriormente, se corrió el programa, realizando una prueba de hipótesis similar a la de la calibración. En el momento en que la prueba indique que los tiempos de viaje de la nueva muestra modelada y los de la realidad brindan resultados semejantes se podrá afirmar que el modelo está validado.

3.4.4. Modelo del escenario con propuestas

Luego de concretarse exitosamente la calibración y validación, se pueden realizar los rediseños en el modelo de VISSIM. Estos cambios en la intersección modificarán las condiciones vehiculares y peatonales de distintas maneras, por lo que necesitan ser medidos. Para realizar estas mediciones primero se plantearon los parámetros que serán cuantificados, en este caso se eligieron la velocidad, colas, y tiempos de viaje para los vehículos; mientras que para los peatones se eligió la velocidad, densidad y tiempos de viaje.

Una vez elegidas las variables, se empezaron a medir en las condiciones actuales y en las condiciones con propuestas; de tal manera que, la prueba de randomization test indique que ambas muestras difieren. Cabe destacar que, cada variable fue medida el número mínimo de veces usado en la calibración y validación.

3.4.5. Comparación de propuestas

Las distintas propuestas de mejora que se plantearon fueron simuladas en VISSIM, con el objetivo de obtener el mejor resultado posible referente al tiempo de viaje vehicular y peatonal. La medición de estos parámetros permitió verificar la efectividad de las propuestas para solucionar los problemas de tráfico.

Asimismo, se tomaron en cuenta factores relacionados con la accesibilidad para personas con autonomía limitada, lo cual fue posible evaluar mediante el instrumento EEPI de Cabrera y Cebollada (2021). Este instrumento brindó tablas que fueron utilizadas para analizar aspectos cualitativos en las propuestas de mejora.

Tabla 3.1.

Lista de chequeo general de EEPI

Aspectos	Comentario	Nivel de logro
1. Clima		
2. Diseño de las edificaciones		
3. Mobiliario y su ubicación en edificaciones		
4. Diseño y estado de elementos viales		
5. Obstáculos en las aceras y otras zonas peatonales		
6. Sentidos humanos y navegación		
7. Gestión de tránsito		
8. Transporte público		
9. Actitud de la ciudadanía y autoridades		
10. Seguridad vial y ciudadana		

Nota. Tomado de “EEPI: instrumento de evaluación de entornos de proximidad para incluir a las personas sin autonomía en Lima”, por Cabrera y Cebollada, 2021

Tabla 3.2

Niveles de calidad de criterios cuantitativos

Criterio	Excelente	Bueno	Regular	Indeseado
Ancho de acera (m) ¹	> 3	1,8-3	1,2-1,8	< 1,2
Pendiente longitudinal de aceras (%) ²	< 3,5	3,5-5	5-9	> 10
Ruido Lden (dBA) ³	< 50	50-65	65-70	> 70
Ancho de rampa (m) ⁴	> 1,5	1,2-1,5	0,9-1,2	< 0,9
Pendiente de rampas cortas (%) ²	< 3,5	3,5-5	5-8	> 8
Ancho de mediana o isla de refugio peatonal, en la dirección de cruce de la calle (m) ⁵	> 2,4	2,4-2	1,5-2	< 1,5
Ancho de puertas y pasillos (m) ⁴	> 1,5	1,2-1,5	1,0-1,2	< 1
Número de carriles a cruzar en la intersección (m) ⁵	1	2	3	> 3
Flujo peatonal en aceras o vías peatonales (peatones/min/m) ⁶	< 16	16-33	33-49	> 49
Flujo vehicular (veh/h) ⁷	200	200-550	550-1900	> 1900
Velocidad de los vehículos al colisionar con un peatón en la zona de conflicto (km/h) ⁸ . Se considera que la velocidad de circulación estaría cerca de esta velocidad de colisión	20	20-30	30-40	40-80

Nota. Tomado de “EEPI: instrumento de evaluación de entornos de proximidad para incluir a las personas sin autonomía en Lima”, por Cabrera y Cebollada, 2021

CAPÍTULO 4: MODELACIÓN DE LA INTERSECCIÓN

En el presente capítulo se describirán las características de la zona de estudio. Dichas características se clasifican en las medidas geométricas de la zona de estudio, los problemas presentes en la intersección, los tiempos del semáforo, y los flujos vehiculares y peatonales. Asimismo, se detalla el procedimiento necesario para modelar las condiciones actuales de la intersección. Posteriormente, se calibra y valida el modelo a partir del parámetro de tiempo de viaje; y finalmente, se estiman las demandas futuras para la elaboración y recolección de resultados de un escenario “Do nothing”.

4.1. Resultados de la observación en campo

Ante de realizar el diseño, se realizaron visitas a campo con el objetivo de detectar los problemas de la zona. A continuación, se presentarán los principales problemas encontrados:

- No existe vereda colindante al mercado, como se observa alrededor del cerco perimétrico verde, lo cual es riesgoso para el tránsito de los peatones, en especial si se toma en cuenta que se trata de una zona comercial. De acuerdo a la guía NACTO (2012), el ancho adecuado para la zona efectiva del peatón en áreas comerciales es de entre 2.4 y 3.6 metros.



Figura 4.1. Cerco perimétrico sin veredas
Nota. Elaboración propia

- La intersección posee una superficie irregular y no cuenta con cunetas para reducir el exceso de agua producto de la pluviosidad, lo cual es negativo porque la ciudad recibe constantemente lluvias y las acumulaciones de agua puede incentivar un ambiente propicio para enfermedades tales como el dengue como se aprecia en la siguiente imagen.



Figura 4.2. Generación de charcos por lluvias

Nota. Elaboración propia

- Debido al gran espacio muerto (espacio no delimitado ni para uso peatonal ni vehicular) entre las veredas y el asfalto, este es usado por el comerciante informal, como estacionamiento o algún otro tipo de uso que disminuye la visibilidad en la intersección y genera la percepción estética de un ambiente poco agradable.



Figura 4.3. Usos múltiples de la zona muerta

Nota. Elaboración propia

- El semáforo y el poste de luz adyacente se encuentran en la vereda y al nivel de la calle, por lo que no tienen adecuada protección frente a un accidente vehicular.

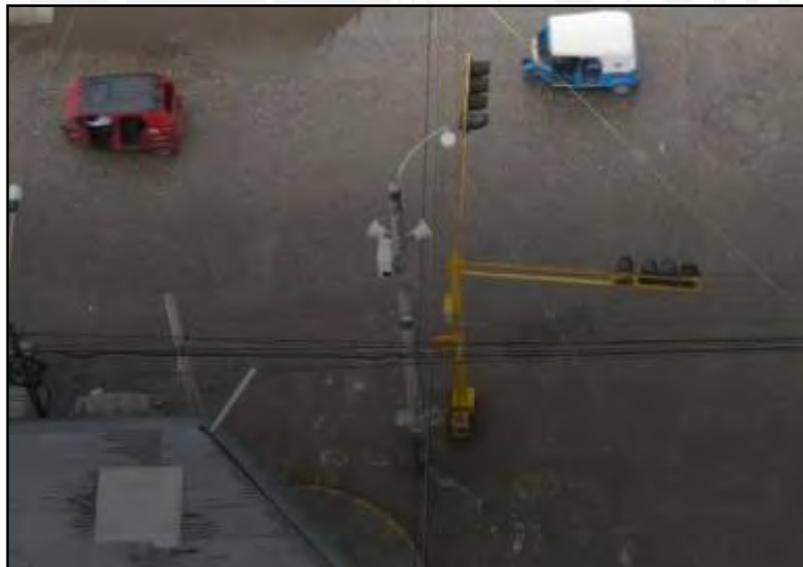


Figura 4.4. Inadecuada protección de semáforo y poste de luz

Nota. Elaboración propia

La zona no cuenta con un ambiente adecuado para que una persona sin autonomía (entiéndase personas con discapacidad, adultos mayores o niños) pueda transitar libremente; además de las irregularidades del suelo, no existen cruces peatonales ni rampas.

4.2. Características de la vía

4.2.1 Características geométricas

Como se mencionó en el capítulo anterior, se utilizaron cintas métricas para medir los anchos de los carriles, veredas, zonas muertas, entre otros. De esta manera, se elaboró un modelo geométrico 2D utilizando el software de AutoCAD. En donde el color celeste se usa para marcar el límite de los edificios, el azul para delimitar la vereda y el color marrón para definir la zona muerta.

Asimismo, es importante recalcar que el plano posee marcas viales para delimitar los carriles. Estas marcas no están realmente presentes en la intersección. Sin embargo, resulta necesario colocarlas en el AutoCAD, para indicar el número y el ancho de los carriles que se deberán implementar en el programa.

4.2.2 Mapa de barreras

Una vez obtenida la representación geométrica de la intersección, se pueden representar los problemas detectados. Esto permite la creación de un mapa de barreras, el cual puede utilizarse como una “lista de chequeo gráfica” de problemas a solucionar o factores a tomar en cuenta cuando se plantee el escenario con soluciones.

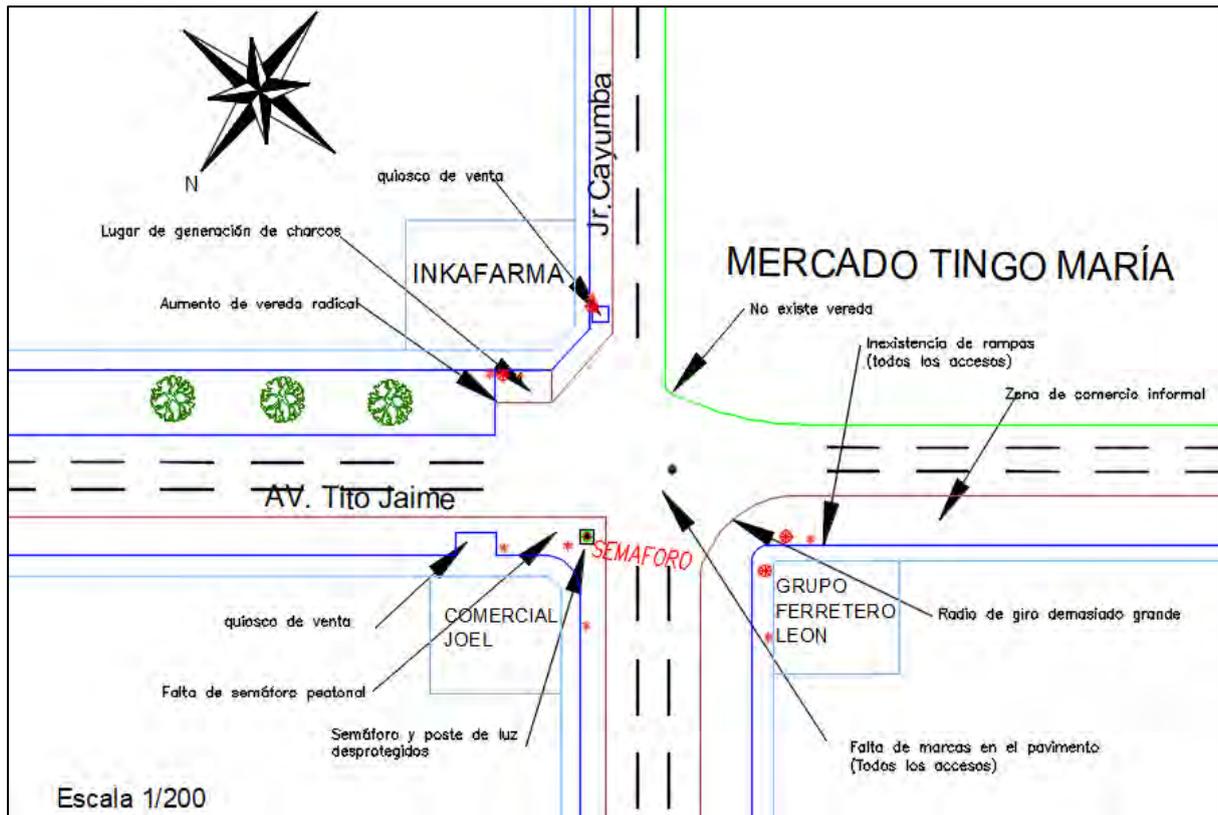


Figura 4.5. Mapa de barreras.

Nota. Elaboración propia

4.2.3 Flujos vehiculares y peatonales

Los flujos se obtuvieron mediante un conteo manual de vehículos y peatones de las grabaciones realizadas con drones. Es importante mencionar que, como el periodo de filmación disponible tanto para la calibración sólo fue de 25 minutos, al finalizar el conteo los resultados tuvieron que ser re escalados para obtener demandas en términos de vehículos por hora. Este proceso fue necesario debido a que VISSIM trabaja con dichas unidades. Los valores finales que se introdujeron al software se pueden observar a continuación.

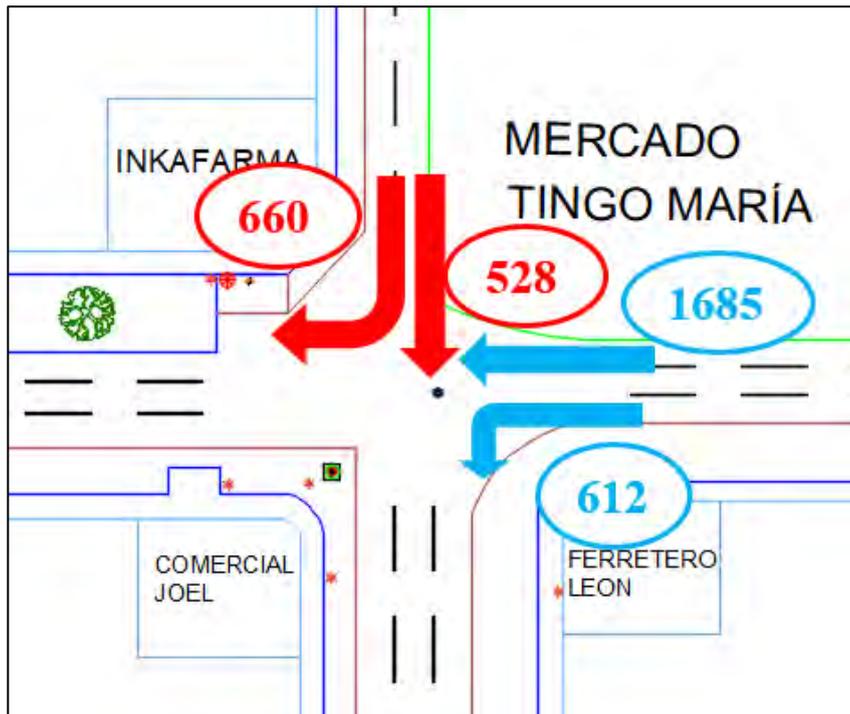


Figura 4.6. Flujos vehiculares utilizados para la calibración (vehículos/hora)
 Nota. Elaboración propia.

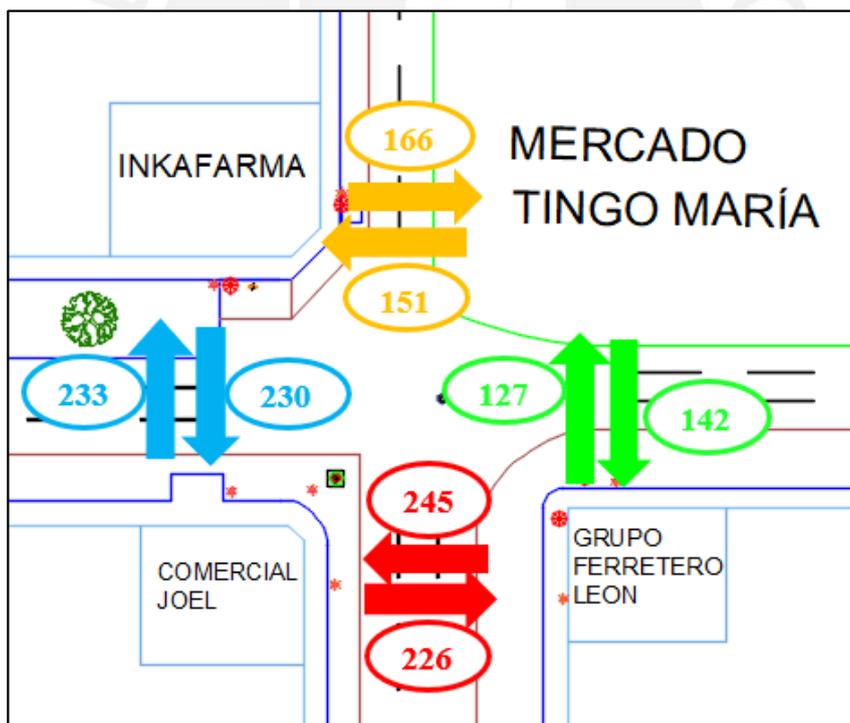


Figura 4.7. Flujos peatonales utilizados para la calibración (peatones/hora)
 Nota. Elaboración propia.

