



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA METROPOLITANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE TRANSPORTE Y TRÁNSITO

## **PROPUESTA CONTINUIDAD CICLOPISTA AVENIDA LOS PAJARITOS**

### **COMUNA DE MAIPÚ**

## **PROYECTO DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO EN TRANSPORTE Y TRÁNSITO**

Autor:

Acevedo Huesa, Loreto Andrea

Profesor Guía:

Urrutia Ortega, Crescente

SANTIAGO – CHILE

2023

## Autorización para la Reproducción del Trabajo de Titulación

### 1. Identificación del trabajo de titulación

Nombre del(os) alumno(s): Loreto Andrea Acevedo Huesa

Título de tesis: Propuesta continuidad ciclista Avenida Los Pajaritos, Comuna de Maipú

Escuela: Escuela de Transporte y Tránsito

Carrera o programa: Ingeniería en Transporte y Tránsito

Título al que opta: Ingeniero en Transporte y Tránsito

### 2. Autorización de Reproducción

Se autoriza la reproducción total o parcial de este trabajo de titulación, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica que acredita al trabajo y a su autor.

<input checked="" type="checkbox"/>	Inmediata
<input type="checkbox"/>	A partir de la siguiente fecha: _____ (mes/año)

En consideración a lo anterior, se autoriza su reproducción de forma (marque con una X):

Fecha: 04-07-2023

Firma: 

Esta autorización se otorga en el marco de la ley N°17.336 sobre Propiedad Intelectual, con carácter gratuito y no exclusivo para la institución.

NOTA OBTENIDA: 6,5



A handwritten signature in blue ink, written over a horizontal line. The signature is stylized and appears to be a name with a large initial.

Firma y timbre autoridad  
responsable

## AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a mis padres Carlos Acevedo y Patricia Huesa por el apoyo y el impulso brindado durante todos estos años.

A mi hermana Carla Acevedo y a mi sobrino Gabriel Aguilera, por su cariño, contención emocional y apoyo, los cuales llegaron en el momento en que más lo necesite.

A mi pareja Daniel Ortiz y a toda su familia por el aprecio y por cada palabra de aliento que me han brindado en estos 8 años.

Agradezco desde lo más profundo de mi corazón la comprensión, cariño y ayuda brindada por el Psicólogo José Manuel González y a la Psiquiatra Carmen Gloria Tapia, porque sin la ayuda de ellos quizás no habría llegado a esta instancia.

Al Profesor Crescente Urrutia, por su paciencia y consejos brindados a lo largo de toda esta etapa universitaria; al Profesor Ariel López, por su disposición y buena voluntad, y a cada uno de los funcionarios de la universidad que me brindaron su ayuda de manera desinteresada.

Agradecida de cada una de las personas con las cuales pude pasar tiempo, a los amigos que hice y a los que por cosas de la vida ya no están en mi camino. Cada una de estas personas dejó una pequeña huellita en mí.

Por último y el más importante, a mi abuela Emelina Chávez, la cual representa un modelo a seguir. Vi en ella a una persona perseverante y luchadora, pero al mismo tiempo comprensiva y amorosa. Lamento que no se encuentre de manera física en este momento para poder compartir con ella esta etapa tan importante de mi vida, pero tengo la esperanza que desde algún lado me esté viendo.

Un beso.

## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCION .....	1
2. OBJETIVOS .....	3
2.1. Objetivo general .....	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
3. LIMITES Y ALCANCES.....	4
4. METODOLOGIA.....	6
5. ZONA DE ESTUDIO .....	7
5.1. Identificación del problema.....	8
5.2. Situación actual .....	9
5.2.1. Tramo 1.....	10
5.2.2. Tramo 2.....	14
5.2.3. Tramo 3.....	19
5.3. Análisis general de los tramos.....	23
5.4. Catastro de señales de tránsito.....	24
5.5. Catastro de paraderos de transporte público.....	27
6. PROPUESTAS DE ALTERNATIVAS .....	33
6.1. Alternativa N° 1: Conexión directa, costado izquierdo.....	34
6.1.1. Anchos de pistas.....	34
6.1.2. Segregadores .....	39
6.1.3. Intersección con estación de intercambio modal .....	42
6.1.4. Intersecciones con calles secundarias.....	44
6.1.5. Señalizaciones horizontales y verticales.....	47
6.1.6. Consideraciones diversas .....	49
6.2. Alternativa N° 2: Conexión directa, costado derecho .....	52
6.2.1. Anchos de pistas.....	52
6.2.2. Segregadores .....	58
6.2.3. Intersección con calles secundarias .....	61
6.2.4. Señalizaciones horizontales y verticales.....	63
6.2.5. Plataforma elevada en paraderos .....	65

6.2.6. Consideraciones diversas .....	70
6.3. Análisis de alternativas .....	73
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	78
8. BIBLIOGRAFIA .....	79
8.1 Anexos .....	81

## INDICE DE FIGURAS

Figura N° 5.1: Tramo Av. Américo Vespucio – Av. General Santiago Bueras.	7
Figura N° 5.2: Circulación de ciclistas por la calzada	8
Figura N° 5.3: Perfil de calzada del tramo 1	10
Figura N° 5.4: Levantamiento aerofotogramétrico del tramo 1	11
Figura N° 5.5: Entrada y salida de Autopista, dirección Oriente - Poniente	12
Figura N° 5.6: Paso elevado Autopista Vespucio Norte.	13
Figura N° 5.7: Paso elevado Avenida Américo Vespucio.	13
Figura N° 5.8: Perfil de calzada del tramo 2	15
Figura N° 5.9: Levantamiento aerofotogramétrico correspondiente al tramo 2	16
Figura N° 5.10: Desvío hacia Avenida Isabel Riquelme	17
Figura N° 5.11: Entrada Intermodal del Sol, Maipú	18
Figura N° 5.12: Salida Intermodal del Sol, Maipú	18
Figura N° 5.13: Perfil de calzada de tramo 3	20
Figura N° 5.14: Levantamiento aerofotogramétrico correspondiente al tramo 3	21
Figura N° 5.15: Desvío a Camino La Farfana	22
Figura N° 5.16: Señaléticas vandalizadas y poco visibles	26
Figura N° 5.17: Puntos de parada	28
Figura N° 6.1: Perfil de calzada proyectada	38
Figura N° 6.2: Segregador tubular flexible propuesto	41
Figura N° 6.3: Entrada Intermodal Del Sol	42
Figura N° 6.4: Salida Intermodal Del Sol	43
Figura N° 6.5: Semáforo propuesto	43
Figura N° 6.6: Viraje a la izquierda	45
Figura N° 6.7: Viraje a la derecha	45
Figura N° 6.8: Tamaño sugerido para señales dirigidas a ciclistas	48
Figura N° 6.9: Adaptación de radio de giros	50
Figura N° 6.10: Sumidero con patrones diagonales	50

Figura N° 6.11: Perfil de calzada proyectado	56
Figura N° 6.12: Canalizador e Hito vertical propuesto	59
Figura N° 6.13: Ciclovía, Ciudad de Concepción	60
Figura N° 6.14: Hitos canalizadores de flujo peatonal	62
Figura N° 6.15: Dimensiones y distancia de señales exclusivas para ciclistas	64
Figura N° 6.16: Deficiencias de Ciclovías con respecto al Transporte Público.	67
Figura N° 6.17: Deficiencias en Paraderos	68
Figura N° 6.18: Diseño de Plataforma Elevada	69
Figura N° 6.19: Adaptación de radio de giros	70
Figura N° 6.20: Sumidero con patrones diagonales	71
Figura N° 8.1: Mapa de Ciclovías – Santiago, Chile.	81



## INDICE DE CUADROS

Cuadro N° 5.1: Conteo total de señaléticas	24
Cuadro N° 5.2: Conteo de señaléticas en Mal estado	25
Cuadro N° 5.3: Conteo de señaléticas con baja visibilidad	25
Cuadro N° 5.4: Código Identificador de Paraderos	29
Cuadro N° 5.5: Altura con respecto al andén.	30
Cuadro N° 5.6: Evaluación de elemento emplazado en paraderos	31
Cuadro N° 6.1: Anchos de pistas absolutos y recomendados	35
Cuadro N° 6.2: Diseño y características técnicas de la ciclovía	36
Cuadro N° 6.3: Anchos de pistas actuales y recomendados por REDEVU	36
Cuadro N° 6.4: Anchos de pista proyectados	37
Cuadro N° 6.5: Anchos de pistas proyectados en singularidades	37
Cuadro N° 6.6: Velocidad de operación y tipo de segregación.	40
Cuadro N° 6.7: Indicadores óptimos del sistema de iluminación	51
Cuadro N° 6.8: Anchos de pistas según lo recomendado por el Decreto 102	53
Cuadro N° 6.9: Anchos de pistas propuestos por el MINVU.	54
Cuadro N° 6.10: Anchos de pistas proyectados – Alternativa N°2.	54
Cuadro N° 6.11: Segregación y Anchos mínimos según velocidad	58
Cuadro N° 6.12: Indicadores óptimos del sistema de iluminación	72
Cuadro N° 6.13: Resumen de Alternativas	77

## INDICE DE GRAFICOS

Gráfico N° 5.1: Síntesis de tablas comparativas	25
Gráfico N° 5.2: Altura con respecto al andén expresado en porcentajes.	30
Gráfico N° 5.3: Evaluación de Elementos, expresado en porcentajes.	32
Gráfico N° 6.1: Porcentaje de la Población con Discapacidad. Año 2015	66

## RESUMEN

Hoy en día, Chile es un país donde el ciclismo y el uso de la bicicleta está en incremento. Por este motivo, es necesaria la construcción de ciclovías que se encuentren a la altura de este desafío, con el fin de proveer a las personas los elementos adecuados para utilizar este medio de transporte de forma segura. Sin embargo, hoy en día, gran parte de las ciclovías a nivel país no cuentan con los estándares mínimos propuestos por el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones - MTT, lo cual genera un riesgo no solo para aquellos que utilicen este medio de transporte, sino que para todos aquellos que circulen por las calles sin contar con las medidas de seguridad mínimas. En base a esto, entre Avenida Américo Vespucio y Avenida General Santiago Bueras se busca generar una conexión entre las ciclovías existentes con el fin de proporcionar un espacio apto para la movilización de los usuarios, ayudando de esta manera no solo con la seguridad, sino que también con la descongestión de las calles. De este modo, luego de realizar una toma de datos, se crearon 2 propuestas, donde la primera busca emplazar una ciclopista por un costado izquierdo de la calzada, sin embargo esta alternativa dificulta los desvíos a calles aledañas a la avenida. Por otro lado, la segunda busca emplazar una ciclopista por el costado derecho de la calzada, la cual, además, facilita el acceso de personas con algún grado de discapacidad o movilidad reducida al transporte público, ya que se propone la instalación de plataformas elevadas las cuales deben coincidir en altura con los andenes de los paraderos, es por eso que esta alternativa contempla mayores intervenciones al espacio público y una mayor inversión, pero brinda más beneficio a la comunidad.

**PALABRAS CLAVES:** Ciclovías, espacio público, paraderos y seguridad.

## **ABSTRACT**

Chile is a country where cycling and the use of bicycles are increasing. For this reason, it is necessary to build cycle paths that are up to this challenge. Also, it is necessary that these paths provide people with the appropriate elements to use this means of transport safely. However, today, a large part of the bike paths at the country level do not have the minimum standards proposed by the Ministry of Transport and Telecommunications - MTT, which creates a risk not only for those who use this means of transport, but also for all those who circulate through the streets without having the minimum security measures. Based on this, between Avenida Américo Vespucio and Avenida General Santiago Bueras, the aim is to create a connection between the existing bike paths in order to provide a suitable space for the mobilization of users, thus helping not only with security, but also with the decongestion of the streets. In this way, after carrying out data collection, 2 proposals were created, where the first one seeks to place a bicycle path on the left side of the road, however this alternative makes it difficult to detour to streets surrounding the avenue. On the other hand, the second seeks to place a cycle path on the right side of the road, which also facilitates the access of people with some degree of disability or reduced mobility to public transport. Besides, the installation of elevated platforms proposed must coincide in height with the platforms of the bus stops. For these reasons, this alternative contemplates greater interruptions to the public space and a greater investment, but provides more benefits to the community.

**KEYWORDS:** Bicycle lanes, Public spaces, Bus stops, and Security

## 1. INTRODUCCION

El nacimiento de las infraestructuras ciclistas data por primera vez en el año 1885 en la ciudad de Utrecht, Países Bajos, ubicada al norte del continente europeo. Detrás del origen de estas infraestructuras se encuentra de la mano el Investigador y Escritor Antoon Cornelius Oudemans, de ascendencia indonesio, nacido y fallecido en los años 1858 y 1943 respectivamente.

Fue este investigador quien meses antes de la creación del primer carril exclusivo, se propone la recolección de firmas con las cuales pretendía solicitar, al alcalde de ese entonces, un área exclusiva y segregada para la circulación de ciclistas. En aquel mismo año, se acoge la solicitud presentada por Oudemans, por parte del alcalde pero con ciertas condiciones para su uso, las cuales fueron derogadas dos años más tarde.

Desde ese entonces, el uso de la bicicleta como medio de transporte y recreacional se vio en aumento y se expandió de manera mundial.

A partir de la construcción de la primera ciclovía en Países Bajos el año 1885 y casi un siglo más tarde, se construyeron en Santiago de Chile las primeras 3 ciclovías de la región, las cuales se situaron en las avenidas Cinco de Abril y Santa Rosa.

Actualmente y a lo largo de todo Chile, se contabilizan 1396 ciclovías existentes, lo que corresponde a más de 2 mil km y, 73 se encuentran en estado de ejecución, lo cual corresponde a 115,07 km. Según los reportes entregados por el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones – MTT en conjunto con el Ministerio de Vivienda y Urbanismo – MINVU, la región con mayor kilometraje existente de ciclovías es por un alto margen la Región Metropolitana, la cual cuenta con 9,5 km de pista exclusiva por cada 100.000 habitantes.

Cuando nos referimos a Santiago, las deficiencias que tienen las ciclovías entran relacionadas a ciertas características estructurales las cuales no cumplen con lo dictaminado por las leyes chilenas, tales como el ancho y la segregación en cuanto al flujo vehicular, así como también el mal uso que le dan los usuarios estacionándose y/o circulando por ellas. (Vecchio, 2022)

Dicho lo anterior, este proyecto busca solucionar parte de la problemática mencionada anteriormente en un trayecto en específico perteneciente al tramo comprendido entre Avenida Américo Vespucio y Avenida General Santiago Bueras en la comuna de Maipú, Región Metropolitana. Dentro del tramo mencionado, se observa la desconexión de la ciclovía existente en Avenida Los Pajaritos, lo que genera que los ciclistas que circulan por este sector invadan la calzada y las veredas, causando demoras significativas en los tiempos de viajes en las horas punta, tanto para los usuarios de transporte público como privado.

La metodología ocupada para la realización de este informe fue identificar en terreno el perfil de las calzadas, sus medidas y el estado de conservación de ciertos elementos relevantes para los usuarios del transporte público. Posterior a esto, y en conjunto con el Manual de Vialidad Ciclo-Inclusiva, REDEVU y el Decreto 102, se prosiguió a analizar cada aspecto básico, pero esencial, con los que debe contar una ciclovía de alto estándar.

Finalmente, realizar la ciclovía en el tramo anteriormente mencionado va a beneficiar no solamente a aquellos que la utilicen sino que a toda persona, la cual circule por las calles anteriormente mencionadas, puesto que existirá un mayor orden, lo cual beneficiará tanto a peatones como a automovilistas reduciendo sus tiempos de viaje. Por otro lado, se generará un entorno más seguro para toda persona que circule por el espacio público, ya que cada uno podrá movilizarse por su pista correspondiente.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

Proponer la generación de la continuidad de la ciclopista en Avenida Los Pajaritos, en el tramo comprendido entre Avenida Américo Vespucio hasta la altura de Avenida General Santiago Bueras en la comuna de Maipú, para poder dar origen a una correcta circulación de usuarios que circulen en bicicleta.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Proponer medidas de seguridad en la ciclopista.
- Acortar tiempos de viajes.
- Analizar intervenciones en los espacios públicos.
- Proponer componentes especiales para ciclistas.
- Proyectar demarcaciones viales de alto estándar en cruces y virajes.

### 3. LIMITES Y ALCANCES

La propuesta del presente trabajo de titulación se fundamentará en base al Manual de Vialidad Ciclo-Inclusiva del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, y de manera complementaria en las recomendaciones del Manual de Vialidad Urbana, Recomendaciones para el Diseño de Elementos de Infraestructura Vial Urbana REDEVU, y en el Manual de Señalización de Tránsito del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones.

Además, se utilizarán diversos programas para la facilitación del entendimiento del proyecto que se quiere realizar, entre estos se pueden destacar *Pix4D Cloud*, este *software* diseñado para poder crear y compartir modelos tanto en 2D como en 3D en línea con fotogrametría, en este caso fue utilizado poder procesar las fotografías del levantamiento aerofotogramétrico realizado.

La plataforma *StreetMix* fue creada para permitir a los usuarios experimentar en el diseño de las calles. Debido a que, para esta herramienta no se requiere conocimiento técnico, es que logra llegar a todo tipo de usuarios. En este caso, la plataforma se utilizó para realizar el antes y el después del perfil de la calzada. Por otro lado, tenemos *Mapillary*, el cual es un servicio que funciona mediante *street view* por colaboración colectiva (*crowdsourcing*). Gracias a las diversas modalidades para poder capturar fotos es que todo usuario con un teléfono móvil puede contribuir, ya sea grabando desde el interior de un automóvil, desde una bicicleta o hasta caminando. En este caso, la herramienta fue utilizada para levantar un catastro de las señaléticas existentes en el trayecto. Por último, el *software AutoCAD*, el cual permite la creación y edición de geometría 2D y 3D. Para este caso fue utilizada para poder proyectar la ciclista que se desea realizar.



Debido a lo anteriormente expuesto, para la realización de este proyecto de titulación se realizará un trazado acorde a lo expuesto en el Manual de Vialidad Urbana, por lo que el objetivo del presente no es indagar en nuevos perfiles para la realización del diseño de la ciclopista.

#### **4. METODOLOGIA**

La metodología empleada para la proyección de este trabajo de título constó primeramente en examinar el trayecto en su totalidad, capturando imágenes de respaldo y tomando nota de elementos y medidas de interés.

En segundo lugar, con las fotografías y datos ya recopilados, se hizo uso de diversos softwares para poder manifestar de manera más resumida y comprensible la información reunida.

En tercer lugar, el proyecto de título se llevó a cabo principalmente dentro de las Recomendaciones de Diseño del Manual “Vialidad Ciclo-Inclusiva”, en conjunto con las Recomendaciones para el Diseño de Elementos de Infraestructura Vial Urbana, el cual es denominado como Manual de Vialidad Urbana – REDEVU 2009.

Los manuales mencionados en su primera versión fueron publicados los años 2015 y 1984 respectivamente, aunque este último cuenta con una versión más actualizada, el cual fue publicado en el Diario Oficial en el año 2009.

