

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**



**ANÁLISIS DE TRÁNSITO PEATONAL Y DE CICLISTAS EN SECTOR  
10 DEL DISTRITO DE MIRAFLORES Y MICROSIMULACIÓN DE  
DESPLAZAMIENTOS VEHICULARES, PEATONALES Y DE  
CICLISTAS UTILIZANDO EL SOFTWARE VISSIM 9.0 EN UNA  
INTERSECCIÓN DEL SECTOR**

**Trabajo de suficiencia profesional para obtener el título profesional de Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

**Guillermo Joaquin Pilares Muñoz**

**Asesor:**

**Ing. Juan Carlos Dextre Quijandría**

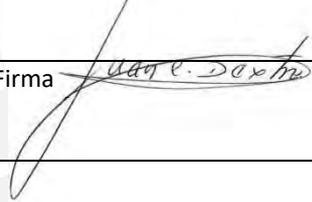
**Lima, Noviembre, 2022**

## Informe de Similitud

Yo, **JUAN CARLOS DEXTRE QUIJANDRÍA**, docente de la Facultad de CIENCIAS E INGENIERÍA de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor(a) de la tesis/el trabajo de investigación titulado **ANÁLISIS DE TRÁNSITO PEATONAL Y DE CICLISTAS EN SECTOR 10 DEL DISTRITO DE MIRAFLORES Y MICROSIMULACIÓN DE DESPLAZAMIENTOS VEHICULARES, PEATONALES Y DE CICLISTAS UTILIZANDO EL SOFTWARE VISSIM 9.0 EN UNA INTERSECCIÓN DEL SECTOR**, del autor(a) **PILARES MUÑOZ, GUILLERMO JOAQUIN**, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 8%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 27/01/2023.
- 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: 27 de enero 2023.....

Apellidos y nombres del asesor / de la asesora: DEXTRE QUIJANDRÍA, JUAN CARLOS	
Paterno Materno. Nombre1 Nombre 2	
DNI: 21413102	Firma 
ORCID: 0000-0002-9810-2464	

## Resumen

El objetivo de este proyecto es describir las condiciones actuales con respecto a movilidad peatonal y de ciclistas del sector 10 del distrito de Miraflores, que está delimitado por las vías Malecón de la Marina, Calle Jorge Polar, Av. General Córdova, Av. Angamos Oeste, Av. Tudela y Varela, Calle Alfredo Salazar, Calle José del Llano Zapata, Av. Emilio Cavenecia, Av. Santa Cruz y Av. José de la Torre Ugarte, además de plantear una propuesta de red de ciclovías en el sector. Para ello se realiza un recorrido virtual por el sector utilizando el software Google Earth y un recorrido a pie tomando fotografías y videos de las zonas de interés.

También se elige una intersección para realizar un análisis a escala micro, la intersección elegida fue la ubicada entre las avenidas Mariscal La Mar e Hipólito Unanue y la calle Mariano Melgar. Para este análisis micro se realiza un modelo de la intersección en el software PTV VISSIM y, con este modelo como base, se plantean modificaciones en la intersección para mejorar su rendimiento, tanto para el tránsito vehicular, como para el tránsito de peatones y de ciclistas.

En este informe se muestran los resultados obtenidos en el análisis de la situación actual del sector y en los modelos en PTV VISSIM del estado actual de la intersección y de la propuesta. Además, se ahonda en los procedimientos estadísticos utilizados para la calibración y validación del modelo del estado actual de la intersección a analizar.

Al comparar los resultados obtenidos con el modelo de la situación actual de la intersección con los resultados obtenidos con la propuesta de mejora, se concluye que hay una mejora notable en el desempeño de la intersección. Sin embargo, la propuesta de mejora depende mucho de la señalización y del respeto a esta por parte de los conductores, peatones y ciclistas para el correcto desempeño de la intersección.

Palabras clave: Movilidad, microsimulación, PTV VISSIM, ciclovía, tránsito.

## **Abstract**

The goal of this project is to describe the current conditions regarding pedestrian and cyclist mobility in the sector 10 of the district of “Miraflores”, which is enclosed by the roads “Malecón de la Marina”, “Jorge Polar” Street, “General Córdova” ave., “Angamos Oeste” ave., “Tudela y Varela” ave., “Alfredo Salazar” street, “José del Llano Zapata” street, “Emilio Cavenecia” ave., “Santa Cruz” ave. and “José de la Torre Ugarte” ave., also, to propose a network of cycle lanes in the sector. To do so, tours were made using the software Google earth and walking, taking photographs and videos in the interest areas.

Also, an intersection was chosen to make an analysis in a micro scale, the intersection chosen was located between the roads “Mariscal La Mar” ave., “Hipólito Unanue” ave. and “Mariano Melgar” street. To do this micro analysis a model of the intersection is made in the software PTV VISSIM and, with this model as a base, modifications are proposed to improve its performance for vehicles transit, as well as pedestrian and cyclist transit.

This report shows the results obtained in the analysis of the current situation in the sector and in the models made in PTV VISSIM of the current and proposed situations. Also, the statistics processes used for the calibration and validation of the current situation model is described in depth.

When comparing the results obtained with the models of the current and proposed situations, a remarkable improvement in the intersection was noted. Nevertheless, the proposal depends a lot on the signage and on the drivers, pedestrians and cyclists respecting the signs and the rules for its correct performance.

Palabras clave: Mobility, microsimulation, PTV VISSIM, cycle lane, transit.

## Tabla de contenidos

<b>Tabla de contenidos</b> .....	iv
<b>Índice de tablas</b> .....	vi
<b>Índice de figuras</b> .....	vii
<b>Capítulo 1. Introducción</b> .....	<b>1</b>
1.1 Descripción del Distrito .....	1
1.2 Justificación del Proyecto.....	1
1.3 Delimitación del Proyecto.....	1
1.3.1 Delimitación espacial.....	1
1.3.2 Delimitación temporal. ....	2
<b>Capítulo 2. Descripción de la Situación Actual del Distrito</b> .....	<b>3</b>
2.1 Descripción de la Situación Actual de la Avenida Principal del Sector (Av. del Ejército).....	3
2.2 Descripción de Situación Actual de Tránsito de Peatones en Todo el Sector.....	13
2.3 Descripción de Situación Actual de Ciclovías .....	20
2.4 Modelamiento de Situación Actual de Intersección.....	23
2.4.1 Ubicación. ....	23
2.4.2 Recolección de datos.....	24
2.4.2.1 Geometría de las calles.....	30
2.4.2.2 Ciclo semafórico. ....	30
2.4.2.3 Composición de las principales calles. ....	30
2.4.2.4 Velocidades instantáneas. ....	31
2.4.2.5 Peatones.....	34
2.4.3 Modelamiento en PTV VISSIM de situación actual de intersección. ....	35
2.4.3.1 Calibración y validación de modelo. ....	37
2.4.3.1.1 Número de corridas mínimo necesario. ....	37
2.4.3.1.2 Calibración. ....	39
2.4.3.1.3 Validación.....	41
<b>Capítulo 3. Resultados</b> .....	<b>43</b>
3.1 Planteamiento de Propuesta de Red de Ciclovías .....	43
3.2 Propuesta de Mejora de Intersección .....	45
3.2.1 Modelamiento propuesta de mejora en PTV VISSIM.....	46

3.2.2	Resultados de PTV VISSIM. ....	48
3.2.2.1	<i>Resultados de modelo de situación actual.</i> .....	48
3.2.2.2	<i>Resultados de modelo de propuesta de mejora.</i> .....	49
<b>Capítulo 4.</b>	<b>Conclusiones</b> .....	<b>51</b>
4.1	Sector 10.....	51
4.2	Intersección Av. Mariscal La Mar – Av. Hipólito Unanue – Calle Mariano Melgar	51



## Índice de tablas

Tabla 1. Aforos vehiculares recolectados de la hora no punta día domingo. ....	26
Tabla 2. Aforos vehiculares recolectados de la hora punta día domingo. ....	27
Tabla 3. Aforos vehiculares recolectados de la hora no punta día lunes. ....	28
Tabla 4. Aforos vehiculares recolectados de la hora punta día lunes. ....	29
Tabla 5. Dimensiones de las calles. ....	30
Tabla 6. Ciclo semafórico de las principales calles. ....	30
Tabla 7. Composición de vehículos (punto 2). ....	31
Tabla 8. Composición de vehículos (punto 3). ....	31
Tabla 9. Composición de vehículos (punto 4). ....	31
Tabla 10. Velocidades instantáneas en día domingo en hora no punta. ....	32
Tabla 11. Velocidades instantáneas en día lunes en hora punta. ....	33
Tabla 12. Aforos peatonales en día domingo en hora no punta.....	34
Tabla 13. Aforos peatonales en día lunes en hora punta.....	35
Tabla 14. Tabla de cálculo de Número de corridas mínimo necesario.....	38
Tabla 15. Tabla de cálculo de p value.....	39
Tabla 16. Tabla de valores obtenidos después la calibración y la validación.....	42
Tabla 17. Resultados de desempeño de red en estado actual.....	48
Tabla 18. Resultados de monitoreo de colas en estado actual.....	48
Tabla 19. Resultados de desempeño por movimiento en estado actual.....	49
Tabla 20. Resultados de desempeño de red de propuesta de mejora.....	49
Tabla 21. Resultados de monitoreo de colas en propuesta de mejora.....	49
Tabla 22. Resultados de desempeño por movimiento en propuesta de mejora.....	50
Tabla 23. Comparación de resultados de desempeño de red de propuesta de mejora.....	52

## Índice de figuras

Figura 1. Delimitación del sector 10.....	2
Figura 2. Ubicación de la Av. del Ejército.....	3
Figura 3. Intersección Av. del Ejército con el Malecón de la Marina. ....	4
Figura 4. Intersección Av. del Ejército con la Calle Jorge polar. ....	4
Figura 5. Intersección Av. del Ejército con José Domingo Choquehuanca (vista 1) .....	5
Figura 6. Intersección Av. del Ejército con José Domingo Choquehuanca (vista 2). ....	5
Figura 7. Intersección Av. del Ejército con Mariano Melgar (vista 1). ....	6
Figura 8. Intersección Av. del Ejército con Mariano Melgar (vista 2). ....	6
Figura 9. Intersección Av. del Ejército con Mateo Pumacahua (vista 1). ....	7
Figura 10. Intersección Av. del Ejército con Mateo Pumacahua (vista 2). ....	7
Figura 11. Intersección Av. del Ejército con Óvalo (vista 1). ....	8
Figura 12. Intersección Av. del Ejército con Óvalo (vista 2). ....	8
Figura 13. Intersección Av. del Ejército con Óvalo (vista 3). ....	9
Figura 14. Intersección Av. del Ejército con José Toribio Polo (vista 1). ....	9
Figura 15. Intersección Av. del Ejército con José Toribio Polo (vista 2). ....	10
Figura 16. Intersección Av. del Ejército con calle Ignacio Merino (Vista 1). ....	10
Figura 17. Intersección Av. del Ejército con calle Ignacio Merino (Vista 2). ....	11
Figura 18. Intersección Av. del Ejército con calle Toribio Pacheco. ....	11
Figura 19. Intersección Av. del Ejército con calle Joaquin Capelo. ....	12
Figura 20. Intersección Av. del Ejército con calle Manuel Tovar (vista 1). ....	12
Figura 21. Intersección Av. del Ejército con calle Manuel Tovar (vista 1). ....	13
Figura 22. Ubicación y sentido de líneas de transporte público .....	14
Figura 23. Fotografía representativa de vía de tránsito de peatones 1 .....	15
Figura 24. Fotografía representativa de vía de tránsito de peatones 2.....	15
Figura 25. Fotografía representativa de vía de tránsito de peatones 3.....	16
Figura 26. Fotografía representativa de vía de tránsito de peatones 4.....	16
Figura 27. Fotografía representativa de vía de tránsito de peatones 5.....	17
Figura 28. Fotografía representativa de vía de tránsito de peatones 6.....	17
Figura 29. Fotografía representativa de vía de tránsito de peatones 6.....	18
Figura 30. Fotografía representativa de vía de tránsito de peatones 7.....	18
Figura 31. Fotografía representativa de vía de tránsito de peatones 8.....	19
Figura 32. Fotografía representativa de vía de tránsito de peatones 9.....	19
Figura 33. Fotografía representativa de vía de tránsito de peatones 10.....	20