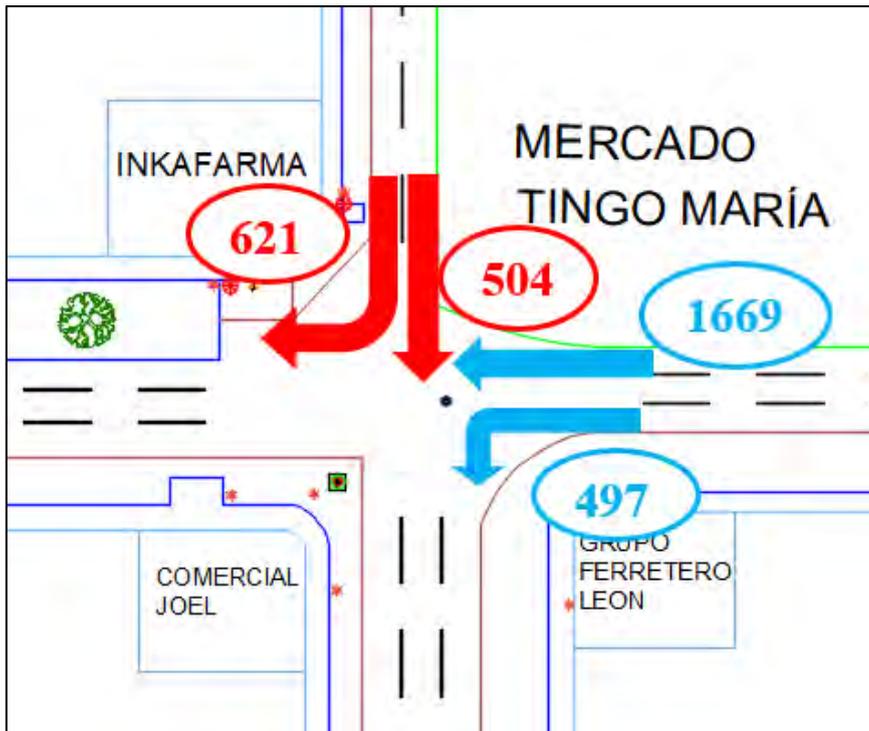


Figura 4.8. Flujos vehiculares utilizados para validación (vehículos/hora)
 Nota. Elaboración propia.

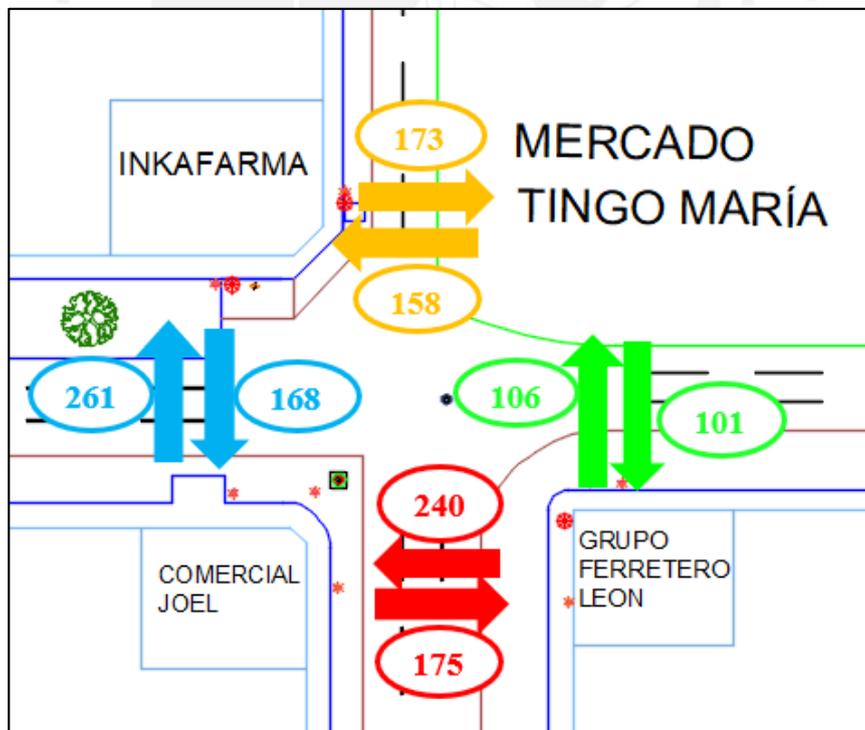


Figura 4.9. Flujos peatonales utilizados para la validación (peatones/hora)
 Nota. Elaboración propia.

Por otro lado, además del flujo vehicular, es importante conocer la composición vehicular. Esto debido a que el tipo de vehículos presente en la intersección marca en gran medida los resultados. Como se puede observar en la tabla 4.1, la mototaxi y motocicleta son los principales medios de transporte. Asimismo, existen camiones minivans y triciclos, pero el porcentaje que representan con respecto al total es tan bajo que puede despreciarse.

Tabla 4.1.
Aforo vehicular de la intersección (vehículos/hora)

AVENIDA TITO JAIME/ JIRÓN CAYUMBA								
FASE	Movimientos	Motolineal	Mototaxi	Autos	Camiones	Minivan	Triciclo	Mov. (Veh/h)Total (Veh/h)
CALIBRACIÓN	1 	502	982	173	12	12	5	1685
	2 	115	410	70	7	10	0	612
	3 	146	350	24	2	0	5	528
	4 	132	456	48	5	14	5	660
								2297
								1188
VALIDACIÓN	1 	446	991	197	19	14	2	1669
	2 	106	324	55	2	10	0	497
	3 	125	329	50	0	0	0	504
	4 	84	502	29	2	2	2	621
								2166
								1125

Nota. Elaboración propia.

4.2.4 Tiempo de viaje vehicular y peatonal

La calibración, requiere de un parámetro de eficiencia que se pueda medir en campo que luego pueda contrastarse con los valores obtenidos en el modelo. Por fines prácticos, se eligió como parámetro los tiempos de viaje, los cuales se obtuvieron midiendo el periodo necesario para desplazarse en un espacio determinado. Esta región se eligió de manera que sea sencilla de reconocer en campo. En esta ocasión, se delimitó el tiempo de viaje de la trayectoria directa de la avenida Tito Jaime con las líneas azules y el de jirón Cayumba con líneas rojas, lo cual se puede observar en la figura 4.10.

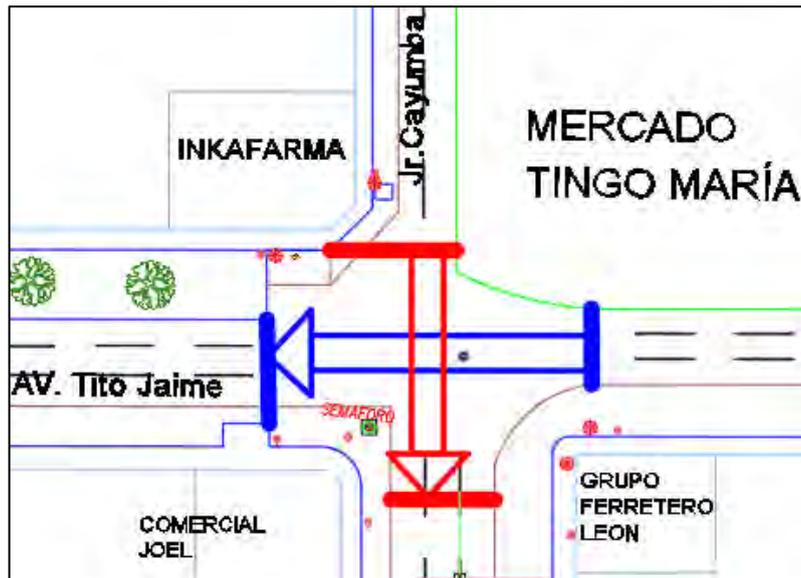


Figura 4.10. Región en donde se midió el tiempo de viaje
 Nota. Elaboración propia

Tomando en cuenta este espacio, se tomaron datos para la calibración y para la validación, los cuales se pueden observar a continuación:

Tabla 4.2.
Tiempos de viaje obtenidos en campo (Segundos)

N°	CALIBRACIÓN		VALIDACIÓN	
	Tito Jaime	Cayumba	Tito Jaime	Cayumba
1	3.83	5.01	5.11	5.51
2	4.2	4.39	5.76	5.87
3	4.38	4.68	4.45	5.04
4	5.94	3.30	5.98	4.87
5	5.65	5.04	5.32	4.16
6	6.21	4.91	5.15	4.05
7	4.72	4.55	3.94	4.37
8	4.85	4.58	5.09	5.31
9	6.13	4.11	4.62	6.23
10	4.81	5.67	4.29	6.45
11	5.71	4.89	4.41	4.07
12	6.15	5.65	4.82	5.21
13	5.12	4.86	4.33	3.79
14	5.38	5.07	4.58	3.99
15	5.52	5.21	5.41	7.33
16	5.54	7.57	5.05	6.02
17	6.02	6.25	5.51	4.97
18	5.21	4.85	6.42	5.12
19	5.43	6.13	6.01	4.93
20	4.88	4.87	5.72	4.58
Promedio	5.28	5.08	5.10	5.09
Desviación estándar	0.68	0.88	0.67	0.94
Mínimo	3.83	3.30	3.94	3.79
Máximo	6.21	7.57	6.42	7.33

Nota. Elaboración propia

4.2.5 Tiempos de semáforo

La intersección posee un semáforo vehicular que separa los movimientos en una fase para cada acceso. Esa es la razón por la cual fue necesario realizar mediciones de los periodos de tiempo de verde y ámbar con un cronómetro en campo. Estos valores se determinaron como el promedio de 10 mediciones. Esta información permitió crear un diagrama de fases del semáforo, el cual se presenta a continuación:

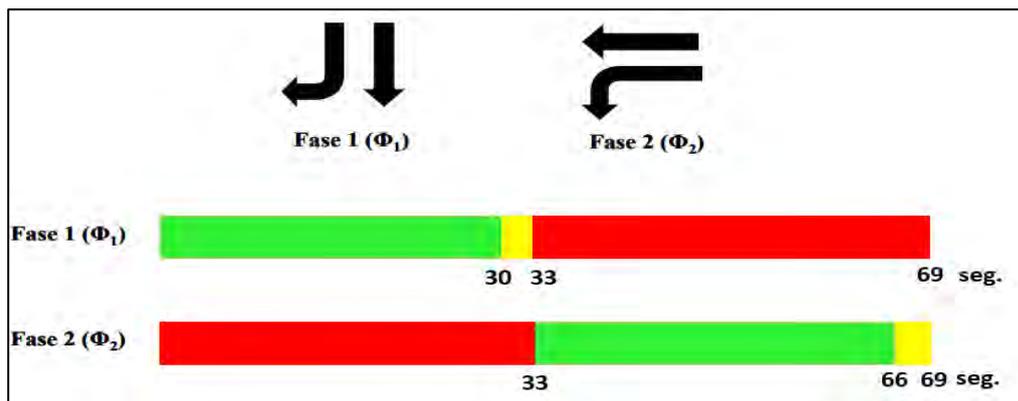


Figura 4.11. Diagrama de fases del semáforo

Nota. Elaboración propia

4.3 Calibración

En primer lugar, se utilizaron los datos de campo para hallar la cantidad mínima de muestras en cada grupo de datos obtenido, lo cual se puede observar en la tabla 4.4. Para lograrlo, se asumió un error admisible de 10%, el cual brindó cantidades inferiores a las 20 mediciones, por lo que se optó por ese valor para realizar la calibración y validación

Tabla 4.3.

Determinación de la cantidad mínima de muestra (Segundos)

VEHÍCULOS	CALIBRACIÓN		VALIDACIÓN	
	Tito Jaime	Cayumba	Tito Jaime	Cayumba
Promedio	5.28	5.08	5.10	5.09
Desviación estándar	0.68	0.88	0.67	0.94
Máximo	6.21	7.57	6.42	7.33
Mínimo	3.83	3.3	3.94	3.79
Error admisible	0.528	0.508	0.510	0.509
Nmin	7	14	8	15

Nota. Elaboración propia

Una vez establecidas estas condiciones, se puede iniciar la iteración con los parámetros de Wiedemann que vienen por defecto. En donde se deberá comparar los tiempos de viaje del software con los obtenidos en campo. Este proceso terminó con los parámetros de ax, bx_add y bx_mult de 1.6, 1.5 y 2 respectivamente, los cuales brindaron resultados de tiempo de viaje cercanos tanto para la validación como para la calibración. Además de que cumplieron con el nivel de confianza al 95%, lo cual se puede observar en la figura 4.10 y 4.11.

Tabla 4.4.

Tiempos de viaje utilizados en la calibración (Segundos)

N°	Cayumba		Tito Jaime	
	Campo	VISSIM	Campo	VISSIM
1	5.01	4.78	3.83	5.85
2	4.39	4.90	4.2	5.13
3	4.68	5.36	4.38	5.71
4	3.30	5.23	5.94	5.06
5	5.04	4.58	5.65	5.30
6	4.91	5.28	6.21	5.32
7	4.55	5.13	4.72	4.74
8	4.58	4.44	4.85	5.41
9	4.11	5.26	6.13	5.25
10	5.67	4.96	4.81	5.31
11	4.89	5.38	5.71	4.81
12	5.65	4.29	6.15	5.23
13	4.86	5.29	5.12	5.09
14	5.07	4.32	5.38	5.35
15	5.21	5.06	5.52	5.45
16	7.57	4.56	5.54	6.09
17	6.25	7.17	6.02	5.26
18	4.85	4.92	5.21	5.17
19	6.13	5.15	5.43	5.02
20	4.87	4.79	4.88	4.97
Promedio	5.08	5.04	5.28	5.28
Desviación estándar	0.88	0.61	0.68	0.32
Mínimo	3.30	4.29	3.83	4.74
Máximo	7.57	7.17	6.21	6.09

Nota. Elaboración propia

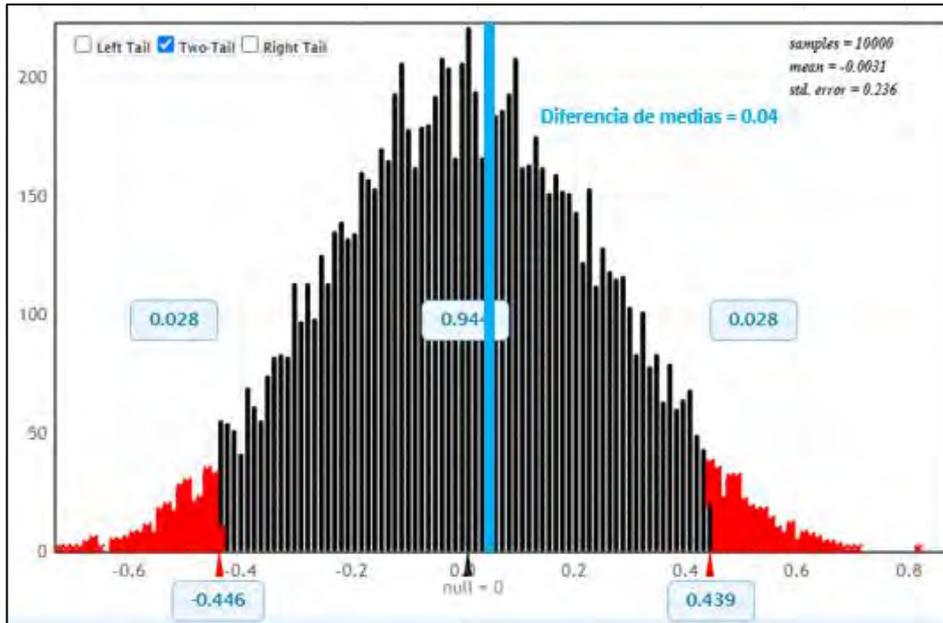


Figura 4.12. Verificación de confiabilidad de la calibración - Jr. Cayumba
 Nota. Elaboración propia

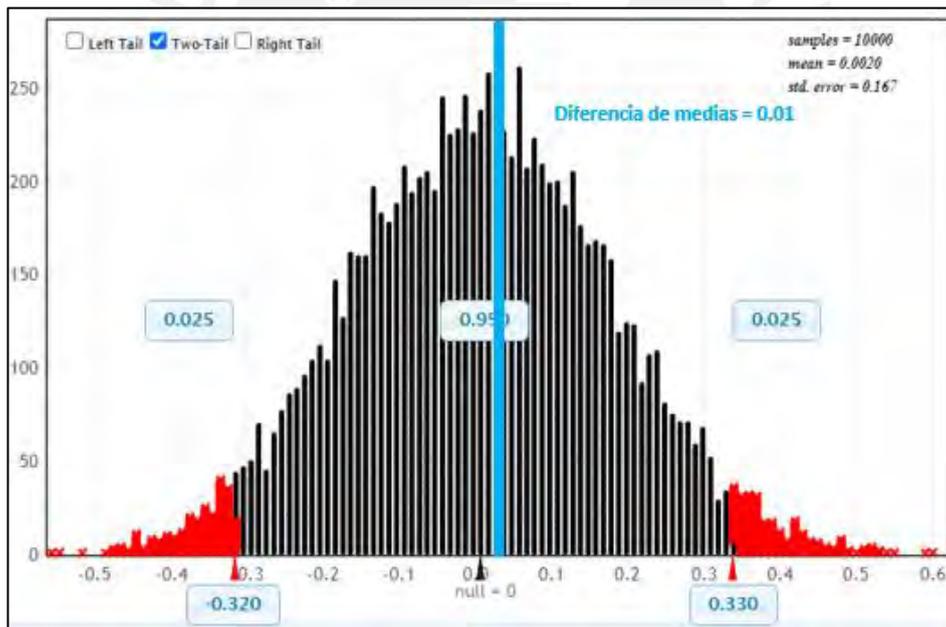


Figura 4.13. Verificación de confiabilidad de la calibración- Av. Tito Jaime
 Nota. Elaboración propia

En ambos accesos la diferencia entre los datos leídos en campo y los obtenidos en VISSIM se encuentran dentro del rango de la confiabilidad elegida. Por ello, el modelo se puede considerar calibrado; aunque, no estará completo hasta culminar el proceso de validación.