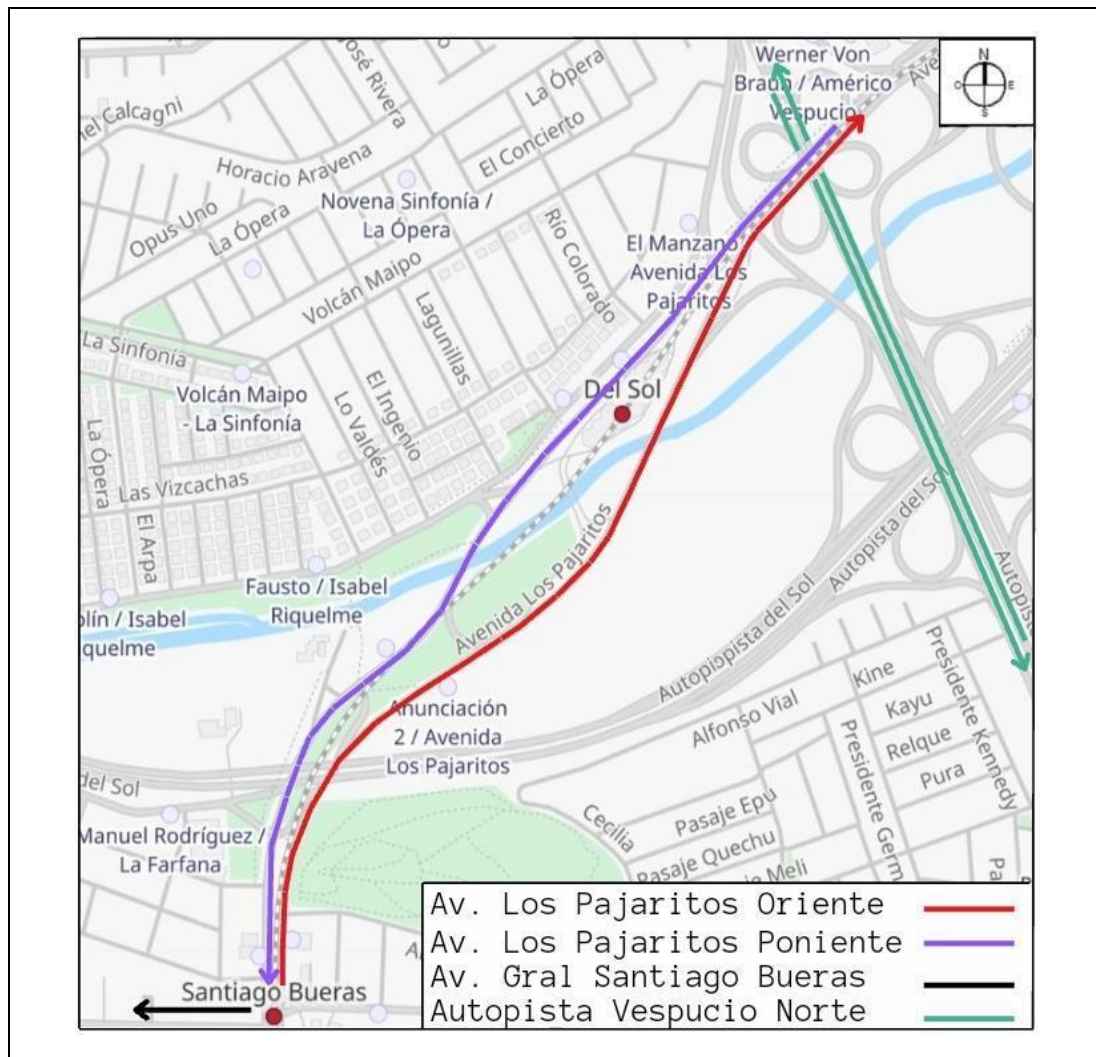
Una de las principales razones por la cual es utilizado el Manual “Vialidad Ciclo-Inclusiva” es debido a su enfoque de visión más orientado a las personas y no tanto al automóvil. Es por esto, que el trabajo de título se basa, en ciertas partes, a lo explicitado en este.

De igual forma, cabe hacer presente que lo mencionado dentro del manual son solo recomendaciones, por lo que queda a criterio del alumno si acepta o no dichas sugerencias.

## 5. ZONA DE ESTUDIO

A continuación, la zona de estudio identifica y plantea la problemática en la cual se ven afectados los usuarios de bicicletas que transitan por Avenida Los Pajaritos, entre el tramo de Avenida Américo Vespucio y Avenida General Santiago Bueras.

Figura N° 5.1: Tramo Av. Américo Vespucio – Av. General Santiago Bueras.



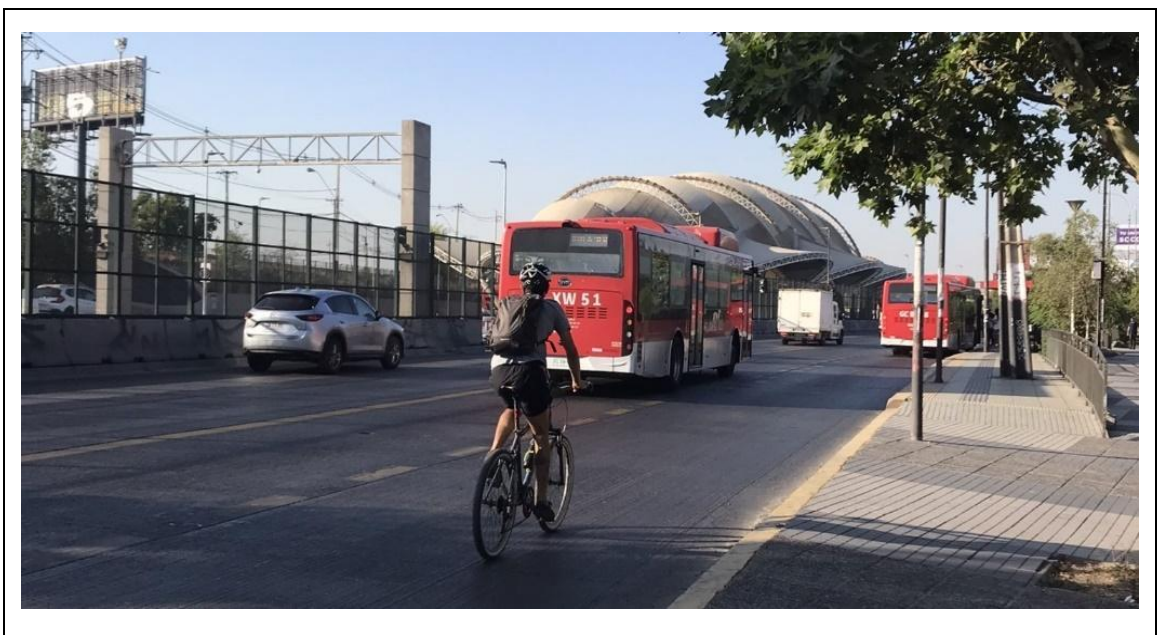
Fuente: Google Earth. Año 2022

### 5.1. Identificación del problema

La continuidad de la ciclopista en Avenida Los Pajaritos, comprendida entre el tramo de Avenida Américo Vespucio y Avenida General Santiago Bueras, situado en la comuna de Maipú.

La problemática que se genera en el trayecto mencionado sucede a raíz de que no existe ciclopista en el tramo citado, por lo que los ciclistas que decidan transitar por esta ruta de Avenida Los Pajaritos lo realizan por un costado de la calzada o por la vereda, bajándose de la bicicleta y caminando por esta. Cabe hacer presente que, entre ambas avenidas mencionadas, éstas están distanciadas a 1,5 kilómetros, por lo que no es un recorrido menor para los usuarios que decidan realizarlo caminando o para aquellos que decidan arriesgarse a circular junto a los automóviles y buses del transporte público.

Figura N° 5.2: Circulación de ciclistas por la calzada



Fuente: Elaboración propia. Año 2022

## 5.2. Situación actual

Conforme a lo expresado en el Decreto 47 de la Ordenanza General de la Ley General de Urbanismo y Construcción y por la Resolución exenta 347 de la Subsecretaría de Transporte del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, promulgada y publicada en 1987, en las cuales se explicita y establece la red vial básica de toda la ciudad de Santiago. La Avenida Los Pajaritos se instaure como una vía troncal de 3 pistas por sentido, con una velocidad de diseño de entre 50 a 80 km/h, con un flujo vehicular mayor a 2000 veh/h y un ancho mínimo de calzadas pavimentadas, en su conjunto, no menor a 14 m.

En virtud de lo expresado, cabe hacer presente que tanto la calzada Norte como la calzada Sur miden 10,7 m aproximadamente. Los valores mencionados previamente son solo aproximaciones.

A partir de lo mencionado, podemos comenzar a realizar un análisis más exhaustivo del proyecto. Para iniciar esta indagación, se dividirá el trayecto de Avenida Los Pajaritos, en tres tramos diferentes:

- El tramo 1. Desde Avenida Américo Vesputio a Avenida Isabel Riquelme.
- El tramo 2. Desde Avenida Isabel Riquelme a Fuente de agua Parque Los Pajaritos.
- El tramo 3. Desde Fuente de agua Parque Los Pajaritos a Avenida General Santiago Bueras.

Lo que se busca analizar son los anchos de pistas, las señaléticas existentes, tomas de agua, luminaria existente y el perfil actual que se observa en la avenida, para después realizar una comparación del antes y del después una vez ya emplazado el proyecto propuesto.

### 5.2.1. Tramo 1

#### Descripción general

Gracias al levantamiento aerofotogramétrico realizado en Mayo del año 2022 se logró obtener la medición de los anchos de pistas, los cuales eran necesarios para poder tener un conocimiento más acertado del estado actual de la Avenida.

Según REDEVU, la pista solo buses debe contar con un ancho mínimo absoluto y mínimo recomendable de 3,5 m y 3,75 m; respectivamente y, como se logra apreciar en la figura que se presenta, las pistas de ambos sentidos cuentan con un ancho de 3,6 m, por lo que se mantienen dentro del rango recomendado en el Manual.

Luego, con respecto al ancho de pistas vehiculares, según el Manual de Vialidad Urbana, el ancho mínimo absoluto y recomendable es de 3 m y 3,25 m; respectivamente. El ancho que se logra apreciar en el primer tramo es de 3,5 m, por lo que es más amplio que el mínimo recomendado.

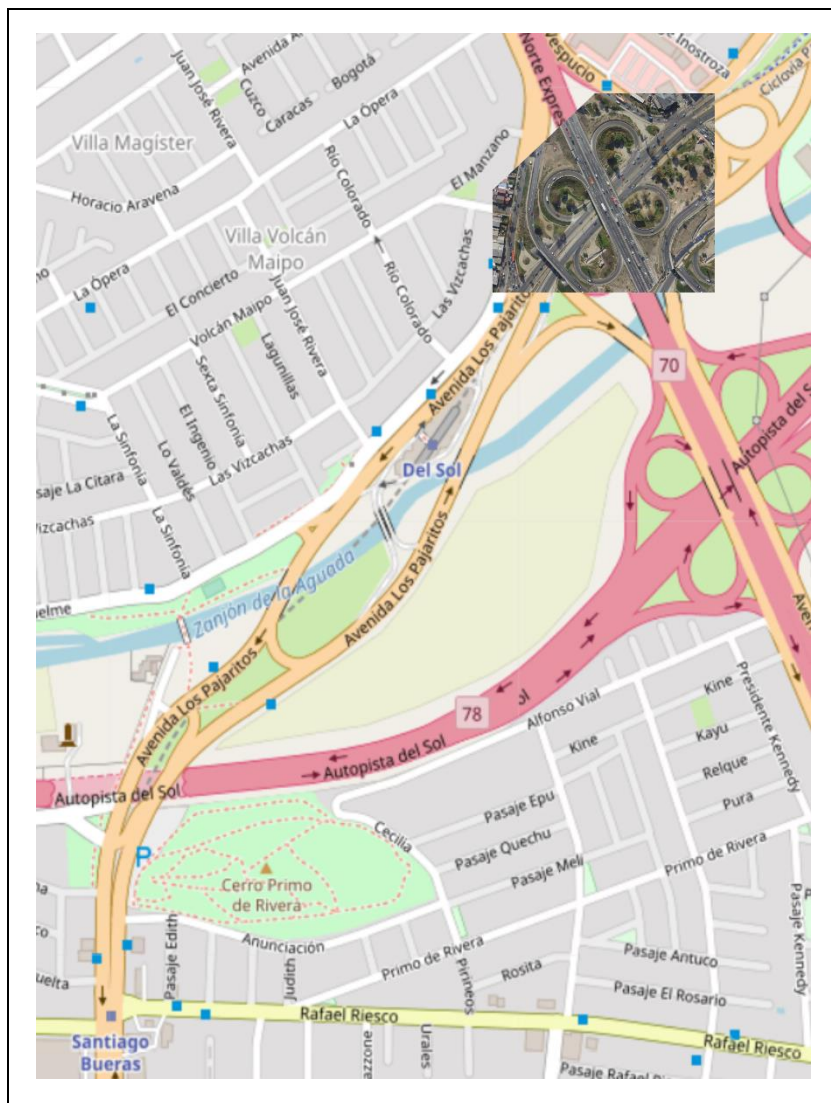
Figura N° 5.3: Perfil de calzada del tramo 1



Fuente: *StreetMix*.

A continuación, se presenta el levantamiento aerofotogramétrico correspondiente al tramo 1.

Figura N° 5.4: Levantamiento aerofotogramétrico del tramo 1



Fuente: Openstreetmap. Año 2022

## Conflictos en Tramo 1

Los conflictos que más sobresalen en este tramo es el paso sobre nivel en forma de trébol que pasa por Avenida Los Pajaritos. El emplazamiento de este paso causa dificultades para proyectar una ciclopista debido al ancho del perfil bajo este.

El paso elevado del cual se hace mención corresponde a la Autopista Vespucio Norte y como se logra observar en la Figura N° 5.5, cuenta con entradas y salidas desde la Avenida.

Figura N° 5.5: Entrada y salida de Autopista, dirección Oriente – Poniente



Fuente: Elaboración propia. Año 2022

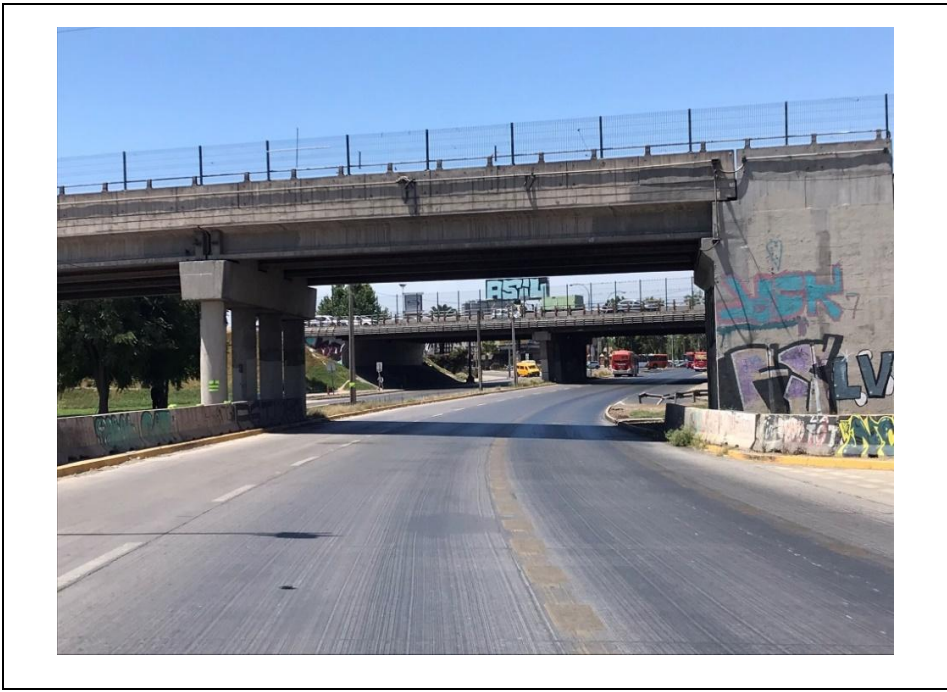


Figura N° 5.6: Paso elevado Autopista Vespucio Norte.



Fuente: Elaboración propia. Año 2022

Figura N° 5.7: Paso elevado Avenida Américo Vespucio.



Fuente: Elaboración propia. Año 2022

### 5.2.2. Tramo 2

#### Descripción general

Dentro de este tramo observamos la Estación Intermodal del Sol, la cual se encuentra destinada al intercambio de medios de transporte para los usuarios. Esta estación, actualmente, se encuentra operada por la empresa Metro S.A.

La estación de intercambio conecta a los usuarios de la Línea 5 de Metro con las comunas de Lo Prado, Estación Central y Pudahuel mediante buses urbanos, y además conecta con Malloco, El Monte, El Paico y Talagante mediante buses interurbanos.

Este recinto de 12.220  $m^2$  permaneció cerrado desde Octubre del año 2019 hasta Abril del año 2022, debido a los desmanes causados dentro de este, a raíz del estallido social.

Esta parte del tramo cuenta con una distancia entre líneas oficiales de 85,5 m, de los cuales el 58,5% es parte del ancho de la intermodal (50 m).

En consecuencia, de lo extenso de esta Avenida, se empezará analizando de izquierda a derecha los anchos de pistas, aceras y paradero, según lo estipulado en el Manual de Vialidad Urbana, así se logra un mayor entendimiento de lo relatado.

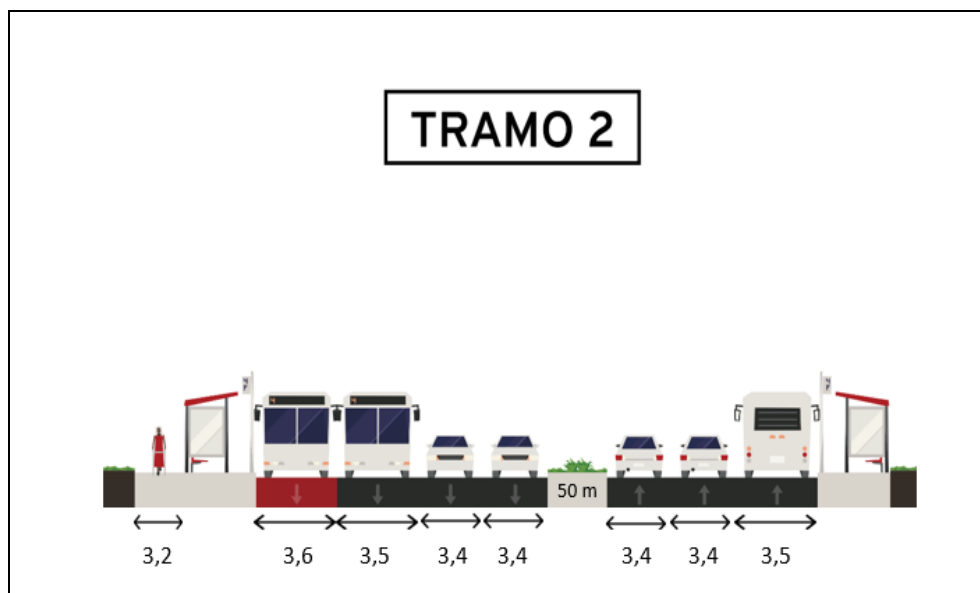
De acuerdo con lo explicitado en el Manual, las veredas frente a paradas de locomoción colectiva deben contar con al menos 3 metros de ancho, por lo que corresponde a lo expuesto en la aerofotogrametría, debido a que la acera correspondiente a este tramo cuenta con un ancho mayor a 3,2 m.