Figura 34. Ubicación de ciclovía de Malecón de la Marina .....	21
Figura 35. Fotografía de la ciclovía de Malecón de la Marina 1 .....	21
Figura 36. Fotografía de la ciclovía de Malecón de la Marina 2 .....	22
Figura 37. Fotografía de la ciclovía de Malecón de la Marina 3 .....	22
Figura 38. Fotografía de la ciclovía de Malecón de la Marina 4 .....	23
Figura 39. Ubicación de intersección a modelar.....	24
Figura 40. Fotografía del tramo a modelar. ....	24
Figura 41. Puntos de conteo vehicular.....	25
Figura 42. Modelo actual de las principales avenidas y calles de la zona de estudio (vista 1). .....	36
Figura 43. Modelo actual de las principales avenidas y calles de la zona de estudio (vista 2). .....	36
Figura 44. Modelo actual de las principales avenidas y calles de la zona de estudio (vista 3). .....	37
Figura 45. Parámetros de simulación de modelo en PTV VISSIM. ....	39
Figura 46. Selección de función en Excel para el cálculo del p value.....	40
Figura 47. Llenado de datos en Excel para cálculo de p value. ....	41
Figura 48. Plano general de propuesta de ampliación de red de ciclovías en sector 10. ....	43
Figura 49. Propuesta de mejoras de las ciclovías de las Av. Mariscal de la Mar y la Av. General Mendiburú.....	44
Figura 50. Fotografía de las propuesta de mejoras de las calles Mariano Melgar y la calle Mateo Pumacachua.....	44
Figura 51. Fotografía de las propuesta de mejoras Av. Jorge Vanderghen y la calle Mariscal de Sucre. ....	45
Figura 52. Plano de propuesta de mejora de intersección.....	46
Figura 53. Modelo de la propuesta de mejora de la zona de estudio (vista 1).....	47
Figura 54. Modelo de la propuesta de mejora de la zona de estudio (vista 2).....	47
Figura 55. Modelo de la propuesta de mejora de la zona de estudio (vista 3).....	48

## **Capítulo 1. Introducción**

### **1.1 Descripción del Distrito**

Miraflores presenta cerca de 76 mil viajes diarios dentro del distrito y recibe mas de 290 mil viajes de otras jurisdicciones. Esto genera que, a mediano plazo, se pueda presentar una demanda que sobrepase la capacidad de las vías y genere un colapso de ellas. En este trabajo se aplican herramientas de simulación para evaluar la situación actual y plantear alternativas de solución para una intersección conflictiva del distrito, a fin de mejorar el desempeño en términos de tránsito vehicular, de peatones y de ciclistas de la intersección.

### **1.2 Justificación del Proyecto**

Este proyectoo es relevante debido a que, utilizando los fundamentos de movilidad sostenible, se busca mejorar las condiciones de tránsito de peatones, ciclistas y conductores de distintos vehículos, mejorando también el estilo de vida de estos actores y en el distrito en general.

### **1.3 Delimitación del Proyecto**

#### **1.3.1 Delimitación espacial.**

El presente trabajo se realizó en distrito de Miraflores, específicamente en el sector 10, delimitado por las vías Malecón de la Marina, Calle Jorge Polar, Av. General Córdova, Av. Angamos Oeste, Av. Tudela y Varela, Calle Alfredo Salazar, Calle José del Llano Zapata, Av. Emilio Cavenecia, Av. Santa Cruz y Av. José de la Torre Ugarte.



## Capítulo 2. Descripción de la Situación Actual del Distrito

### 2.1 Descripción de la Situación Actual de la Avenida Principal del Sector (Av. del Ejército)

La avenida del Ejército es una calle aproximadamente de 20 m lineales, de dos carriles en doble sentido, cada carril con veredas anchas de casi 2 m lineales y una separación de carriles en ambos sentidos de 1.6 m lineales aproximadamente.

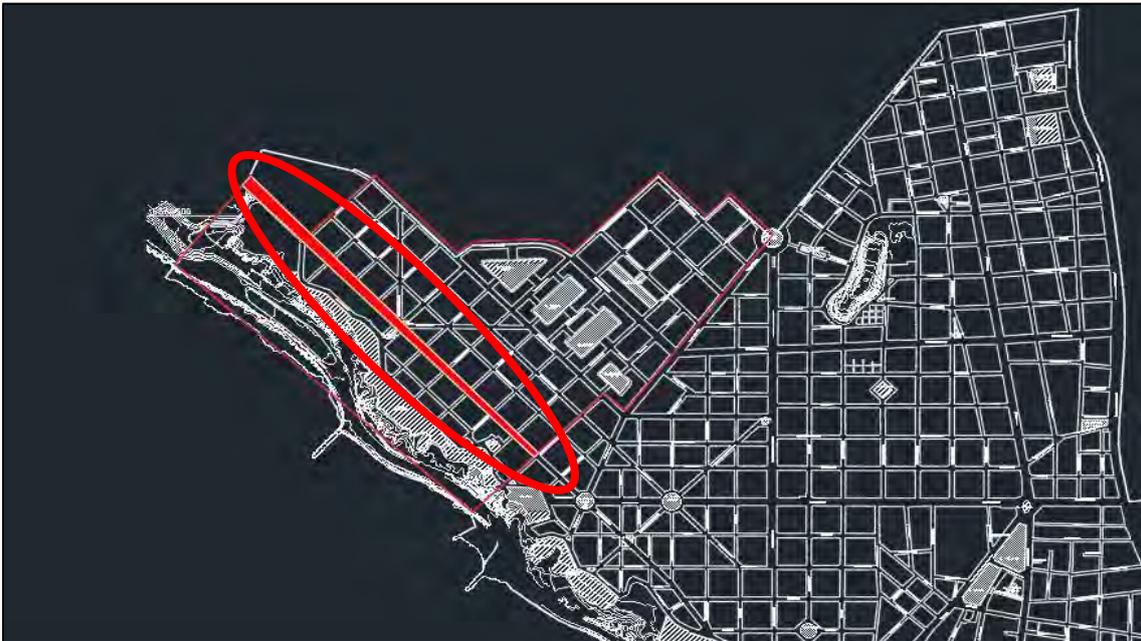


Figura 2. Ubicación de la Av. del Ejército.

Fuente: Elaboración propia

Se muestran a continuación algunas fotografías de las intersecciones en esta avenida.



Figura 3. Intersección Av. del Ejército con el Malecón de la Marina.

Fuente: Elaboración propia



Figura 4. Intersección Av. del Ejército con la Calle Jorge polar.

Fuente: Elaboración propia

En este cruce se puede observar que existe un semáforo, lo que permitiría a los peatones transitar de forma más segura, sin embargo, se puede observar también que la señalización en la zona es deficiente, no se encuentran líneas de parada antes de los semáforos y no hay señalización vertical para los cruces peatonales en ambos sentidos.



Figura 5. Intersección Av. del Ejército con José Domingo Choquehuanca (vista 1)

Fuente: Elaboración propia



Figura 6. Intersección Av. del Ejército con José Domingo Choquehuanca (vista 2).

Fuente: Elaboración propia

En esta intersección se puede observar que hay cruces peatonales en todos los sentidos de la vía, lo que permite un tránsito adecuado de peatones, sin embargo, se observa deficiencia en la señalización vertical, ya que no hay señales que indiquen la cercanía del cruce peatonal y en la señalización horizontal al no haber líneas de parada antes de los cruces peatonales.



Figura 7. Intersección Av. del Ejército con Mariano Melgar (vista 1).

Fuente: Elaboración propia



Figura 8. Intersección Av. del Ejército con Mariano Melgar (vista 2).

Fuente: Elaboración propia

En esta intersección hay presencia de semáforo, lo que permite un tránsito de peatones más seguro, sin embargo, hay deficiencia en la señalización vertical y horizontal, no hay líneas de parada en todos los sentidos y hay postes que no cuentan con señales verticales.



Figura 9. Intersección Av. del Ejército con Mateo Pumacahua (vista 1).

Fuente: Elaboración propia



Figura 10. Intersección Av. del Ejército con Mateo Pumacahua (vista 2).

Fuente: Elaboración propia

En esta intersección se puede observar que hay cruces peatonales en todos los sentidos, lo que da un espacio a los peatones para que transiten, sin embargo no hay señalización vertical que indique la cercanía de estos cruces y no hay líneas de parada.



Figura 11. Intersección Av. del Ejército con Óvalo (vista 1).

Fuente: Elaboración propia



Figura 12. Intersección Av. del Ejército con Óvalo (vista 2).

Fuente: Elaboración propia



Figura 13. Intersección Av. del Ejército con Óvalo (vista 3).

Fuente: Elaboración propia

En el óvalo se puede observar que hay cruces peatonales en casi todos los carriles, sin embargo, se ven obstáculos en algunas veredas y no hay presencia de señalización vertical que indique la cercanía al óvalo ni la presencia de los cruces peatonales.



Figura 14. Intersección Av. del Ejército con José Toribio Polo (vista 1).

Fuente: Elaboración propia



Figura 15. Intersección Av. del Ejército con José Toribio Polo (vista 2).

Fuente: Elaboración propia

En esta intersección se observa que no hay cruces peatonales en uno de los sentidos, tampoco hay líneas de parada ni señales verticales que indiquen la cercanía de los cruces peatonales.



Figura 16. Intersección Av. del Ejército con calle Ignacio Merino (Vista 1).

Fuente: Elaboración propia



Figura 17. Intersección Av. del Ejército con calle Ignacio Merino (Vista 2).

Fuente: Elaboración propia

Se observa en esta intersección que hay semáforos vehiculares y peatonales, cruces peatonales y señalización vertical adecuada, sin embargo, no se observan líneas de parada en la mayoría de los cruces peatonales.