4.4 Validación

Luego de culminar con la calibración, el modelo cuenta con las suficientes características para simular la situación del primer video. Sin embargo, los parámetros elegidos deben de ser capaces de predecir distintas situaciones, razón por la cual se debe verificar su capacidad de predicción con el proceso de la validación.

Tabla 4.5.

Tiempos de viaje utilizados en la validación (Segundos)

N°	Cayumba		Tito Jaime	
	Campo	VISSIM	Campo	VISSIM
1	5.51	4.76	5.11	4.89
2	5.87	5.32	5.76	5.68
3	5.04	5.46	4.45	4.54
4	4.87	5.82	5.98	5.15
5	4.16	4.81	5.32	5.26
6	4.05	4.83	5.15	5.32
7	4.37	4.54	3.94	4.89
8	5.31	5.16	5.09	5.91
9	6.23	5.59	4.62	5.10
10	6.45	4.68	4.29	4.86
11	4.07	4.86	4.41	5.44
12	5.21	6.12	4.82	5.07
13	3.79	4.94	4.33	5.60
14	3.99	4.53	4.58	5.26
15	7.33	5.60	5.41	5.76
16	6.02	5.04	5.05	5.59
17	4.97	5.14	5.51	5.36
18	5.12	4.32	6.42	5.11
19	4.93	4.88	6.01	4.83
20	4.58	6.07	5.72	5.26
Promedio	5.09	5.12	5.10	5.24
Desviación estándar	0.94	0.51	0.67	0.35
Mínimo	3.79	4.32	3.94	4.54
Máximo	7.33	6.12	6.42	5.91

Nota. Elaboración propia

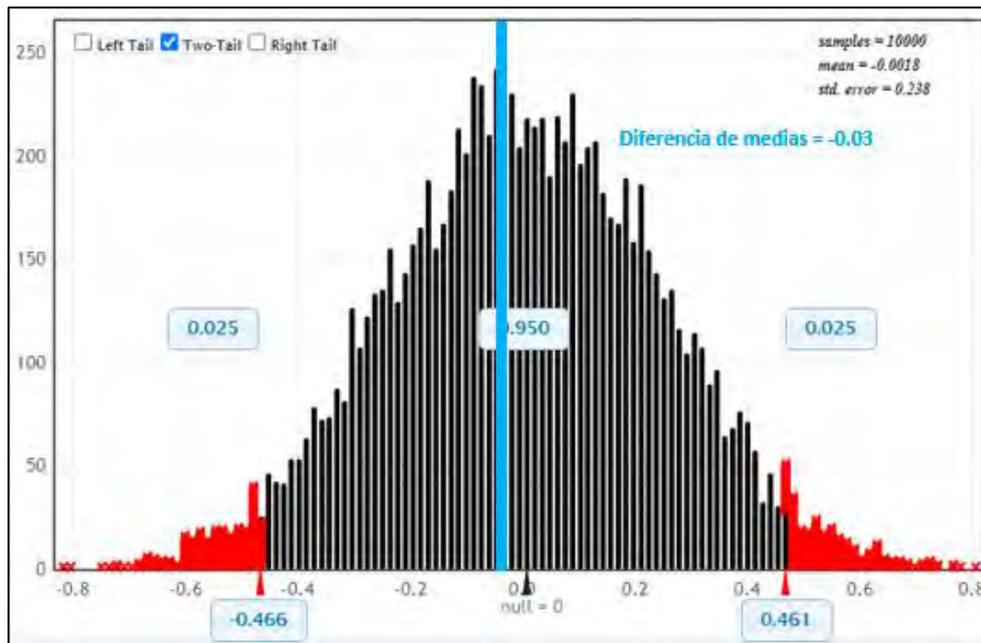


Figura 4.14. Verificación de confiabilidad de la validación - Jr. Cayumba
 Nota. Elaboración propia

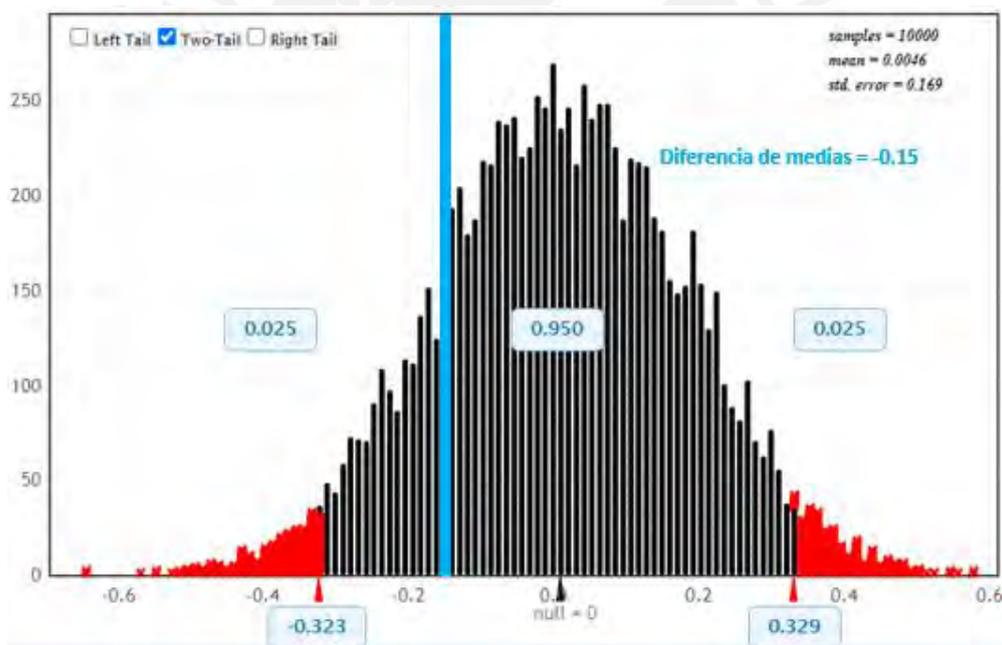


Figura 4.15. Verificación de confiabilidad de la validación - Av. Tito Jaime
 Nota. Elaboración propia

4.5 Modelación del escenario “Do nothing”

La simulación de este escenario conservó esencialmente la mayor parte de las características del modelo de la situación actual. Al igual que en la validación, la discrepancia se encontró en la demanda asignada. En el caso de los vehículos, la modificación se realizó basándose en el

tráfico generado que se espera en la intersección. Para ello, una práctica habitual en los EIV se basa en la determinación del tráfico como un porcentaje de los estacionamientos del área de estudio. Para fines prácticos, se asumió un porcentaje de 100% porque la cantidad de estacionamientos era pequeña y colocar otro porcentaje no diferiría demasiado de este caso.

$$\text{Tráfico generado} = N^{\circ}\text{estacionamiento}$$

Para este caso, el número de estacionamientos obtenidos fue de 90, por lo que el tráfico generado tuvo el mismo valor. Dicho valor fue añadido a la demanda existente de manera proporcional, y se corrió el programa conservando todas las demás variables.



Figura 4.16. Flujo vehicular para el escenario “Do nothing” (vehículos/hora)

Nota. Elaboración propia

Por otro lado, el flujo peatonal también se verá afectado, pues el espacio incentivará el movimiento de los ciudadanos para acceder a productos de primera necesidad. Por consiguiente, se considerará un aumento del 30% de los flujos peatonales obtenidos en la hora pico, lo cual será de utilidad para estimar los efectos en el tráfico que traerá el aumento de la afluencia de personas.

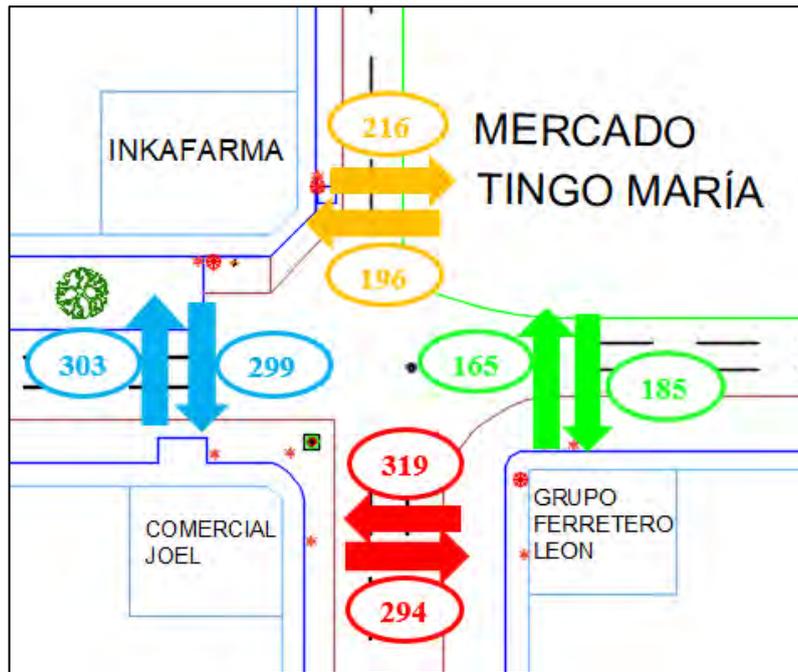


Figura 4.17. Flujo peatonal para el escenario “Do nothing” (peatones/hora)
 Nota. Elaboración propia

Así, se implementaron estos nuevos datos al software, lo que permitió proyectar cuáles serían las consecuencias en términos de tiempos de viaje si no se realiza algún cambio en la intersección. Como se puede observar en la tabla 4.9, el tiempo de viaje aumentaría 5.33% en el caso de la Av. Tito Jaime y 1.07% en el caso del Jr. Cayumba. Independientemente de ello, estos resultados se deben de verificar luego de la inauguración del mercado, pues existe la posibilidad de que el aumento a nivel de tiempos de viaje sea aún mayor.

Tabla 4.6.
Aumento en el tiempo de viaje si no se realizan cambios (Segundos)

Escenarios	Tiempo de viaje promedio	
	Av. Tito Jaime	Jr. Cayumba
Actual	5.28	5.04
"Do nothing"	5.56	5.10
% De aumento	5.33%	1.07%

Nota. Elaboración propia

CAPÍTULO 5: ENTREVISTAS A LOS USUARIOS

En este capítulo se analizará la opinión que los ciudadanos compartieron acerca de la zona de estudio. Su aporte se dividió fundamentalmente en dos aspectos: el primero relacionado con las problemáticas que ellos perciben; y el segundo relacionado con las propuestas soluciones que propondrían. Esta información ayudará a que las soluciones que se propongan no se basen únicamente en la perspectiva de los diseñadores y se tome en cuenta a los usuarios como parte fundamental del diseño.

5.1 Problemáticas que aquejan a los ciudadanos

Para esta sección, se realizó la siguiente pregunta a nueve personas: ¿Qué problemas nota en la intersección del jirón Cayumba y avenida Tito Jaime? Las respuestas se clasificaron según categorías para determinar su frecuencia, lo cual se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 5.1.

Problemáticas manifestadas por los ciudadanos

Entrevistados	Ancho de la pista insuficiente	Inexistencia de vereda	Uso de la vereda como estacionamiento	Comercio ambulatorio	Vereda y pista en mal estado	Ubicación de las agencias	Semaforización inadecuada
PERSONA 1	X	X					
PERSONA 2	X		X	X	X		
PERSONA 3			X			X	X
PERSONA 4	X		X		X	X	X
PERSONA 5	X			X			X
PERSONA 6			X			X	
PERSONA 7			X				X
PERSONA 8	X	X					
PERSONA 9	X		X	X			X

Nota. Elaboración propia

Entre las respuestas más frecuentes, se encontró notoria incomodidad por el ancho reducido del jirón Cayumba. Este ha sido disminuido por la construcción del mercado, pero también se reduce por el uso como paradero informal de mototaxis. Asimismo, otra molestia común es el uso masivo de las veredas como estacionamiento, ya que se genera tráfico cuando acceden o salen de este espacio. Además, se mencionó un problema de semaforización porque es complicado cruzar la avenida Tito Jaime desde la farmacia “Inkafarma”. Con respecto a ello,

se manifestó lo siguiente “cuando estoy de peatón tengo que mirar por todos lados antes de cruzar”. Este hecho fue también detectado en las visitas a campo.

Por otro lado, entre problemáticas menos comunes se comentó sobre la falta de mantenimiento de la infraestructura, pues la vereda y pista se encuentran en mal estado, lo que ocasiona que se formen charcos cuando llueve. Inclusive, existe una zona sin vereda, en la que los peatones tienen que caminar compartiendo el mismo espacio con los vehículos. Asimismo, se notaron quejas por el desorden que genera el comercio informal de la zona y la inadecuada ubicación de agencias con salida a otras ciudades aledañas. Su ubicación es tan inapropiada que cuatro de los nueve entrevistados han manifestado sufrir u observar choques en la intersección, en donde uno de ellos mencionó que sufrió un accidente “Yo me he accidentado en esa esquina. Hay muchos paraderos de autos que cuando salen generan que las motos y mototaxis frenen intempestivamente”

Todo lo anterior ha causado que la situación de la zona de estudio sea desagradable para los usuarios. Ello debido que se escucharon comentarios como estos: “Uno como conductor intenta evitar (ir a la intersección) pero como es una zona principal tienes que pasar por ahí siempre” o estos “Hay demasiada presión, te tocan el claxon, prefiero evitar esa intersección”. Por ello, se requieren soluciones que eliminen o por lo menos mitiguen estas problemáticas, de tal manera que los usuarios sientan confort en el espacio público.

5.2 Soluciones propuestas por los ciudadanos

De la misma forma en que se escucharon las problemáticas percibidas por los usuarios, también se recabo información sobre las soluciones que propondrían si tuvieran la oportunidad de realizar cambios en la intersección.

Tabla 5.2.

