

## Informe final

Desarrollo de la infraestructura de movilidad para el transporte ligero (bi-ciclos) en  
**Melipilla**

Por

**Ignacio Silva Azúa**

Para la obtención del título de Ingeniería Civil (Obras Civiles)

Profesora guía:

Mary Fernanda Milla Cerda

27 de noviembre de 2023, Chile.

## Índice

Resumen ejecutivo .....	4
1. Introducción .....	6
1.1. Contexto y empresa.....	6
1.2. Desarrollo del problema .....	7
1.3. Definición del problema .....	11
2. Objetivos.....	12
2.1 Objetivo general SMART.....	12
2.2 Objetivos específicos .....	12
3. Estado del Arte .....	12
3.1. Enfoque nacional (Chile).....	12
3.1.1. Santiago.....	12
3.2. Enfoque Latinoamericano.....	13
3.2.1. Ciudad de México, México.....	13
3.2.2. Córdoba, Argentina.....	14
3.2.3. Bogotá, Colombia .....	14
3.3. Enfoque Europeo.....	15
3.3.1 Ámsterdam, países bajos .....	15
4. Soluciones .....	16
4.1 Soluciones propuestas.....	16
4.2 Solución escogida .....	18
4.3 Riesgos y mitigaciones.....	20
5. Evaluación económica .....	21
6. Metodologías.....	23
6.1. Metodologías generales del proyecto y objetivo general SMART.....	23
6.2. Metodologías para los objetivos específicos (ítem 2.2.) .....	24
7. Medidas de desempeño .....	26
8. Desarrollo .....	27
Etapa 1. Actualización del contexto estructural vial para ciclos de la ciudad.....	27
Etapa 2. Selección y definición de calles para la red de ciclo-infraestructura.....	27
Etapa 3. Elección de las vías a diseñar e implementar en el corto plazo en la zona centro .....	29
.....	30
Etapa 4. Diseño de ciclo-infraestructura.....	30

Etapa 5. Desarrollo de anexo para la implementación de vía calle Libertad como ciclovía temporal.....	33
Etapa 6. Cálculo de presupuesto .....	34
Etapa 7. Planificación de implementación y objetivos finales del proyecto.....	37
9. Resultados .....	38
9.1. Resultados generales.....	38
9.2. Resultados por objetivos .....	38
9.2.1. Objetivo general: .....	38
9.2.2. Objetivos específicos .....	44
10. Conclusiones y discusiones.....	47
11. Referencias .....	48
11.1 En base a la normativa para el diseño de ciclovías: .....	48
12. Anexos .....	49

## Resumen ejecutivo

La Ilustre municipalidad de Melipilla, perteneciente al sector público en la ciudad y comuna de Melipilla, está constituida por diversos departamentos, siendo partícipe del desarrollo de este proyecto: la Secretaría de planificación (SECPLA), específicamente la oficina de movilidad, dónde se planea, gestiona, y estudian proyectos para el desarrollo de la comuna.

Este proyecto está enfocado en la ingeniería de transporte y se expone el problema como: "La carencia de estudios, proyectos y diseños al corto plazo destinados a resolver el déficit de infraestructura para transportes ligeros en la ciudad, que busque una inter-movilidad de forma segura y de alto estándar, pudiendo competir contra la dependencia cultural del uso del automóvil para desplazarse, contando con los recursos económicos municipales y priorizando las promesas políticas sobre ciclovías". En base a la brecha anterior, se plantea el objetivo general de: "Diseñar y planificar de manera óptima 3 vías de infraestructura para bi-ciclos en base a una red inclusiva mayor para noviembre de 2023". De la mano, van objetivos específicos, los cuales se enfocan en el desarrollo de la red con un enfoque técnico, para generar estudios y el diseño paramétrico de las vías seleccionadas identificando un plan óptimo qué de resultados por medio de diversas metodologías generales y específicas propuestas para la gestión y diseño, priorizando eficiencia y logrando una implementación ágil que permitió dar un paso y comenzar a cambiar la culturalidad de la ciudad, promoviendo el uso de bi-ciclos, destacando además mejoras medioambientales y de salud para la población. En base al diseño y el estudio de las vías, se hace una caracterización y cuantificación detallada que permitió estimar un presupuesto promedio por cuadra de ciclo-infraestructura. Se generó una base de estudio sobre el estado del arte identificando, grandes ciudades que resolvieron problemas de transporte similares, obteniendo así un enfoque nacional, sudamericano y europeo, como también generación de ideas innovadoras para el futuro. Se plantean 5 soluciones de diseño, de las cuales, tras ser analizadas se seleccionan 2, unificándolas para generar la solución óptima entre un diseño de ciclovías y zonas 30. Respecto a la factibilidad del proyecto, se consideran diversos riesgos los cuales son mitigados, al igual que indicadores económicos pertinentes como el VAN social e indicadores de desempeño para la medición de los resultados finales. finalmente se diseña en base a los criterios anteriores y se cumple con la creación de 3 planos de diseño e implementación para vías de ciclo-infraestructura en la zona centro de Melipilla.