Figura 18. Intersección Av. del Ejército con calle Toribio Pacheco.

Fuente: Elaboración propia

En esta intersección se observa que no hay ninguna señalización vertical, solo un poste sin señal. Además, los cruces peatonales se encuentran desgastados y no hay líneas de parada cerca a ellos.



Figura 19. Intersección Av. del Ejército con calle Joaquín Capelo.

Fuente: Elaboración propia

En esta intersección se observa que no hay ninguna señalización vertical que indique cercanía de cruces peatonales y no hay líneas de parada en los cruces.



Figura 20. Intersección Av. del Ejército con calle Manuel Tovar (vista 1).

Fuente: Elaboración propia



Figura 21. Intersección Av. del Ejército con calle Manuel Tovar (vista 1).

Fuente: Elaboración propia

En esta intersección semaforizada, se ve que hay cruces peatonales en todos los carriles, pero no hay líneas de parada ni señalización vertical que indique la cercanía de cruces peatonales.

## 2.2 Descripción de Situación Actual de Tránsito de Peatones en Todo el Sector

Para esta descripción se observaron las dimensiones de las veredas en la zona, la continuidad de las redes de tránsito de peatones, la presencia de líneas de transporte público en el sector y la conexión entre las vías de tránsito de peatones y las líneas de transporte público.

Con respecto a las líneas de transporte público, se encuentran distribuidas de tal forma que cubren gran parte del interior del sector y también cubren el exterior inmediato del sector.

Las líneas de transporte público en el interior del sector 10 pasan por las vías:

- 1) Av. del Ejército en doble sentido
- 2) Calle 8 de Octubre (desde Óvalo de av. del Ejército hasta José Toribio Polo) – Av. General Mendiburú
- 3) Av. Mariscal La Mar – Federico Villareal – Av. del Ejército

4) Av. General Córdova (desde Mateo Pumacahua) – Av. Angamos Oeste en doble sentido

A continuación, se muestra la ubicación y el sentido de las líneas de transporte público.



Figura 22. Ubicación y sentido de líneas de transporte público

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la movilidad de peatones por las calles del sector, se realizó un recorrido a pie por toda la zona y se comprobó que es posible recorrer todo el sector a pie de forma adecuada, ya que todas las vías están interconectadas y, en los momentos en los que hay que cruzar las pistas, se ubican cruces peatonales o cruces semaforizados con una frecuencia adecuada para facilitar el cruce. Sin embargo, se pueden observar deficiencias con respecto a la señalización de las intersecciones, tanto vertical como horizontalmente, lo que da campo para la mejora de estas intersecciones.

A continuación se muestran imágenes representativas de las calles del sector 10.



Figura 23. Fotografía representativa de vía de tránsito de peatones 1

Fuente: Elaboración propia



Figura 24. Fotografía representativa de vía de tránsito de peatones 2

Fuente: Elaboración propia



Figura 25. Fotografía representativa de vía de tránsito de peatones 3

Fuente: Elaboración propia



Figura 26. Fotografía representativa de vía de tránsito de peatones 4

Fuente: Elaboración propia



Figura 27. Fotografía representativa de vía de tránsito de peatones 5

Fuente: Elaboración propia



Figura 28. Fotografía representativa de vía de tránsito de peatones 6

Fuente: Elaboración propia



Figura 29. Fotografía representativa de vía de tránsito de peatones 6

Fuente: Elaboración propia



Figura 30. Fotografía representativa de vía de tránsito de peatones 7

Fuente: Elaboración propia



Figura 31. Fotografía representativa de vía de tránsito de peatones 8

Fuente: Elaboración propia

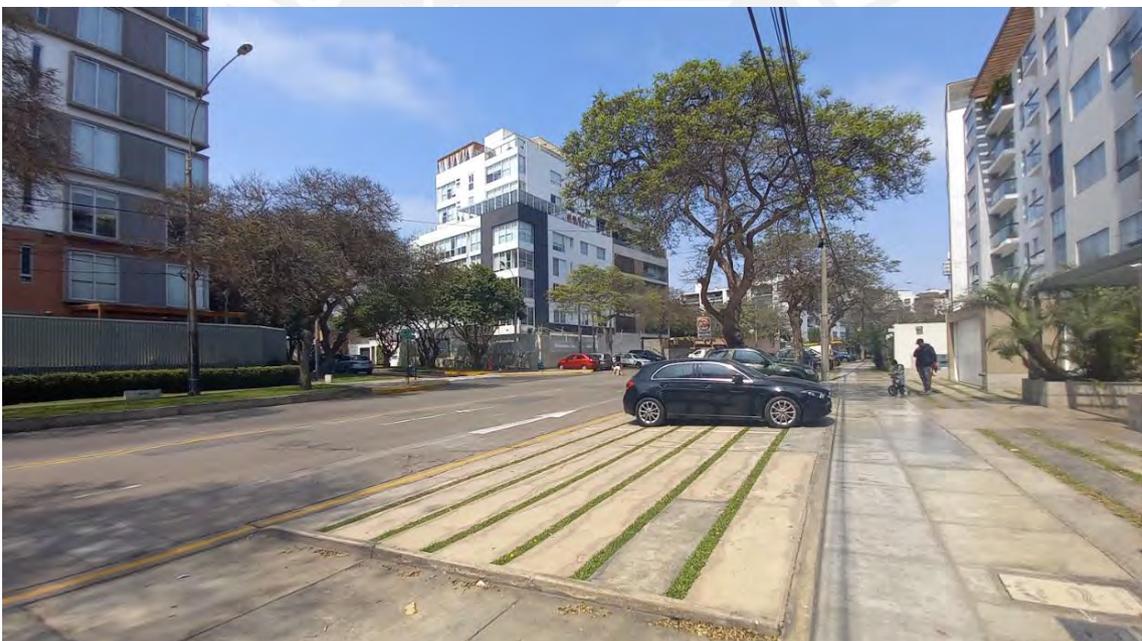


Figura 32. Fotografía representativa de vía de tránsito de peatones 9

Fuente: Elaboración propia



Figura 33. Fotografía representativa de vía de tránsito de peatones 10

Fuente: Elaboración propia

### **2.3 Descripción de Situación Actual de Ciclovías**

Actualmente, solo se encuentra una ciclovía en el sector, que se encuentra ubicada en el Malecón de la Marina. Esta ciclovía cruza el sector 10 y se conecta con sector adyacente. A continuación, se muestra una fotografía de la ubicación de la ciclovía en el sector 10 y su extensión, además, se presentan también fotografías representativas de la sección de la ciclovía.



Figura 34. Ubicación de ciclovía de Malecón de la Marina

Fuente: Elaboración propia



Figura 35. Fotografía de la ciclovía de Malecón de la Marina 1

Fuente: Elaboración propia



Figura 36. Fotografía de la ciclovia de Malecón de la Marina 2

Fuente: Elaboración propia



Figura 37. Fotografía de la ciclovia de Malecón de la Marina 3

Fuente: Elaboración propia



Figura 38. Fotografía de la ciclo vía de Malecón de la Marina 4

Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, en las imágenes presentadas anteriormente, se puede observar que la ciclo vía solo comprende un sentido de tránsito y se encuentra a un extremo del sector. Esto resulta insuficiente para las necesidades de movilidad de los ciclistas y requiere una ampliación de la red de ciclo vías que no solo esté más cerca al centro del sector en el sentido de la ciclo vía del Malecón de la Marina, sino que también tenga rutas en sentido perpendicular para permitir un mejor acceso a la red, asegure la continuidad de ciclo vías y reduzca la interferencia de ciclistas en vías diseñadas, en mayor parte, para el tránsito de automóviles.

## **2.4 Modelamiento de Situación Actual de Intersección**

### **2.4.1 Ubicación.**

La intersección a analizar se encuentra en el cruce de las avenidas Mariscal La Mar e Hipólito Unanue y la calle Mariano Melgar. A continuación se muestra la zona a modelar.



Figura 39. Ubicación de intersección a modelar.

Fuente: Elaboración propia



Figura 40. Fotografía del tramo a modelar.

Fuente: Elaboración propia

## 2.4.2 Recolección de datos.

La recolección de datos se realizó con una cámara mediante la grabación de videos y luego se procedió con el conteo de los vehículos y peatones para el modelamiento, se muestra a continuación los datos obtenidos del video.



Figura 41. Puntos de conteo vehicular.

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la figura se han realizado el conteo de los vehículos desde el punto 1 hasta el punto 6 de las calles.

Tabla 1.

*Aforos vehiculares recolectados de la hora no punta día domingo.*

Movimiento	Vehículo	Domingo hora no punta 10:00-11:00			
		10:00 - 10:15	10:15 - 10:30	10:30 - 10:45	10:45 - 11:00
2-1	Carro	6	5	3	6
	Motocicleta	-	2	1	1
	Camión	1	1	-	-
	Bicicleta	1	1	-	-
	Bus	-	-	-	-
2-5	Carro	21	21	25	26
	Motocicleta	5	3	6	3
	Camión	-	2	-	-
	Bicicleta	-	-	1	-
	Bus	-	-	-	-
2-6	Carro	25	22	18	29
	Motocicleta	6	4	5	-
	Camión	-	-	-	-
	Bicicleta	-	5	5	-
	Bus	-	-	-	-
3-1	Carro	2	2	8	8
	Motocicleta	2	2	-	-
	Camión	-	1	-	-
	Bicicleta	-	1	-	-
	Bus	-	-	2	-
3-5	Carro	1	4	8	7
	Motocicleta	1	1	2	-
	Camión	-	-	-	1
	Bicicleta	-	-	-	-
	Bus	-	-	-	-
3-6	Carro	6	7	6	9
	Motocicleta	-	2	-	2
	Camión	-	-	-	1
	Bicicleta	1	-	2	1
	Bus	-	-	-	-
4-1	Carro	3	4	12	4
	Motocicleta	1	3	4	1
	Camión	-	-	-	1
	Bicicleta	-	1	-	1
	Bus	-	-	-	-
4-5	Carro	-	5	4	5
	Motocicleta	1	2	-	-
	Camión	-	1	-	-
	Bicicleta	-	-	-	-
	Bus	-	-	-	-
4-6	Carro	2	1	3	5
	Motocicleta	2	-	2	-
	Camión	-	-	-	-
	Bicicleta	-	4	-	-
	Bus	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2.