Soluciones propuestas por los ciudadanos

Entrevistados	Liberar el jirón Cayumba	Delimitación - reubicación de estacionamientos	Mejorar semaforización	Mejorar la señalización	Reubicación de agencias de viaje	Mejorar las pistas y veredas	Reubicación de ambulantes
PERSONA 1	X						
PERSONA 2		X					
PERSONA 3			X	X	X		
PERSONA 4	X				X	X	
PERSONA 5	X	X	X				X
PERSONA 6	X	X			X		
PERSONA 7	X			X		X	
PERSONA 8	X						
PERSONA 9	X	X			X		X

Nota. Elaboración propia

En este caso, la gran mayoría consideró que es necesario liberar el jirón Cayumba, incluso algunas personas que no mencionaron directamente la reducción de la pista como un problema. Ello a pesar de que la intersección cuenta con el cerco que redujo el ancho de esta pista desde hace ya 10 años y se manifestaron frases como “Han pasado tantos años que no recuerdo cómo era la pista antes”. Razón por la cual este será el primer cambio a tomar en cuenta en el diseño. Otras soluciones comentadas tenían relación con la gran cantidad de vehículos que se estacionan a los alrededores. Estos vehículos incomodan a los peatones y dificultarían un adecuado acceso al mercado, por lo que sugieren cambios como “servicios de cochera cercanos” o “policías de tránsito para controlar que no se estacionen”. De esta manera, un ambiente tan representativo de la ciudad se vería más ordenado.

Siguiendo en la misma línea con lo anterior, otra medida para mejorar el orden de la intersección fue la reubicación de agencias de viaje. Esto debido a que, a pesar de ser una zona comercial, al mismo tiempo existen paraderos de agencias que van hacia otras ciudades. Por consiguiente, se concluye como sugerencia para el diseño urbanístico delimitar el suelo de la zona para un uso exclusivamente comercial.

Además de estas, otras respuestas mencionadas, aunque en menor medida, tuvieron relación con el mejoramiento de los tiempos de semáforo y la implementación de señales de tránsito puesto que en este caso son inexistentes. También, se habló sobre el mantenimiento de las pistas

y veredas, ya que se encuentran en mal estado; así como la reubicación del comercio ambulatorio para que la zona se vea aún más ordenada.

En conclusión, las soluciones mencionadas tienen como objetivo mejorar el orden de la intersección. Para esto se proponen cambios físicos, como eliminación del cerco de construcción, creación de estacionamientos y mantenimiento de vereda, pero también se proponen medidas de gestión como reubicación de las agencias, del comercio ambulatorio, modificación en la distribución de tiempos y del ciclo semafórico, entre otros. En general, se notó preocupación de la ciudadanía por mejorar y ordenar el mercado principal, puesto que brinda una mala impresión con el exterior.



CAPÍTULO 6: PROPUESTAS DE DISEÑO

En el presente capítulo, se detallarán las propuestas para el rediseño vial de la intersección. Estas tienen como objetivo principal mejorar la calidad de vida de los usuarios, en especial para las personas con autonomía limitada. Para ello, se usaron manuales urbanísticos como Urban Street Design Guide (NACTO, 2012); y manuales inclusivos como el ADA Standards for Accessible Design (Department of Justice, 2010), la guía de Discapacidad y Diseño Accesible (Huerta, 2007), Manual de accesibilidad universal (Boudeguer & Squella, 2010) y, la guía de accesibilidad universal y diseño para todos (ONCE y COAM, 2011).

Las recomendaciones de los manuales se complementarán con la opinión de los ciudadanos, lo cual será de utilidad para tomar decisiones sobre cómo enfocar algunas soluciones. Y finalmente, se realizará un análisis de los resultados que generan los diseños. Dicho análisis comparará el escenario Do nothing y el escenario con propuestas de mejora con el propósito de cuantificar algunas mejoras ocasionadas por el rediseño. Asimismo, este análisis será complementado con el instrumento EEPI para evaluar la accesibilidad del entorno diseñado con respecto al caso actual.

6.1. Rediseño vial

6.1.1. Rediseño geométrico

Eliminación del cerco de construcción

Actualmente, una parte del jirón Cayumba se encuentra cerrada debido a la invasión del cerco perimétrico del mercado. Esto generó la eliminación de la vereda adyacente al mercado, así como la eliminación de uno de los carriles por los que transitaban los vehículos. La sensación de incomodidad que generaron estas medidas son tales que, según la opinión de los ciudadanos, liberar este espacio era la necesidad más urgente de la zona. Por ello, se decidió trabajar en un entorno sin este cerco.

En cuanto al uso de este nuevo espacio, en primer lugar, se optó por aumentar el número de

carriles en el jirón Cayumba. Sin embargo, con la micro simulación se comprobó que ello solo empeoraba los problemas. Por esta razón, se decidió mantener el acceso adyacente al mercado con el mismo número de carriles, aunque aumentando el ancho de los carriles a más de 3 metros para no reducir su capacidad (HCM, 2010). Asimismo, se eliminó el tercer carril del acceso de jirón Cayumba que generaba discontinuidad en la calle.

Modificación de veredas y carriles

La intersección cuenta con “zonas muertas” que se pueden repartir como nuevo espacio para ampliar tanto las veredas como los carriles. En cuanto los anchos de carril, se estableció una anchura de 3 metros para la avenida Tito Jaime y, 3.3 y 3.2 metros para los accesos del jirón Cayumba. De esta manera, se obtuvo un factor de ajuste de capacidad igual a 1, por lo que no se aumentó el tráfico vehicular. (HCM, 2010).

Por otro lado, para las veredas, se cumplieron con las recomendaciones de la NACTO (2012), las cuales indican que, para zonas comerciales, se deben colocar anchos efectivos entre 2.4 a 3.6 metros. Añadido a lo anterior, los bordes de las esquinas se configuraron para poseer un radio aproximado entre 3 y 4 metros, lo cual también está estipulado en el manual. Todo ello proponiendo nuevas ubicaciones de algunos postes de luz o alta tensión para reducir los obstáculos en la intersección.

Implementación de rampas

La zona no cuenta con ninguna rampa, razón por la cual se decidió implementarlas de acuerdo los estándares del Department of Justice (2010) y la guía de Jaime Huerta (2007). Ambas indican que se deben implementar rampas que sean continuas con los cruces peatonales y con una pendiente máxima del 8%. Además, el ADA (2010) indica que las rampas deben de contar con pendientes transversales de las alas triangulares de como máximo con un 10% y pendiente de la calle que se conecta con la rampa de un máximo 5%.

Asimismo, se colocó un espacio libre entre la rampa y final de la vereda que cumple con ambos

manuales con gran holgura, ya que el menor espacio presente en la intersección fue de 2.4 m. Mientras que el Department of justice (2010) sugiere como mínimo 1.5 m y Huerta (2007) sugiere 1.2 m. Complementando lo anterior, se optó por un ancho de rampa que se alinea con las aceras, por lo cual el menor ancho fue de 1.2 metros, valor que supera los 0.9 metros que satisfacen la anchura promedio de las sillas de rueda en Latinoamérica (Huerta, 2007).

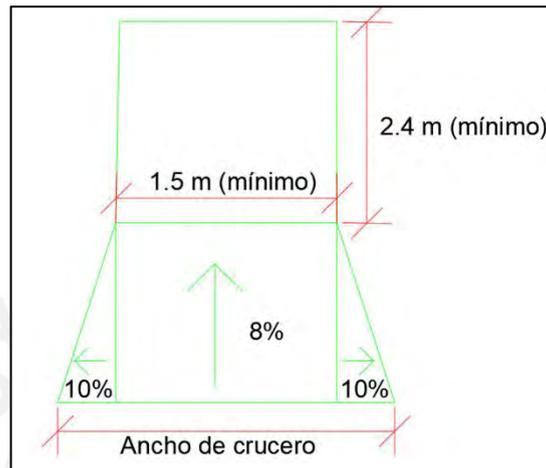


Figura 6.1. Dimensionamiento de las rampas

Nota. Elaboración propia

Añadido lo anterior, es importante recalcar que, el pavimento de las rampas debe de ser rugoso y de un color distinto al pavimento de la acera (Huerta, 2007). Ello con el objetivo de que presenten una textura sencilla de detectar para las personas con carencias visuales. Además, esta medida se complementará con bolardos, los cuales también se colocaron para ayudar a referencias a las personas con discapacidad visual y cuyo detalle de implementación se explica en el mobiliario urbano.

Implementación de mobiliario urbano

La intersección cuenta con espacio suficiente para implementar elementos urbanos, los cuales pueden ser útiles para incentivar la caminata y proteger al peatón. En cuanto a su implementación, se recomienda que no representen un obstáculo para el movimiento peatonal y que se encuentren alineados en la banda exterior de la vereda (ONCE y COAM, 2011; Boudeguer et al., 2010). Además de ello, se debe buscar que los materiales utilizados sean

agradables al tacto, adecuados con el clima, sin rugosidades y convenientemente señalizados (ONCE y COAM, 2011).

Siguiendo las anteriores sugerencias, se decidió delimitar un espacio de 2.5 metros para comercio, ya que lo más probable es que no sea posible reubicar a todos los comerciantes ambulantes de la zona. Este espacio se colocó en la parte de la avenida Tito Jaime a la que no se tiene acceso directo al mercado mediante cruces peatonales. Ello con el objetivo de mantener la entrada del centro comercial libre de interrupciones, lo cual es importante para los ciudadanos de acuerdo con las entrevistas.

Por otra parte, en las demás aceras, se colocaron barreras físicas para evitar que los mercantes y vehículos se adueñen nuevamente del área. Entre estas barreras, se colocaron cercos vivos (cercos de determinadas especies de plantas) en donde actualmente hay árboles y en una parte del del jirón Cayumba, además de bancas espaciadas y maseteros hechos a base de llantas en las aceras aledañas al mercado. Asimismo, se colocaron tachos de basura con los colores estipulados por el Ministerio del Ambiente (2019) para una adecuada segregación de residuos sólidos.

En lo que respecta a las bancas, estas deberán adaptarse al clima y ser accesibles para las personas con discapacidad. De acuerdo con el manual de accesibilidad universal y diseño para todos (ONCE y COAM, 2011), las bancas deberán de ser creadas con materiales que se adapten a los factores climáticos y posean durabilidad. Además, estas poseerán un asiento de 45 cm de altura, una profundidad de 50 cm, respaldo con un ángulo a 110° , apoya brazos de 25 cm y un techo de madera para proteger a los usuarios del clima tropical. Estas bancas deben ubicarse a un espacio mayor a los 80 cm entre ellas para que pueda salir una silla de ruedas (Boudeguer & Squella, 2010). Todo lo anterior, se puede sintetizar en las siguientes imágenes:

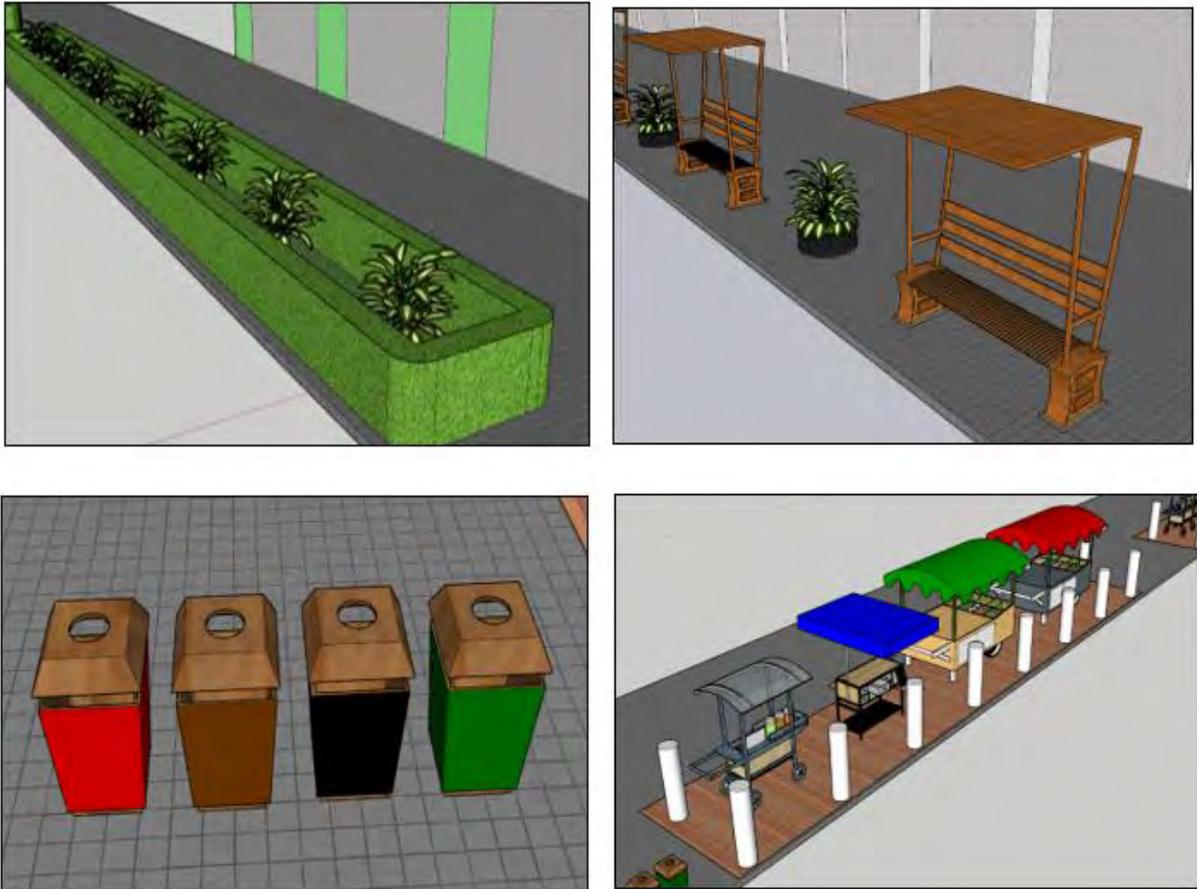


Figura 6.2. Mobiliario urbano implementado

Nota. Elaboración propia

Finalmente, se implementará infraestructura para las personas con discapacidad visual. Un ejemplo de ello, son los bolardos en las esquinas para ayudarlos a que reconozcan cuando termina la vereda y empieza la pista. La distancia entre los bolardos fue de 1.5 metros, para evitar que interfiera con un flujo peatonal. Como una medida complementaria, se siguió lo mencionado por Huerta (2007), pues se colocaron placas con información en alfabeto braille a 1.2 m de altura desde el piso en los soportes verticales; además de implementar un área de textura diferenciada en la base de estos soportes, lo cual se puede observar en la figura 6.3.

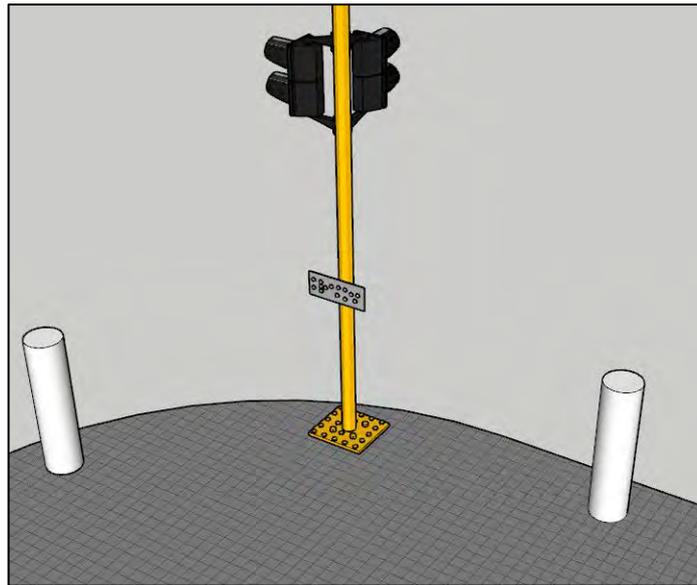


Figura 6.3. Infraestructura para las personas con discapacidad visual
Nota. Elaboración propia

Delimitación de estacionamientos

Actualmente, todas las veredas se usan frecuentemente como estacionamiento. Esto genera una visión desordenada en la intersección e incomodidad entre los ciudadanos. Sin embargo, eliminar todo aparcamiento podría generar efectos perjudiciales, razón por la cual se decidió delimitar un espacio reducido en el cual puedan estacionarse. De esta manera, existe un espacio para parqueo indicado por una señal vertical, el cual obliga a las personas a utilizarlo sólo si realmente lo necesitan y la intersección se ve más ordenada.

En lo que respecta su dimensionamiento, se siguió el ancho de 2.6 m estipulado en el manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras (MTC, 2016). Además, se separó un estacionamiento para discapacitados, el cual siguió lo mencionado por el manual de accesibilidad universal, ya que tiene un ancho mayor al de 1.1 metros y se conecta con una rampa (Boudeguer & Squella, 2010). Dicha rampa se conecta con una vereda lo suficientemente ancha como para colocar la misma pendiente de las demás veredas, lo cual se puede apreciar a continuación.