Continuando con las pistas de buses, la zona de parada se puede diferenciar de las demás, debido a que ésta toma un color rojizo en la figura. Según lo detallado por el MINVU, esta debe contar con un ancho mínimo absoluto

de 2,5 m y 3 m de ancho mínimo deseable, por lo que la zona de parada que encontramos en este tramo corresponde al ancho deseable recomendado por el Ministerio, ya que cuenta con un ancho de 3,6 m. Por otra parte, podemos observar las pistas “solo buses” de un color negro, de acuerdo con lo recomendado y conforme a la velocidad permitida en esta avenida, la cual es de 50 km/h, esta pista podría tener un ancho absoluto de 3,5 m y un ancho mínimo deseable de 3,75 m, en concordancia con lo arrojado por la aerofotogrametría, estas pistas no cuentan con el ancho mínimo absoluto, debido a que su ancho es de 3,4 m.

Por último, la pista de vehículos livianos, cada sentido, tanto de Poniente a Oriente como viceversa, cuenta con dos carriles de vehículos normales, cada uno con un ancho aproximado de 3,6 m, por lo que, según lo expresado anteriormente, es más del mínimo absoluto recomendado por el Ministerio, en vista de que el mínimo absoluto es de 3,5 m de ancho.

Figura N° 5.8: Perfil de calzada del tramo 2



Fuente: StreetMix.

A continuación, se presenta el levantamiento aerofotogramétrico correspondiente al tramo 2.

Figura N° 5.9: Levantamiento aerofotogramétrico correspondiente al tramo 2



Fuente: Openstreetmap. Año 2022

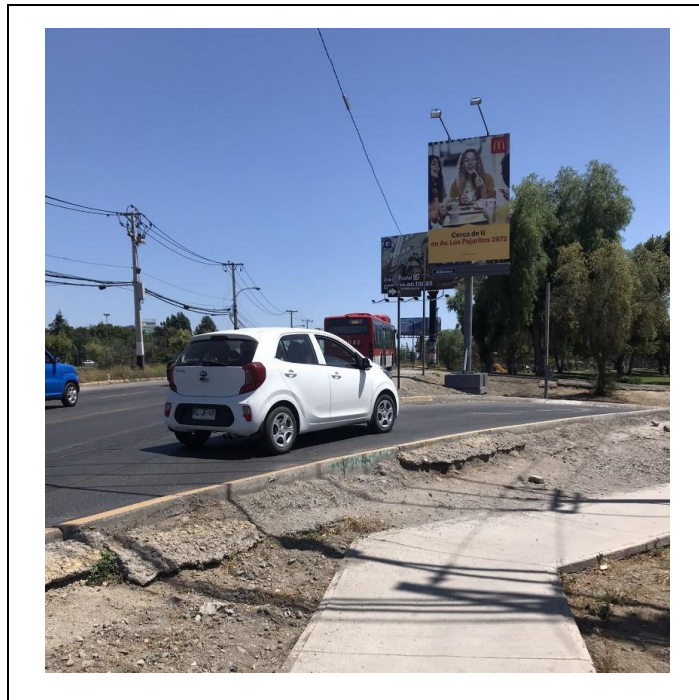
## Conflictos en tramo 2

Los conflictos de importancia que se logran apreciar dentro de este tramo es la entrada y salida de la Estación Intermodal del Sol. Esta estación cuenta, por el momento, con cinco servicios operados por la Empresa Vule, los cuales están de lunes a viernes de 6:00 a 23:00 horas y los fines de semana desde 7:00 y 8:00 horas los sábados y domingos respectivamente. Se menciona lo anterior, debido a que durante la mayor parte del día están ingresando y saliendo buses, por lo que podría generarse un posible conflicto con los usuarios de bicicletas.

De igual forma, dentro del tramo se observa la entrada y salida a la Avenida Isabel Riquelme y, el retorno desde el Poniente hacia el Oriente por Avenida Los Pajaritos.

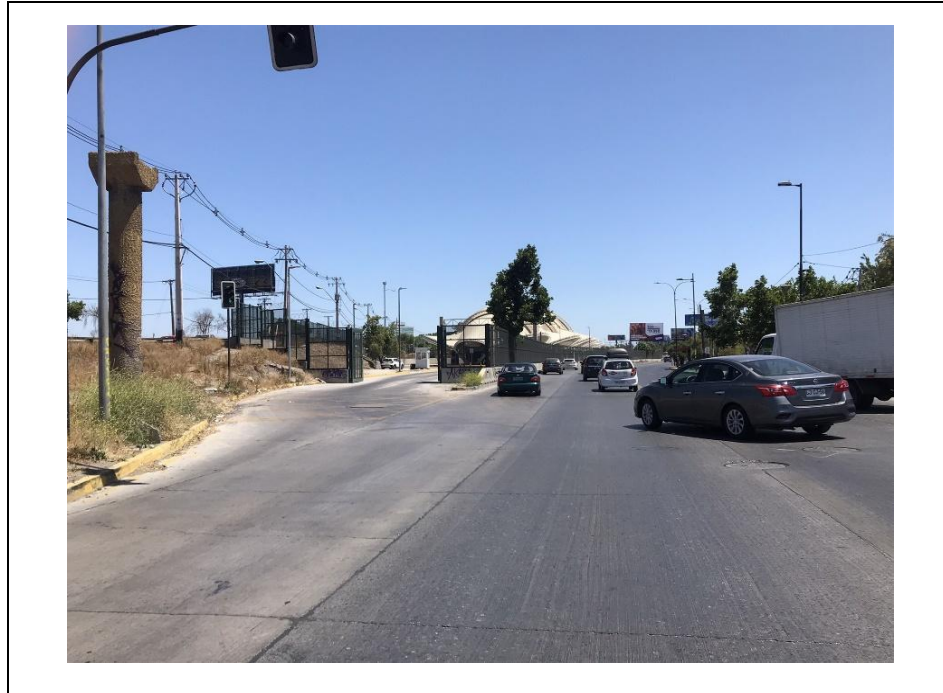
A continuación, se presentan imágenes de los conflictos mencionados.

Figura N° 5.10: Desvío hacia Avenida Isabel Riquelme



Fuente: Elaboración propia. Año 2022

Figura N° 5.11: Entrada Intermodal del Sol, Maipú



Fuente: Elaboración propia. Año 2022

Figura N° 5.12: Salida Intermodal del Sol, Maipú



Fuente: Elaboración propia. Año 2022

### 5.2.3. Tramo 3

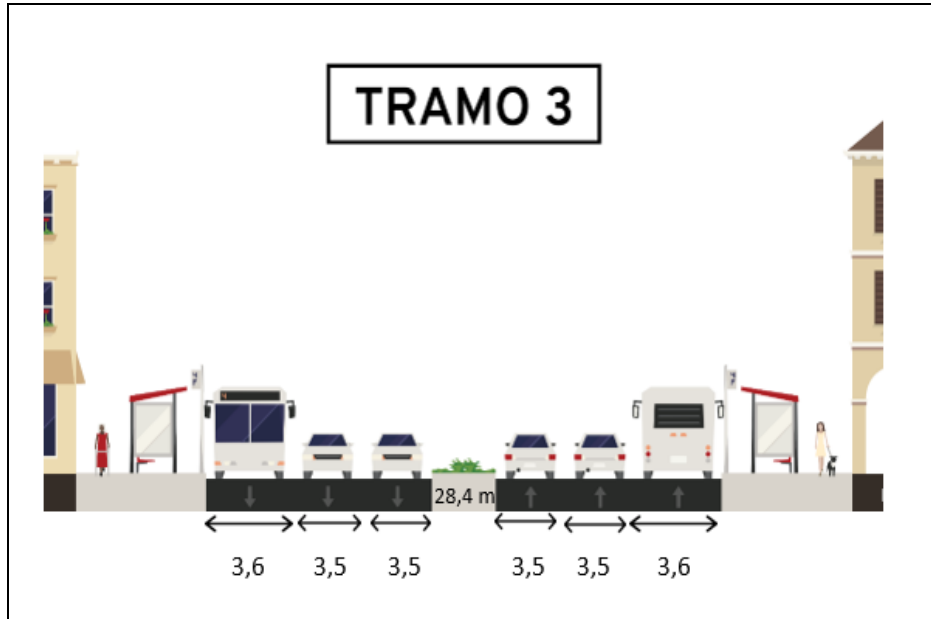
Considerando lo extenso de este tramo, los elementos que se emplazan dentro de este y la zona a la que se va acercando, se torna un poco más complicado de analizar, ya que, además de contar con diversos virajes, zonas de parada y retornos, nos encontramos con pasos peatonales, un supermercado y la salida de una estación de metro altamente concurrida.

Al ser un tramo dificultoso de analizar con precisión, debido a la variación de la medida de la mediana, a esta se le asignará una medida aproximada, a partir de lo observado en la aerofotogrametría, para no generar confusiones.

Como ya se analizó en los casos anteriores y como al señalar los anchos recomendados por el Ministerio de Viviendas y Urbanismo, en este caso sólo se informarán las distancias aproximadas con las que cuenta cada pista.

Este tramo cuenta con un ancho aproximado de 10,7 m en ambas calzadas y un ancho de mediana de 28,4 m, el cual va disminuyendo de amplitud mediante se va acercando hacia la Avenida General Santiago Bueras. Las pistas de vehículos livianos y de buses cuentan con un ancho aproximado de 3,5 m y 3,6 m respectivamente.

Figura N° 5.13: Perfil de calzada de tramo 3

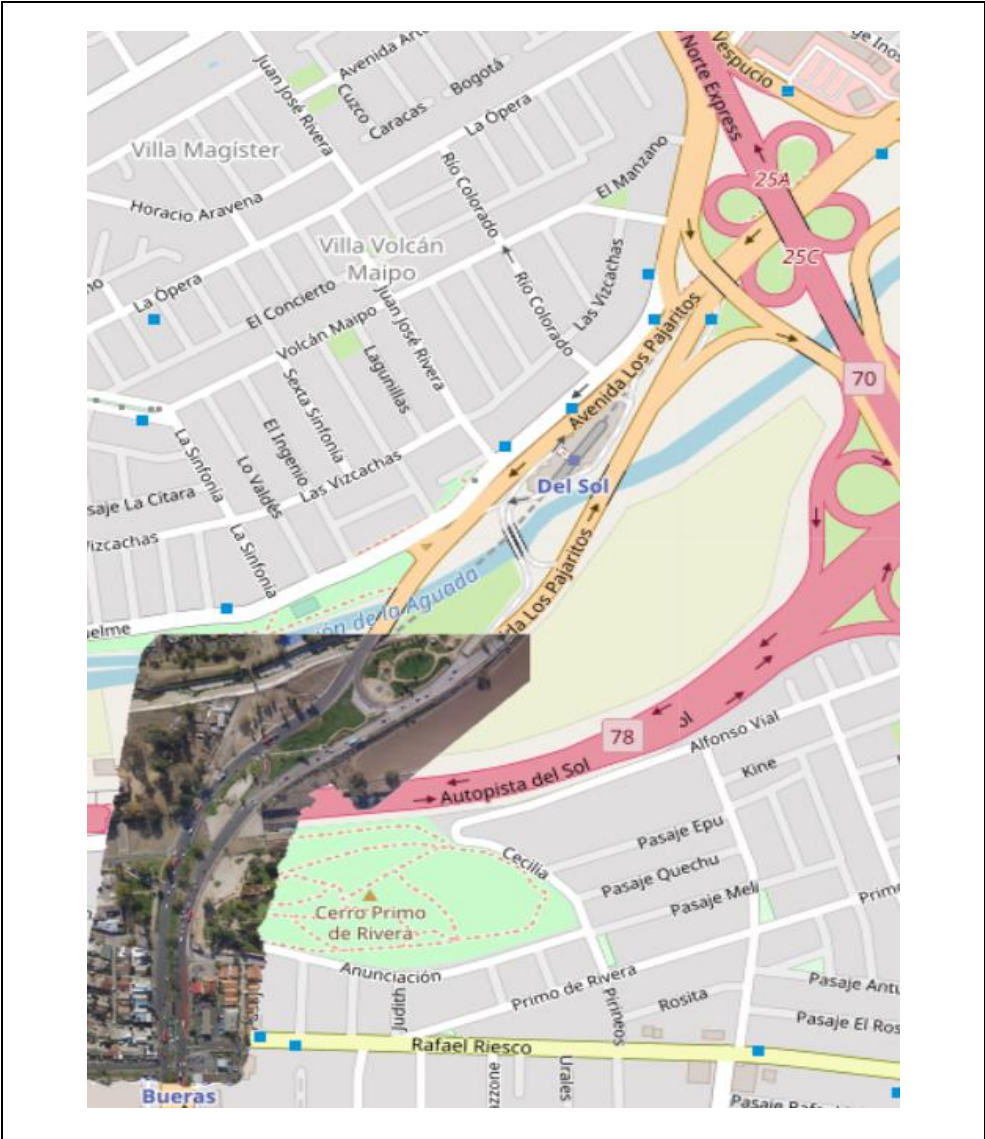


Fuente: StreetMix.

El levantamiento aerofotogramétrico correspondiente al tramo 3, se encuentra representado en la siguiente figura.



Figura N° 5.14: Levantamiento aerofotogramétrico correspondiente al tramo 3



Fuente: OpenStreetMap. Año 2022

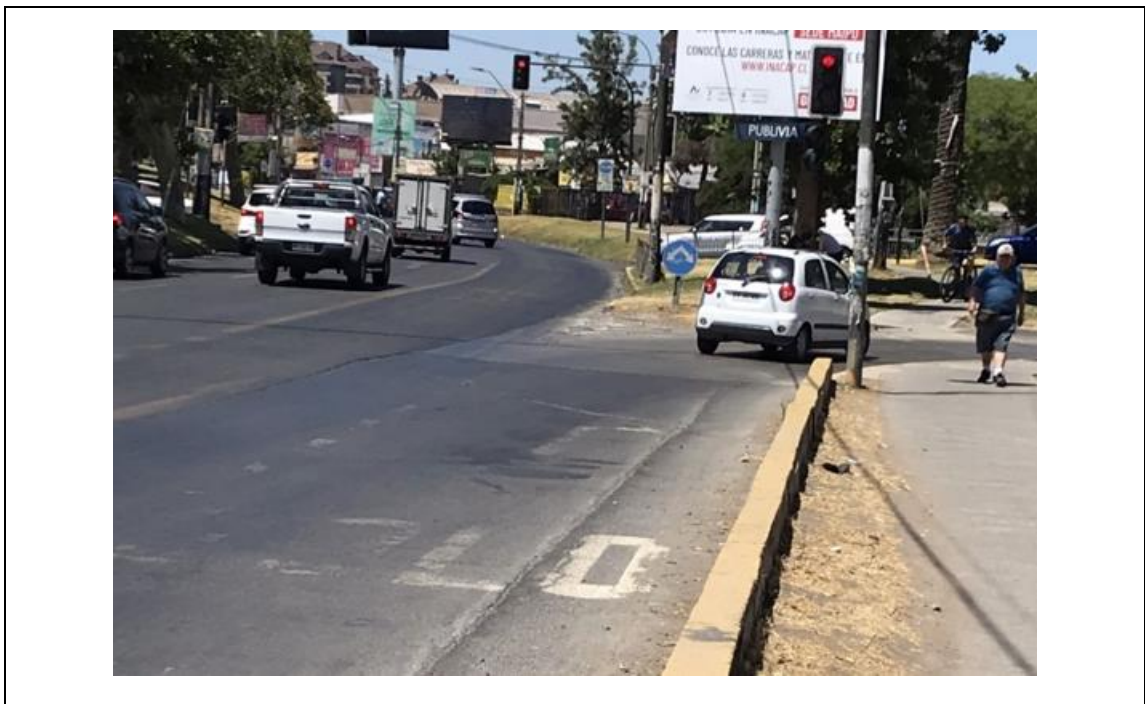
- Conflictos en tramo 3

Dentro del tercer tramo, existen diversos virajes a calles aledañas a Avenida Los Pajaritos, y cómo se logra observar en la figura que se presenta a continuación, se encuentran emplazadas diversas pistas exclusivas para la realización de esta acción.

La situación conflictiva se dará al momento en que el automovilista ingrese a la pista exclusiva de viraje y no logre percatarse de la presencia del ciclista. Claramente en estas circunstancias el automovilista debe hacer uso de sus intermitentes para así señalar la dirección a la cual se dirige, pero de igual forma, se debe realizar la instalación de señales verticales para advertir la presencia de ciclistas en la calzada.

A continuación, se presentan imágenes del conflicto mencionado.

Figura N° 5.15: Desvío a Camino La Farfana



Fuente: Elaboración propia. Año 2022

### 5.3. Análisis general de los tramos

Avenida Los Pajaritos cuenta con solo un sentido por calzada, siendo la calzada Norte de circulación Oriente – Poniente y dispone de un ancho de 10,7 m aproximadamente. Por otra parte, la calzada Sur opera en dirección Poniente – Oriente y cuenta con un ancho similar a la calzada Norte. Cabe destacar que tanto la calzada Norte como la Sur, cuenta con un perfil similar, que sería de una pista exclusiva para el tránsito de buses de la Red Metropolitana de Movilidad y dos pistas para otros tipos de vehículos.

A lo largo del trayecto se encuentran intersecciones diversas y paraderos de transporte público de alta demanda, pero existen ciertos puntos dentro del recorrido que dificultan en gran medida el emplazamiento de una ciclopista. Uno de estos puntos se encuentra en el tramo 1 y corresponde a la Autopista Vespucio Norte que pasa sobre Avenida Los Pajaritos.

En esta misma línea, otro punto conflictivo es la Estación Intermodal del Sol, la cual se encuentra dentro del tramo 2 del trayecto, y es conflictivo, ya que se genera una continua entrada y salida de buses del transporte público durante toda la semana.

Y, por último, los puntos conflictivos del tercer tramo son los diversos virajes, retornos y pasos peatonales emplazados dentro de la avenida. Estos deberán ser analizados minuciosamente debido al alto riesgo que significa un accidente dentro de esta zona.

#### 5.4. Catastro de señales de tránsito

Catastro, se define como “Censo y padrón estadístico de las fincas rústicas y urbanas” (Real Academia Española, s.f., definición 1). En este caso, el catastro realizado fue dirigido a las señaléticas emplazadas en el trayecto analizado. Este subcapítulo tiene como objetivo, evaluar y realizar una síntesis del estado en el cual se encuentran las señales de tránsito en la actualidad.

Las señales de tránsito existentes en la zona de análisis se dividieron en tres categorías (Buen estado, Mal estado y Baja visibilidad) para que de esta forma se logre simplificar el estudio.

La realización de estas categorías consistió en efectuar tres tablas comparativas y en cada una se efectuó lo siguiente:

- En la primera tabla se enumeraron las señales de tránsito en cada tramo y dirección de circulación.
- En la segunda tabla se enumeraron solo las señales que se encontraban rayadas, sueltas o inclinadas, y de la misma manera que en el caso anterior, el catastro se separó por tramos y dirección de circulación.
- En la tercera tabla comparativa se enumeraron solo las señales que se encontraban poco visibles, debido a la interposición de otros objetos o a la misma vegetación de la zona, y al igual que en las tablas anteriores, se separaron por tramo y dirección de circulación.

Cuadro N° 5.1: Conteo total de señaléticas

ORIENTACIÓN	TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3	SUMA
ORIENTE - PONIENTE	9	4	10	23
PONIENTE - ORIENTE	3	10	12	25
			TOTAL	48

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 5.2: Conteo de señaléticas en Mal estado

ORIENTACIÓN	TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3	SUMA
ORIENTE - PONIENTE	5	4	7	16
PONIENTE - ORIENTE	0	2	2	4
			TOTAL	20

Fuente: Elaboración propia.