## Abstract

The Illustrious Municipality of Melipilla, belonging to the public sector in the city and commune of Melipilla, is composed of various departments and actively participates in the development of this project: the Planning Department (SECPLA), specifically the mobility office, where projects for the development of the commune are planned, managed, and studied.

This project focuses on transportation engineering and presents the problem as follows: "The lack of short-term studies, projects, and designs to address the deficit in light transport infrastructure in the city, seeking safe and high-standard inter-mobility, capable of competing against the cultural dependence on car use for transportation, with the municipal budget and prioritizing political promises regarding bike lanes." Based on the aforementioned gap, the general objective is proposed: "To design and plan optimally 3 bicycle infrastructure routes based on a larger inclusive network by November 2023." Alongside this, specific objectives are outlined, focusing on the technical development of the network to generate studies and parametric design of the selected routes, identifying an optimal plan that yields results through various proposed general and specific methodologies for management and design, prioritizing efficiency and achieving an agile implementation that allowed taking a step forward and beginning to change the culture of the city, promoting the use of bicycles and highlighting improvements in health and environmental aspects.

Based on the design and study of the routes, a detailed characterization and quantification are carried out, allowing the estimation of an average budget per block of cycle infrastructure. A study base is generated on the state of the art, identifying major cities that have addressed similar transportation problems to those of Melipilla, obtaining a national, South American, and European approach, as well as generating innovative ideas for the future. Five design solutions are proposed, of which, after analysis, 2 are selected, merging them to create the optimal solution between a bike lane design and 30 km/h zones.

Regarding the feasibility of the project, various risks are considered and mitigated, along with relevant economic indicators such as the social NPV and performance indicators for measuring the final results. Finally, based on the aforementioned criteria, three design and implementation plans for cycle infrastructure routes are created in the downtown area of Melipilla.

## 1. Introducción

### 1.1. Contexto y empresa

Este proyecto se desarrolló en la Ilustre municipalidad de Melipilla, fundada el 23 de septiembre de 1862, desde entonces, cumple con el rol de administrar la comuna para satisfacer todas las necesidades locales de los ciudadanos y promover su desarrollo integral, siendo además el enlace principal con el gobierno central<sup>1</sup>. Está ubicada en la ciudad de Melipilla perteneciente a la región Metropolitana, a una distancia de 60km del gran Santiago, con características más rurales y un desarrollo en proceso. La municipalidad es una empresa pública que forma parte de la administración del estado y se organiza en base a diversos cargos y departamentos (véase organigrama municipal, [Anexo 12. 1](#)) uno de ellos, SECPLA<sup>2</sup>, que se subdivide en otras áreas, encargadas de apoyar y asesorar al alcalde y al consejo municipal, en materias de estudios, evaluaciones, planes, programas y proyectos.