Figura 6.4. Estacionamiento para para personas con
Nota. Elaboración propia

6.1.2. Rediseño de semaforización

En primer lugar, se colocó un semáforo peatonal a ambos lados del cruce de la avenida Tito Jaime debido a que tanto en las entrevistas como en las visitas a campo se notaron dificultades para cruzar la pista. Es importante recalcar que, este semáforo peatonal debería mostrar el tiempo restante para cambiar de color, pues eso ayudaría a los peatones a darles mayor seguridad para cruzar. Las dimensiones de ambos, deberán de seguir lo estipulado por el MTC y, contarán con las placas en lenguaje braille y la base con textura diferenciada sugeridas por Huerta (2007).

Además, se modificó el ciclo semafórico de 66 a 95 segundos, así como se redistribuyó la distribución de tiempo poseía cada acceso. Dentro de la redistribución se consideró una mayor proporción de verde a la avenida Tito Jaime, ya que contaba con un considerable mayor flujo vehicular. Asimismo, se implementó un tiempo de todo rojo de 3 segundos para ayudar a despejar la intersección. De esta manera, el nuevo diagrama de fases es el siguiente:

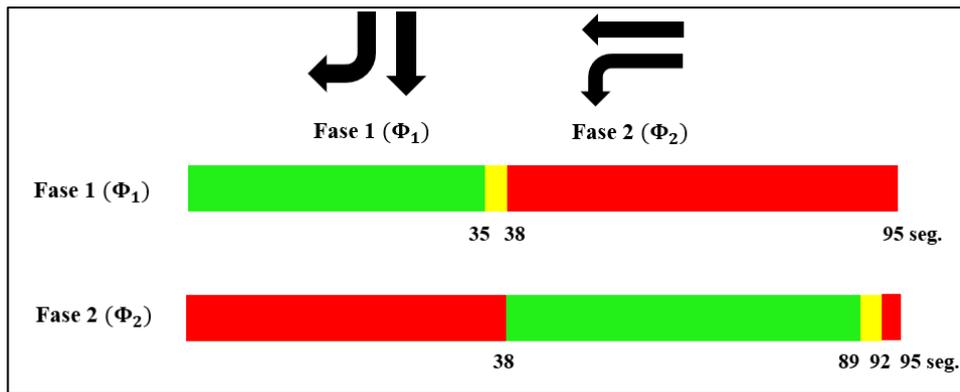


Figura 6.5. Nuevo diagrama de fases

Nota. Elaboración propia

6.1.3. Cambios en los materiales usados

Para el diseño del espacio público, se consideró el uso de materiales propios de la zona. Esto ayudaría a generar un paisaje con una connotación más asociada a las características culturales de los ciudadanos, y con ello, se promovería la caminata. Entre los materiales usados para la fabricación de bancas, se usó la capirona, mientras que, para los techos de estas y los tachos de basura, se usó bolaina. Ambas maderas presentan una duración entre 8 a 10 años, una resistencia moderada al ataque de hongos e insectos y una tolerancia de media a alta a inundaciones (Ministerio de Agricultura y Riego, 2019). En cuanto al cerco vivo, se empleó la ficus benjamina y para la planta del macetero se usó croton; ambos árboles con riqueza ornamental y con resistencia a la temperatura de Tingo María, la cual oscila entre 30.3°C y 18.7°C (Malpartida, 2020). Por último, los maceteros de las plantas y otros adornos se diseñaron en base a llantas con el objetivo de generar un espacio público atractivo y promover el reciclaje. En conclusión, todos los materiales mencionados representan algo en particular que los ciudadanos valorarían. Además, el uso de estos materiales zonales implica una opción más sostenible porque se genera una menor huella de carbono que materiales externos que necesitan trasladarse desde lugares lejanos. Asimismo, la madera es una buena alternativa para reemplazar al concreto en determinados usos. Ello debido a que, es estructuralmente resistente; conduce menos calor que el concreto, ya que se mantiene fresco incluso en la temporada más

calurosa; y tiene la capacidad de evacuar por evaporación la humedad excesiva que absorbe por las intensas lluvias.

6.1.4. Implementación de señalización

Señales Verticales

En este caso, sólo se aplicará la señal sitio de parqueo I-5, detallada en el capítulo 2. En cuanto a su altura, el MTC (2016) estipula que, en entornos urbanos, la distancia entre el borde inferior de la señal y el piso debe de ser como mínimo 2 metros. Por ello, se acondicionará una señal con una altura de 2.1 m, la cual se colocará en la parte de jirón Cayumba en la que se delimitaron los estacionamientos.

Marcas en el pavimento

Debido a que no existían marcas en el pavimento, se colocó lo mínimo que toda intersección debería de poseer de acuerdo al MTC. En primer lugar, se colocaron cruces peatonales con anchos superiores a los 3 metros, que es lo mínimo que sugiere la guía NACTO (2012). Y luego, se implementaron líneas de pare, flechas rectas y de giro en los accesos donde los vehículos se detienen cuando el semáforo indica el rojo. Asimismo, se colocaron líneas de separación de carriles para el asfalto. Todo ello según el dimensionamiento propuesto por el manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras (MTC, 2016).

6.1.5. Cambio de usos de suelo

Si bien el cambio de uso del suelo escapa de lo que se puede mostrar en la micro simulación, existe un gran problema de tráfico ocasionado por las agencias de viajes. Como resultado de ello, la gestión de tránsito de la zona debe considerar una reubicación de estas agencias, pues esto ayudaría a que la intersección tenga un uso único y no se lleven a cabo los choques tan frecuentes como los mencionados en las entrevistas. Esta reubicación debe ser tal que la intersección no cuente con salidas de vehículos en medio de las veredas. De este modo, los conflictos se reducirían significativamente. Finalmente, los cambios implementados con

respecto al escenario actual se pueden observar en las siguientes imágenes:

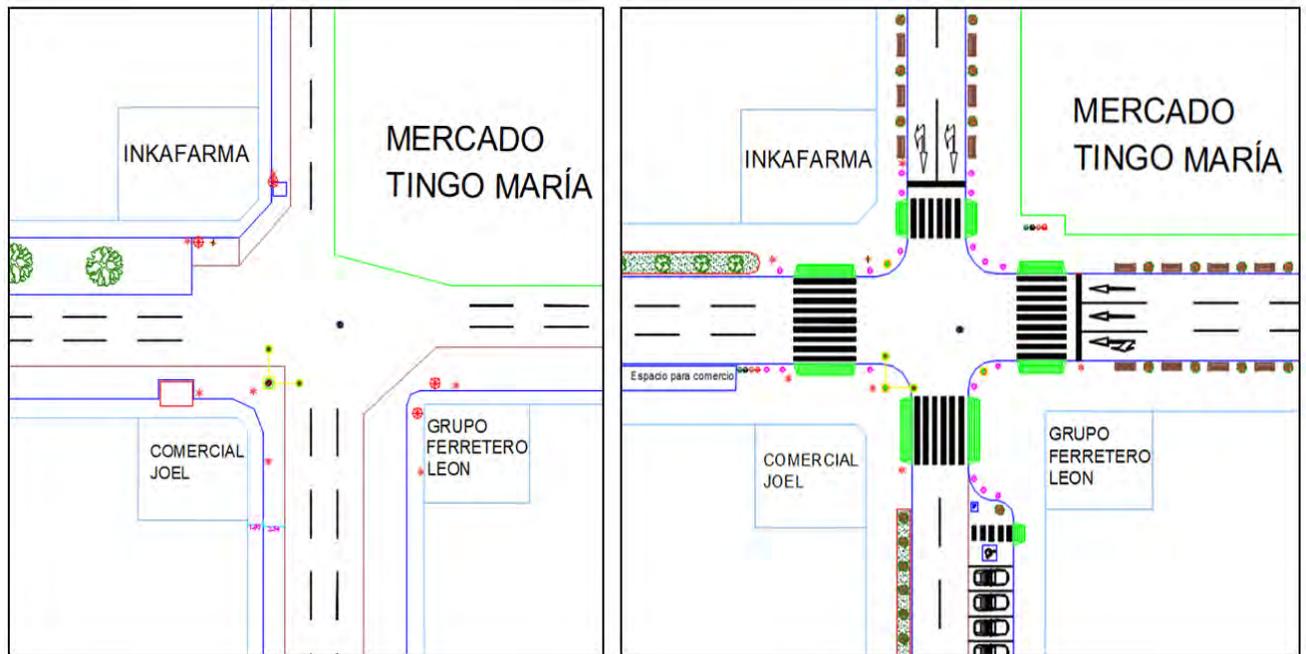


Figura 6.6. Cambios realizados con respecto al escenario actual
Nota. Elaboración propia

6.2. Análisis de los resultados

6.2.1. Evaluación de parámetros vehiculares

Las propuestas planteadas generarán cambios cuantificables en la intersección, los cuales se pretenden medir en el modelo creado en el software. Para ello, se analizaron los resultados en base al tiempo de viaje de los vehículos de la avenida Tito Jaime y del jirón Cayumba, debido a que se calibro y valido con ese parámetro. El método aplicado fue el de la prueba de hipótesis alternativa, donde se comprobó que la diferencia de medias entre el escenario “Do nothing” (u1) y el escenario con propuestas (u2) se cumpla con un 95% de confianza. En la siguiente tabla, se resumen los promedios de tiempo de viaje obtenidos en cada escenario y el porcentaje que ha disminuido respecto al escenario “Do nothing”.

Tabla 6.1.

Resumen de los promedios de tiempos de viaje (Segundos)

	Jr. Cayumba	Av. Tito Jaime
u1	5.10	5.56
u2	3.91	4.98
%	-23%	-10%

Nota. Elaboración propia

Por un lado, para el Jr. Cayumba, la diferencia de medias fue 1.19 segundos. Dicho valor es superior al mínimo para pertenecer a la zona roja (0.412 segundos). Por tal motivo, se comprobó que la reducción en los tiempos de viaje cumple con la hipótesis alternativa. Cabe mencionar que, se logró una reducción del 23% respecto al escenario Do nothing.

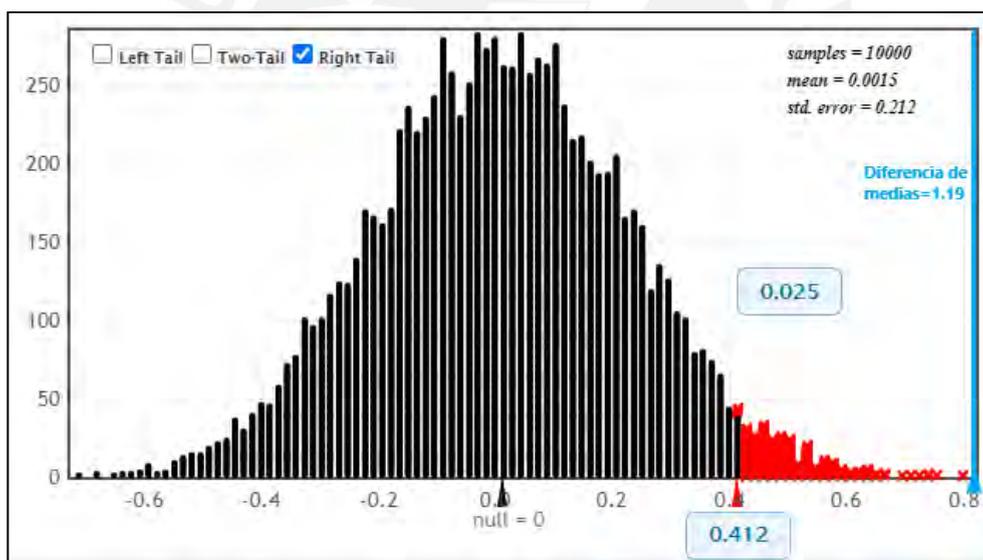


Figura 6.7. Hipótesis Alternativa para Jr. Cayumba

Nota. Elaboración propia

Por otro lado, en la Av. Tito Jaime también se cumplió la hipótesis alternativa $u1 > u2$. Ello debido a que la diferencia de medias de 0.58 segundos se encuentra en la zona roja. De similar manera al caso anterior, se logró una reducción significativa del 10% respecto al escenario Do nothing.

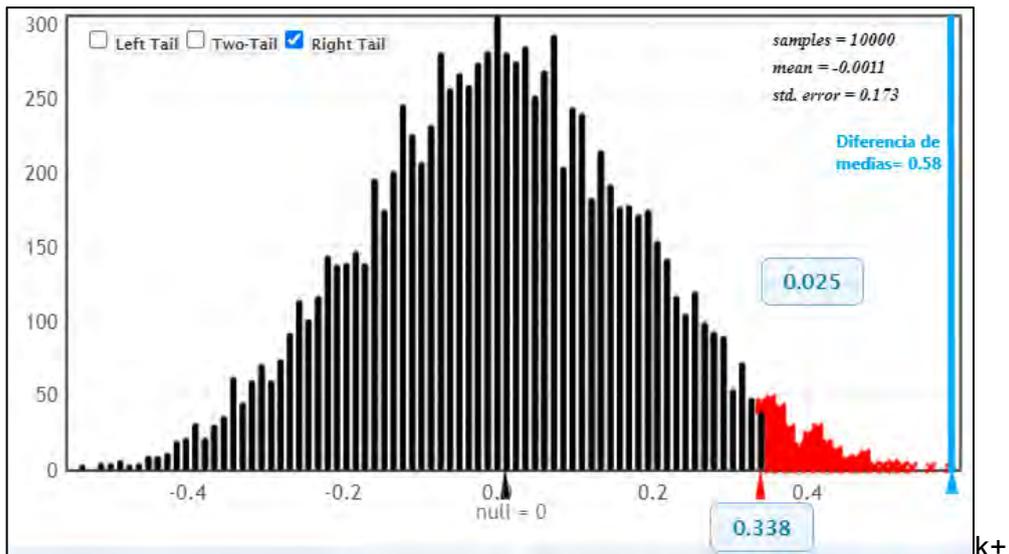


Figura 6.8. Hipótesis Alternativa para Av. Tito Jaime
 Nota. Elaboración propia

6.2.2. Evaluación de parámetros peatonales

El parámetro peatonal que se analizó fue el tiempo de viaje, el cual se midió en los cruces peatonales más concurridos. La primera medición, se realizó en el cruce de la Av. Tito Jaime y la segunda en un cruce de Jr. Cayumba, lo cual se puede apreciar en la figura 6.9 Como resultado de ambas mediciones, se obtuvieron los siguientes tiempos de viaje.

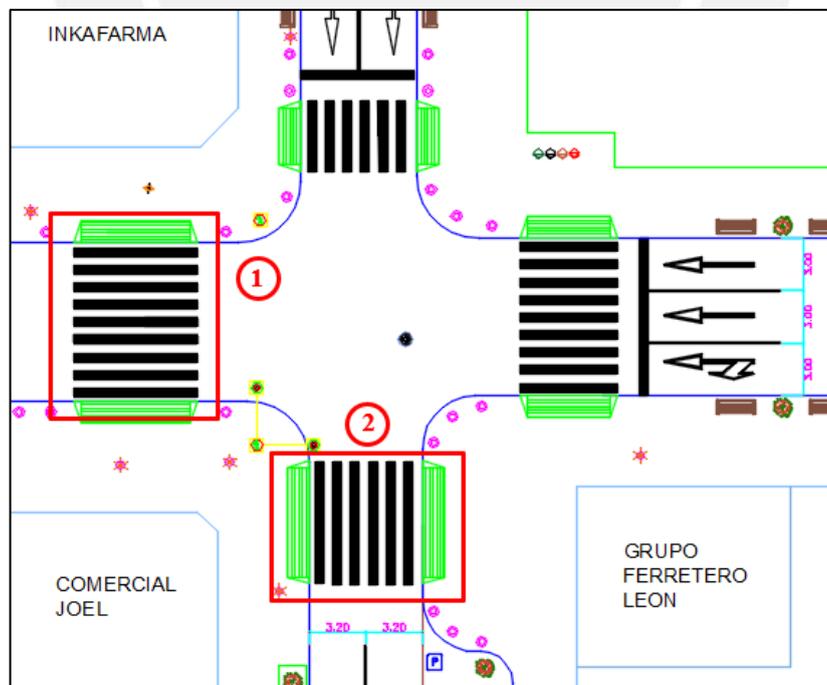


Figura 6.9. Cruces peatonales en los que se midieron los tiempos de viaje
 Nota. Elaboración propia

Tabla 6.2.