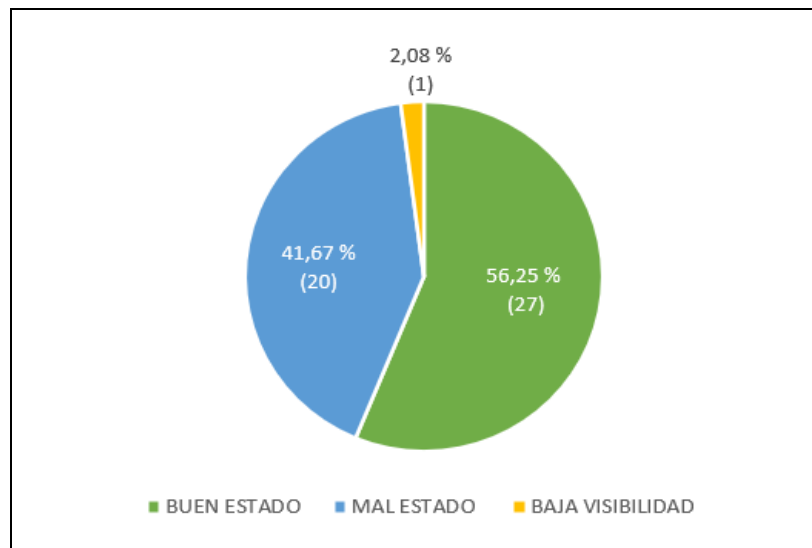
Cuadro N° 5.3: Conteo de señaléticas con baja visibilidad

ORIENTACIÓN	TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3	SUMA
ORIENTE - PONIENTE	0	0	0	0
PONIENTE - ORIENTE	0	1	0	1
			TOTAL	1

Fuente: Elaboración propia

Para poder comprender de mejor manera lo expresado en los cuadros comparativos, se realizó un gráfico circular en el cual se presenta una síntesis del catastro de señales, su equivalente expresado en porcentajes y el estado en el cual se encuentran actualmente.

Gráfico N° 5.1: Síntesis de tablas comparativas



Fuente: Elaboración propia

Como se puede percibir en los cuadros presentados, existe un total de 48 señaléticas a lo largo del trayecto analizado, de las cuales el 56,25% se encuentran en buen estado y visibles al ojo de los conductores.

Por otra parte, el 41,67%, lo cual corresponde a 20 señales de tránsito, se encuentran en estado deficiente, debido a los rayados que se realizan sobre estas y a los *stencil* adheridos.

Finalmente, el 2,08%, lo que corresponde a 1 señal de tránsito, se encuentra con poca visibilidad, debido a la vegetación situada dentro de la Intermodal del Sol. De manera que, es tarea de Metro realizar las operaciones necesarias para impedir que la flora dentro de esta estación multimodal traspase la valla divisoria.

Figura N° 5.16: Señaléticas vandalizadas y poco visibles



Fuente: Elaboración propia. Año 2022

## 5.5. Catastro de paraderos de transporte público

Con la finalidad de tener una idea más clara de los elementos que conforman una parada de buses y las carencias que presentan, se realiza el catastro que se muestra en este subcapítulo.

Los paraderos o puntos de parada corresponden a un espacio público diseñado para la conexión entre usuarios y los servicios de buses del Sistema de Transporte.

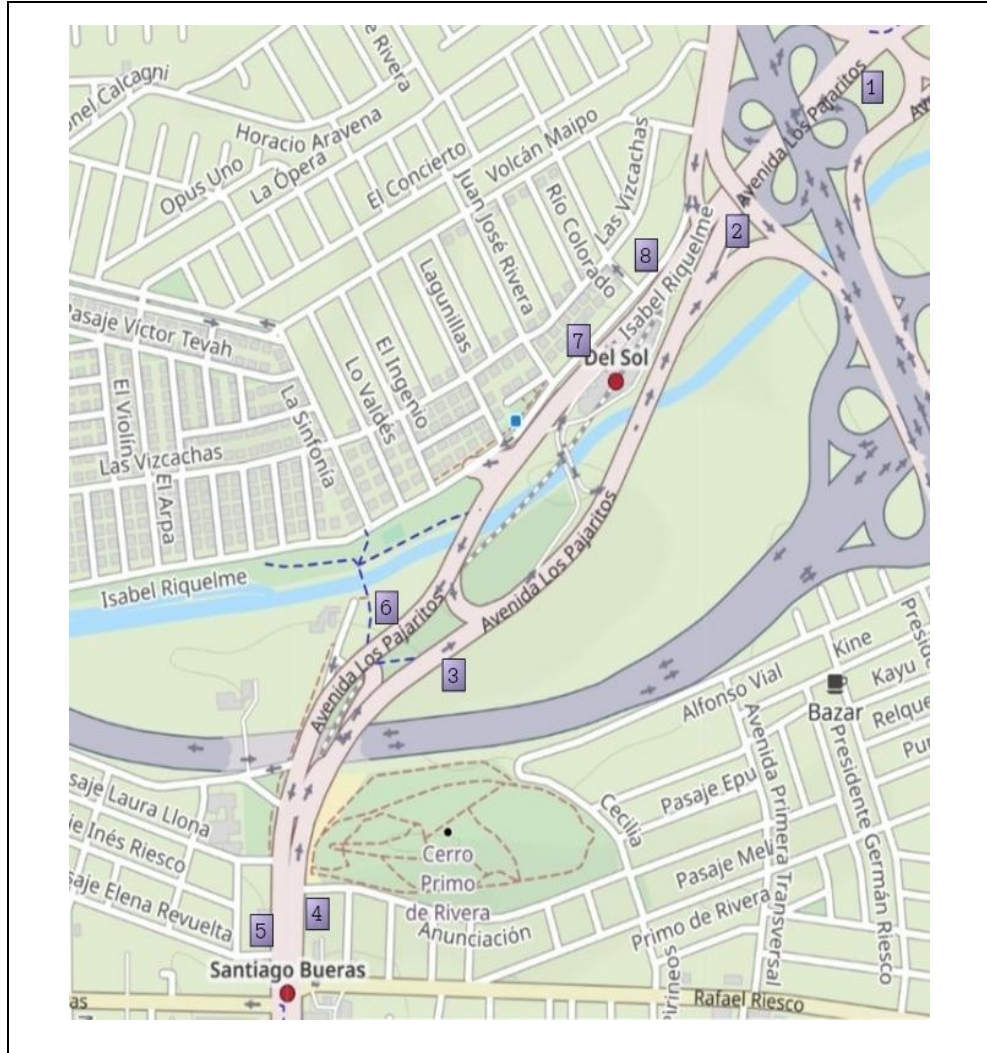
Según el Directorio de Transporte Público Metropolitano – DTPM, al año 2018 existía un total de 11.261 puntos de parada y entre ellos 9.312 contaban con algún tipo de refugio (simple, corredor o estación de transbordo). Además, según lo mencionado por el mismo directorio, en ciertos casos los puntos de parada pueden carecer de refugio, debido a que depende mucho del espacio que se dispone dentro de la acera.

Para la realización del catastro, se evaluaron diversos aspectos con los que debe contar un paradero para poder proporcionar un buen servicio, entre los cuales se pueden mencionar estado del andén y altura con respecto a la solera, estado del refugio, señal de parada, luminaria, asientos, entre otros.

En la totalidad del trayecto, existen 8 puntos de parada, 4 en dirección Oriente – Poniente y 4 en dirección Poniente – Oriente. En el recorrido que se estudia, circulan 23 recorridos distintos, de los cuales 9 pertenecen a la empresa Buses Vule S.A., 5 pertenecen a la empresa MetBus S.A., y los 9 recorridos restantes pertenecen a la empresa Servicios de Transporte de Personas S.A. – STP.

A continuación, podemos observar los 8 puntos de parada existentes en el trayecto y sus respectivos códigos identificadores.

Figura N° 5.17: Puntos de parada



Fuente: Elaboración propia. Año 2022



Cuadro N° 5.4: Código Identificador de Paraderos

PARADA	IDENTIFICADOR
1	PI253
2	PI254
3	PI217
4	PI218
5	PI234
6	PI235
7	PI236
8	PI387

Fuente: Elaboración propia

En línea con lo citado, cabe hacer presente que la altura con la que cuentan la mayoría de los buses, entre la calzada y la pisadera del bus, es de 40 cm. Lo anterior se menciona, debido a que no todos los puntos de parada cuentan con la altura suficiente para que los usuarios con movilidad reducida o discapacidad puedan acceder al transporte público con facilidad.

Como se aprecia en el Cuadro N°5.4, la altura con las que cuentan los puntos de parada emplazados en el trayecto oscila entre los 10 y 33 cm. El paradero con menor altura, de los 8 paraderos mencionados, se encuentra situado a un costado de un supermercado altamente concurrido y en frente del ingreso y salida de la Estación de Metro Santiago Bueras, Maipú.

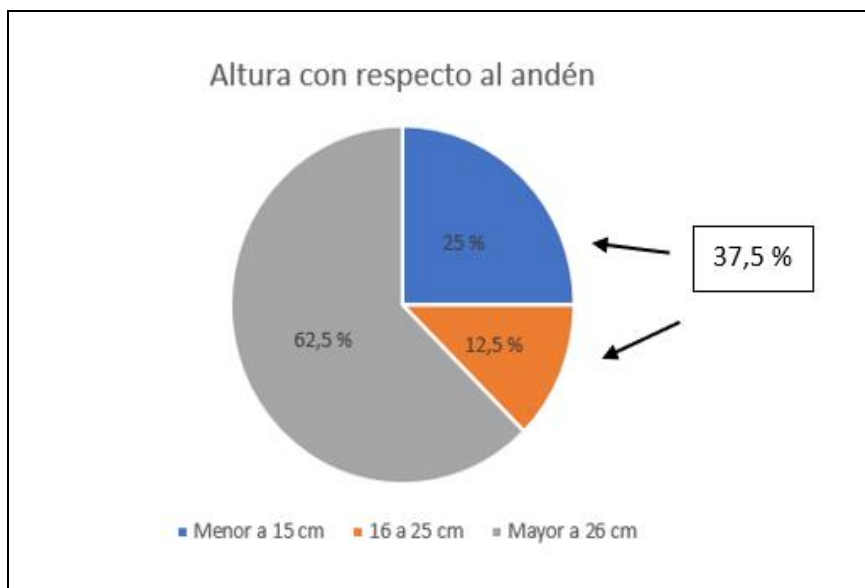
Cuadro N° 5.5: Altura con respecto al andén.

Paradas	Identificador	Altura (cm)
1	PI253	33
2	PI254	33
3	PI217	25
4	PI218	10
5	PI234	14
6	PI235	33
7	PI236	33
8	PI387	33

Fuente: Elaboración propia

A partir de la Figura N° 5.17, se percibe claramente que los puntos de parada que cuentan con una altura adecuada son más de la mitad del total, específicamente el 62,5%, en tanto, el 37,5% restante cuentan con una altura igual o menor a 25 cm.

Gráfico N° 5.2: Altura con respecto al andén expresado en porcentajes.



Fuente: Elaboración propia

Además de la altura, y como se dijo en el comienzo de este subcapítulo, se evaluaron los aspectos más relevantes de los puntos de parada, entre los cuales están: estado del refugio, pintura, basurero, asientos, luminaria, estado del andén y paneles informativos del área cercana. Para realizar el catastro fue necesario recorrer cada punto de parada para así poder observar *in situ* el estado de cada aspecto mencionado.

Todo punto de parada fue evaluado con un “cumple” o “no cumple” para cada elemento examinado, de tal forma que al concluir con la evaluación, los resultados fueran transformados en porcentaje para su fácil entendimiento.

A continuación, se observan los resultados obtenidos de la evaluación citada y una breve explicación.

Cuadro N° 5.6: Evaluación de elemento emplazado en paraderos

Elementos	Cumple	No cumple
Techo	7	1
Pintura	6	2
Basurero	4	4
Asientos	7	1
Luminaria	6	2
Andén	7	1
Informacion	1	7

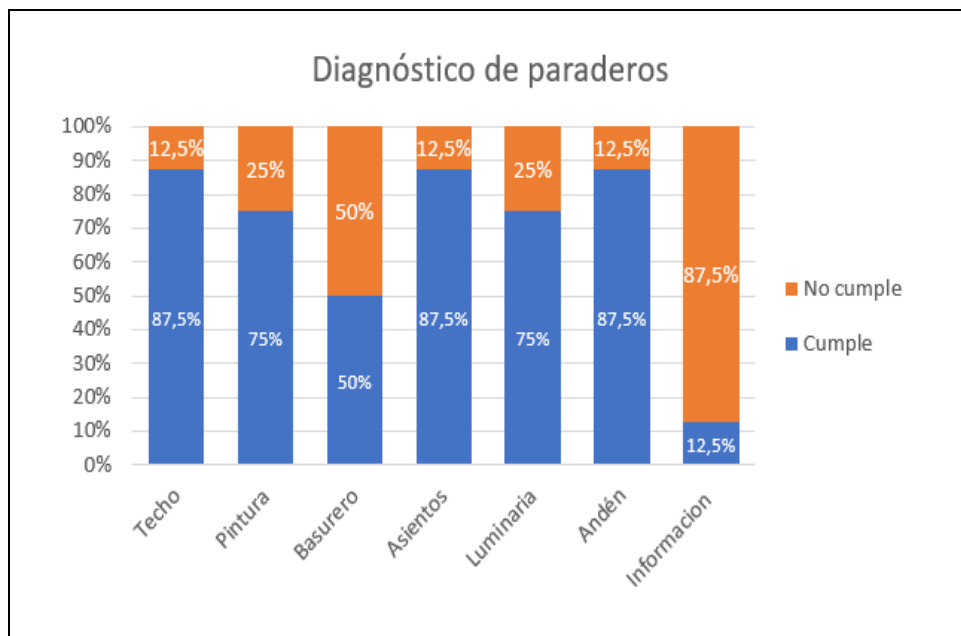
Fuente: Elaboración propia

Al observar la primera columna del Cuadro N° 5.5, y como se mencionó, al momento de la evaluación se contabilizaron 8 puntos de parada dentro del trayecto, por lo que para este caso, 7 paraderos cuentan con un refugio en buen

estado y cumplen con lo necesario para brindar comodidad al usuario, y 1 no lo hace. Así, de la misma forma descrita fueron evaluados los demás aspectos.

Los mismos resultados obtenidos y visualizados en el Cuadro N° 5.5, se pueden observar en el Gráfico N°5.3 que se presenta a continuación, pero en este caso la resolución se entrega en porcentajes.

Gráfico N° 5.3: Evaluación de Elementos, expresado en porcentajes.



Fuente: Elaboración propia

Lo que se logra concluir de los resultados obtenidos es que, en aspectos físicos, la mayoría de las paradas de buses que están emplazadas en el recorrido se encuentran en un estado aceptable para su funcionamiento, aunque es poca la información que se brinda a la comunidad mediante mapas, comunicados o datos de interés para el usuario.

## 6. PROPUESTAS DE ALTERNATIVAS

Las alternativas que se presentan en este capítulo contemplan una conexión directa entre Avenida Américo Vespucio y Avenida General Santiago Bueras, Maipú. Las propuestas son las siguientes:

1° Alternativa: Se propone el emplazamiento de ciclistas unidireccionales por el costado izquierdo en cada calzada de Avenida Los Pajaritos.

2° Alternativa: Se propone el emplazamiento de ciclistas unidireccionales por el costado derecho de cada calzada de Avenida Los Pajaritos.

De acuerdo con lo recomendado en el Manual de Vialidad Ciclo-Inclusiva, se acoge primar ciertas estrategias en caso de que no exista el espacio suficiente para el emplazamiento de una ciclista dentro de la calzada.

A continuación, se enumeran las estrategias de acuerdo a la prioridad que se recomienda:

- Eliminar estacionamientos en la vía
- Reducir anchos de pista
- Reducir cantidad de pistas de motorizados
- Aplicar medidas de gestión para reducir demanda de viajes en automóvil
- Reducir el tamaño de bandejones y medianas

## 6.1. Alternativa N° 1: Conexión directa, costado izquierdo.

Esta alternativa busca conectar de manera directa la ciclopista propuesta con las ciclovías ya existentes fuera del área del proyecto.

Para proponer una ciclopista con los parámetros que se recomiendan dentro del Manual de Vialidad Ciclo-Inclusivo, es necesario realizar un análisis de las calzadas, sus anchos de pistas y determinar el perfil de la vía estudiada. Por lo que, a continuación se realiza un análisis sobre las pistas exclusivas de buses, pistas de vehículos livianos y zonas de parada, para posteriormente proponer las medidas de seguridad necesarias con las que debe contar cada ciclopista.

### 6.1.1. Anchos de pistas

Según declara el Ministerio de Vivienda y Urbanismo en el Plan Regulador Metropolitano de Santiago / año 1994 – PRMS, el área en el cual se desea emplazar el proyecto cuenta con dos distintos anchos entre líneas oficiales. Como se menciona en el texto citado, Avenida Los Pajaritos cuenta con 30 m y 74 m entre FF.CC a San Antonio – Camino La Farfana y Camino La Farfana – Camino a Valparaíso (Ruta 68) respectivamente.

A continuación, se presenta una figura para una mejor comprensión sobre lo dicho.

La información brindada anteriormente, nos hace aseverar lo mencionado por la OGUC, dónde se clasifica la Avenida Los Pajaritos como vía tipo troncal.

A partir de la aerofotogrametría realizada el año 2022, se logra constatar que ambas calzadas de la avenida cuentan con 10,7 metros de ancho aproximadamente. Es necesario destacar que los anchos de calzada y pistas obtenidos a partir de la aerofotogrametría pueden diferir mínimamente con la realidad, ya que los resultados pueden variar debido a múltiples factores que

afecten la exactitud, tales como la posición del sol y la hora en que se realice el vuelo, resolución de las fotografías, ángulos, entre otros.

Con base en lo mencionado, se dispone de 10,7 metros para poder trabajar y lograr emplazar una ciclopista sin intervenir de manera negativa en la vialidad de la zona.

A continuación, se prosigue a presentar los anchos de pistas propuestos por el Manual REDEVU y por el Decreto 102/2021 del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones.

Cuadro N° 6.1: Anchos de pistas absolutos y recomendados

V KM/H	N		S				L			
			P. SOLO BUS		P. JUNTAS		P. UNICAS		MAS DE 1 PISTA	
	MIN. REC.	MIN. ABS.	MIN. REC.	MIN. ABS.	MIN. REC.	MIN. ABS.	MIN. REC.	MIN. ABS.	MIN. REC.	MIN. ABS.
50,00	3,25	3,00	3,75	3,50	7,00	6,50	5,00	4,75	3,25	3,00

Fuente: REDEVU

SEA:

V: VELOCIDAD

N: PISTA NORMAL

S: PISTA SOLO BUS

L: PISTA LATERAL

MIN. REC.: MINIMO RECOMENDADO

MIN. ABS.: MINIMO ABSOLUTO

Según lo expresado en el Decreto, el diseño y las características técnicas con las cuales debe cumplir la ciclovía son las que se pueden observar en la Figura N° 6.2.

Cuadro N° 6.2: Diseño y características técnicas de la ciclovía

Tipo de ciclovía	Alto (gábilo vertical) (metros)	Anchos (metros)		
		Óptimo	Recomendado	En singularidades
Unidireccional	2,5	1,8	1,5 - 1,8	1,2 - 1,5
Bidireccional	2,5	2,4	2,2 - 2,4	2,0 - 2,2

Fuente: Decreto 102.