Específicamente este proyecto se ejecutó en el área de movilidad y transporte de SECPLA, oficina que se empezó a generar el año 2022, durante el gobierno de la alcaldesa “Lorena Olavarría” (visión política, [Anexo 12. 2](#), sección 1), quien se encuentra en el cargo desde el 28 de junio de 2021 hasta la actualidad, siendo una precursora de la movilidad activa y destacando su elección democrática por proponer un plan sustentable para descongestionar los accesos y calles centrales de la comuna. Actualmente el municipio y la presidencia se encuentra en deuda con la población por promesas no cumplidas de generar desarrollo y mejoras en la movilidad sustentable ([Anexo 12. 2](#), sección 2).

Se cuenta con un presupuesto municipal de \$80.000.000 para la construcción e implementación en el corto plazo de ciclo-infraestructura para bi-ciclos (estructura especializada para diversos ciclos como: bicicletas, scooters, patinetas, etc). Sin poseer más que vagas referencias y valores desactualizados del costo de una ciclovía (\$30.000.000 por ciclovía)<sup>3</sup> y el leve conocimiento de zonas 30 (zona compartida entre vehículos y ciclistas) y ciclovías temporales (ciclovías de bajo estándar, propuestas por la pandemia, COVID-19), se estudió la ciudad, su culturalidad, costumbres sociales y el espacio que ocupan los ciclistas principalmente, aplicando los principios de la ingeniería civil en obras civiles, destacándose la ingeniería de transporte.

---

<sup>1</sup> Se refiere al conjunto de instituciones, organismos y entidades gubernamentales que conforman a la administración pública a nivel nacional. Para este proyecto se consideran los ministerios, secretarías y subsecretarías referentes a la infraestructura de movilidad y transporte.

<sup>2</sup> Secretaría de planificación.

<sup>3</sup> Valor promedio desactualizado que se tenía en mayo de 2023 y se actualiza en la sección “evaluación económica” del presente informe.

## 1.2. Desarrollo del problema

El año 2022 se realiza el PLADEC<sup>4</sup> (documento ejecutado por cada gobierno en su periodo de autoridad comunal). Este plan se dividió en tres tomos (*Anexo 12. 3*).

Técnica	Número de personas	Porcentaje (%)
<u>Encuentros territoriales</u>	630	28,22
<u>Sectoriales</u>	386	17,29
Validación	331	14,82
Entrevistas a funcionarios/as	25	1,13
Encuestas	860	38,54
Total	2232	100

*Tabla 1. Identificación del número de participantes del diagnóstico participativo. PLADEC 2022.*

Del segundo tomo: “Diagnóstico participativo”, se observa en la *tabla 1*, una participación de 2.232 personas en distintos eventos, siendo la suma de asistencia a los encuentros territoriales y sectoriales la que ocupó un 45,5% del total, que refleja la voz y opinión de las personas en diversos sectores de Melipilla respecto a las fortalezas y debilidades (problemas) que perciben a diario.

.Nº	Tipo de problema	Cantidad de menciones	Porcentaje (%)
1	Congestión vehicular, falta de regulación, fiscalización y aplicación de normativas de tránsito.	82	18,81
2	Falta de acceso al transporte público de calidad.	50	11,47
3	Percepción de inseguridad pública.	47	10,78
4	Falta de luminarias.	24	5,5
5	Presencia de basurales, microbasurales, escombros y falta de puntos limpios.	21	4,82

*Tabla 2. Cantidad de menciones a problemas públicos. PLADEC 2022.*

<sup>4</sup> Plan de desarrollo comunal.

En la *tabla 2*, se exponen 5 de los criterios más repetidos (de un total de 436 criterios) por los participantes de los diversos encuentros. Los primeros 2 problemas con mayor cantidad de menciones son relacionados a la movilidad y transporte de la ciudad sumando un 30,28%.

En consecuencia, el municipio empezó a desarrollar un PIM<sup>5</sup>, con propuestas en el largo plazo para transportes ligeros y realizó un estudio por medio de la herramienta de encuestas en línea, con diferentes preguntas respecto a la movilidad dentro de la ciudad como: ¿Qué medio de transporte utiliza para moverse a diario? (*Anexo 12. 4*), estas fueron respondidas por aproximadamente 500 personas, obteniendo datos importantes para hacer diversas comparaciones. Uno de los datos más importantes es la actualización del uso de los medios de transporte de la ciudad de manera porcentual al año 2022, comparándose con los datos de la EOD<sup>6</sup> de 2012 del MTT<sup>7</sup> (véase *gráfico 1 y 2*).