Resumen de los promedios de tiempos de viaje peatonales (Segundos)

Tiempo de viaje peatonal			
	Do nothing	Con propuestas	% Variación
1	49.166	69.242	40.8%
2	46.858	41.206	-12.1%

Nota. Elaboración propia

En cuanto a la primera medición, se puede observar un aumento en el tiempo de viaje de 40.8% respecto al escenario Do nothing. Este aumento, se debe a los siguientes factores: el primer cambio consistió en el ligero aumento de la distancia que cruzan los peatones, porque antes cruzaban 3 carriles con un ancho de 2.51 metros cada uno y en el nuevo escenario cruzan 3 carriles con un ancho de 3 metros; el segundo, fue un aumento de la demanda de peatones, puesto que antes cruzaban por 2 zonas distintas y ahora todos los peatones cruzan por un mismo cruceo peatonal; el tercer cambio, se debe al incremento del ciclo semafórico, el cual genera mayor espera para los peatones. A pesar de ello, se considera que el aumento del ancho de carril es positivo porque reduce los conflictos; asimismo, demorarse más tiempo en cruzar la calle se puede compensar con la seguridad ganada para hacerlo.

Por otro lado, en la segunda medición, se reduce el tiempo de viaje en un 12.1% respecto al escenario Do nothing. Esto fue causado porque se disminuyó la distancia que cruzan los peatones. Antes cruzaban 3 carriles con un ancho de 3 metros cada uno y en el nuevo escenario cruzan 2 carriles con un ancho 3.2 metros. Cabe recalcar que, la disminución del tiempo al transitar por este cruceo se compensa con el mayor tiempo de espera en rojo de los peatones, debido a que el ciclo del semáforo aumentó.

6.2.3. Mejoras cualitativas

Los anteriores incisos muestran los cambios en cuanto a velocidad y tiempos de viaje. Sin embargo, existen otros beneficios que VISSIM y VISWALK no pueden medir. Pues, si bien el software es útil para verificar mejoras en ciertos aspectos, aún no contempla parámetros

relacionados a mejoras en la accesibilidad. Por ello, se utilizará el EEPI (Instrumento de evaluación de entornos de proximidad inclusivos), lo cual permitirá evaluar el posible futuro estado de la intersección luego de los cambios. La utilización de este instrumento requiere de dos etapas, una relacionada con un diagnóstico y otra relacionada con la gestión del entorno (Cabrera y Cebollada, 2021).

Diagnóstico

Por un lado, en la evaluación del diagnóstico, se emplea una lista de chequeo general. Dicha lista se ha adaptado al contexto de la zona de estudio, razón por la cual sólo consta de 6 aspectos. Los aspectos se han analizado para evaluar el escenario actual y el escenario con el rediseño planteado en base a criterios como “indeseado”, “regular”, “bueno” y “muy bueno”.

Tabla 6.3.

Lista de chequeo general de EEPI aplicada a los escenarios analizados

Aspectos	Escenario sin propuestas	Escenario con propuestas
1. Clima	Indeseado	Muy bueno
2. Mobiliario y su ubicación	Indeseado	Bueno
3. Diseño y estado de elementos viales	Indeseado	Muy bueno
4. Obstáculos en las aceras y otras zonas peatonales	Regular	Muy bueno
5. Sentidos humanos y navegación	Regular	Bueno
6. Gestión de tránsito	Indeseado	Bueno
7. Seguridad vial y ciudadana	Indeseado	Bueno

Nota. Adaptado de “EEPI: instrumento de evaluación de entornos de proximidad para incluir a las personas sin autonomía en Lima”, por Cabrera y Cebollada, 2021

El primer aspecto es el clima, el cual no fue considerado en el diseño anterior pues no está preparado para recibir lluvias ni temperaturas elevadas. Por el contrario, esto sí se ha considerado en el diseño actual, ya que posee bancas con techos para proteger de temperaturas altas y climas lluviosos. Asimismo, geometría de estas bancas ha sido diseñada para recibir a personas con autonomía limitada, lo cual se complementa con la reducción de sensación térmica generada por las nuevas áreas verdes.

El segundo, es el mobiliario y ubicación, ámbito que tampoco fue considerado de manera adecuada en el entorno actual porque sólo existe una tienda y esta obstaculiza la circulación de los peatones. Además, el resto de las aceras poseen mobiliarios informales ubicados de manera desordenada. Por otra parte, la alternativa con propuestas delimita distintos espacios para mobiliarios, tales como para el comercio ambulante, bancas, entre otros. Asimismo, la ubicación y diseño del mobiliario se realizó siguiendo recomendaciones de distintos manuales, los cuales son utilizados para favorecer la accesibilidad.

En cuanto al diseño y estado de elementos viales, se observaron veredas y pistas que están en mal estado y cuentan con inadecuadas dimensiones, superficies irregulares donde se generan charcos, e inclusive una esquina que no poseía veredas. Mientras que en el diseño planteado se colocaron dimensiones obtenidas de normas internacionales. Además, de proponer medidas que eviten la erosión de los materiales por acumulaciones de agua, tales como un adecuado drenaje y variedades de plantas.

Añadido a lo anterior, las aceras poseen una considerable cantidad de obstáculos, producto del comercio informal y el uso de veredas como estacionamiento. En cambio, en escenario diseñado, las aceras generalmente se encuentran despejadas. Ello producto de la delimitación de un espacio para cada tipo de actividad.

En cuanto a los sentidos humanos y navegación, la intersección presenta olores desagradables en algunas partes, no posee espacios para descansar y tiene paisajes arquitectónicos no tan sencillos de identificar. Por su parte, con el mercado ya en funcionamiento y con el mobiliario urbanístico propuesto, existirían espacios para reposar y protegerse del sol o lluvia, así como ambientes más adecuados para referenciarse. Además, la delimitación de los espacios y ubicación de tachos ayudarían a evitar la generación de desperdicios y malos olores en la zona.

Finalmente, se analizó la gestión de tránsito del escenario actual. El escenario Do nothing no

contiene un adecuado diseño de semaforización pues las personas tienen inconvenientes para cruzar la pista, además de no poseer ningún tipo de señal de tránsito. Por otro lado, el escenario propuesto, ha rediseñado las fases del semáforo para una mejor circulación, además de colocar las diversas señales que exige el manual de dispositivos de tránsito nacional.

Gestión del entorno

En esta sección, se analizó el diseño de la zona de estudio bajo un punto de vista operacional. Para ello, se utilizó la tabla de niveles de calidad de criterios cuantitativos creada por Cabrera y Cebollada (2021). Como se puede observar en la tabla 3.2, esta brinda rangos para calificar criterios con cualidades como “Excelente”, “Bueno”, “Regular” e “Indeseado”. En esta etapa, a la cualidad calificada como Excelente se le asigna un puntaje de 5, a la de bueno entre 3 y 4, a la de regular un puntaje de 2 y a la de indeseado un valor entre 0 y 1.

Tabla 6.4.

Niveles de calidad de criterios cuantitativos aplicados a los escenarios analizados

Criterio	Escenario sin propuestas	Escenario con propuestas
Ancho de acera (m)	2	5
Pendiente longitudinal de aceras (%)	NE	NE
Ruido Lden (dBA)	NE	NE
Ancho de la rampa (m)	0	5
Pendiente de rampas cortas (%)	0	2
Ancho de mediana o isla (m)	NE	NE
Ancho de puertas y pasillos	NE	NE
Número de carriles	2	3
Flujo peatonal en vías peatonales (peatones/min/m)	NE	NE
Flujo vehicular (veh/h)	NE	NE
Velocidad de los vehículos al colisionar con un peatón (km/h)	NE	NE
Porcentaje final	20%	75%
Nivel de calidad	Indeseado	Bueno

Nota. Adaptado de “EEPI: instrumento de evaluación de entornos de proximidad para incluir a las personas sin autonomía en Lima”, por Cabrera y Cebollada, 2021. Donde NE significa no evaluado.

En el caso del ancho de acera, la mayor parte de ellas contaba con anchos que según la tabla 3.2 es considerada como regular. En cambio, en el entorno diseñado, la mayor parte de los anchos se puede calificar como excelente. Por otra parte, la intersección no contaba con rampas ni con sus respectivas pendientes, razón por la cual ambos criterios se consideraron como indeseado. En cambio, el escenario propuesto contiene rampas con anchos superiores a los 1.5 metros y pendientes de 8%, lo que implica la colocación una consideración de excelente y regular respectivamente.

Asimismo, el número de carriles para la mayor parte de los accesos era de tres. Por tal motivo, le correspondió un calificativo regular. En contraste con ello, el nuevo contexto ahora posee dos accesos con dos carriles, lo cual genera que se pueda considerar como bueno.

Finalmente, se sumaron los puntajes obtenidos. Aquello arroja como resultado un nivel de calidad indeseado para el escenario actual y un nivel de calidad bueno para el escenario con propuestas. Por ello, se puede mencionar que, bajo el punto de vista de accesibilidad a personas con autonomía limitada, el diseño propuesto es adecuado.

CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

En esta última sección de la tesis se presentan las conclusiones que se obtuvieron luego de realizar el estudio de movilidad. En general, se puede rescatar que, el estudio se centró en mejorar las condiciones del peatón en la zona. Para lograrlo, se hizo un análisis de los desplazamientos, un rediseño de la infraestructura que favorece la accesibilidad y un replanteo del espacio público para promover la caminata, lo cual permitió rescatar una conclusión para cada objetivo planteado en el capítulo 1.

7.1.1. Primera conclusión

Con respecto al análisis de los desplazamientos, se concluyó que la intersección de la avenida Tito Jaime y jirón Cayumba presenta una distribución que no optimiza los movimientos. Las zonas muertas son un espacio desaprovechado, ya que el área se puede destinar a ampliar la acera y la pista para beneficiar a los usuarios. Además, la falta de cruces peatonales ocasionaba que las líneas de deseo estén muy separadas y confundía al peatón al no saber por dónde atravesar la pista. Lo anterior, obligó a una redistribución del espacio, para lo cual fue importante delimitar adecuadamente cada uso que se le deseaba brindar. Esta delimitación requirió la implementación de mobiliario urbano, señales de tránsito y marcas viales.

Asimismo, es relevante mencionar que no necesariamente mayor espacio para los vehículos implica menor congestión vehicular. En el caso de estudio, la reducción de tres a dos carriles en un acceso del jirón Cayumba mejoró las condiciones de tráfico. Por el contrario, simular dicha calle con tres carriles empeoró aún más la situación actual.

7.1.2. Segunda conclusión

En cuanto al rediseño de la infraestructura, este buscó facilitar los desplazamientos inclusivos y mejorar la seguridad vial. Con el objetivo de lograrlo, se colocaron rampas, bancas, bolardos, se aumentó el ancho efectivo de la acera y se señalizaron algunas zonas; propuestas que se

implementaron en función al dimensionamiento recomendado por manuales internacionales. El escenario planteado fue evaluado en términos de accesibilidad mediante el instrumento EEPI. De acuerdo con este, el nivel de calidad de espacio alcanzado para personas con autonomía limitada se puede calificar como bueno, mientras que el nivel de calidad que se posee actualmente se considera indeseado.

Además, como parte del rediseño, se realizaron medidas de gestión de tránsito, las cuales lograron reducciones de tiempo de viaje vehicular de entre 10 y 20%. Dicha reducción se consiguió al modificar la semaforización y aumentar los anchos de carril para evitar disminuir la capacidad de la vía. Aunque, cabe recalcar que, dichos resultados son un complemento del objetivo principal, que es buscar el beneficio del peatón.

7.1.3. Tercera conclusión

Por otra parte, el rediseño abarcó cambios en el espacio público para generar un ambiente más atractivo y beneficioso para el usuario. Entre las propuestas planteadas para lograrlo, destacó la presencia de barreras físicas para evitar la invasión de los comerciantes ambulantes y el uso de las aceras para estacionarse en gran proporción. Aquello resulta elemental en países como Perú, en donde no existe la cultura de respetar lo establecido a menos a que la infraestructura te obligue a hacerlo. También, dichas barreras pueden cumplir al mismo tiempo otra función; en este caso, se utilizaron para brindar lugares de descanso, sombra y confort térmico en las calles.

Todo lo anterior no sería efectivo sin la adaptación al entorno que se está analizando. Cada zona de estudio es diferente, por lo que requiere de medidas específicas, que dependan de factores como usos del suelo, clima, cultura, entre otros. Si esto no se lleva a cabo, el escenario con propuestas corre el riesgo de no ser positivo para las condiciones actuales.

7.2. Recomendaciones

El presente apartado menciona temas e ideas rescatados del trabajo de tesis mostrado. A pesar de enfocarse en una zona de estudio específica, dichos temas podrían ser aplicables a contextos diferentes.

En primer lugar, se recomienda que, antes de plantear propuestas de mejora para una determinada zona de estudio, siempre se realicen entrevistas a los ciudadanos, ya que ellos son quienes utilizarán dicho espacio luego de implementar las propuestas de solución. Escuchar su opinión es útil para detectar los problemas del área y puede ser un complemento adecuado para lo detectado en las visitas de campo y lo recomendado por manuales internacionales.

De igual forma, se sugiere que en cada rediseño vial se consideren parámetros cualitativos. Esto debido a que muchos factores importantes que benefician al peatón, en especial a las personas con autonomía limitada, no son tomados en cuenta en la micro simulación. Entre los posibles instrumentos cualitativos, se recomienda el uso de los criterios propuestos para la micro simulación peatonal de Cabrera y Cebollada (2021), ya que esto ayudaría a obtener un entorno más inclusivo.

Complementando lo anterior, se aconseja utilizar materiales propios de la zona en el rediseño. Ello debido a que su uso implica beneficios económicos y culturales. Beneficios económicos porque se ahorra el dinero del transporte y beneficios culturales porque cuando las personas reconocen los materiales, asimilan más rápido el rediseño y le dan un valor agregado.

Asimismo, en situaciones en las que a lo largo de una avenida se cuente con un espacio similar, se recomienda generar una distribución de marcas viales, señales de tránsito y mobiliario urbano semejantes a dicha avenida. De lo contrario, las prácticas evitadas en la intersección podrían trasladarse a un espacio adyacente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcivar, D., Arteaga, H., Farfán, M., García, A. y Vera, L. (2018). La accesibilidad universal al medio físico: Un reto para la arquitectura moderna. (2016). *Prácticas En Cooperación En La Formación Del Profesorado: Un Espacio Para El Desarrollo Personal y Profesional*, 1(21), 18–27. <https://doi.org/10.36097/rsan.v1i21.538>
- Amorim, C. R., de Araújo, E. M., de Araújo, T. M., & de Oliveira, N. F. (2012). Occupational accidents among mototaxi drivers. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 15(1), 25–37. <https://doi.org/10.1590/s1415-790x2012000100003>
- ANDI - Cámara de la Industria Automotriz de la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (2017). Las motocicletas en Colombia: aliadas del desarrollo del país. Cara a cara. Recuperado de: <http://www.andi.com.co/Uploads/LasMotocicletasEnColombia.pdf>
- Bannock Planning Organization (2006). Traffic Impact Study Guidelines, Bannock Planning Organization, Pocatello, USA.
- Barrantes, R. (2014). Investigación, Un camino al conocimiento, Un Enfoque Cualitativo, Cuantitativo y Mixto. San José, Costa Rica, Editorial EUNED.
- Bogotá cómo vamos (2016). Encuesta de percepción ciudadana. Puntoaparte bookvertising. Recuperado de: <https://bogotacomovamos.org/encuesta-de-percepcion-ciudadana-2016/>
- Boivin, R. (2013). Formas de inclusión y exclusión de las minorías sexuales en la ciudad. Seminario Internacional "Construcción de ciudad desde la diversidad". Bogotá, Colombia. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00872498>
- Borja, J. & Muxí, Z. (2003) El espacio público, ciudad y ciudadanía. Barcelona: Editorial Electa. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Zaida-Martinez/publication/31731154_El_espacio_publico_ciudad_y_ciudadania_J_Borja_Z_Muxi_prol_de_O_Bohigas/links/543fbc00cf2be1758cf9779/El-espacio-publico-ciudad-y-ciudadania-J-Borja-Z-Muxi-prol-de-O-Bohigas.pdf
- Briceño, M. (2018). Paisaje urbano y espacio público como expresión de la vida cotidiana *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 20(2), 10-19. doi: <https://dx.doi.org/10.14718/RevArq.2018.20.2.1562>
- Boudeguer, A. & Squella, P. (2010). Manual de accesibilidad universal. Corporación Ciudad Accesible, Chile.
- Bueno, J. (2021) Espacio público e identidad. Tres escenarios de interpretación en la ciudad contemporánea. *Estoa. Revista de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca*, 10 (19), 161-169. <https://doi.org/10.18537/est.v010.n019.a14>
- Cabrera, F. (2012) Micro simulación de vehículos y peatones. *Civilizate*. 2-3.[fecha de Consulta 1 de mayo de 2021]. Disponible en:

<http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/civilizate/article/view/12935/13524>

Cabrera, F. (2019). Movilidad urbana, espacio público y ciudadano sin autonomía - El caso de Lima (Tesis doctoral). Recuperado de https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2019/hdl_10803_667392/icv1de1.pdf

Cabrera, F. (2020a). Capítulo 3: Capacidad en intersecciones. [Material del curso de Ingeniería de tráfico]. Material de clase. Pontificia Universidad Católica del Perú, 1-21

Cabrera, F. (2020b). Capítulo 5: Fundamentos de semaforización. [Material del curso de Ingeniería de tráfico]. Material de clase. Pontificia Universidad Católica del Perú, 1-19

Cabrera, F. (2020c). Capítulo 6: Estudios de Impacto Vial. [Material del curso de Ingeniería de tráfico]. Material de clase. Pontificia Universidad Católica del Perú, 103-139

Cabrera, F. (2021a). Gestión de tránsito. [Material del curso de Gestión de tránsito]. Material de clase. Pontificia Universidad Católica del Perú, 1-33

Cabrera, F. (2021b). Microsimulación y gestión de tránsito. [Material del curso de Gestión de tránsito]. Material de clase. Pontificia Universidad Católica del Perú, 1-67

Cabrera, F. (2021c). Semáforos aislados. [Material del curso de Gestión de tránsito]. Material de clase. Pontificia Universidad Católica del Perú, 1-26

Cabrera, F. (2021d). "Gestión de tránsito". Ponencia presentada en Clases de Gestión de tránsito. PUCP. Lima. 8 de abril del 2021.