En la actualidad, la Avenida Los Pajaritos cuenta con dos pistas normales y una pista solo bus, tal como se observa en la Figura N° 5.3, N° 5.8, y N° 5.13, con los anchos que se aprecian a continuación:

Cuadro N° 6.3: Anchos de pistas actuales y recomendados por REDEVU

	PISTA NORMAL (x2)	PISTA SOLO BUS (x1)	LINEA DE PISTAS (x2)	ESPACIO SEGREGADOR (x1)	CICLOPISTA (x1)	TOTAL
ANCHO ACTUAL	3,4 m	3,6 m	0,1 m	0 m	0 m	10,7 m
ANCHO REDEVU	3,25 m	3,75 m	0,1 m	0,5 m	1,8 m	12,75 m

Fuente: Elaboración propia

Como se logra apreciar en el Cuadro presentado anteriormente, si nos guiamos en lo recomendado por el Decreto 102 del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones y si se decide ejecutar la alternativa presentada con las medidas propuestas por el REDEVU, será necesario realizar ciertas intervenciones en el espacio público para lograr ensanchar la calzada. De esta forma y tomando en cuenta los totales presentados en el Cuadro N° 6.3, se deberá ampliar 2,15 metros lo cual corresponde a la diferencia entre lo



recomendado y lo propuesto. De esta manera se lograría llevar a cabo la alternativa N°1 de emplazar la ciclopista de manera directa por Avenida Los Pajaritos.

Cabe hacer notar que a lo largo de la Avenida nos logramos encontrar con diversas singularidades, tales como paso sobre nivel, paraderos de transporte público y un puente. Basándose en lo ya expuesto, se decide disminuir los anchos mínimos recomendados, debido a la imposibilidad de modificar el perfil de la calzada en ciertos tramos del trayecto.

Por lo tanto, los anchos que se proyectan para el emplazamiento de la ciclopista serían los siguientes:

Cuadro N° 6.4: Anchos de pista proyectados

	PISTA NORMAL (x2)	PISTA SOLO BUS (x1)	LINEA DE PISTAS (x2)	ESPACIO SEGREGADOR (x1)	CICLOPISTA (x1)	TOTAL
PROYECTADO	3,1 m	3,6 m	0,1 m	0,5 m	1,6 m	12,1 m

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 6.5: Anchos de pistas proyectados en singularidades

	PISTA NORMAL (x2)	PISTA SOLO BUS (x1)	LINEA DE PISTAS (x2)	ESPACIO SEGREGADOR (x1)	CICLOPISTA (x1)	TOTAL
PROYECTADO	3,1 m	3,6 m	0,1 m	0,5 m	1,2 m	11,7 m

Fuente: Elaboración propia

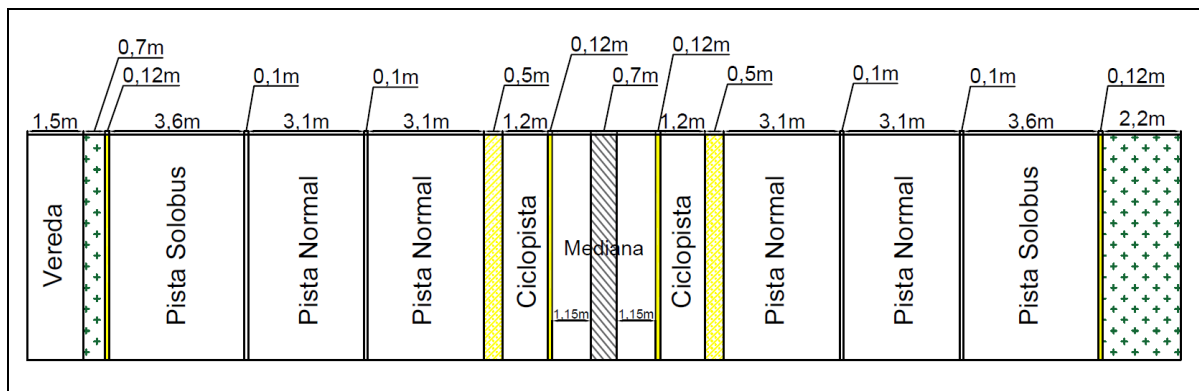
En vista del mínimo espacio existente bajo la autopista, más específicamente en la mediana y las aceras, es que se opta por reducir el ancho

de la ciclopista a 1,2 metros. Esta medida se acoge, ya que no se logra encontrar una alternativa que otorgue las mismas condiciones viales en el escenario actual y en el escenario con proyecto.

Por otra parte, la reducción mencionada sólo se encontrará bajo los pasos elevados, por lo que en el resto del trayecto el ancho de la ciclopista seguirá siendo de 1,6 m.

A pesar de la reducción de los anchos de pistas presentados en el Cuadro N°6.4 y N°6.5, no es lo suficiente para poder emplazar una ciclopista con el espacio con que actualmente cuenta cada calzada. Realizada la disminución en las medidas, aún existe una diferencia de 1,5 metros, por lo que para poder generar ese espacio faltante será necesario obtener 75 cm de la mediana y de la acera, en ambos sentidos de tránsito.

Figura N° 6.1: Perfil de calzada proyectada



Fuente: Elaboración propia.

### 6.1.2. Segregadores

Teniendo en conocimiento los anchos recomendados por parte del Ministerio, también se debe tener en consideración la segregación que debe existir dentro de la calzada.

En concordancia con lo expresado por la Real Academia Española, segregarse, se define como “separar o apartar algo o a alguien de otra u otras cosas” (Real Academia Española, s.f., definición 1). Por lo que, la finalidad de la segregación es poder generar una separación, ya sea física y/o visual, para que automovilistas y ciclistas circulen por su pista correspondiente

Los segregadores visuales consisten básicamente en demarcar con líneas longitudinales continuas, con el fin de delimitar la zona de la calzada en la que esté asignada la ciclopista, en combinación con tachas retro reflectantes. Por otro lado, los segregadores físicos consisten en interponer, entre la pista de vehículos motorizados y la ciclopista, elementos de defensa, ya sean de polipropileno u otro material similar, de manera continua o discontinua. Estos dos tipos de segregadores físicos mencionados anteriormente se diferencian en que el segregador discontinuo propone la instalación de elementos de seguridad que separen a los ciclistas de los automóviles motorizados mediante elementos de polipropileno, PVC o caucho, en comparación al segregador físico continuo, el cual hace mención a la instalación de medianas o bandejones para poder generar un área de seguridad y de esta manera evitar el ingreso de vehículos a la ciclopista.

Las segregaciones visuales y/o físicas se acogerán dependiendo de la velocidad de operación que esté establecida en la avenida, de tal manera que para poder segregarse una calzada la cual cuente con una velocidad de operación en el rango de  $30 \leq V \leq 40$ , no será del mismo tipo que para una calzada en la que circulen con una velocidad de operación de  $50 < V \leq 60$  km/h.

En el primer caso expuesto, solo sería necesario una segregación del tipo visual, en tanto para el segundo caso, sería necesario una segregación del tipo físico debido a la alta velocidad de operación.

Para comprender con mayor claridad, en el Cuadro N° 6.6 que se observa a continuación, se menciona la relación que debe existir entre la velocidad de operación y el tipo de segregador correspondiente, esto conforme a lo dictaminado en el Decreto 102 del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones.

Cuadro N° 6.6: Velocidad de operación y tipo de segregación.

Velocidad de operación: V (km/h)	Tipo de segregación	Ancho mínimo (metros)
$V < 30$	N/A	N/A
$30 \leq V \leq 40$	Visual	0,35
$40 < V \leq 50$	Visual/Física	0,50
$50 < V \leq 60$	Física	0,50
$60 < V \leq 70$	Física	0,60
$V > 70$	Física	> 1,00

Fuente: Decreto 102/2021

Para el proyecto que se presenta, la segregación que se propone será del tipo visual y físico, mediante el emplazamiento de hitos tubulares flexibles con elementos reflectantes en su cuerpo. La segregación que se escogió en esta ocasión es debido a que la velocidad de operación existente en esta calzada es de 50 km/h.

Figura N° 6.2: Segregador tubular flexible propuesto



Solar Film. (s.f.). Hito tubular flexible. Recuperado de <https://bit.ly/3DCs45j>

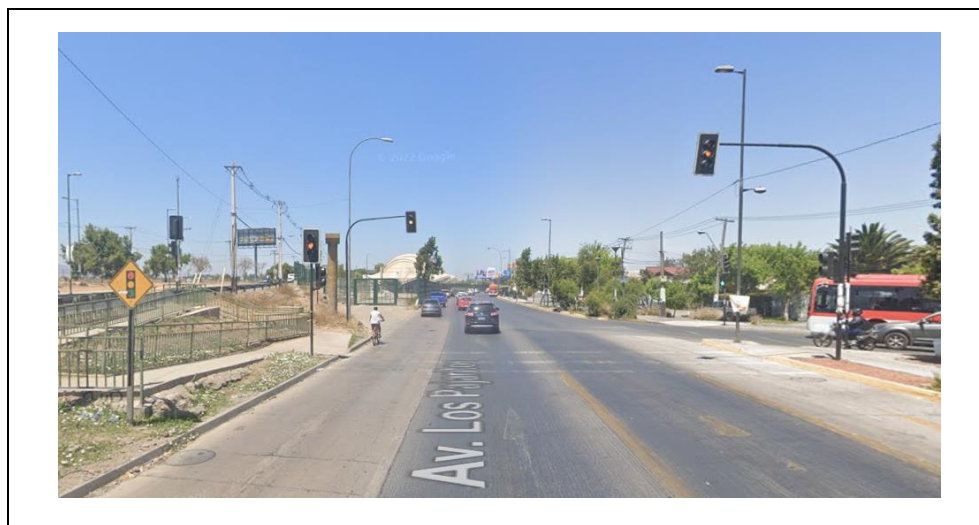
### 6.1.3. Intersección con estación de intercambio modal

Dentro de la alternativa propuesta, existe una problemática importante, y se trata de la Intermodal Del Sol, de la cual constantemente entran y salen vehículos del transporte público durante la mayor parte del día.

Como se observa en la Figura N° 6.3 y N° 6.4, tanto en la entrada como en la salida de la Intermodal se encuentran emplazados unos semáforos vehiculares, por tanto, la alternativa al posible conflicto ciclista – transporte público, consistiría en emplazar lámparas especiales y, la modificación de los ciclos de los semáforos vehiculares y peatonales. Las medidas planteadas fueron consideradas para poder darle la oportunidad al ciclista de que avance primero que los demás vehículos y pueda pasar las zonas de conflicto sin riesgos.

Puesto que los semáforos funcionan en ciclos y en sincronía con los semáforos de su alrededor, es que será necesario analizar los ciclos y programarlos con la finalidad de poder brindarle unos segundos a los ciclistas con el fin de que puedan cruzar la zona de conflicto.

Figura N° 6.3: Entrada Intermodal Del Sol



Fuente: Google Maps. Año 2022

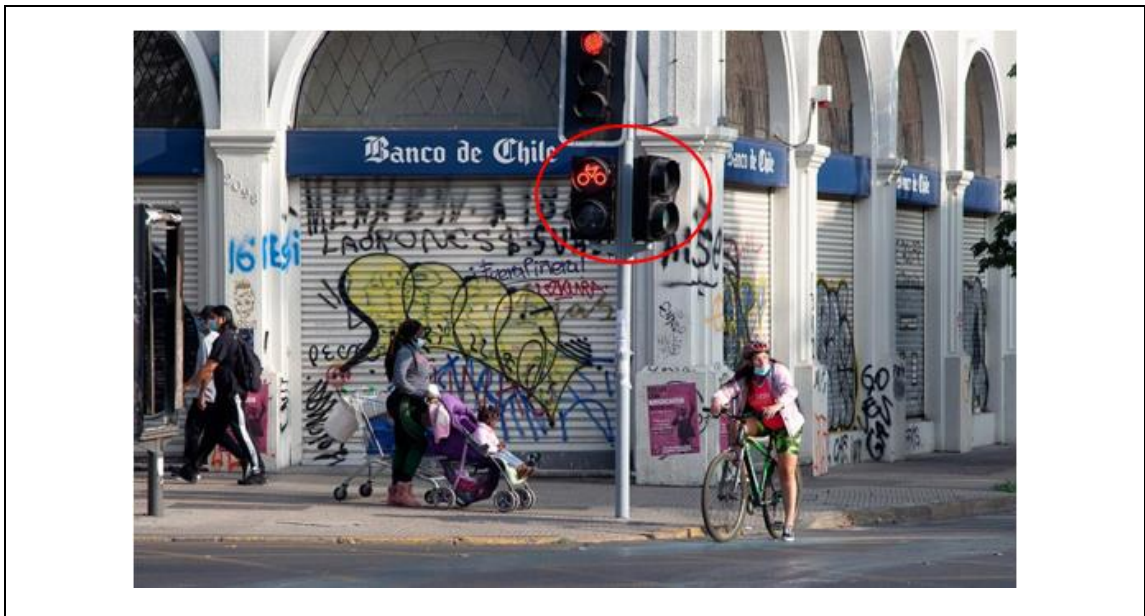
Figura N° 6.4: Salida Intermodal Del Sol



Fuente: Google Maps. Año 2022

El tipo de semáforo que se propone en el párrafo anterior es el que se observa en la Figura N° 6.5.

Figura N° 6.5: Semáforo propuesto



Revista Pedalea. (2021). Vías semaforizadas y ciclistas: ¿Podría ser legal cruzar el rojo en bici?. Recuperado de <https://bit.ly/3t4aAda>

#### 6.1.4. Intersecciones con calles secundarias

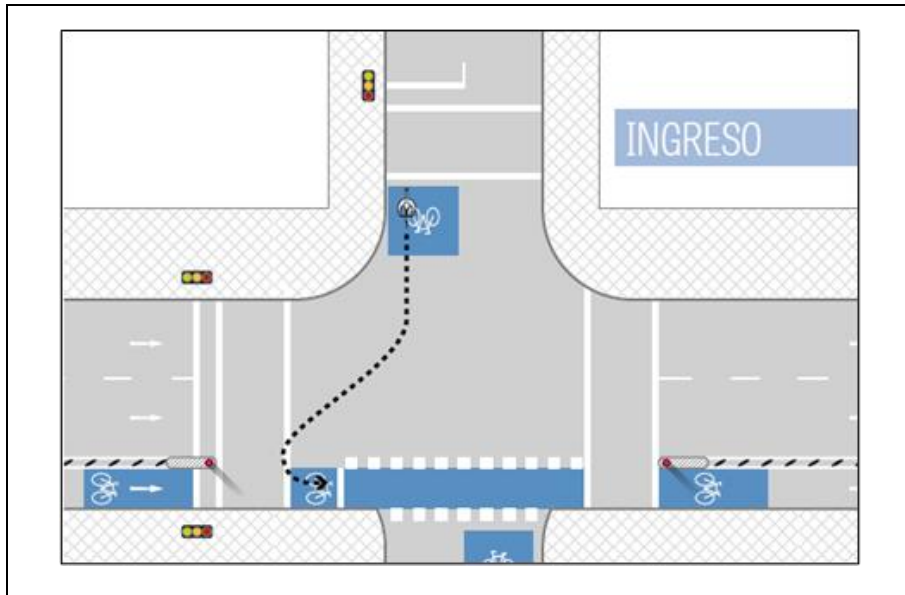
Al ser las intersecciones cruces de distintos ejes de circulación, es que a menudo se escucha de accidentes en los mismos, los que se pueden asociar a la impertinencia de algunos usuarios, a la falta de atención en el entorno o a fallas técnicas.

En virtud de la alternativa expuesta, es que se propone demarcar una nueva línea de detención exclusiva para los usuarios de vehículos a energía humana. Además, se contempla un área designada para que estos usuarios puedan esperar la luz verde o puedan realizar una maniobra en dos fases (en gancho). La maniobra anteriormente mencionada consiste en: “virar a la izquierda cruzando la calzada perpendicular para luego esperar y cruzar la vía original. Lo mismo aplica para los virajes a la derecha cuando la pista de bicicletas se encuentra emplazada al costado izquierdo de la calzada” (MINVU, 2015, p. 90).

Para poder visualizar de mejor manera lo mencionado en el párrafo anterior, observar la Figura N° 6.6 y N° 6.7.

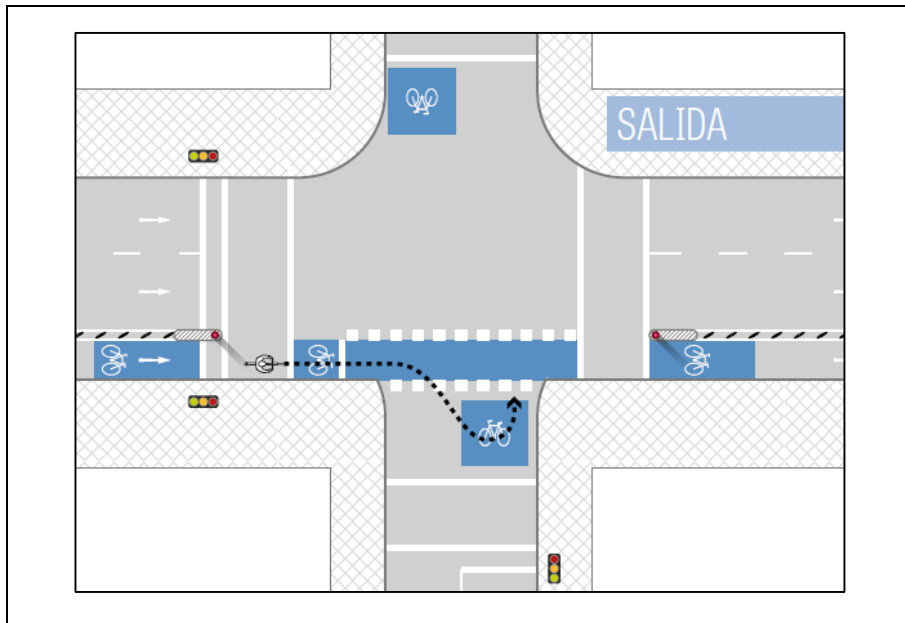


Figura N° 6.6: Viraje a la izquierda



Nota. Adaptado de *Maniobra de viraje en doble fase en dirección a la izquierda*, MINVU, 2015, <https://bit.ly/3fH4oon>. CC BY-NC 4.0

Figura N° 6.7: Viraje a la derecha



Nota. Adaptado de *Maniobra de viraje en doble fase en dirección a la derecha*, MINVU, 2015, <https://bit.ly/3fH4oon>. CC BY-NC 4.0

Este tipo de línea de detención se propone demarcarla en todas las intersecciones que se encuentren a lo largo del trayecto estudiado.