*Aforos vehiculares recolectados de la hora punta día domingo.*

Movimiento	Vehículo	Domingo hora punta 18:00-19:00			
		18:00 - 18:15	18:15 - 18:30	18:30 - 18:45	18:45 - 19:00
2-1	Carro	15	8	7	15
	Motocicleta	-	-	-	-
	Camión	-	-	-	-
	Bicicleta	-	-	-	-
	Bus	-	-	-	-
2-5	Carro	40	40	31	35
	Motocicleta	5	8	2	3
	Camión	-	-	-	-
	Bicicleta	-	4	-	1
	Bus	-	-	-	-
2-6	Carro	41	36	39	42
	Motocicleta	2	12	8	6
	Camión	1	-	-	-
	Bicicleta	5	2	6	2
	Bus	-	-	-	1
3-1	Carro	9	6	12	2
	Motocicleta	2	3	2	3
	Camión	-	-	-	-
	Bicicleta	-	1	-	1
	Bus	-	-	1	-
3-5	Carro	5	5	6	-
	Motocicleta	2	1	2	1
	Camión	-	-	-	-
	Bicicleta	-	-	-	-
	Bus	-	-	-	-
3-6	Carro	7	11	9	7
	Motocicleta	3	3	1	2
	Camión	1	-	-	-
	Bicicleta	-	-	2	-
	Bus	-	-	-	-
4-1	Carro	5	8	2	4
	Motocicleta	2	1	-	-
	Camión	-	-	-	-
	Bicicleta	-	-	-	-
	Bus	-	-	-	-
4-5	Carro	-	1	1	2
	Motocicleta	1	2	-	-
	Camión	-	-	-	-
	Bicicleta	-	1	1	-
	Bus	-	-	-	-
4-6	Carro	3	1	2	3
	Motocicleta	-	1	-	-
	Camión	-	-	-	-
	Bicicleta	-	-	-	1
	Bus	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.

*Aforos vehiculares recolectados de la hora no punta día lunes.*

Movimiento	Vehículo	Lunes hora no punta 10:00-11:00			
		10:00 - 10:15	10:15 - 10:30	10:30 - 10:45	10:45 - 11:00
2-1	Carro	17	15	10	14
	Motocicleta	1	1	2	4
	Camión	-	3	-	2
	Bicicleta	-	-	-	1
	Bus	-	-	-	-
2-5	Carro	41	55	55	60
	Motocicleta	5	6	12	7
	Camión	3	4	2	-
	Bicicleta	2	1	2	1
	Bus	-	-	-	-
2-6	Carro	51	62	49	42
	Motocicleta	3	8	13	6
	Camión	1	-	1	-
	Bicicleta	4	1	4	2
	Bus	-	-	-	-
3-1	Carro	10	8	11	8
	Motocicleta	-	2	4	3
	Camión	3	-	4	1
	Bicicleta	-	-	1	-
	Bus	-	-	-	-
3-5	Carro	15	11	15	13
	Motocicleta	4	3	2	1
	Camión	3	2	2	-
	Bicicleta	-	-	-	1
	Bus	-	-	1	-
3-6	Carro	17	11	16	12
	Motocicleta	3	2	1	5
	Camión	-	3	3	-
	Bicicleta	-	-	-	2
	Bus	-	-	-	-
4-1	Carro	17	16	12	11
	Motocicleta	7	2	6	2
	Camión	-	1	3	1
	Bicicleta	4	3	1	2
	Bus	-	-	-	-
4-5	Carro	10	10	16	12
	Motocicleta	-	3	-	-
	Camión	1	-	-	1
	Bicicleta	-	-	-	-
	Bus	-	2	-	-
4-6	Carro	13	8	8	10
	Motocicleta	1	1	5	2
	Camión	-	1	3	1
	Bicicleta	-	-	-	1
	Bus	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.

*Aforos vehiculares recolectados de la hora punta día lunes.*

Movimiento	Vehículo	Lunes hora punta 18:00-19:00			
		18:00 - 18:15	18:15 - 18:30	18:30 - 18:45	18:45 - 19:00
2-1	Carro	18	10	14	17
	Motocicleta	2	1	1	-
	Camión	-	-	-	-
	Bicicleta	-	-	2	1
	Bus	-	-	-	-
2-5	Carro	57	56	63	44
	Motocicleta	14	12	12	15
	Camión	-	1	-	1
	Bicicleta	1	4	3	4
	Bus	-	-	-	-
2-6	Carro	51	71	53	60
	Motocicleta	8	10	7	10
	Camión	-	-	-	-
	Bicicleta	2	12	2	3
	Bus	-	-	-	-
3-1	Carro	13	14	12	10
	Motocicleta	4	5	-	5
	Camión	-	1	-	-
	Bicicleta	1	1	-	-
	Bus	2	-	-	-
3-5	Carro	3	3	8	6
	Motocicleta	2	2	-	1
	Camión	1	-	-	-
	Bicicleta	1	1	-	-
	Bus	-	-	-	-
3-6	Carro	23	18	15	12
	Motocicleta	2	4	1	7
	Camión	-	-	-	-
	Bicicleta	1	2	2	1
	Bus	-	-	-	-
4-1	Carro	9	6	7	6
	Motocicleta	4	2	1	1
	Camión	-	-	-	-
	Bicicleta	-	-	1	1
	Bus	-	-	-	-
4-5	Carro	4	1	6	4
	Motocicleta	-	2	1	1
	Camión	-	-	-	-
	Bicicleta	-	-	-	-
	Bus	-	-	-	-
4-6	Carro	8	8	6	6
	Motocicleta	2	1	1	2
	Camión	-	-	-	-
	Bicicleta	-	-	1	1
	Bus	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

La hora punta se determinó en base a la cantidad de vehículos que se generan tráfico es por eso que se escogió en los horarios mencionados.

#### 2.4.2.1 Geometría de las calles.

Para la geometría de las calles se realizó un dibujo a mano alzada, en el se constataron las medidas de manera manual con wincha, la geometría de cada calle es la siguiente:

Tabla 5.

*Dimensiones de las calles.*

Dimensiones de las calles	
Mariscal la mar	3.8m
Hipólito Unanue	3.6m
Mariano Melgar	3.0m

Fuente: Elaboración propia

#### 2.4.2.2 Ciclo semafórico.

El ciclo semafórico de las principales avenidas estudiadas se muestra en la siguiente tabla, se verificó con cronómetros los principales ciclos semafóricos.

Tabla 6.

*Ciclo semafórico de las principales calles.*

Ciclos de semáforos			
Avenida	Verde	Ambar	Rojo
Mariano Melgar	30s	3s	86s
Hipólito Unanue	20s	3s	96s
Mariscal La Mar	54s	3s	62s

Fuente: Elaboración propia

#### 2.4.2.3 Composición de las principales calles.

La composición se determinó por la cantidad en cada una de las calles expresado en porcentaje.

Tabla 7.

*Composición de vehículos (punto 2).*

Vehículo	2-1	2-5	2-6	SUMA	PROPORCIÓN POR TIPO DE VEHÍCULO	PROPORCIÓN POR MOVIMIENTO	
Carro	56	211	204	471	0.82	2-1	0.12
Motocicleta	8	30	30	68	0.12	2-5	0.45
Camión	5	9	2	16	0.03	2-6	0.43
Bicicleta	1	6	11	18	0.03		
Bus	0	0	0	0	0.00		
TOTAL				573			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.

*Composición de vehículos (punto 3).*

Vehículo	3-1	3-5	3-6	SUMA	PROPORCIÓN POR TIPO DE VEHÍCULO	PROPORCIÓN POR MOVIMIENTO	
Carro	37	54	56	147	0.72	3-1	0.27
Motocicleta	9	10	11	30	0.15	3-5	0.36
Camión	8	7	6	21	0.10	3-6	0.37
Bicicleta	1	1	2	4	0.02		
Bus	0	1	0	1	0.00		
TOTAL				203			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9.

*Composición de vehículos (punto 4).*

Vehículo	4-1	4-5	4-6	SUMA	PROPORCIÓN POR TIPO DE VEHÍCULO	PROPORCIÓN POR MOVIMIENTO	
Carro	56	48	39	143	0.73	4-1	0.45
Motocicleta	17	3	9	29	0.15	4-5	0.28
Camión	5	2	5	12	0.06	4-6	0.27
Bicicleta	10	0	1	11	0.06		
Bus	0	2	0	2	0.01		
TOTAL				197			

Fuente: Elaboración propia

#### **2.4.2.4 Velocidades instantáneas.**

Se tomaron datos de velocidades instantáneas para algunos vehículos durante la toma de videos en la intersección. A continuación, se muestran las velocidades instantáneas obtenidas:

Tabla 10.

*Velocidades instantáneas en día domingo en hora no punta.*

DOMINGO 10:00 - 11:00					
Av. Mariano Melgar		Av. Hipólito Unanue		Av. Mariscal La Mar	
1	15.49	1	32.29	1	23.35
2	26.48	2	19.61	2	27.87
3	18.65	3	21.96	3	19.64
4	39.09	4	28.15	4	34.56
5	14.40	5	29.68	5	17.28
6	18.65	6	43.92	6	15.16
7	14.66	7	28.89	7	23.35
8	26.48	8	15.91	8	19.64
9	15.49	9	19.61	9	11.52
10	13.03	10	20.72	10	12.52
11	15.78	11	36.60	11	21.60
12	16.42	12	31.37	12	17.28
13	14.66	13	23.87	13	20.57
14	10.94	14	21.96	14	27.87
15	17.84	15	30.50	15	24.00
16	21.60	16	19.61	16	27.87
17	11.90	17	24.95	17	23.35
18	14.92	18	17.71	18	23.35
19	16.09	19	29.68	19	10.67
20	14.66	20	32.29	20	27.00
21	16.42	21	30.50	21	13.71
22	21.05	22	17.71	22	11.52
23	18.65	23	21.96	23	27.00
24	22.80	24	29.68	24	22.74
25	24.87	25	23.36	25	22.74
26	25.65	26	14.64	26	25.41
27	22.18	27	19.61	27	24.69
28	23.45	28	21.96	28	19.64
29	19.09	29	12.62	29	14.64
30	16.09	30	31.37	30	10.54

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11.

*Velocidades instantáneas en día lunes en hora punta.*

LUNES 18:00 - 19:00					
Av. Mariano Melgar		Av. Hipólito Unanue		Av. Mariscal La Mar	
1	22.86	1	28.70	1	16.96
2	21.84	2	27.95	2	23.21
3	18.54	3	22.13	3	31.50
4	17.55	4	22.60	4	19.60
5	17.55	5	24.70	5	20.05
6	17.24	6	22.13	6	18.38
7	16.38	7	23.09	7	12.42
8	20.48	8	18.96	8	17.64
9	25.86	9	18.96	9	16.96
10	30.71	10	18.96	10	21.00
11	22.34	11	18.96	11	17.64
12	25.20	12	22.60	12	19.17
13	19.66	13	15.39	13	23.21
14	14.67	14	14.16	14	16.96
15	17.24	15	27.95	15	15.75
16	22.34	16	23.09	16	16.96
17	25.86	17	24.14	17	20.05
18	22.86	18	17.41	18	28.45
19	25.86	19	18.31	19	12.42
20	39.31	20	19.67	20	16.33
21	25.86	21	22.13	21	22.62
22	25.86	22	23.09	22	12.97
23	23.40	23	18.63	23	23.84
24	29.78	24	25.29	24	14.00
25	24.57	25	27.23	25	17.64
26	17.24	26	20.04	26	16.96
27	14.24	27	17.70	27	17.64
28	17.24	28	21.24	28	22.62
29	20.91	29	18.00	29	31.50
30	23.97	30	28.70	30	23.21

Fuente: Elaboración propia

### 2.4.2.5 Peatones.

Se realizó el conteo de peatones para los periodos domingo en hora no punta y lunes en hora punta. A continuación se muestran los aforos peatonales obtenidos:

Tabla 12.