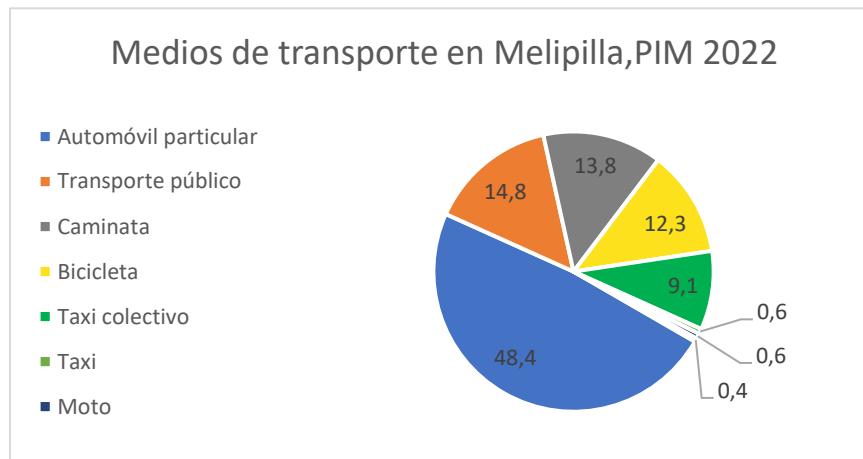


Gráfico 1. Uso de medios de transportes. PIM 2022.

<sup>5</sup> Plan integral de movilidad.

<sup>6</sup> Encuesta origen destino.

<sup>7</sup> Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones.