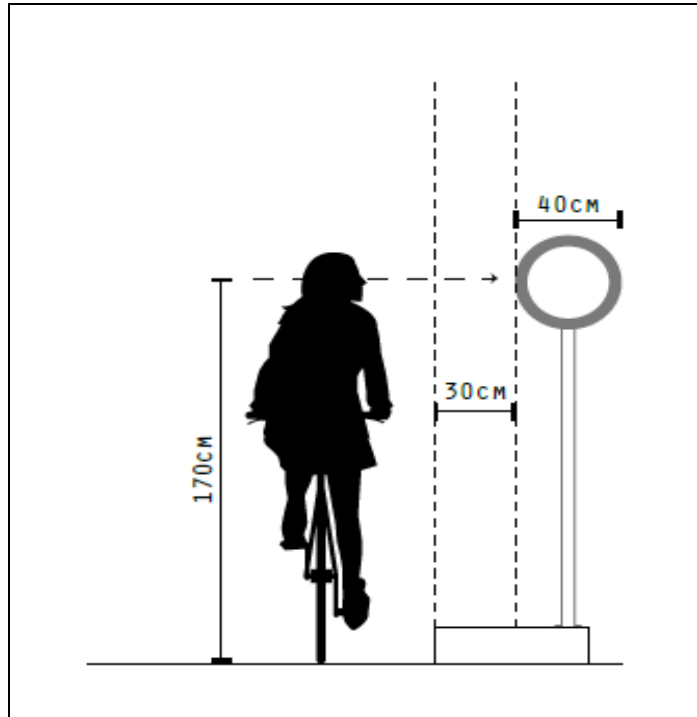
Asimismo, se propone desplazar la línea de detención de los vehículos motorizados y los pasos peatonales que se puedan encontrar en la intersección, para de esta manera emplazar un área de espera para bicicleta como el que se aprecia en las figuras anteriores. De este modo, los ciclistas podrán cambiar de eje de circulación sin inconvenientes.

#### 6.1.5. Señalizaciones horizontales y verticales

Al emplazar una ciclopista dentro de una calzada se deben contemplar las segregaciones, las intersecciones, los semáforos, los anchos de pista, pero, además, se deben considerar las señalizaciones y demarcaciones que se deben situar en la avenida, para así poder aportar información de gran importancia a los usuarios que por esta vía transiten. Los elementos que se utilicen para señalar ya sean horizontales o verticales, serán los definidos por el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones en los capítulos N° 2 y N° 3 del Manual de Señalización de Tránsito.

Conforme a lo expresado en el Manual de Vialidad Ciclo-Inclusiva del MINVU, las señalizaciones verticales exclusivas para los usuarios de bicicletas deben de ser de 0,4 metros de ancho como óptimo. En cuanto al emplazamiento de estas dentro del espacio público, deben contar con una distancia mínima de 0,3 m desde el borde de la solera hacia el interior de la acera y a una altura de 1,7 m desde la superficie de rodado al centro de la señalética. Para poder visualizar lo explicado precedentemente, ver la Figura N° 6.8.

Figura N° 6.8: Tamaño sugerido para señales dirigidas a ciclistas



Nota. Adaptado de *Tamaños recomendados para señales dirigidas exclusivamente a personas en bicicleta*, MINVU, 2015, <https://bit.ly/3fH4oon>.

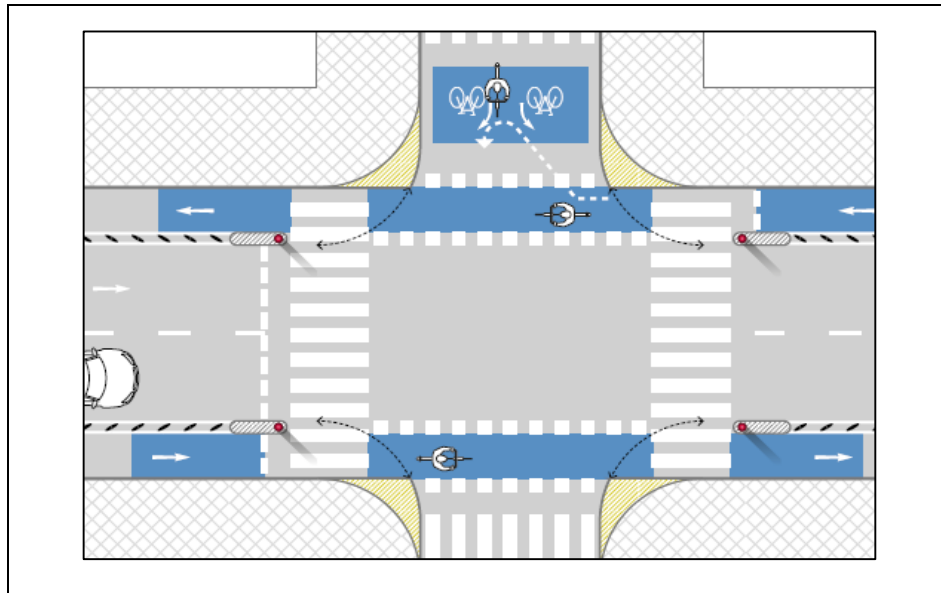
#### 6.1.6. Consideraciones diversas

Para finalizar con la propuesta 1, se prosigue a exponer un par de consideraciones que, debido a su extensión, no dieron para un subcapítulo en específico.

Dentro de las consideraciones a tener en cuenta están las de los semáforos exclusivos para los usuarios en bicicleta. La relevancia de este aspecto es necesaria tenerla presente ya que, en caso de emplazar una lámpara exclusiva, se deben programar los ciclos de todos los semáforos a su alrededor para que no exista una descoordinación y, por lo tanto, un aumento significativo en los tiempos de espera de los usuarios. Por lo que, la primera consideración en este aspecto sería la de programar en ciclos cortos los semáforos para lograr reducir o mantener los tiempos de espera que ya existen. Conjuntamente a lo anterior, generar fases exclusivas para los usuarios de bicicletas.

La segunda consideración a tener en cuenta es la de los radios de giro de los usuarios de vehículos motorizados. Estos radios deben ser más pequeños para que así la velocidad de los automovilistas se vea reducida al realizar virajes si es que para ellos fuese necesario. Al realizar esta modificación dentro del espacio público, nos permitirá darle mayor seguridad a los ciclistas, ya que, al realizar dicha intervención en el radio de giro, los vehículos motorizados se verán obligados a virar desde el borde externo de la ciclopista.

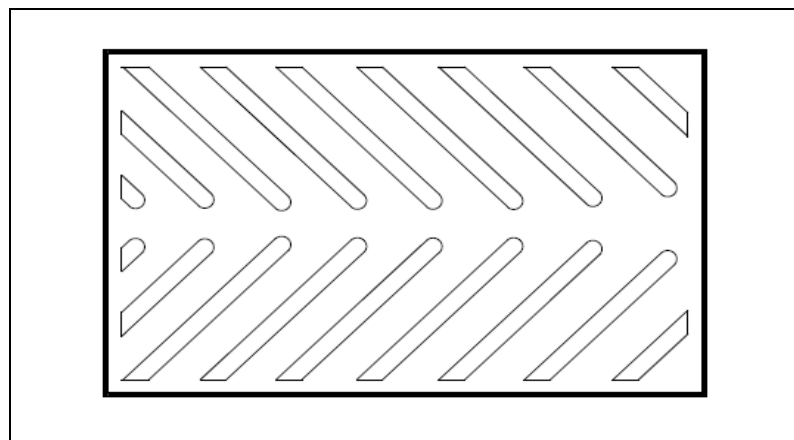
Figura N° 6.9: Adaptación de radio de giros



Nota. Adaptado de *Radios de giro*, MINVU, 2015, <https://bit.ly/3fH4oon>. CC BY-NC 4.0

Por otra parte, la tercera consideración es la de los sumideros de aguas lluvias. Estos deben ser reemplazados por sumideros con patrones diagonales y texturados, para que de esta forma las ruedas de las bicicletas no queden atrapadas o se resbalen. De esta manera se disminuyen los posibles accidentes que se puedan generar en la ciclopista.

Figura N° 6.10: Sumidero con patrones diagonales



Fuente: Elaboración propia

Y para culminar con este subcapítulo, la cuarta consideración a tener presente es el sistema de iluminación que debe tener la ciclopista para que logre otorgar un desplazamiento seguro dentro de esta. Conforme a lo expresado, el MINVU establece indicadores óptimos para las instalaciones del sistema de iluminación y estos son los que podemos observar en el Cuadro N° 6.7.

Cuadro N° 6.7: Indicadores óptimos del sistema de iluminación

Característica	Valor deseado
Promedio de iluminancia	10 lux (mínimo)
Nivel mínimo de iluminancia	2 lux (mínimo)
Uniformidad horizontal	0,4 (mínimo)
Eficiencia de la instalación	1 W/mt <sup>2</sup> (máximo)
Índice de Reproducción de Color (IRC)	80% (mínimo)
Factor de mantenimiento	80% (mínimo)
Factor de utilización	0,3 (mínimo)
Temperatura de la Luz	3.000 °K (mínimo)

*Nota.* Adaptado de *Parámetros recomendados para la instalación de iluminación de una ciclovía*, MINVU, 2015, <https://bit.ly/3fH4oon>. CC BY-NC 4.0

## 6.2. Alternativa N° 2: Conexión directa, costado derecho

Como podemos deducir del subtítulo, el objetivo de esta alternativa es generar una conexión directa, pero en comparación con la propuesta anterior, en este caso se propone la unión de las ciclovías por el costado derecho de la calzada.

El conflicto que se produce en esta situación es debido a que las ciclovías ya existentes en Avenida Los Pajaritos se encuentran ubicadas a un costado izquierdo de esta, por lo que es necesario demarcar un área, por delante de la línea de detención de los vehículos, para que los usuarios de bicicletas puedan detenerse y realizar el viraje, de esta manera, puedan situarse al costado correspondiente para que continúen el trayecto por su vía respectiva.

### 6.2.1. Anchos de pistas

Como se anunció en la descripción de los tres tramos, cada calzada, tanto la Norte como la Sur, cuentan con un ancho de aproximadamente 10,7 m.

El perfil de calzada en la actualidad está establecido por 2 pistas vehiculares normales y 1 pista de solo buses, las cuales miden 3,4 y 3,6 m respectivamente. Además, a esto se le deben sumar las líneas de pistas existentes, que en este caso son 2, que miden 10 cm de ancho cada una.

Según lo normado en el Título 2 de las condiciones de gestión y seguridad de tránsito, Art 3° del Decreto 102 del MTT, una ciclovía del tipo unidireccional debe contar con un ancho óptimo de 1,8 m y un gálibo vertical de 2,5 m. Además, debido a la velocidad máxima de circulación, debe existir una segregación mínima de 50 cm con hitos verticales en cada intersección.



Al emplazar una ciclovía dentro de la calzada y, teniendo en consideración los anchos de las pistas en la actualidad y el óptimo dictado para las ciclovías, el ancho total de la calzada que se proyecta es de 12,9 m.

Cuadro N° 6.8: Anchos de pistas según lo recomendado por el Decreto 102

ELEMENTOS	CANTIDAD	ANCHOS (m)	SUMA (m)
PISTA VEHICULAR NORMAL	2	3,4	6,8
PISTA SOLO BUS	1	3,6	3,6
CICLOVÍA	1	1,8	1,8
LINEAS DE PISTAS	2	0,1	0,2
ESPACIO SEGREGADOR	1	0,5	0,5
TOTAL			12,9

Fuente: Elaboración propia.

Conforme al ancho actual de las calzadas expresado en el primer párrafo y al ancho total que se proyecta una vez emplazada la ciclopista, se proyecta una total de 12,9 m de anchura, por lo que se produce una diferencia de 2,2 m, la cual se debe obtener mediante alguna intervención en el espacio público. Cabe hacer notar que cada ancho de pista se mantuvo para la realización de los cálculos mostrados en el Cuadro N° 6.8.

Para poder obtener la diferencia mencionada, se deben analizar las estrategias citadas en el Capítulo N° 6 de este trabajo de título.

Según las estrategias y sus prioridades, la primera alternativa para poder obtener los 2,2 m de espacio faltante es eliminando estacionamientos de la vía. En este caso, la primera estrategia no aplica, debido a que al ser la Avenida Los Pajaritos una vía troncal, queda absolutamente prohibido, por el Decreto 47/ 1992 de la OGUC, el estacionamiento y/o detención de cualquier vehículo en la calzada.

La segunda estrategia que se propone es la reducción de los anchos de pista y, para este caso, esta será una de las estrategias que se aplicarán.

Como se explicó anteriormente, Avenida Los Pajaritos es una vía del tipo troncal, por lo que su velocidad de diseño es de 50 a 80 km/h, pero según lo estipulado por el MTT y el Ministerio de Justicia y Derechos Humanos en el Decreto de Fuerza de Ley 1° - DFL, publicado en Octubre del año 2009, la velocidad máxima de circulación de un vehículo en zonas urbanas es de 50 km/h.

Debido a la velocidad máxima establecida, el MINVU recomienda anchos de pista específicos, ya sea para pistas vehiculares normales como para pistas solo buses.

Cuadro N° 6.9: Anchos de pistas propuestos por el MINVU.

V KM/H	PISTA NORMAL		PISTA SOLO BUS		CICLOVÍA	
	RECOMENDADO	ABSOLUTO	RECOMENDADO	ABSOLUTO	RECOMENDADO	ABSOLUTO
50	3,25 m	3,00 m	3,75 m	3,50 m	1,80 m	1,50 m

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en conocimiento los anchos de pista que recomienda el MINVU, los anchos que se proyectan para poder disminuir la diferencia son:

Cuadro N° 6.10: Anchos de pistas proyectados – Alternativa N°2.

	PISTA NORMAL (x2)	PISTA SOLO BUS (x1)	LINEA DE PISTAS (x2)	ESPACIO SEGREGADOR (x1)	CICLOPISTA (x1)	TOTAL
PROYECTADO	3,1 m	3,6 m	0,1 m	0,5 m	1,6 m	12,1 m

Fuente: Elaboración propia

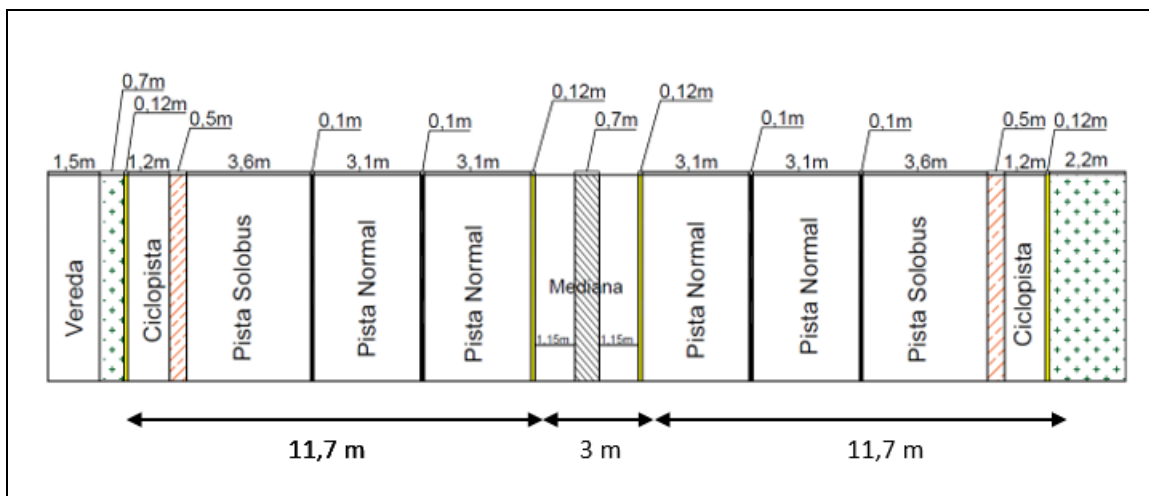
Al igual que en la alternativa anterior, se propone que la ciclopista tenga un ancho de 1,2 m en el tramo en el cual se encuentra la Autopista Vespucio Norte para luego pasar a un ancho de 1,6 m.

Como se observa en la Cuadro N° 6.10, una vez realizada la reducción de las pistas se sigue teniendo una diferencia, pero esta vez pasa de ser de 2,2 a 1,5 metros debido a que ya no se pueden reducir más los anchos de pistas, es que se sugiere intervenir en la mediana y en las aceras para poder obtener el espacio faltante.

Cabe hacer presente que bajo la autopista se encuentran dos aceras al costado derecho de cada calzada, las cuales miden 2,2 metros cada una. La acera de la calzada Norte, cuenta con una vereda de 1,5 metros y un área de vegetación de 0,7 metros, en tanto la calzada Sur solo cuenta con un área de vegetación, la cual no está habilitada para la circulación de peatones.

Por otra parte, existe una mediana de 3 metros de ancho, en esta se encuentra uno de los pilares que sostiene la autopista. El pilar mencionado mide 0,7 metros de grosor, por lo que existe un total de 2,3 metros restantes dentro de esta mediana. Si estos 2,3 metros se dividen a la mitad, quedan 1,15 metros para cada lado de la mediana, por lo que existe un espacio importante para poder ocupar.

Figura N° 6.11: Perfil de calzada proyectado



Fuente: Elaboración propia

El ancho de 1,2 metros que se propone para la ciclopista se justifica solamente para el tramo que se encuentra bajo el paso elevado, debido a que no existe el espacio suficiente para darle una anchura óptima.

Como se muestra en la Figura N° 6.11, el nuevo perfil que se proyecta cuenta con un ancho de 11,7 metros, 1,1 metros más de ancho que la calzada actual. Es por esto que se propone ganar espacio extrayendo algunos centímetros a la mediana para el caso de la calzada Norte y a la acera para el caso de la calzada Sur.

Exactamente se propone tomar 1,1 metros de la mediana, teniendo en consideración que esta cuenta con 2,3 metros disponibles y, además, se propone tomar 1,1 metros de la acera Sur. Tener en consideración que la acera mencionada no se encuentra habilitada para la circulación de peatones, por lo que los usuarios, normalmente, se dirigen a la vereda norte para circular.

Cabe hacer presente, que esta singularidad sólo se da una vez dentro del trayecto, por lo que, conforme nos vamos dirigiendo al Poniente, la mediana pasa a contar con 3 metros de ancho. Una vez que nos encontremos con la Intermodal

del Sol, la mediana desaparece por aproximadamente 300 metros, por lo que ya no es posible obtener espacio de esta. Por otro lado, se aprecia que desde este mismo punto, la acera que se encuentra frente a esta estación de intercambio modal pasa a contar con un ancho que oscila entre los 3,2 y 4,8 metros en su área de vegetación, por ende se puede obtener la diferencia de 1,1 metros desde esta zona.

### 6.2.2. Segregadores

En la actualidad existen diversos métodos para poder segregarse ciclovías y ciclobandas, estos se dividen en dos categorías:

- Segregadores visuales
- Segregadores físicos

Según lo estipulado en el Decreto 102 del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, los segregadores que se deseen utilizar estarán directa y únicamente relacionados con la velocidad de operación que exista en el trayecto.

Como se mencionó anteriormente y, como se aprecia en el cuadro N° 6.11, la avenida estudiada cuenta con una velocidad máxima de circulación de 50 km/h, por lo que para este caso se debe hacer uso de una segregación visual y física con un *buffer* de seguridad mínimo de 0,5 metros.

Cuadro N° 6.11: Segregación y Anchos mínimos según velocidad

Velocidad de operación: V (km/h)	Tipo de segregación	Ancho mínimo (metros)
$V < 30$	N/A	N/A
$30 \leq V \leq 40$	Visual	0,35
$40 < V \leq 50$	Visual/Física	0,50
$50 < V \leq 60$	Física	0,50
$60 < V \leq 70$	Física	0,60
$V > 70$	Física	> 1,00

Fuente: Elaboración propia a partir del Decreto 102

Para la situación que se plantea, se propone el emplazamiento de canalizadores para ciclovías de material PVC, los cuales deben contar con una

alta visibilidad para poder cumplir con la segregación visual que se requiere. Además, se propone la instalación de hitos verticales de material polietileno en cada intersección con ejes viales y pasos peatonales. A continuación, se presenta el separador y el hito vertical propuesto.