*Aforos peatonales en día domingo en hora no punta*

DOMINGO 10:00 -10:15						
O/D	1	2	3	4	5	6
1		3	2			1
2				2	2	4
3		3		1		4
4	1	2			1	5
5		3				1
6		3		6		
DOMINGO 10:15 -10:30						
O/D	1	2	3	4	5	6
1		1		1	1	
2	1			4	3	2
3				1	1	
4	2					2
5	3	4		1		
6		1		5	2	
DOMINGO 10:30 -10:45						
O/D	1	2	3	4	5	6
1				1		1
2			1	3	6	2
3	5	1				2
4	4	1			1	2
5	1	3				7
6	1	3	1	5	5	
DOMINGO 10:45 -11:00						
O/D	1	2	3	4	5	6
1		1		5	1	
2	1			7	6	1
3				2		1
4	1	4				2
5	2	4				
6		2	2			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13.

*Aforos peatonales en día lunes en hora punta.*

LUNES 18:00 -18:15						
O/D	1	2	3	4	5	6
1		4		1		
2	5	3		5	2	2
3		2		1	3	
4	2	5	1		2	1
5		4		1		2
6		3	4	3	1	
LUNES 18:15 -18:30						
O/D	1	2	3	4	5	6
1		3	1	1		1
2	2		2		8	2
3	1	1		2	6	3
4	3	3	1		2	4
5		3	5	1		2
6		1		6	1	
LUNES 18:30 -18:45						
O/D	1	2	3	4	5	6
1		1	1	2	1	1
2	1		1	4	4	2
3	1	1		1		2
4	2	2			1	3
5	2	4				2
6		2	1	4	2	
LUNES 18:45 -19:00						
O/D	1	2	3	4	5	6
1		3	1	1		1
2	3	1	1	3	5	2
3	1	1		1	3	2
4	2	3	1		2	3
5	1	4	2	1		2
6		2	2	4	1	

Fuente: Elaboración propia

### 2.4.3 Modelamiento en PTV VISSIM de situación actual de intersección.

La geometría de la intersección modelada se muestra a continuación:

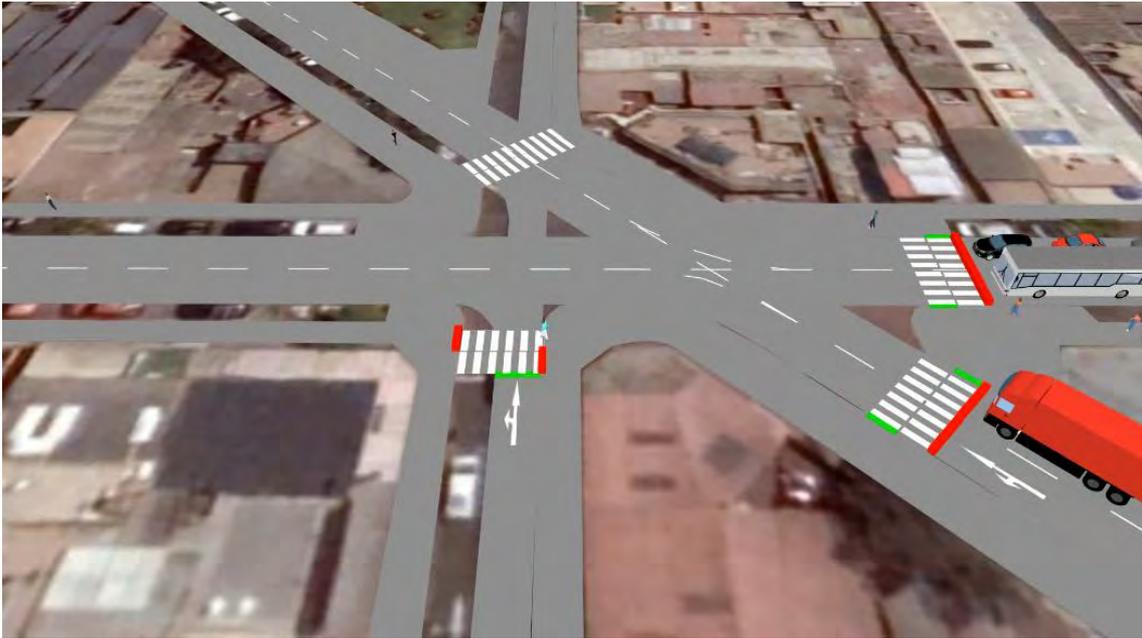


Figura 42. Modelo actual de las principales avenidas y calles de la zona de estudio (vista 1).

Fuente: Elaboración propia

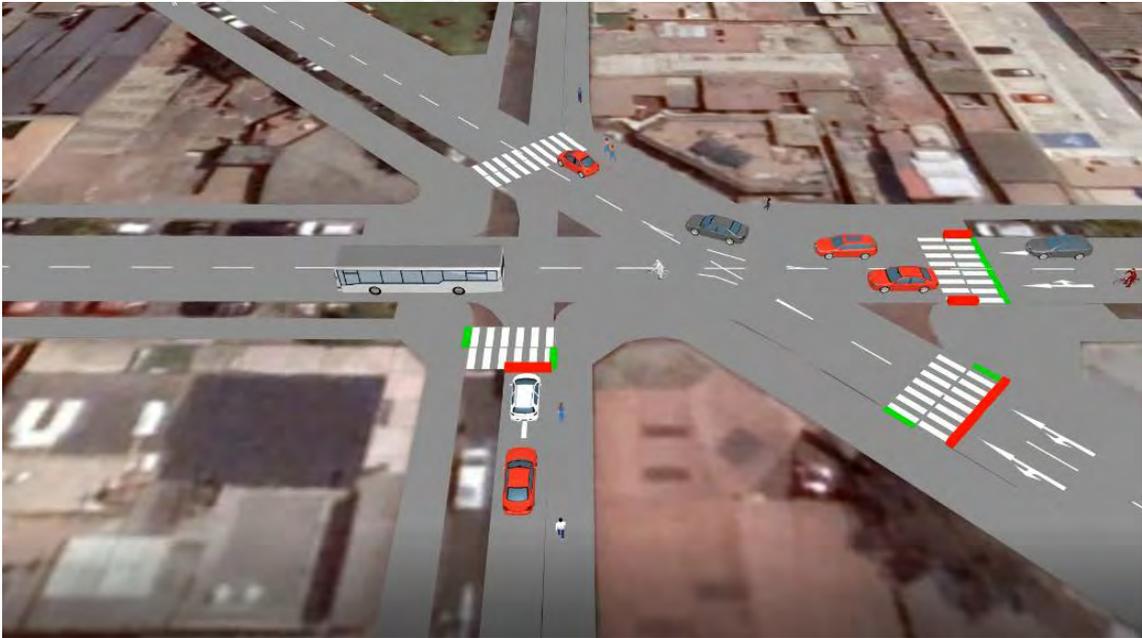


Figura 43. Modelo actual de las principales avenidas y calles de la zona de estudio (vista 2).

Fuente: Elaboración propia



Figura 44. Modelo actual de las principales avenidas y calles de la zona de estudio (vista 3).

Fuente: Elaboración propia

Sobre este diseño geométrico se insertaron los datos de aforos vehiculares y peatonales y, para asegurar que el modelo sea lo más cercano a la realidad posible, se realizó una calibración de este considerando los aforos y las longitudes de cola determinados al ver los videos tomados en campo.

El proceso de calibración se detalla en el siguiente apartado.

### **2.4.3.1 Calibración y validación de modelo.**

#### **2.4.3.1.1 Número de corridas mínimo necesario.**

Para empezar con el cálculo de número de corridas, primero se tomaron los 30 datos de colas tomadas en campo y se calculó el promedio, la desviación estándar y el valor de  $N$  (tamaño mínimo de muestra) con la siguiente fórmula:

$$N \geq \left[ (ta) * \frac{S}{e * x} \right]^2$$

Donde:

S = Desviación Estándar

x = Promedio

ta = 2.1448

e = 0.05

Y se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 14.

Tabla de cálculo de Número de corridas mínimo necesario.

	PROMEDIO		
	Mariano Melgar	Hipólito Unanue	Mariscal La Mar
1	9.70	8.60	10.20
2	8.25	8.65	11.20
3	8.55	8.90	10.15
4	9.10	8.55	10.35
5	7.95	7.20	9.45
6	8.75	9.35	9.90
7	8.75	8.65	10.60
8	8.10	7.60	9.60
9	9.15	9.70	10.30
10	7.45	9.15	9.60
11	7.30	9.05	10.75
12	7.05	7.85	8.55
13	9.20	9.00	9.25
14	7.65	7.30	9.00
15	8.70	9.70	10.80
16	8.10	9.05	9.50
17	9.30	8.65	10.00
18	9.00	8.95	8.95
19	9.65	7.85	8.20
20	8.15	9.80	9.70
21	7.90	8.85	10.35
22	9.55	7.70	9.10
23	8.45	7.70	10.25
24	7.45	8.00	10.10
25	8.80	7.20	9.75
26	7.85	8.80	9.70
27	8.55	8.50	8.60
28	9.90	8.40	10.25
29	8.65	8.20	9.90
30	7.70	7.20	7.50
Promedio	8.49	8.47	9.72
Desv. Estándar	0.76	0.77	0.82
N	14.94	15.03	12.98

Fuente: Elaboración propia

### 2.4.3.1.2 Calibración.

Con el cálculo anterior de base, se realizaron 15 corridas en el software PTV VISSIM, obteniendo los siguientes resultados para la calibración:

Tabla 15.

Tabla de cálculo de p value.