Cabrera, F. (2021e). "Gestión de tránsito y Jerarquía vial". Ponencia presentada en Clases de Gestión de tránsito. PUCP. Lima. 15 de abril del 2021.

Cabrera, F. y Dextre, J. (2014). Using the Social Force Model to Represent the Behavior of Pedestrians at Chaotic Intersections of Developing Countries: The Case of Peru. En: s.l.:Springer International Publishing, pp. 1039-1049.

Cabrera, F. y Cebollada, À.(2021) EEPI: instrumento de evaluación de entornos de proximidad para incluir a las personas sin autonomía en Lima. Documents d'Anàlisi Geogràfica 2021, vol. 67/2 243-263.<https://doi.org/10.5565/rev/dag.647>

Cáceres,R & Uriol,S. (2008). Centros comerciales: nuevos espacios de encuentro y exclusión.Revista Quehacer (172), 1-9. Recuperado de <https://es.calameo.com/read/00501273460be29144897>

Cal y Mayor,R. y Cardenas,J. (2007). Ingeniería de Tránsito, fundamentos y aplicaciones. 8va edición. Alfaomega. México D.F, México.

Caraballo Noriega, N., & Padilla Castilla, A. (2019). Sistemas de transporte urbano en Cartagena: un análisis comparativo. Revista de Jóvenes Investigadores Ad Valorem, 2(1), 57–67. <https://doi.org/10.32997/rjia-vol.2-num.1-2019-2567>

Cascajo, R. (2020). Experiencias pioneras hacia una movilidad urbana más sostenible. Papeles De Economía Española, 163, 148-159,201. Retrieved from

<https://www.proquest.com/scholarly-journals/experiencias-pioneras-hacia-una-movilidad-urbana/docview/2399206794/se-2?accountid=43847>

Cavalo, L (2019). Androcentrismo y espacio público: análisis exploratorio sobre la subrepresentación femenina en la nomenclatura urbana de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. *Feminismo/s*, (33), 249-271. doi:10.14198/fem.2019.33.10

Cisternas, M.(2020). Accesibilidad Universal como estándar en derechos humanos y desarrollo sostenible. *Anuario de Derechos Humanos*, 16(2), 331. <https://doi.org/10.5354/0718-2279.2020.59182>

Chanca, J. y Castellanos, J. (2004). Simulación microscópica de tráfico urbano y su aplicación en área de la ciudad de Zaragoza. *XXV Jornadas de Automática*. Recuperado de <https://intranet.ceautomatica.es/old/actividades/jornadas/XXV/documentos/34-ososareast.pdf>

Chetan, C. y Shilpa, H. (2017). Traffic Impact Study of Kalasipalyam Traffic and Transit Management Centre. *International Journal of Engineering Research*, V6(01). <https://doi.org/10.17577/ijertv6is010315>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Productor).(2019). ODS 11 - Ciudades y comunidades sostenibles [Video]. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=zcWYzMPAWzo>

Community Planning Association of Southwest Idaho (2008). *Transportation Impact Studies Recommend Practices*, Idaho, USA

Dangond, C., Jolly, J., Monteoliva, A., y Rojas, F. (2011). Algunas reflexiones sobre la movilidad urbana en Colombia desde la perspectiva del desarrollo humano. *Papel Político*, 16(2), 485–514.

Department of Justice (2010). *ADA Standards for Accessible Design*, Americans with Disabilities Act, Washington, USA

DeRobertis, M., Eells, J., Kott, J., & Lee, R. W. (2014). Changing the paradigm of traffic impact studies: How typical traffic studies inhibit sustainable transportation. *ITE Journal (Institute of Transportation Engineers)*, 84(5), 30–35.

Dextre, J. C.; Pirota, M.; Tabasso, C.; Bermudez, J.; García, A.(2008). *Vías Humanas Un enfoque multidisciplinario y humano de la seguridad vial*. LIMA. FONDO EDITORIAL PUCP.

Dextre, J. (2010). Seguridad vial: La necesidad de un nuevo marco teórico. *Departamento de Geografía - Universidad Autónoma de Barcelona*.10-152. Recuperado de <https://docplayer.es/3587545-Juan-carlos-dextre-quijandria-seguridad-vial-la-necesidad-de-un-nuevo-marco-teorico.html>

Díaz, R (2020). Estado situacional de la gestión de los proyectos de inversión ejecutados por la municipalidad provincial de Leoncio Prado, periodo 2011-2016.(Tesis de pregrado).Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú.

Espinoza, L.(2015). Estudio de Impacto Vial [Mensaje en un blog]. Recuperado de

<https://sostenible.pe/consultoria/estudios-de-impacto-vial.html>

FHWA - Federal Highway Administration (2004). Traffic Analysis Toolbox Volume III; Guidelines for Applying Traffic Microsimulation Modeling Software

FHWA - Federal Highway Administration (2019). Traffic Analysis Toolbox Volume III; Guidelines for Applying Traffic Microsimulation Modeling Software

Fernández, R. (2010). Apunte de Gestión de Tránsito 2. [Material del curso de Gestión de Tránsito]. Material de clase. Universidad de los Andes, 1-32

Flores, J. (2020). ¿Qué es una isla de calor urbana?. Instituto geofísico del Perú. Recuperado de: <https://www.gob.pe/institucion/igp/noticias/112070-que-es-una-isla-de-calor-urbana>

Girón, J. (2020). El protagonismo de los espacios públicos en la manifestación ciudadana. Civilízate. <https://www.grupocivilizate.com/snacks-blogs/el-poder-las-plazas-limeas-el-poder-del-pueblo-limeo>

Helbing, D. y Molnár, P. (1995). Social force model for pedestrian dynamics. *American Physical Society*. (51), 4282–4286. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.51.4282>

Hernández, M. (2012). Ciegos conquistando la ciudad de México: vulnerabilidad y accesibilidad en un entorno discapacitante. *Nueva Antropología*, XXV(76), 59–81.

Higgs, B., Abbas, M., y Medina, A. (2011). Analysis of the Wiedemann Car Following Model over Different Speeds using Naturalistic Data. 3rd International Conference on Road Safety and Simulation, 1–22. Recuperado de: <http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/conferences/2011/RSS/3/Higgs,B.pdf>

Huallpa, A. (2016). Análisis de sensibilidad de los parámetros del modelo de la fuerza social y micro simulación peatonal en el Jr. de la Unión (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/8637>

Huerta, J. (2007). Discapacidad y diseño accesible - Diseño urbano y arquitectónico para personas con discapacidad, Lima, Perú

Isabeles, K., Olavarría, Á., Quintanilla, A., y Ríos, J. (2019). Adaptación metodológica en el diseño y desarrollo urbano de bajo impacto para el manejo de aguas pluviales en Colima, México. *Tecnura*, 23(62), 55–72. <https://doi.org/10.14483/22487638.15452>

Junxue, Z., Sha, L., Gaozhong, N., Xiwei, F. y Chaoxu, X. (2020). Developing a revised social force model for pedestrians' earthquake emergency evacuation. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*. 11(1), 335–356. <https://doi.org/10.1080/19475705.2020.1724202>

Lazo, C. y Araujo, A. (2017). Micro-simulación de vehículos atípicos: el caso de las moto-taxis en Villa María del Triunfo. (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

Malpartida A. (2020) Terminal terrestre interprovincial con servicios complementarios, para contribuir con el ordenamiento del transporte urbano en la ciudad de Tingo María – Huánuco” (Tesis de pregrado) Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú

- Mayordomo, D., García, G., & Carrillo, J. (2020). Estudio y análisis de la accesibilidad para personas con discapacidad física en el acceso a comercios y locales de la ciudad de Murcia. *Informes de La Construcción*, 72(560), e369. <https://doi.org/10.3989/ic.73866>
- Maza Ávila, F. J., Blanco Bello, R., & Fals Galezo, M. P. (2019). Percepciones sobre los efectos económicos, sociales y ambientales del mototaxismo en municipios del departamento de Bolívar (Colombia). *Panorama Económico*, 27(2), 349–369. <https://doi.org/10.32997/2463-0470-vol.27-num.2-2019-2643>
- Mendoza, F., y Tong, A. (2021). Microsimulación de paraderos de transporte público para la optimización de tiempos de espera de los usuarios utilizando el modelo de Fuerza Social (Tesis de pregrado). Recuperado de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/648825/MendozaM_F.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Ministerio de Agricultura y Riego (2019). Fichas técnicas para plantas con especies nativas en zona de selva baja. Instituto Nacional de información agraria. Lima, Perú.
- Ministerio del ambiente (2019). *Resolución Directoral N°003-2019-INACAL/DN*. Lima, Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016). Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras, Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, Lima, Perú.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) (2017). La dimensión humana en el espacio público. Recomendaciones para el análisis y el diseño. Gobierno de Chile, 30-31. Recuperado de: <https://www.minvu.cl/wp-content/uploads/2019/08/La-dimension-humana.pdf>
- Montaner, J. & Muxí, Z. (2020) La defensa del espacio público. *Arquitextos*. pp 9-24. <https://doi.org/10.31381/arquitextos.v27i35.3887>
- Muñoz, F. (2008) URBANALIZACIÓN paisajes comunes, lugares globales. Gustavo Gil, 15-16. [fecha de Consulta 1 de mayo de 2021]. Disponible en: https://bibliodarq.files.wordpress.com/2014/08/2_muc3b1oz-f-urbanalizacic3b3n-paisajes-comunes-lugares-globales.pdf
- NACTO (2012). *Urban Street Design Guide*, National Association of City Transportation Officials, New York, USA.
- Novoa, A., Pérez, K., y Borrell, C. (2009). Efectividad de las intervenciones de seguridad vial basadas en la evidencia: una revisión de la literatura. *Elsevier España*. 23(6):553.e1–553.e14. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2009.04.006>
- Nunez, Y., Gibson, E. A., Tanner, E. M., Gennings, C., Coull, B. A., Goldsmith, J., & Kioumourtzoglou, M. A. (2021). Reflection on modern methods: good practices for applied statistical learning in epidemiology. *International Journal of Epidemiology*, 50(2), 685–693. <https://doi.org/10.1093/ije/dyaa259>
- ONCE y COAM (2011). *Accesibilidad Universal y Diseño para Todos*. Arquitectura y

Urbanismo. Fundación ONCE para la Cooperación e Inclusión Social de Personas con Discapacidad y Fundación arquitectura COAM. Madrid, España.

Orozco, E.(2014). Herramientas climáticas para la gestión de la infraestructura vial en Costa Rica. Revista tecnología MOPT, Volumen 22, 20-21. Recuperado de: <https://revista.mopt.go.cr/revista/index.php/revista/article/view/34>

Organización Mundial de la salud (2009). Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial: Es hora de pasar a la acción. Departamento de Prevención de la Violencia y los Traumatismos y Discapacidad (VIP). Recuperado de https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/report/web_version_es.pdf

Organización Mundial de la salud (2018). Accidentes de tránsito. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>

Otković, i., Deluka, A., Šurdonja, S.(2020). Validation of the calibration methodology of the micro-simulation traffic model. Transportation Research Procedia (45), 684-691. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.02.110>

Planzer, R. (2005). La seguridad vial en la región de América Latina y el Caribe. Situación actual y desafíos. Comisión Económica para América Latina (CEPAL). 5-71. Recuperado de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6296/S05804_es.pdf?sequence=1&isAllowed=

PTV Group. (2020). PTV Vissim User Manual. Karlsruhe, Germany: PTV AG.

<https://wisconsin.gov/dtsdManuals/traffic-ops/manuals-and-standards/teops/16-20att6.3.pdf>

Quintero, Á., Palmar, M., Andueza, P., Casanova, L. y Díaz, M. (2008). Evaluación de la experiencia obtenida en los Estudios de Impacto Vial y propuestas para su ejecución e implementación. Ciencia e Ingeniería, 29(3),243-248.[fecha de Consulta 19 de abril de 2021]. ISSN: 1316-7081. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=507550783005>

Quintero, J. (2017). Del concepto de ingeniería de tránsito al de movilidad urbana sostenible. Ambiente y Desarrollo, 21(40), 57. <https://doi.org/10.11144/javeriana.ayd21-40.citm>

Quispe, D. y Soto, W. (2019). Rediseño vial y micro simulación de la avenida Eduardo de Habich entre las calles Michael Fort y Charles Sutton (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

Quispe, E. (2016). Micro-Simulación de ciclistas empleando Vissim 8: Un caso aplicado en la ciudad de Lima. (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

Ricart, N. & Resemar, A. (2013) REFLEXIONES SOBRE EL ESPACIO PÚBLICO. On theW@terfront, 0(25),5–35. ISSN: 1139-7365

Rojas, C., Martínez, M., De la Fuente, H., Schäfer, A., Aguilera, F., Fuentes, G., Consuelo, P., Carrasco, J. (2019). Accesibilidad a equipamientos según movilidad y modos de transporte en una ciudad media, Los Ángeles, Chile. Anales de Geografía de La Universidad Complutense,

39(1), 177–200. <https://doi.org/10.5209/aguc.64682>

Siesquén, V., y Chanduví, W. (2019). Saberes significativos de conductores de motocicletas y mototaxis Chota, Cajamarca, 2015-2016. EDUCARE ET COMUNICARE: Revista De investigación De La Facultad De Humanidades, 6(2), 6-18. <https://doi.org/10.35383/educare.v2i11.200>

Silva, M.(2011). ¿...Más „centro“ de „comercial“? URBS.Revista de Estudios Urbanos y Ciencias Sociales,1(1), 27-48. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/275948336_Mas_'centro'_que_'comercial'

Simian, M.(2014). Estudio de accesibilidad de espacios público -privado en la ciudad de Temuco-Chile. Método de valoración de accesibilidad. Revista de La Universidad Industrial de Santander. Salud, 46(3), 267–276.

Sistema Nacional de Información Ambiental (Sinia). (2016). Vehículos por cada mil habitantes. Lima: SINIA. Recuperado de <https://sinia.minam.gob.pe/indicador/966> [Consulta: 1 de junio de 2021].

Sotelo, J.E. (2010). Análisis de impactos del desarrollo de proyectos urbanos en el sistema vial y de transporte. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.

Soto, P. (2007). Ciudad, ciudadanía y género. Problemas y paradojas. Territorios, (16-17), 29-45. [fecha de Consulta 22 de Junio de 2021]. ISSN: 0123-8418.Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=35701703>

Tawfeek, M., El Esawey, M., El-Araby, K., Abdel-Latif, H. (2019). Calibration and Validation of Micro-Simulation Models Using Measurable Variables. Fredericton (President). Conference: The Canadian Society for Civil Engineering 2018 Annual Conference. The Canadian Society for Civil Engineering, Fredericton, Canada.