Figura N° 6.12: Canalizador e Hito vertical propuesto



Lorenzini (s.f.). Canalizador de ciclovías e Hito abatible desmontable B. Recuperado de <http://bit.ly/3GnDlcc>

Figura N° 6.13: Ciclovía, Ciudad de Concepción



Fuente: Fotografía por Isidoro Valenzuela M

La ventaja de la utilización de este tipo de canalizadores y del material del cual están fabricados, es que cuentan con una alta visibilidad tanto diurna como nocturna, su alta resistencia a las condiciones adversas climatológicas y su gran flexibilidad para la amortiguación de golpes.



### 6.2.3. Intersección con calles secundarias

Con el propósito de brindar a los usuarios de bicicletas una interacción con un alto índice de seguridad y comodidad, es que en este aspecto se intenta cumplir con rigurosidad los estándares y criterios de diseño recomendados por el MINVU en su Manual de Vialidad Ciclo-Inclusiva.

Según lo recomendado por el Ministerio, para que una ciclovía cuente con un estándar ciclo-inclusivo debe contar requerimientos específicos, tales como el lugar de emplazamiento de ciclovías, estas deben ir a nivel de calzada y las que circulen a nivel de peatones deben ser bajadas a nivel vehicular; también, otro requisito propuesto es la demarcación de la zona de espera para los ciclistas, además de las líneas que indiquen el trayecto para que estos realicen un giros en dos fases.

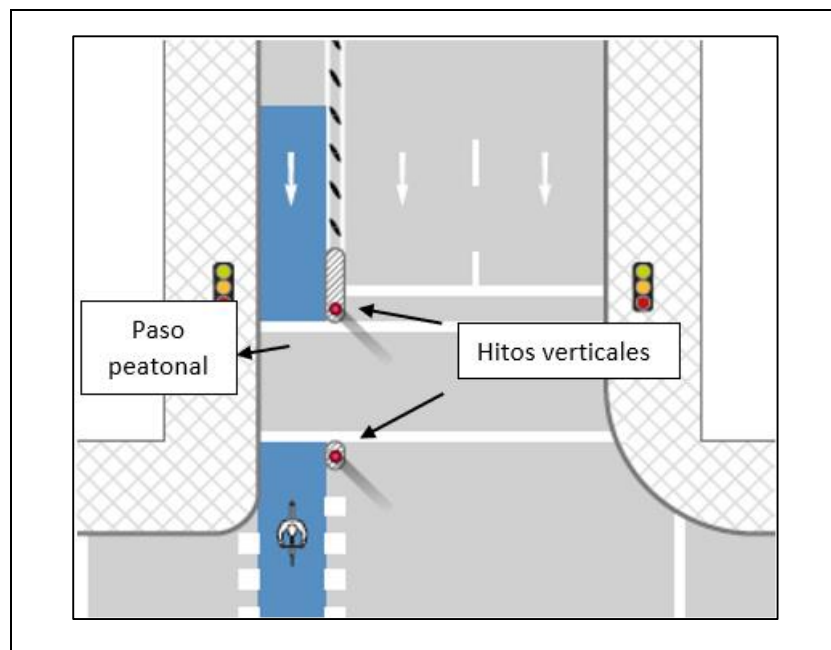
Como se dijo anteriormente, se busca que cada ciclista, que circule por la ciclopista, realice un giro en dos fases y espere en la zona establecida, en caso de que para ellos fuese necesario.

Para poder emplazar el área descrita, se propone el desplazamiento de las líneas de detención de vehículos motorizados, dándole así un espacio suficiente para la demarcación de la zona. En caso de existir pasos peatonales también será necesario el desplazamiento de 1 metro hacia la dirección contraria del sentido del tránsito, para que no exista conflicto entre ciclistas y peatones. Conjuntamente a esto y, como recomienda MINVU, la ciclopista contará con un color RAL-5012 (azul) en toda su extensión, excepto en el caso de que se intercepte con un paso peatonal. En este caso, el color de la ciclopista se debe interrumpir para que el peatón sepa con claridad cuál es el área designada para el paso. Además, se hace énfasis en que es el transeúnte quien cuenta con mayor prioridad por sobre los vehículos.

Al momento de que el ciclista este cruzando por la intersección, este deberá hacerlo por el área demarcada de color azul. A los costados del área descrita, se propone la demarcación de cuadrados de color blanco con medidas de 50x50 cm, los cuales deberán estar a 50 cm los unos de los otros. Además, se propone la instalación de tachas reflectantes en los inicios y finales de las ciclopista, para que los automovilistas cuenten con una correcta visibilidad en condiciones de poca luminosidad. Por otro lado, se propone la demarcación de líneas, generando con estas un camino a seguir para los ciclistas, con el objetivo de orientar al usuario de bicicleta para que llegue de manera correcta y segura a la zona de espera dispuesta para ellos.

Asimismo, y con respecto al punto N° 6.2.2 denominado “Segregadores”, se propone el emplazamiento de hitos verticales al comienzo y al final del cruce con el paso peatonal. A continuación, se expone la representación de lo descrito anteriormente.

Figura N° 6.14: Hitos canalizadores de flujo peatonal



Nota. Adaptado de Señalización y Demarcaciones, MINVU, 2015, <https://bit.ly/3fH4oon>. CC BY-

NC 4.0

#### 6.2.4. Señalizaciones horizontales y verticales

Al mencionar la seguridad vial, de manera inmediata se asocia a la prevención de accidentes de tránsito o la disminución de sus efectos. Para poder lograr dicha seguridad no solo debe ser responsabilidad del usuario prevenirlos, sino que, también de las autoridades a las que les compete.

Al ser este un trabajo en conjunto no solo basta con que el usuario del vehículo circule dentro de los límites establecidos de velocidad o que se abstenga del uso de su teléfono móvil ya que, además, deben estar las señales de tránsito, tanto horizontales como verticales, emplazadas en la forma, altura, orientación y ángulo correcto.

Todas estas acciones mencionadas, y algunas más, en su conjunto generan un uso correcto de la vía pública y, por consiguiente, la reducción significativa de los accidentes viales.

Como se hizo mención, las señales de tránsito son un aspecto importante dentro de la seguridad ya que, estas están diseñadas especialmente para poder transmitir información relevante a los usuarios.

En la actualidad existen 3 categorías distintas de señales verticales de tránsito, y estas son:

- Señales reglamentarias
- Señales de advertencia o preventivas
- Señales informativas

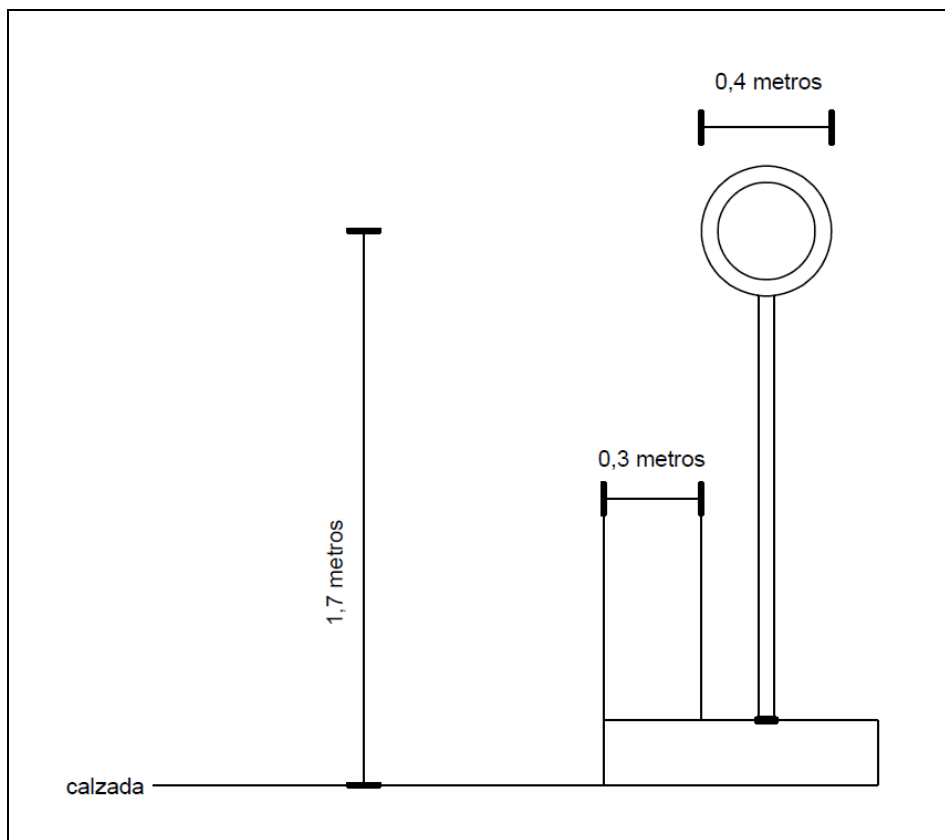
Cada una de estas tiene la finalidad de reglamentar, advertir e informar al usuario, pero, no todas cuentan con el mismo propósito.

Para complementar la información dada y, volviendo al tema principal de este trabajo de título, las señalizaciones verticales exclusivas para ciclistas

cuentan con dimensiones distintas a las señales destinadas a los vehículos motorizados. Las señales mencionadas anteriormente, contarán con las dimensiones descritas en los capítulos N°2 y N°3 propuestos por el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones en el Manual de Señalización de Tránsito.

Según lo recomendado por el MINVU, las dimensiones y distancia de emplazamiento óptimos con las cuales deben contar estas señales verticales son las que se logran apreciar en la Figura N° 6.15.

Figura N° 6.15: Dimensiones y distancia de señales exclusivas para ciclistas



Fuente: Elaboración propia en base al Manual de Vialidad Ciclo-Inclusiva

#### 6.2.5. Plataforma elevada en paraderos

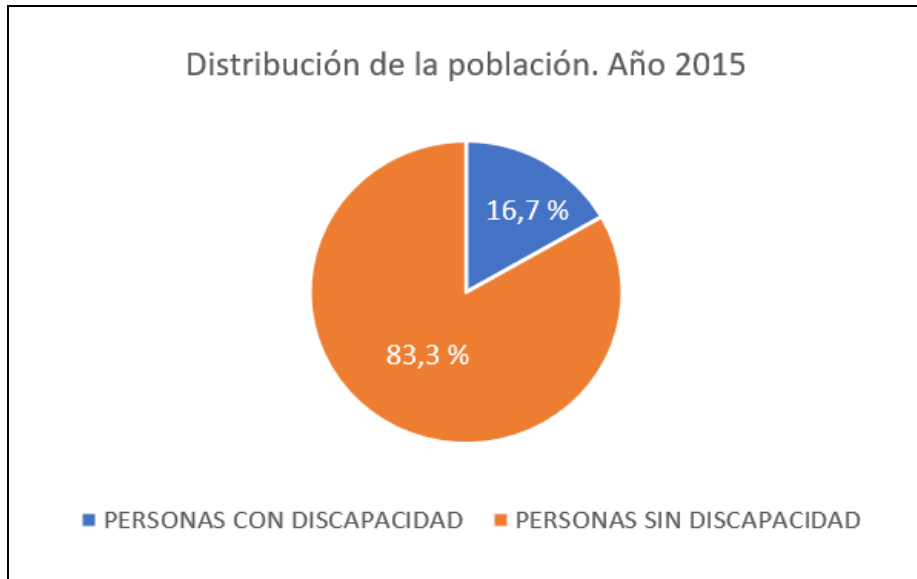
Según el Censo realizado en Abril del 2017 por el Instituto Nacional de Estadísticas – INE, la población total a esa fecha era de 17.574.003 personas, naturalmente y, debido a la población extranjera que hace ingreso al país cada año, este número ha ido en aumento. Las predicciones hechas por este organismo pronosticaban al año 2022 un aumento en la población a un total de 19.828.563 personas. A causa del aumento de la inmigración, a las defunciones y a los recién nacidos puede que este número haya variado. Lamentablemente, no será hasta el año 2024 que se realizará el siguiente censo, por lo que hasta el momento el número pronosticado aún es incierto.

Conforme a los resultados aportados al año 2017 en la comuna de Maipú, existían 32.203 habitantes de entre 0 y 4 años. Además, a esa fecha existía una población de 30.678 habitantes de 70 años o más.

Por otro lado, según los que se menciona en el Segundo Estudio Nacional de la Discapacidad, realizado en el año 2015 por el Servicio Nacional de Discapacidad – SENADIS, en aquel año la población con algún tipo de discapacidad ascendía a 2.836.818 habitantes. De esta población total, 2.606.914 eran personas adultas de 18 años o más y, 229.904 eran niñas (os) de entre 2 a 17 años.

Lo que se logra deducir de lo mencionado, es que cada año la población sufre un aumento, por lo que probablemente exista un mayor número de personas adultas mayores, niños y personas con algún grado de discapacidad, ya sean chilenos o extranjeros, por lo que es imprescindible la implementación de medidas inclusivas dentro del espacio público.

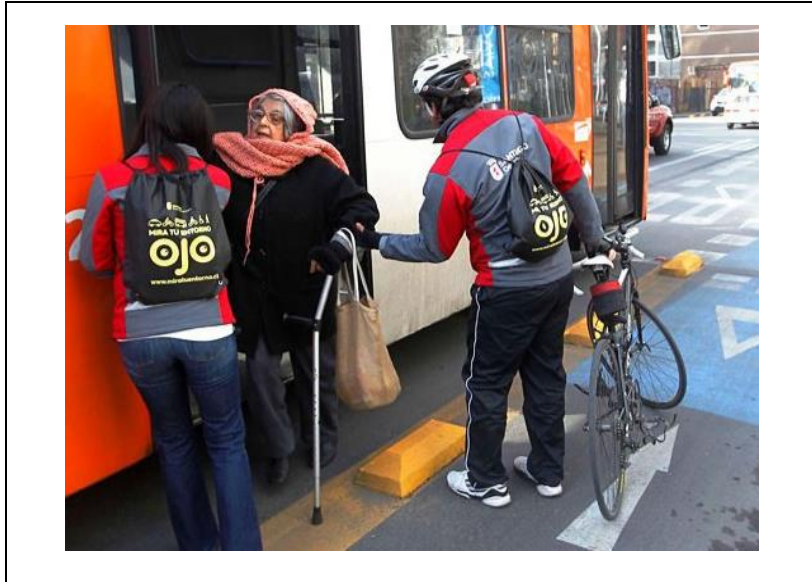
Gráfico N° 6.1: Porcentaje de la Población con Discapacidad. Año 2015



Fuente: Elaboración propia en base al estudio realizado por SENADIS.

La razón de lo explicado anteriormente es debido a que, y como ya es sabido, el transporte público debe ser accesible y seguro para todos los usuarios que lo requieran. Pero, como se logra apreciar en el punto N° 5.5 – Catastro de Paraderos de Transporte Público, 3 de los 8 paraderos que están emplazados en el trayecto, no cuentan con una altura en su andén apropiado para un acceso seguro y fácil.

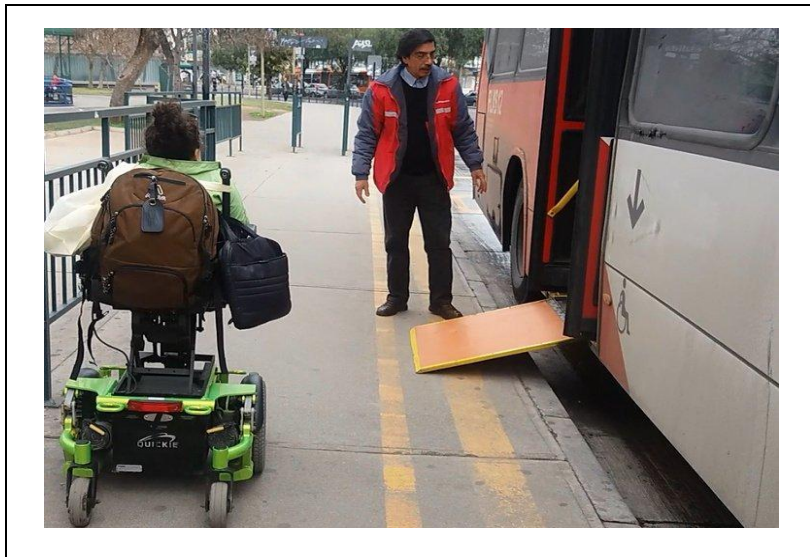
Figura N° 6.16: Deficiencias de Ciclovías con respecto al Transporte Público.



Fuente: Emol.

Enlazando lo mencionado con el título de este apartado, la medida que se propone para la circulación de los ciclistas y, para facilitar el acceso a las personas con movilidad reducida y discapacidad, se propone el emplazamiento de plataformas elevadas frente a los paraderos del transporte público.

Figura N° 6.17: Deficiencias en Paraderos



Fuente: Corporación Ciudad Accesible

Debido al escaso espacio que se tiene en la Avenida, no es posible el emplazamiento de una alternativa que pueda dar mejores resultados como lo es desviar la ciclopista por detrás del paradero. Es por esto que la solución que más se acomoda al espacio disponible es el emplazamiento de plataformas elevadas para cada paradero.

Cabe hacer notar, que los buses que por este trayecto transitan tiene una altura de 40 cm aproximadamente desde la calzada a la pisadera del bus. También, se debe tener en consideración que, por el mecanismo con el que cuentan los nuevos buses eléctricos, estos tienden a bajar un poco al momento de abrir sus puertas, por lo que 30 cm de altura para un andén es suficiente.

Para el emplazamiento de las plataformas elevadas, todos los paraderos deben contar con la misma altura en sus andenes, de esta forma, los ciclistas podrán circular por el costado derecho de la calzada sin perjudicar a los usuarios del transporte y, además, se le brinda una mejor accesibilidad a las personas con movilidad reducida y con discapacidad.



Se propone que la plataforma cuente con 1,2 metros de ancho, 30 cm de alto aproximadamente y un largo variante, debido a que no todos los paraderos cuentan con la misma longitud.

La ciclopista en estas zonas en específico, además de los que se mencionaron en los puntos N° 6.1.1 y N° 6.2.1, será de 1,2 metros de ancho, debido a que con esto, los ciclistas deberían tender a disminuir su velocidad y así, darle la preferencia a los peatones que ingresen o salgan del bus. Además de esto, se propone el emplazamiento de señales verticales y horizontales exclusivas para los usuarios de bicicletas, donde se les informe que la prioridad dentro del cruce entre la ciclopista y el paradero es primeramente del peatón.

En esta misma línea, otro de los beneficios que proporciona el angostamiento de la ciclopista es el de no permitir que los ciclistas se sobrepasen o adelanten en esta zona, lo que conlleva a que la zona sea un poco más segura para ambas partes. Lamentablemente, es casi inevitable la invasión de los peatones a la ciclopista, por lo que será necesario el emplazamiento de advertencias, ya sea con señales verticales o leyendas, para que de esta forma se eviten accidentes.