	Mariscal La Mar		Hípólito Unanue		Mariano Melgar	
	Medición en campo	Corrida 1 (2-2-3)	Medición en campo	Corrida 1 (2-2-3)	Medición en campo	Corrida 1 (2-2-3)
1	9.70	8.64	8.6	8.99	10.2	11.58
2	8.25	8.13	8.65	9.48	11.2	9.38
3	8.55	9.31	8.9	9.06	10.15	10.03
4	9.10	9.27	8.55	8.85	10.35	9.75
5	7.95	8.71	7.2	8.94	9.45	8.56
6	8.75	9.09	9.35	7.27	9.9	11.86
7	8.75	7.20	8.65	9.04	10.6	10.35
8	8.10	8.95	7.6	9.65	9.6	10.92
9	9.15	9.47	9.7	9.03	10.3	9.87
10	7.45	8.66	9.15	8.34	9.6	12.22
11	7.30	9.26	9.05	11.04	10.75	11.09
12	7.05	9.64	7.85	9.36	8.55	9.82
13	9.20	8.36	9	7.77	9.25	9.58
14	7.65	7.90	7.3	8.52	9	10.82
15	8.70	8.97	9.7	9.7	10.8	9.84
Promedio	8.38	8.77	8.62	9.00	9.98	10.38
Desv. Estándar	0.78	0.66	0.80	0.87	0.74	1.01
p value		0.1460		0.1549		0.1559
N	16.00	10.31	15.85	17.25	9.99	17.50

Fuente: Elaboración propia

Los parámetros de simulación se muestran a continuación:

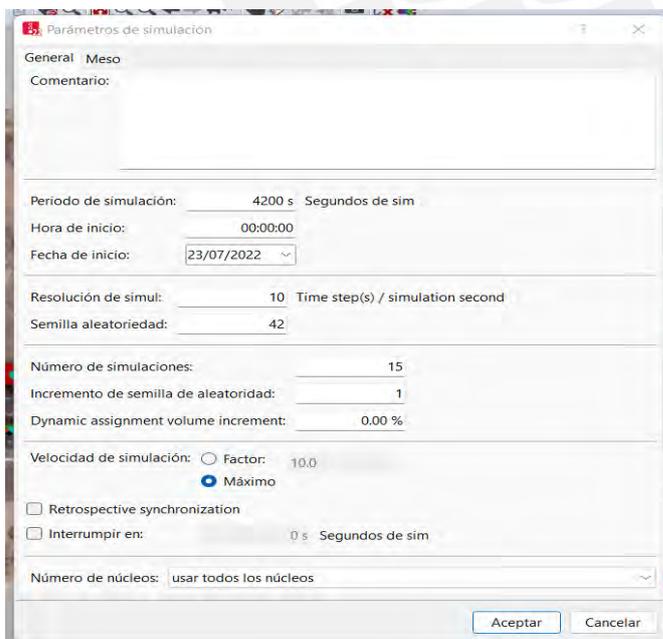


Figura 45. Parámetros de simulación de modelo en PTV VISSIM.

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que los números semilla parten del 42 y se incrementan de 1 en 1, por lo que, para las 15 corridas, se utilizaron los números de semilla del 42 al 56.

Para calcular el valor “p value” se utilizó una fórmula de Excel, que se detalla a continuación:

- Se selecciona la función “PRUEBA T.N” dentro del menú de funciones estadísticas

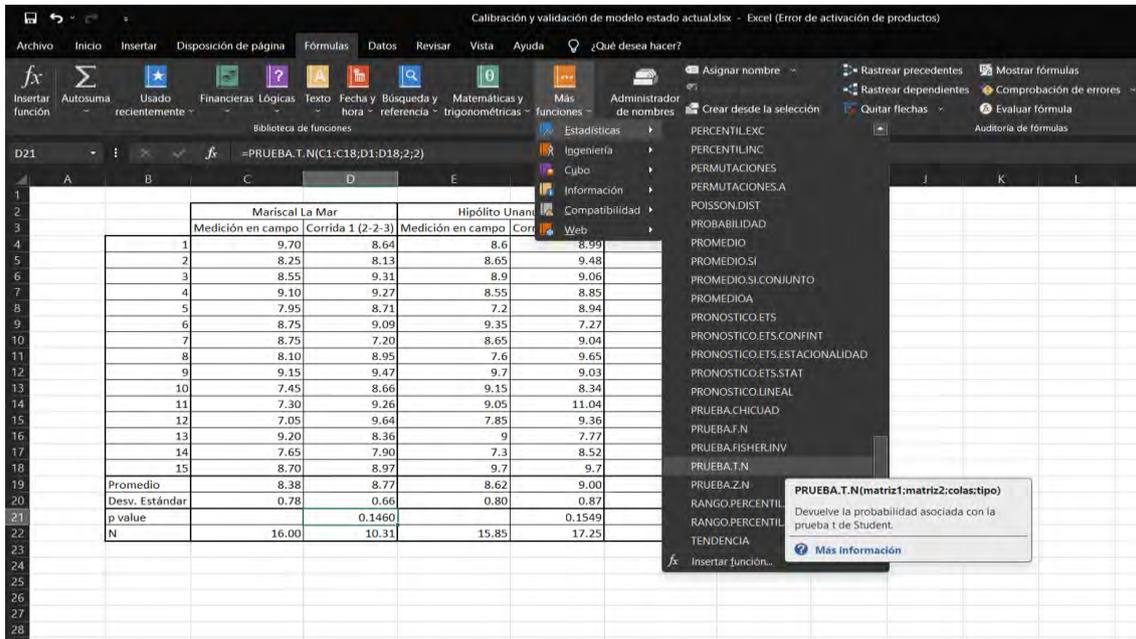


Figura 46. Selección de función en Excel para el cálculo del p value.

Fuente: Elaboración propia

- Se seleccionan las dos matrices a analizar, se colocarán 2 colas para cumplir con la forma de la curva de probabilidad, en “tipo” se coloca 2 debido a la cercanía que hay entre los valores de las varianzas y se hace click en “aceptar”.

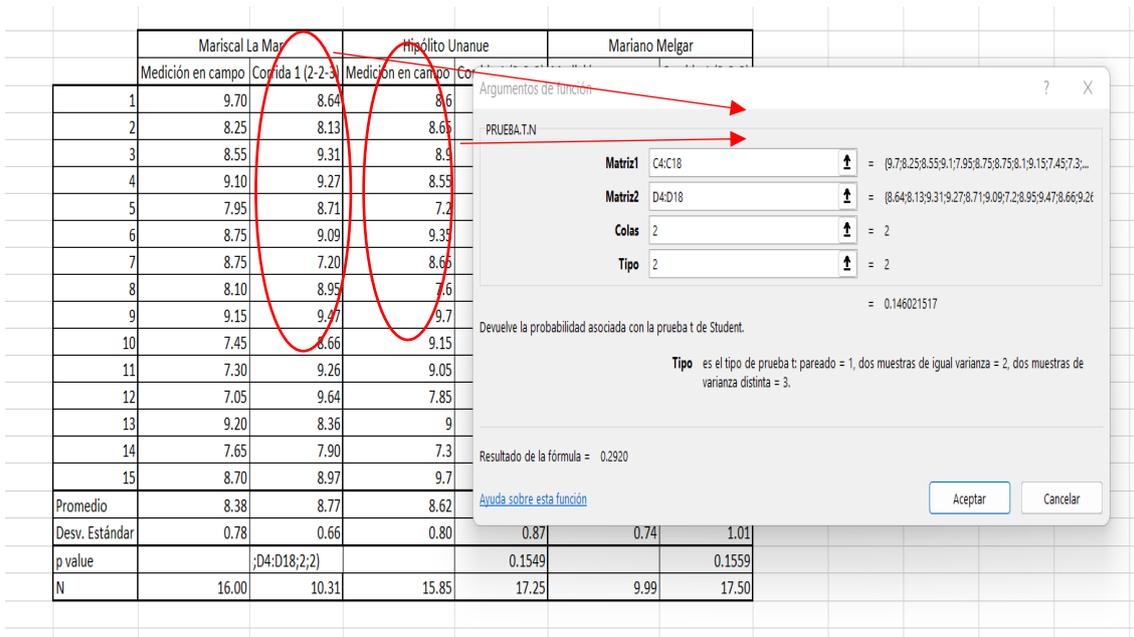


Figura 47. Llenado de datos en Excel para cálculo de p value.

Fuente: Elaboración propia

### 2.4.3.1.3 Validación.

Se puede observar que los valores de p value son mayores al límite mínimo establecido para el nivel de confianza que se había propuesto ( $p \text{ value} > 0.05$ ), sin embargo, al realizar el cálculo para el tamaño mínimo de muestra (N), se puede observar que es mayor al número de corridas que se hicieron y los datos que se incluyeron en 4 oportunidades. Por eso, para considerar un número de corridas que satisfaga a todos los valores obtenidos, se decidió tomar 18 valores y 18 corridas. El resultado de estas corridas se muestra a continuación:

Tabla 16.

Tabla de valores obtenidos después la calibración y la validación.

	Mariscal La Mar		Hipólito Unanue		Mariano Melgar	
	Medición en campo	Corrida 1 (2-2-3)	Medición en campo	Corrida 1 (2-2-3)	Medición en campo	Corrida 1 (2-2-3)
1	9.70	8.64	8.6	8.99	10.2	11.58
2	8.25	8.13	8.65	9.48	11.2	9.38
3	8.55	9.31	8.9	9.06	10.15	10.03
4	9.10	9.27	8.55	8.85	10.35	9.75
5	7.95	8.71	7.2	8.94	9.45	8.56
6	8.75	9.09	9.35	7.27	9.9	11.86
7	8.75	7.20	8.65	9.04	10.6	10.35
8	8.10	8.95	7.6	9.65	9.6	10.92
9	9.15	9.47	9.7	9.03	10.3	9.87
10	7.45	8.66	9.15	8.34	9.6	12.22
11	7.30	9.26	9.05	11.04	10.75	11.09
12	7.05	9.64	7.85	9.36	8.55	9.82
13	9.20	8.36	9	7.77	9.25	9.58
14	7.65	7.90	7.3	8.52	9	10.82
15	8.70	8.97	9.7	9.7	10.8	9.84
16	8.10	8.76	9.05	9.11	9.5	10.33
17	9.30	8.08	8.65	8.16	10	11.11
18	9.00	8.69	8.95	8.95	8.95	9.45
Promedio	8.45	8.73	8.66	8.96	9.90	10.36
Desv. Estándar	0.76	0.62	0.74	0.82	0.72	0.96
p value		0.2328		0.2167		0.1166
N	14.82	9.28	13.30	15.41	9.65	15.80

Fuente: Elaboración propia

Para los 3 datos extra, se realizaron 3 corridas adicionales modificando el número semilla para continuar con la numeración, por lo que, para las 3 corridas, se utilizaron los números semilla 57, 58 y 59.

Con 18 corridas ya se puede observar que el p value cumple con ser mayor al mínimo ( $p \text{ value} > 0.05$ ) y el tamaño mínimo de muestra (N) también ( $N \geq 18 \geq 15.8$ ). Por lo tanto, se puede considerar al modelo calibrado y validado.

## Capítulo 3. Resultados

### 3.1 Planteamiento de Propuesta de Red de Ciclovías

La propuesta de mejora incluye la implementación de 7 ciclovías en la zona: 2 ciclovías segregadas en las calles Mariano Melgar y Mateo Pumacahua, 2 calles de tráfico calmado de un solo carril en un solo sentido en la avenida Mariscal La Mar y en la calle General Mendiburú, 2 calles de tráfico calmado de 2 carriles en un solo sentido en la avenida Jorge Vanderghen y en la calle Mariscal Sucre y una calle de tráfico calmado de 2 carriles en 2 sentidos en la calle Ignacio Merino.