Transportation Research Board (2016). Highway Capacity Manual 6th Edition: A Guide for Multimodal Mobility Analysis, The National Academies Press, Washington, USA

TJKM Transportation Consultants (2010). Draft Report: Traffic Impact Study for the Residential Development AT 4659 Proctor Road, California, USA

Valdete, B & Jurema, S.,(2005). Aprendendo a entrevistar como fazer entrevistas em Ciências Sociais. Em Tese, 2(1), 68–80. <https://doi.org/10.5007/18027>

Vargas, I. (2012). La entrevista en la investigación cualitativa: nuevas tendencias y retos. Revista Electrónica Calidad En La Educación Superior, 3(1), 119- 139. <https://doi.org/10.22458/caes.v3i1.436>

Vidal, R.(2007). Herramientas de diseño del espacio público para mejorar sus condiciones ambientales de habitabilidad. Praxis. Recuperado de: <https://n9.cl/universidadsantiago>

White, H., & S. Sabarwal (2014). Diseño y métodos cuasiexperimentales, Síntesis metodológicas: evaluación de impacto n.º 8, Centro de Investigaciones de UNICEF, Florencia.

ANEXOS

ANEXO 01: Transcripción de entrevistas

PREGUNTAS

P1: ¿Qué problemas nota en la intersección del jirón Cayumba y avenida Tito Jaime?

P2: ¿Cómo considera que se podrían solucionar estos problemas?

RESPUESTAS

PERSONA 1.

R1: La pista está muy reducida, es muy incómodo pasar por Jr. Cayumba porque se aglomera un montón de gente. He visto varios que se han chocado, choques leves que incomodan. Es muy angosta porque de dos carriles se ha reducido a un carril. Y en un carril está pasando un montón de gente. En Tito Jaime, las personas pasan por medio de la pista, es un poco peligroso. No hay berma, vereda, están a lado de los carros nomas.

R2: Han pasado tantos años, que no recuerdo cómo era la pista antes. Sería la ampliación de la pista. Que no quede delimitado como está ahora. Si se finaliza el mercado y se recupera la vereda sería una solución, pero hay que asegurarse que eso pasé. Es posible que la pista se quede por ahí.

PERSONA 2.

R1: Para comenzar, la parte de Cayumba es bien angosta, al serlo gran parte de la vereda se usa de estacionamiento. Es bien incómodo pasar por ahí, el tráfico es muy feo. En la parte de Tito Jaime, hay un montón de comercio ambulatorio y también se usa como cochera porque al frente está el mercado. Hay mucha congestión, es horrible pasar por ahí. Uno como conductor intenta evitar pero como es una zona principal tienes que pasar por ahí siempre. Después también la vereda del mercado, en muy mal estado, huele mal, está mal acondicionado. Las partes en donde

comienzan hacer el mercado. También cuando llueve se inunda y se hace horrible. Esa parte de la pista está en mal estado, es medio hueco. No hay mucha señalización para los peatones, es una pista antigua que no le toman importancia.

R2: Se puede solucionar con una buena gestión, con un plan de proyecto. Acelerar el mercado e intentar acondicionar lo que está alrededor. El mercado es algo representativo de la ciudad y tiene que verse en orden. También hacer un servicio de cochera o algo porque hay bastante espacio para hacer algo.

PERSONA 3.

R1: Primero que hay mucho tráfico. Siempre por esa calle por inkafarma hay agencias de transporte y sus conductores salen de manera temeraria. Además, el desorden, debería haber un terminal. Ha habido varios accidentes ahí. A veces cuando hay mucho tráfico y estoy en moto me da miedo pasar por esa zona. En ese semáforo me da miedo, en especial en San Juan o Navidad. También, cuando estoy de peatón tengo que mirar por todos lados antes de cruzar. En las horas pico es muy comercial.

R2: Para comenzar, que hagan un terminal, quieras o no hacen que el tráfico se ponga lento porque se quedarán ahí para recoger pasajeros. Lo otro sería de los semáforos, no sé si se podría mejorar. Al mismo tiempo se detienen ambos carriles y al mismo tiempo pasan ambos carriles. Cruzar cuando estas en Inkafarma no se sabe para donde debes ver. Falta organización, espero que cuando el mercado se aperture pongan algo de orden, aunque sea más señales o den más tiempo en el semáforo para que alguien pueda cruzar más rápido.

PERSONA 4.

R1: Yo me he accidentado en esa esquina. Por donde están los arbolitos hay paraderos de autos, hay muchos paraderos de autos que cuando salen generan que las motos y mototaxis frenen intempestivamente, y tu no sepas a qué dirección ir porque ellos prácticamente cuando se

estacionan cierran gran parte de la pista. Es ahí donde sucede el embotellamiento. Cuando me accidenté un carro salió de la nada y al evitarlo me caí de la moto. A parte siento que el tiempo de los semáforos es muy corto. Justo a un lado hay mucho tráfico. influye mucho la construcción del mercado porque esa parte se hace más angosta. Y lo peor es que en esa pista angosta hay paraderos de taxi lo que reduce aún más la pista. Además, el pavimento tiene muchos huecos, cuando llueve el agua se empoza, la gente no sabe por dónde pasar o se quedan en medio de la pista porque hay un montón de agua, lo que ocasiona también tráfico. Cuando llueve se empoza mucho el agua. Y sobre todo cuando las amas de casa van al mercado. la pista está malograda en ese lado.

R2: Primero, terminaría de construir ese mercado de una vez. Lo que podría hacer es analizar el clima, mejorar la pista. Evitar que se empoce el agua. También limpiar todos esos paraderos, moverlos a otro lado porque el tráfico se ocasiona por paraderos informales.

PERSONA 5.

R1: El principal problema sería que a través del jirón Cayumba entran tres calles que es más angosta. Mientras que en la Tito Jaime que es más ancha solo entran 2. En donde hay más problemas es en Cayumba. Como peatón la zona en la que es más difícil de cruzar es de donde está el Inkafarma, los vehículos no te esperan, tienes que mirar ambas avenidas. Otro problema es que se cerró la alameda, lo cual genera menos caminos para hacer tus recorridos. Hay mucho comercio ambulatorio, lo que hace que se genere tráfico.

R2: Ya que en este caso hay más tráfico en el jirón, los vehículos deberían tener más tiempo para pasar por ahí. Hay bastante margen para ampliar la pista, tomar 3 metros más facilita el tránsito. También abrir la avenida alameda Perú para que transiten por ahí si desean entrar al mercado. Ofrecer a los ambulantes la posibilidad de que adquieran puestos en el mercado. Ponerles estacionamientos subterráneos. También habilitar adecuadas zonas de entrada al

mercado.

PERSONA 6.

R1: Lo que siempre me pasa es que cuando doblas para la Tito Jaime, los bajajs te cierran y te chocas, ya me ha pasado 3 veces. Como los bajaj no tienen paradero se meten y ocupan cierta parte del lado derecho, lo cual reduce el ancho de la pista. Esto genera que el movimiento sea lento. También hay inseguridad, porque una vez encontré mi moto un poco palanqueada.

R2: Primero terminar el mercado, al empezar la construcción ocuparon una vía, ocasionando que sea menos transitable. Luego, buscar la manera de que los bajaj no se estacionen. Quizás poniendo un policía de tránsito o un municipal que pueda controlar eso. Al ser una zona comercial, siempre se estacionarán para recoger pasajeros. Tratar de evitar que las agencias de bajaj se coloquen en zonas transitadas. Hay muchas agencias en un espacio reducido. Al haber tres agencias pegadas ocasiona que no haya espacio para que ellos mismos se estacionen. Hay muchos vehículos estacionados, un estacionamiento en el mercado ayudaría bastante.

PERSONA 7.

R1: Si te das cuenta la construcción del mercado nubla bien la vista cuando tú estás viniendo de jirón cayumba, a veces no se respeta el semáforo. Sales del jirón Cayumba a ciegas por ese tema de la construcción. El tema de Tito Jaime en los negocios aledaños, varias personas están cuadradas.

R2: Primero terminar la construcción del mercado, ocupa espacio en la vía y luego un mejoramiento de la pista, pintar las calles, mejorar la señalización. Generar más espacio y ordenar la ciudad.

PERSONA 8.

R1: El tema de la construcción del nuevo mercado ocupa la mitad de la pista, lo que incrementa

el tráfico del jirón Cayumba. En el lado de Tito Jaime, ahora no hay vereda. Hay personas que transitan por ahí pero es peligroso, están utilizando el espacio de los vehículos. Pueden haber accidentes.

R2: Acelerar la obra para que el mercado concluya. Esa sería la mayor solución. Si la obra no puede avanzar, sería bueno dejar que transiten en la parte del jirón Cayumba que está tapada.

PERSONA 9.

R1: El mercado quitó bastante a la pista, se comió casi la mitad. Lo otro son las horas punta, el cruce se llena y ocurren los accidentes. También falta supervisión de la policía. Más que todo en el jirón Cayumba. Hay demasiada presión, te tocan el claxon, prefiero evitar esa intersección, llegó más rápido a mi casa y no me siento tan presionado al manejar. 2 cuadras más abajo recién se libera el tránsito. En el jirón se saturan los vehículos, a veces esperan varios verdes, a parte que la gente cruza en verde. También hay muchos ambulantes, y porque está cerca el mercado, las personas giran de la nada y se estacionan. En la esquina también hay ambulantes que generan que la gente se estacione por ahí.

R2: Urgentemente, liberaría la parte del jirón Cayumba, también pondría policías de tránsito para que controlen a las personas imprudentes. Como el alcalde liberaría esa zona. Que nadie se pueda estacionar, para que el tránsito sea fluido. También hay que colocar a los ambulantes más cerca de la vereda. Delimitar los estacionamientos, todo está lleno.



INKAFARMA

Jr. Cayumba

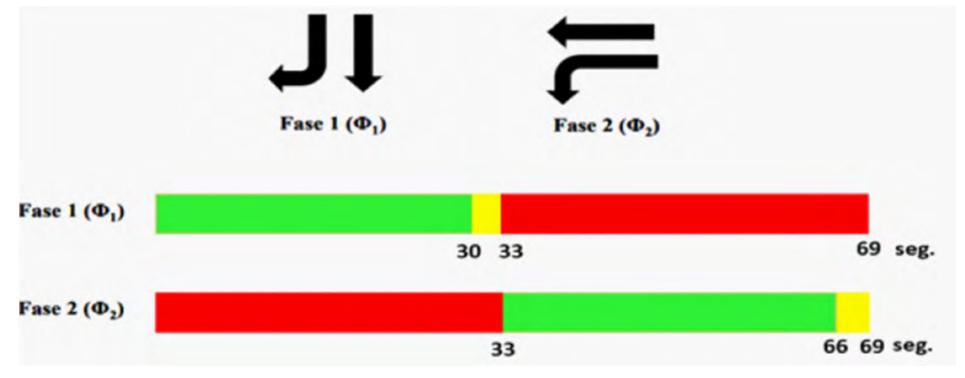
MERCADO TINGO MARÍA

AV. Tito Jaime

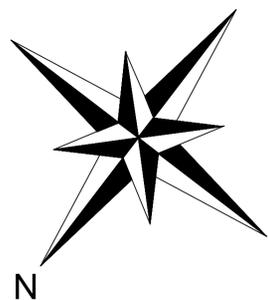
COMERCIAL JOEL

GRUPO FERRETERO LEON

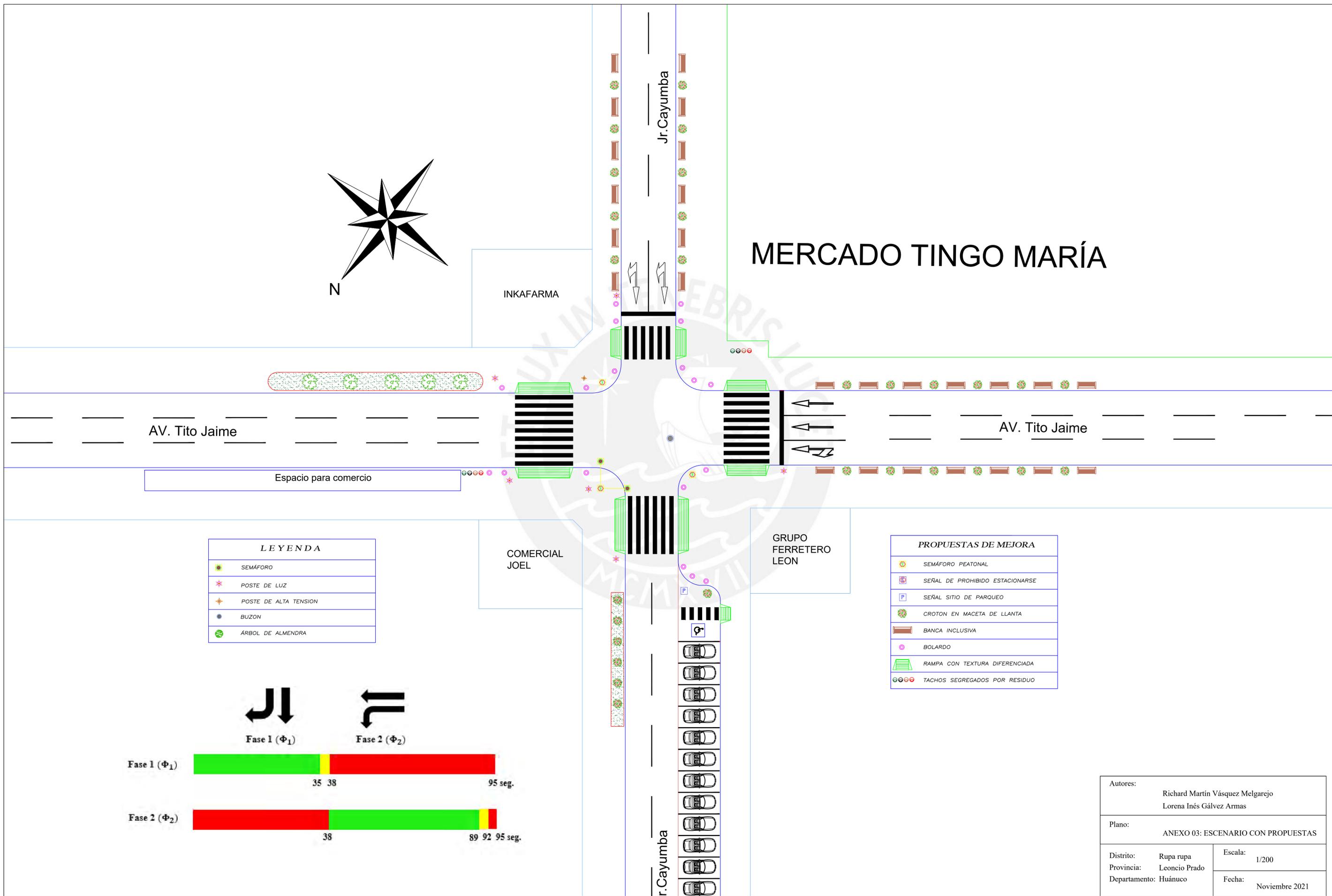
LEYENDA	
	SEMÁFORO
	POSTE DE LUZ
	POSTE DE ALTA TENSION
	BUZON
	ARBOL DE ALMENDRA



Autores:		Richard Martín Vásquez Melgarejo Lorena Inés Gálvez Armas
Plano:		ANEXO 02: ESCENARIO ACTUAL
Distrito:	Rupa rupa	Escala: 1/200
Provincia:	Leoncio Prado	Fecha: Noviembre 2021
Departamento:	Huánuco	



MERCADO TINGO MARÍA



LEYENDA

	SEMÁFORO
	POSTE DE LUZ
	POSTE DE ALTA TENSION
	BUZON
	ARBOL DE ALMENDRA

PROPUESTAS DE MEJORA

	SEMÁFORO PEATONAL
	SEÑAL DE PROHIBIDO ESTACIONARSE
	SEÑAL SITIO DE PARQUEO
	CROTON EN MACETA DE LLANTA
	BANCA INCLUSIVA
	BOLARDO
	RAMPA CON TEXTURA DIFERENCIADA
	TACHOS SEGREGADOS POR RESIDUO



Autores:		Richard Martín Vásquez Melgarejo Lorena Inés Gálvez Armas
Plano:		ANEXO 03: ESCENARIO CON PROPUESTAS
Distrito:	Rupa rupa	Escala: 1/200
Provincia:	Leoncio Prado	Fecha: Noviembre 2021
Departamento:	Huánuco	