Figura N° 6.18: Diseño de Plataforma Elevada



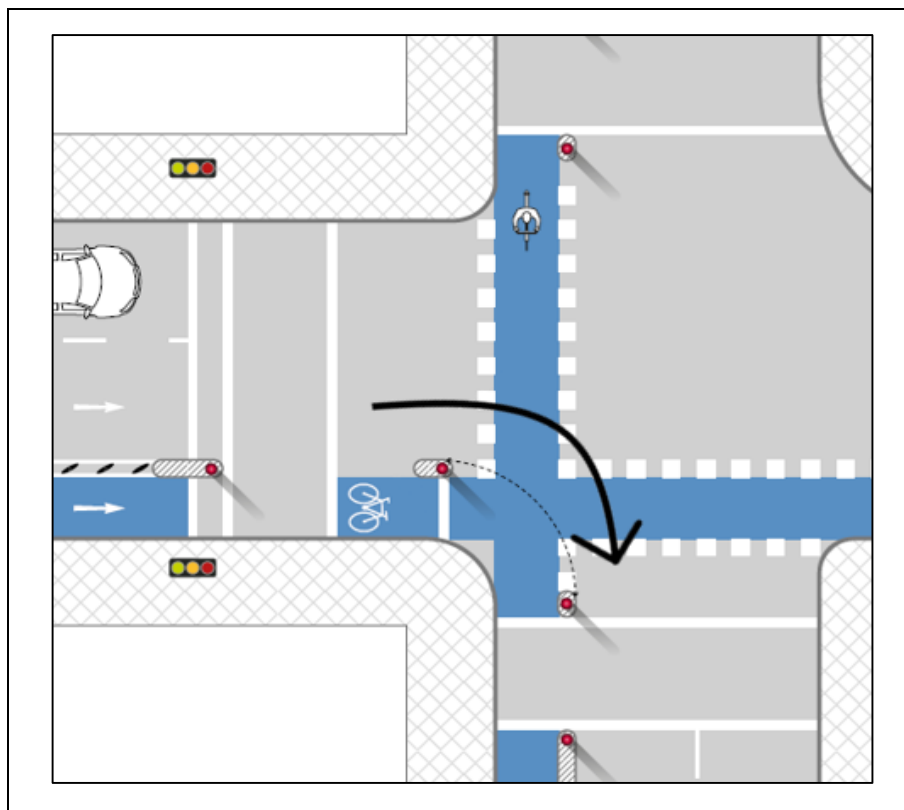
Fuente: Municipalidad de Las Condes Encuesta Pública 2020

### 6.2.6. Consideraciones diversas

Para concluir con la propuesta N° 2, se prosigue a presentar ciertas consideraciones.

La primera consideraciones a tener presente, son los radios de giro. Se propone que estos sean más pequeños, ya que con esta medida se vería reducida la velocidad de los automovilistas al virar. Además, los usuarios de vehículos se verían obligados a virar desde el borde externo de la ciclopista.

Figura N° 6.19: Adaptación de radio de giros



Nota. Adaptado de *Radios de giro*, MINVU, 2015, <https://bit.ly/3fH4oon>. CC BY-NC 4.0

La segunda consideraciones a tener presente, son los ciclos y fases enlazados a los semáforos exclusivos para ciclistas. Esto se debe tener en cuenta ya que, de ser necesario la instalación de lámparas exclusivas, será necesario el correcto análisis de los ciclos para no afectar de sobremanera los tiempos de espera, ya sea de peatones como de usuarios de vehículos motorizados.

Para continuar, la tercera consideración a tener en cuenta es la de los sumideros de aguas lluvias. Actualmente existen muchos sumideros emplazados en las calzadas de la ciudad con patrones paralelos al sentido de circulación, estos son considerados peligrosos para los ciclistas, ya que la rueda de la bicicleta puede quedar trabada y causar un accidente lamentable. Se propone el emplazamiento de sumideros con patrones diagonales y texturados, de esta manera disminuye en gran medida el riesgo de accidente por la causa mencionada.

Figura N° 6.20: Sumidero con patrones diagonales



Fuente: Elaboración propia

Por último, la cuarta consideración a tener en cuenta es la del sistema de iluminación con la que debe contar la ciclovía. Conforme a lo expresado por MINVU en el Capítulo 6 de su Manual de Vialidad Urbana, se sugiere que para la instalación del sistema de iluminación existan ciertos indicadores calificados como óptimos. En el Cuadro N° 6.12 que se muestra a continuación, se aprecian los estándares propuestos por el Ministerio.

Cuadro N° 6.12: Indicadores óptimos del sistema de iluminación

Característica	Valor deseado
Promedio de iluminancia	10 lux (mínimo)
Nivel mínimo de iluminancia	2 lux (mínimo)
Uniformidad horizontal	0,4 (mínimo)
Eficiencia de la instalación	1 W/mt <sup>2</sup> (máximo)
Índice de Reproducción de Color (IRC)	80% (mínimo)
Factor de mantenimiento	80% (mínimo)
Factor de utilización	0,3 (mínimo)
Temperatura de la Luz	3.000 °K (mínimo)

*Nota.* Adaptado de *Parámetros recomendados para la instalación de iluminación de una ciclovía*, MINVU, 2015, <https://bit.ly/3fH4oon>. CC BY-NC 4.0

### 6.3. Análisis de alternativas

En este apartado se realizará un pequeño resumen de ambas alternativas con el fin de poder escoger la propuesta más conveniente, tomando en consideración las intervenciones viales que se deberán realizar para cada una de estas.

Cada alternativa cuenta con el mismo objetivo, la diferencia entre estas radica en el emplazamiento de la ciclopista. Como se aprecia en el Título N°6, la alternativa 1 propone el emplazamiento de la ciclopista por un costado izquierdo, en cambio, la alternativa 2 propone el emplazamiento de esta por un costado derecho de la calzada.

Cada una de estas propuestas, cuenta con distintos elementos que dificultan cualquier modificación al perfil de calzada ya existente, y estos son:

- Autopista Vespucio Norte
- Intermodal del Sol
- Desvíos desde y hacia Avenida Los Pajaritos

La dificultad que genera la autopista en el emplazamiento de la ciclopista radica en el poco espacio disponible que existe bajo este paso sobre nivel, ya que complejiza en gran medida cualquier tipo de modificación al perfil ya existente.

Avanzando hacia el poniente, nos encontramos con la Estación Multimodal del Sol la cual complejiza, debido a temas de seguridad, el emplazamiento de la ciclopista por el costado izquierdo de la calzada. La dificultad a la que se hace mención es debido a que desde esta estación se hacen ingresos y salidas de buses de transporte público la mayor parte del día.

Por último, a lo largo del trayecto, existen diversos desvíos o retornos que dificultan la circulación segura de los ciclistas. La situación insegura se dará en

el momento en que el ciclista se encuentre circulando por su pista exclusiva y un conductor realice un viraje. Dada la categoría de la vía y la gran cantidad de vehículos que circulan por esta, es irrealizable para el conductor el poder detenerse en la avenida y así cederle el paso al ciclista. Además, al existir múltiples factores a tener presente, al momento de realizar el viraje, se verá aumentado el riesgo de que ocurra un accidente.

A partir de lo presentado en los subcapítulos N°6.1 y N°6.2, se realizará una pequeña síntesis de ambas alternativas para, posteriormente, realizar un cuadro comparativo. De esta forma se podrá analizar de mejor manera las ventajas y desventajas con las que cuentan cada una de las propuestas.

Partiendo por la primera alternativa, esta considera anchos de pistas de 3,1 m para pistas normales, 3,6 m para pistas solo buses y, 1,6 m para la ciclopista en particularidades normales y 1,2 m para singularidades. Para cumplir con estos anchos, se propone obtener 75 cm desde la mediana y desde la acera.

En el ámbito de seguridad, se propone el emplazamiento de segregadores físicos y visuales mediante hitos tubulares flexibles con bandas reflectantes en la parte superior.

Siguiendo la misma línea, se propone la instalación de lámparas exclusivas para ciclistas, las cuales deben ir en sincronía con los semáforos vehiculares.

En cuanto a las intersecciones con calles secundarias, se recomienda la demarcación de un área especial, la cual se sitúe por delante de las líneas de detención vehicular y de los pasos peatonales, para que los ciclistas realicen un viraje en doble fase o para detenerse al momento en que el semáforo vehicular les indique. Dentro del cruce, se propone prolongar la ciclopista pintando de color RAL-5012. Además, se propone la demarcación de cuadrados de 50 x 50 cm en ambos costados de la prolongación de la ciclopista.

Respecto a las señales de tránsito especiales para ciclistas, se recomienda que estas estén a una altura de 1,7 m desde la calzada, 0,4 m de ancho y se deben emplazar a 0,3 m de la solera hacia el interior de la acera.

Por último, se recomienda que se reduzcan los radios de giro para así brindarle al ciclista más seguridad. También, se propone el reemplazo de los sumideros de aguas lluvias que cuenten con rejillas horizontales por rejillas de patrones diagonales.

En tanto, la segunda alternativa, considera anchos de 3,1 m para pistas vehiculares normales, 3,6 m para pistas solo buses y, 1,6 m para la ciclopista en particularidades normales y 1,2 m para singularidades.

Con respecto al espacio para el emplazamiento de esta ciclopista, se considera obtener este espacio desde dos partes distintas en un comienzo, para la calzada norte se propone obtener los 1,1 m necesarios desde la mediana, en tanto para la calzada sur, se propone obtener los 1,1 m desde la acera sur.

Para la calzada norte, es necesario considerar que conforme nos dirijamos al poniente desde la intersección de Avenida Américo Vespucio con Avenida Los Pajaritos y en cuanto nos encontraremos con la intermodal, la mediana de la cual se obtiene espacio para el emplazamiento de la ciclopista deja de existir, por lo que a partir desde ese punto se propone obtener los 1,1 m de ancho desde la acera norte.

Pasando al aspecto de seguridad, se propone emplazar canalizadores de PVC e hitos abatibles desmontables. Estos últimos, se propone emplazarlos en cada entrada y salida de cada intersección a un costado derecho de la ciclopista.

Continuando en la misma línea que el párrafo anterior, se propone el desplazamiento de las líneas de detención y de pasos peatonales para que de esta forma se genere un espacio suficiente para la demarcación de una zona de

espera para los ciclistas, tanto como para los que deseen seguir directo como para los que deseen realizar algún viraje.

Se recomienda demarcar la ciclopista de color RAL-5012 en toda su extensión. Sin embargo, en el momento en que la ciclopista se interseque con algún paso peatonal, este demarcado de color azulino debe ser suspendido hasta el otro extremo del paso, ya que es el peatón quien tiene la prioridad de paso. En el momento en que el paso peatonal se termine, la demarcación de la ciclopista debe continuar, inclusive dentro de la intersección. En línea con lo último, se recomienda demarcar cuadrados de 50 x 50 cm a los costados de la ciclopista y el emplazamiento de hitos verticales en cada inicio y final de la demarcación de color azul.

En cuanto a las señalizaciones y en concordancia con la alternativa N°1, se recomienda que cada señal exclusiva para ciclistas cuente con un ancho de 0,4 m, un distanciamiento con respecto a la solera de 0,3 m y una altura de 1,7 m.

Con respecto al apartado N°6.2.5 – Plataforma elevada en paraderos, es uno de los elementos que más diferencian a ambas alternativas, ya que va directamente ligado al lugar de emplazamiento de la ciclopista. En concordancia con el tema, se propone el emplazamiento de plataformas elevadas en frente de cada punto de parada, los cuales deben contar con una altura de 0,3 m, un ancho de 1,2 m y un largo variable, ya que esto dependerá netamente del largo del paradero. Para poder llevar a cabo esta propuesta, es necesario la remodelación de los paraderos que no cumplen con la altura necesaria, tal y como se explicó en el apartado N°5.5 – Catastro de Paraderos de Transporte Público.

Ya para concluir con esta síntesis, se propone la remodelación de los radios de giro para que esta vez sean más pequeños en caso de que sea necesario, y también, se propone la sustitución de las rejillas de los sumideros



de aguas lluvias que cuenten con patrones horizontales por rejillas de patrones diagonales y texturados.

A continuación, se presenta un cuadro resumen con los aspectos más relevantes de cada alternativa.

Cuadro N° 6.13: Resumen de Alternativas

	EMPLAZAMIENTO	ANCHOS DE PISTA			SEGREGADORES	PLATAFORMA ELEVADA
		PISTA NORMAL	PISTA SOLO BUSES	CICLOPISTA		
ALTERNATIVA N°1	COSTADO IZQUIERDO	3,1 m	3,6 m	1,2 m - 1,6 m	HITOS TUBULARES FLEXIBLES	NO APLICA
ALTERNATIVA N°2	COSTADO DERECHO	3,1 m	3,6 m	1,2 m - 1,6 m	CANALIZADORES DE PVC E HITOS ABATIBLES DESMONTABLES	ANCHO: 1,2 m ALTO: 0,3 m LARGO: VARIABLE

Fuente: Elaboración propia

## **7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

En la actualidad, es muy común ver ciclistas circulando por las calzadas o veredas, debido a la falta de ciclovías o la desconexión que existen entre estas. Es por esto que es altamente necesario poder generar una conexión entre las ya existentes. Además, es fundamental poder generar políticas públicas que apunten al cumplimiento de los requerimientos básicos con los que debe contar una ciclovía.

A raíz del uso de bicicleta, se aprecian diversas mejoras para el espacio público, uno de estos es la descongestión vehicular que conlleva a tiempos de viajes más cortos para todos los usuarios, además, mejora el orden y la seguridad en calzadas y aceras. Pero, para poder apreciar estos beneficios es necesaria la construcción de ciclovías de alto estándar, que sean lo más directas posible y que se encuentren conectadas entre todas. Es por esto, que el proyecto de título presentado propone una ciclopista a nivel de calzada y conexas con las ya existentes.

A partir de las alternativas mencionadas en el capítulo N°6, y para poder concluir con este informe, se propone la implementación de la Alternativa N°2, a raíz de los beneficios que esta brinda a la comunidad, en esta podemos apreciar los grandes beneficios que se le otorgan a las personas que cuentan con dificultades para moverse mediante el emplazamiento de plataformas elevadas.

Por otra parte, se escogió esta propuesta debido a un tema de conectividad y espacio, ya que, por temas de conectividad, la mayor parte de los virajes de Avenida Los Pajaritos se encuentran al costado derecho de la calzada y, por temas de espacio, ya que es al costado derecho de cada calzada donde se logra encontrar más espacio disponible para el emplazamiento de la ciclopista.

## 8. BIBLIOGRAFIA

Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones. (2021). Decreto 102 del MTT. Santiago. Chile. Recuperado de: <https://bcn.cl/2rxex1>

Ordenanza General de la Ley General de Urbanismo y Construcción. (1992). Decreto 47 del MINVU. Santiago. Chile. Recuperado de: <https://bcn.cl/30el9>

Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones. (2011) Resolución 347 Exenta del MTT. Santiago. Chile. Recuperado de: <https://bcn.cl/3cfvl>

Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones. (2006). Manual de Señalización de Tránsito del MTT. Santiago. Chile. Recuperado de: <https://www.mtt.gob.cl/wp-content/uploads/2020/04/Manual-de-Sen%CC%83alizacion-de-Transito.pdf>

Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2009). Manual de Vialidad Urbana – REDEVU. Santiago. Chile. Recuperado de: <https://ciperchile.cl/pdfs/08-2013/opinionlector/REDEVU.pdf>

Directorio de Transporte Público Metropolitano. (s.f). Estaciones de Intercambio Modal. Santiago. Chile. Recuperado de: <https://www.dtpm.cl/index.php/infraestructura/estaciones-de-intercambio-modal>

Real Academia Española. (s.f.). Segregar. En Diccionario de la lengua española. Recuperado en 27 de octubre de 2022, de <https://dle.rae.es/segregar>

Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2015). Manual de Vialidad Ciclo - Inclusiva.

Santiago.

Chile.

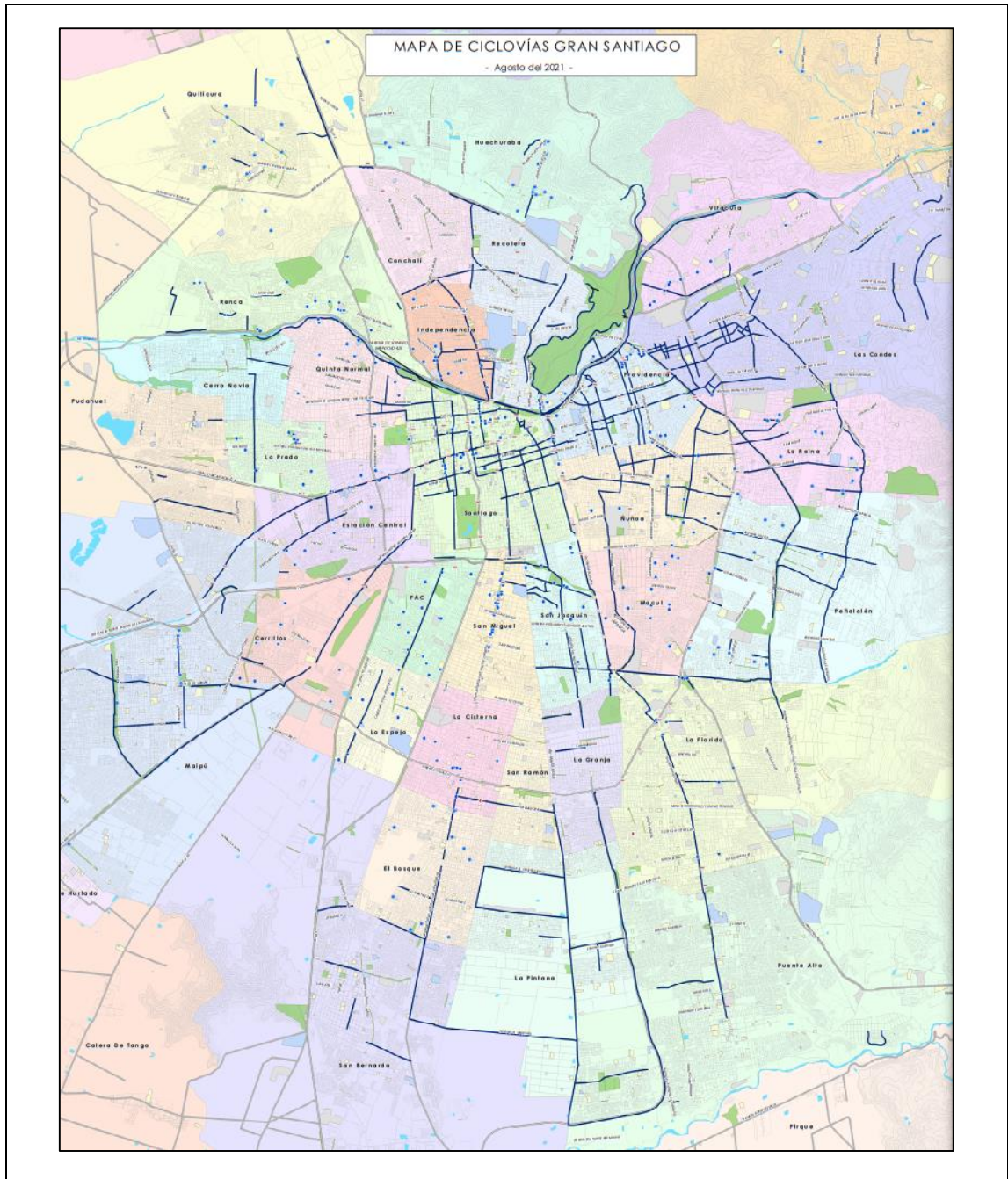
Recuperado

de:

<https://biblioteca.digital.gob.cl/handle/123456789/3394>

8.1 Anexos

Figura N°8.1: Mapa de Ciclovías – Santiago, Chile.



Fuente: Gobierno Regional Metropolitana de Santiago. Año 2021