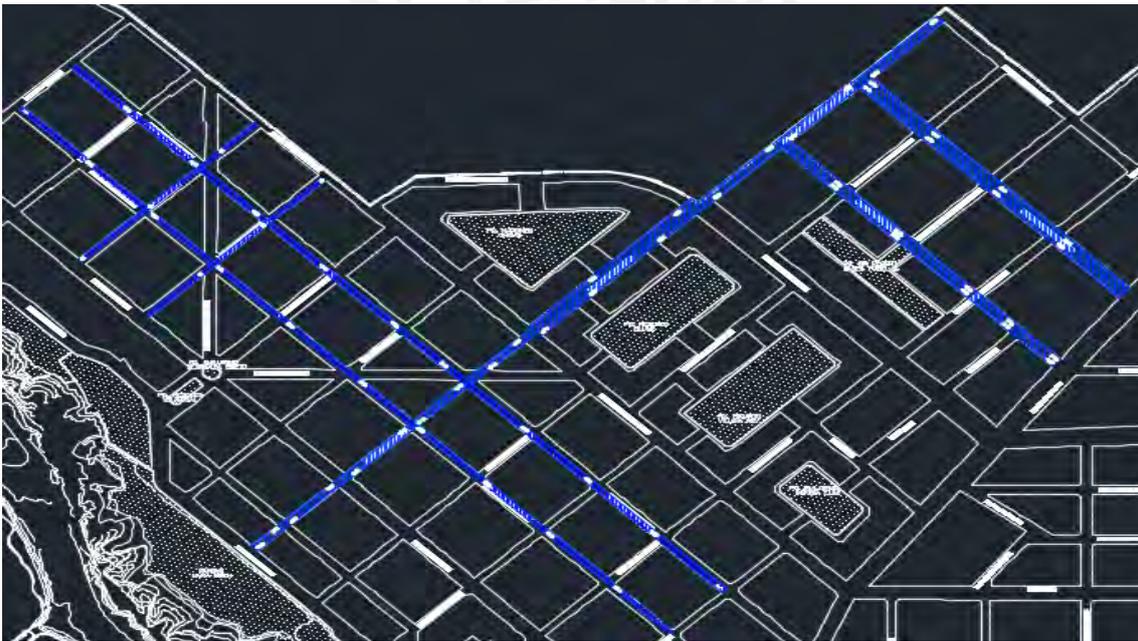


Figura 48. Plano general de propuesta de ampliación de red de ciclovías en sector 10.

Fuente: Elaboración propia

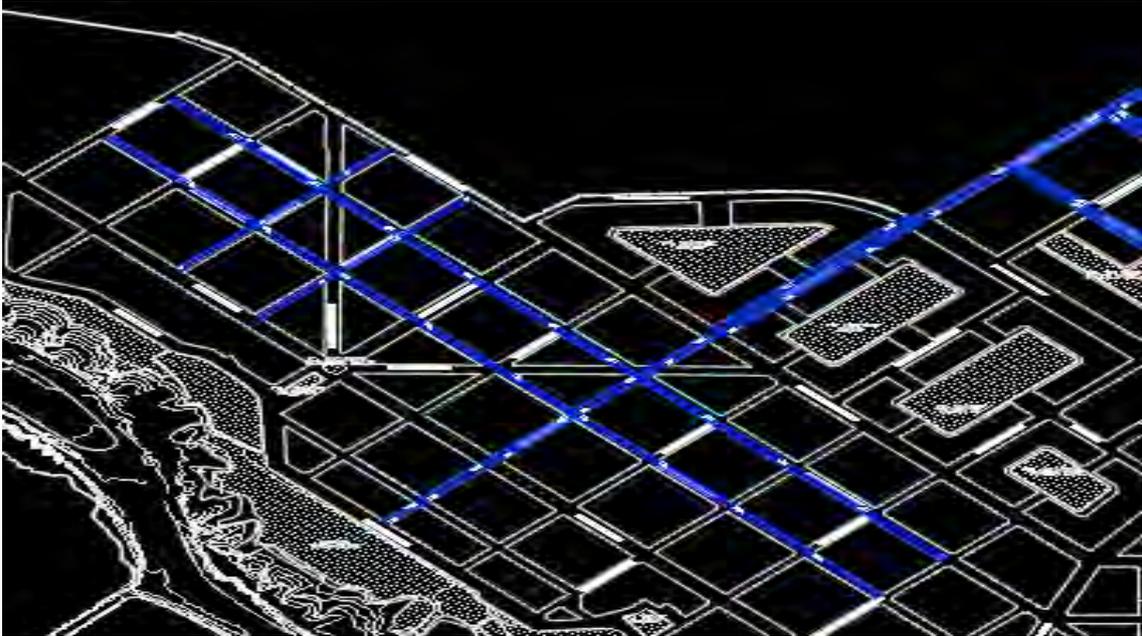


Figura 49. Propuesta de mejoras de las ciclovías de las Av. Mariscal de la Mar y la Av. General Mendiburu.

Fuente: Elaboración propia

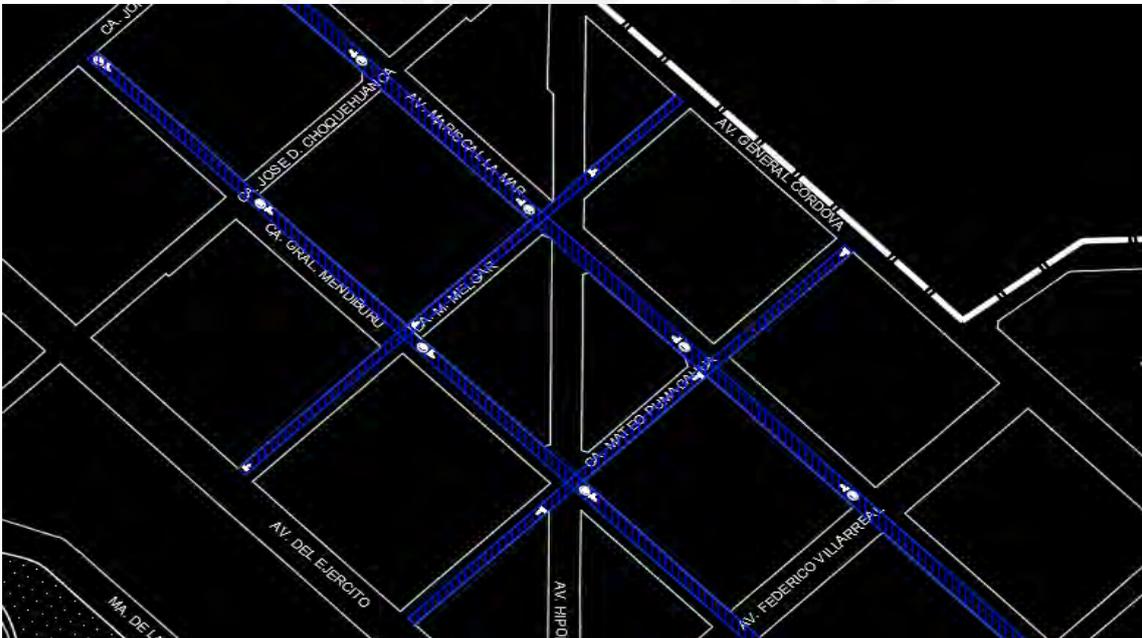


Figura 50. Fotografía de las propuesta de mejoras de las calles Mariano Melgar y la calle Mateo Pumacachua.

Fuente: Elaboración propia



señalización horizontal (líneas de pare, flechas y señales de “PARE”) y reductores de velocidad.

Además, se agregaron las ciclovías que se habían propuesto en el plano de mejora general del sector 10. A continuación se muestra el plano de la propuesta de mejora.



Figura 52. Plano de propuesta de mejora de intersección

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.1 Modelamiento propuesta de mejora en PTV VISSIM.

Se muestran imágenes tomadas del modelo realizado en el software PTV VISSIM:

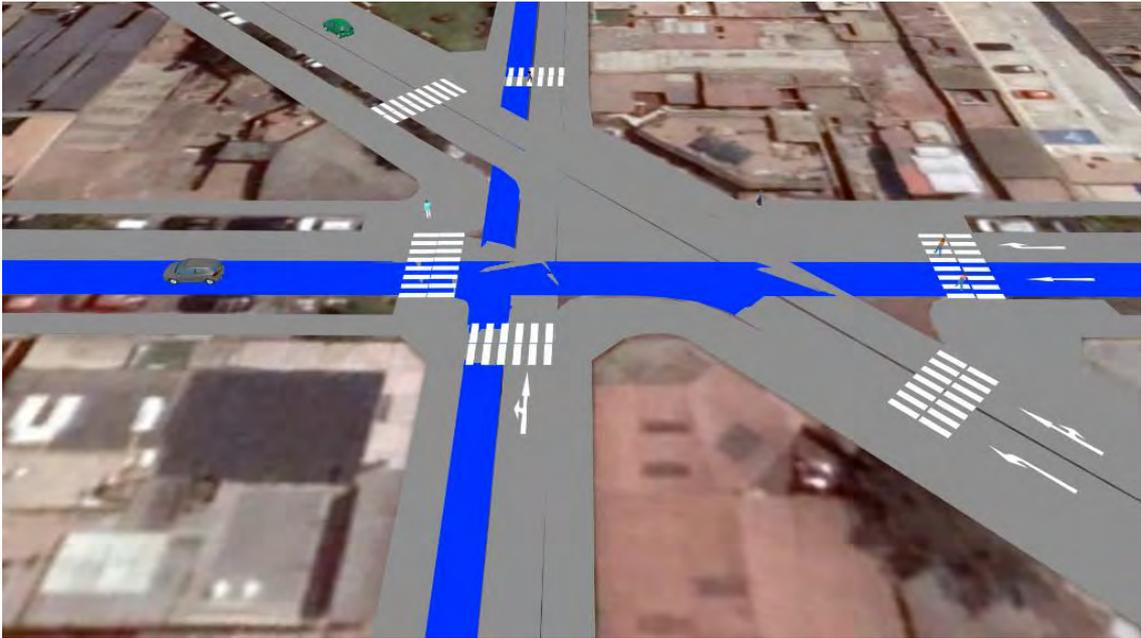


Figura 53. Modelo de la propuesta de mejora de la zona de estudio (vista 1).

Fuente: Elaboración propia

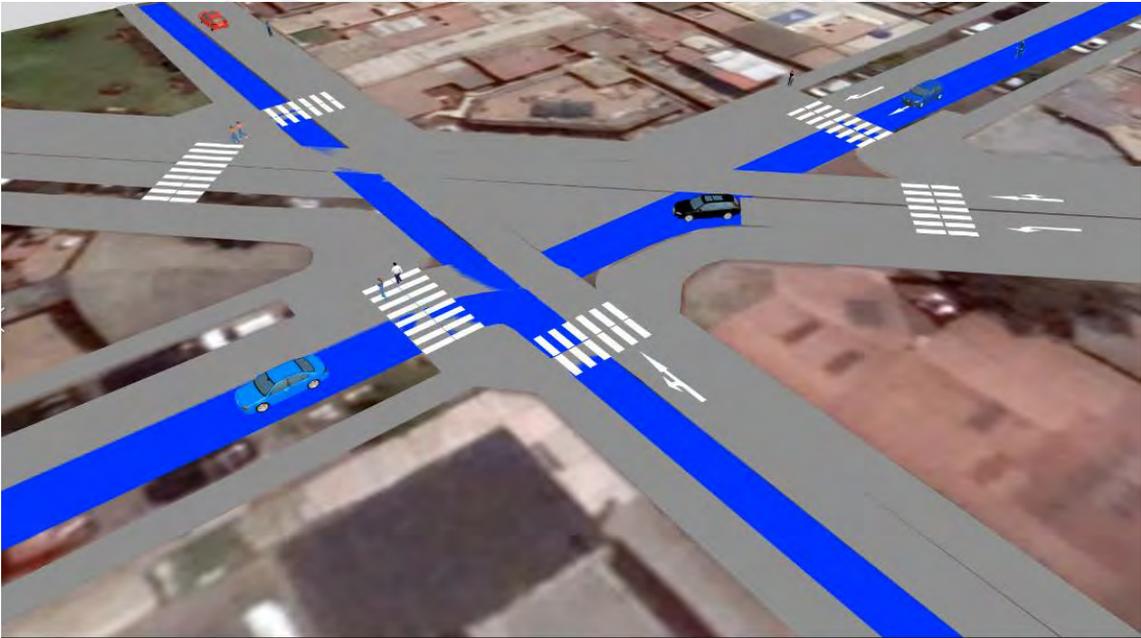


Figura 54. Modelo de la propuesta de mejora de la zona de estudio (vista 2).

Fuente: Elaboración propia

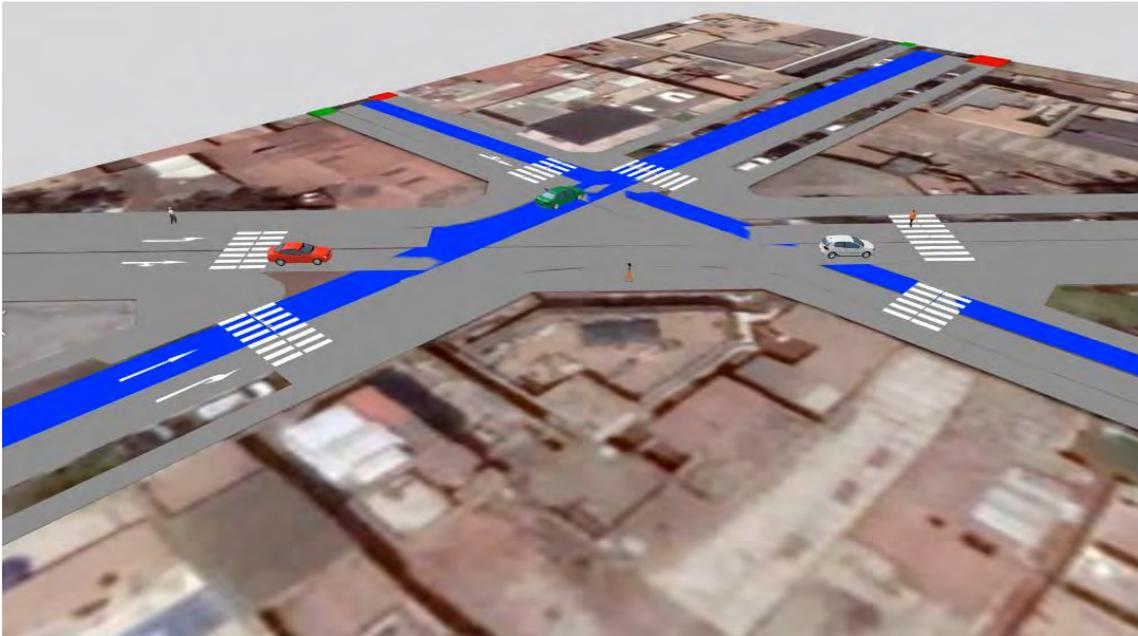


Figura 55. Modelo de la propuesta de mejora de la zona de estudio (vista 3).

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.2 Resultados de PTV VISSIM.

#### 3.2.2.1 Resultados de modelo de situación actual.

Después de modelar en el programa se tiene los siguientes resultados:

Tabla 17.

*Resultados de desempeño de red en estado actual.*

DEMORA PROMEDIO	PROMEDIO DE PARADAS	VELOCIDAD PROMEDIO	DEMORA PARADA PROMEDIO	DISTANCIA	TIEMPO DE VIAJE	DEMORAS TOTALES	PARADAS TOTALES	DEMORA PARADA TOTAL
29.04	0.68	12.37	21.33	139.7	40659.4	28722.82	675	21091.84

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18.

*Resultados de monitoreo de colas en estado actual.*

VÍA	LONGITUD DE COLA PROMEDIO	LONGITUD DE COLA MÁXIMA	PARADAS
Mariscal La Mar	8.5	61.72	341
Hipólito Unanue	8.99	42.96	198
Mariano Melgar	10.77	38.45	170

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19.

*Resultados de desempeño por movimiento en estado actual.*

MOVIMIENTO	LONGITUD DE COLA	MÁXIMA LONGITUD DE COLA	NÚMERO DE VEHICULOS	DEMORA DE VEHÍCULOS	DEMORA EN PARADAS	PARADAS
Hipólito Unanue - Hipólito Unanue	9.22	43.27	81	46.67	38	0.89
Hipólito Unanue - Mariscal La Mar	9.22	43.27	78	44.18	37.01	0.83
Hipólito Unanue - Mariano Melgar	9.22	43.27	47	49.73	40.68	0.94
Mariscal La Mar - Hipólito Unanue	8.57	61.86	234	18.43	12.07	0.6
Mariscal La Mar - Mariscal La Mar	8.57	61.86	252	20.15	12.95	0.63
Mariscal La Mar - Mariano Melgar	8.57	61.86	69	19.87	13.62	0.62
Mariano Melgar - Hipólito Unanue	10.9	38.66	54	34.41	28.83	0.65
Mariano Melgar - Mariscal La Mar	10.9	38.66	65	28.58	23.99	0.57
Mariano Melgar - Mariano Melgar	10.9	38.66	90	38.42	30.41	0.72

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.2.2 Resultados de modelo de propuesta de mejora.

Después de modelar en el programa se tiene los siguientes resultados:

Tabla 20.

*Resultados de desempeño de red de propuesta de mejora.*

DEMORA PROMEDIO	PROMEDIO DE PARADAS	VELOCIDAD PROMEDIO	DEMORA PARADA PROMEDIO	DISTANCIA TOTAL	TIEMPO DE VIAJE TOTAL	DEMORAS TOTALES	PARADAS TOTALES	DEMORA PARADA TOTAL
2.56	0.05	32.8	0.11	143.84	15787.4	2568.85	52	113.04

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21.

*Resultados de monitoreo de colas en propuesta de mejora.*

VÍA	LONGITUD DE COLA PROMEDIO	LONGITUD DE COLA MÁXIMA	PARADAS
Mariscal La Mar	0.04	25.1	6
Hipólito Unanue	0.02	16.98	9
Mariano Melgar	0.07	12.37	19

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22.

*Resultados de desempeño por movimiento en propuesta de mejora.*

MOVIMIENTO	LONGITUD DE COLA	LONGITUD DE COLA MÁXIMA	NÚMERO DE VEHÍCULOS	DEMORA DE VEHÍCULOS	DEMORA EN PARADAS	PARADAS
Hipólito Unanue - Hipólito Unanue	0.04	17.92	81	2.6	0.07	0.04
Hipólito Unanue - Mariano Melgar	0.04	17.92	57	3.29	0.21	0.11
Mariscal La Mar - Hipólito Unanue	0.04	25.33	248	1.97	0.07	0.04
Mariscal La Mar - Mariano Melgar	0.04	25.33	70	1.99	0	0
Mariano Melgar - Mariano Melgar	0.1	12.72	84	3.48	0.54	0.11
Mariano Melgar - Hipólito Unanue	0.1	12.72	57	1.78	0.07	0.07
Mariano Melgar - Mariscal La Mar	0.04	22.14	48	0.51	0	0
Ciclovía Mariano Melgar - Ciclovía Mariano Melgar	0	0	0			
Ciclovía Mariano Melgar - Ciclovía Mariscal La Mar	0	2.85	9	0.78	0.34	0.11
Ciclovía Mariscal La Mar - Ciclovía Mariscal La Mar	0.01	5.62	268	0.73	0.07	0.06
Hipólito Unanue - Ciclovía Mariscal La Mar	0.19	29.53	77	1.73	0.09	0.05

Fuente: Elaboración propia

## **Capítulo 4. Conclusiones**

### **4.1 Sector 10**

Con respecto a la movilidad de peatones en el sector 10, con las evidencias encontradas en las fotografías presentadas en este informe, se puede concluir que existe un manejo adecuado de la movilidad de peatones en este sector. Se cuenta con veredas amplias en las avenidas principales y hay cruces semaforizados frecuentes, lo que permite un correcto tránsito de peatones a través de todo el sector. Sin embargo, las intersecciones en el sector carecen de señalización horizontal y vertical adecuadas, lo que sería necesario mejorar para asegurar que los peatones puedan desplazarse de forma segura.

Con respecto al transporte público en la zona, las líneas de transporte público cubren gran parte del sector, se conectan con otros sectores y permite que los peatones accedan al servicio de transporte público fácil y cómodamente.

Con respecto a la movilidad de ciclistas, se puede observar que la ciclovía presente en el malecón de la Marina resulta insuficiente para las necesidades de movilidad de ciclistas en la zona. La propuesta presentada en este informe genera una red integrada de ciclovías combinando ciclovías segregadas y calles de tráfico calmado que permite un tránsito de ciclistas continuo e ininterrumpido por el sector.

### **4.2 Intersección Av. Mariscal La Mar – Av. Hipólito Unanue – Calle Mariano Melgar**

Al comparar los resultados obtenidos con el modelo de la situación actual de la intersección con los resultados obtenidos con la propuesta de mejora, se puede concluir que hay una mejora notable en el desempeño de la intersección. A continuación se muestra una comparación de los resultados de desempeño en ambos casos:

Tabla 23.

*Comparación de resultados de desempeño de red de propuesta de mejora.*

MODELO	DEMORA PROMEDIO	PROMEDIO DE PARADAS	VELOCIDAD PROMEDIO	DEMORA DE PARADA PROMEDIO	DISTANCIA TOTAL	TIEMPO DE VIAJE TOTAL	DEMORA TOTAL	PARADAS TOTALES	DEMORA DE PARADAS TOTAL
Estado actual	29.04	0.68	12.37	21.33	139.7	40659.4	28722.82	675	21091.84
Propuesta	2.56	0.05	32.8	0.11	143.84	15787.4	2568.85	52	113.04
Diferencia	26.48	0.63	-20.43	21.22	-4.14	24872	26153.97	623	20978.8

Fuente: Elaboración propia

Con esta comparación, se concluye que la propuesta de mejora si resultaría efectiva para mejorar el desempeño de la intersección. Además, agrega 2 vías para ciclistas que forman parte de la red mejorada de ciclovías de todo el sector.

Sin embargo hay que considerar que el software utilizado requiere la inserción de reglas de prioridad que los vehículos modelados respetan. Esa situación no necesariamente se cumple en la realidad y, en ese caso, al retirar los semáforos de la intersección, la seguridad de los peatones al cruzar la intersección depende de que los conductores respeten la señalización propuesta y las prioridades de tránsito en las vías. Esto podría resultar en un obstáculo para la implementación de esta propuesta y debería ser puesta prueba temporalmente antes de implementarla definitivamente.