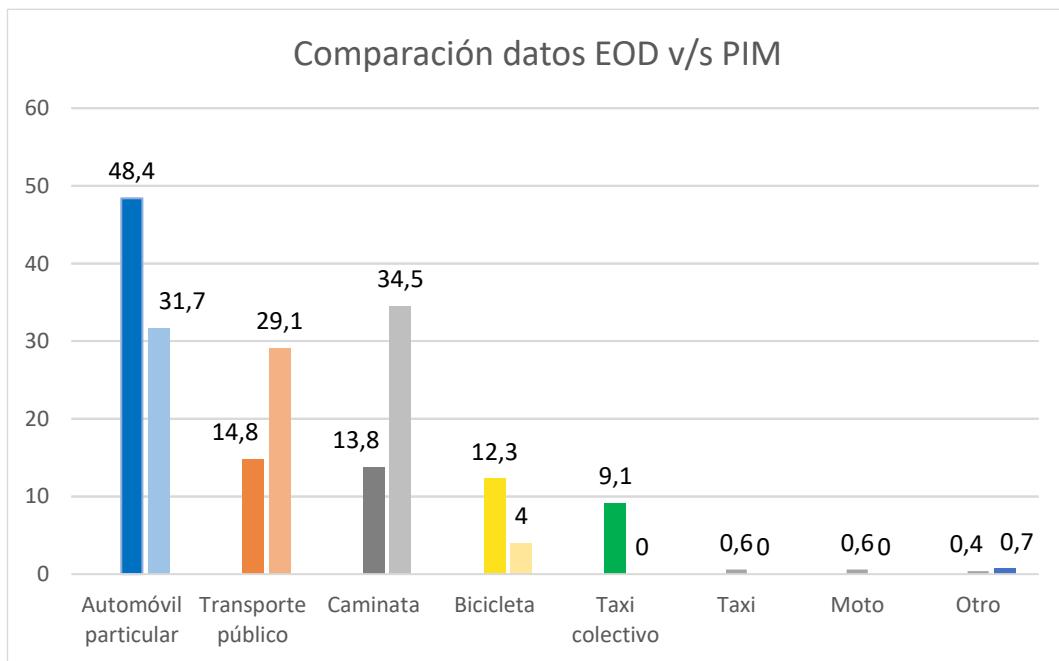
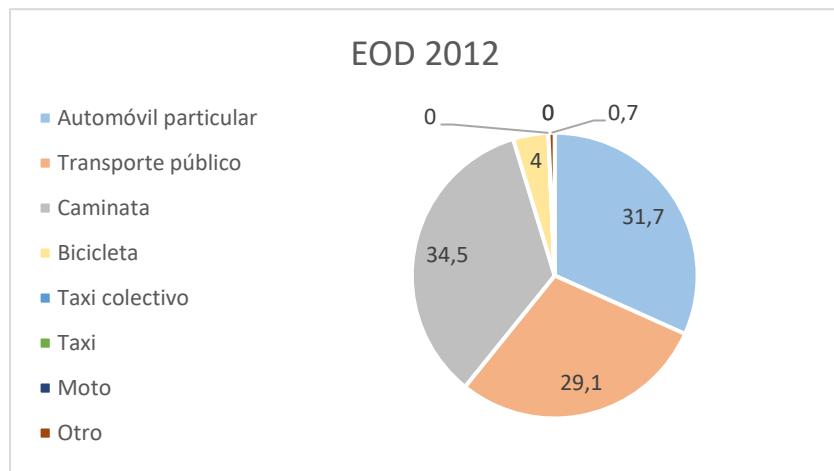
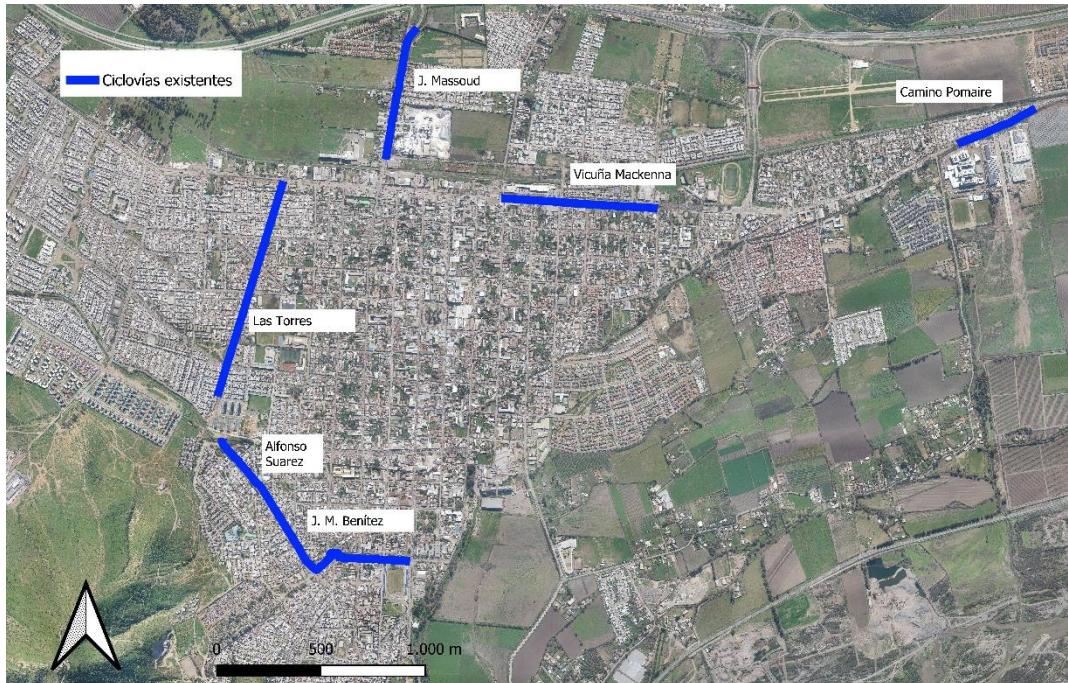


Gráfico 3. Comparación entre EOD 2012 y encuesta PIM 2022. Elaboración propia.

Se visibilizan exageradas diferencias en un periodo de 10 años, por factores como el tiempo de viaje, comodidad, seguridad y otros como la crisis sanitaria, COVID-19 en el año 2020 que provocó un aumento en la compra, uso y dependencia de vehículos particulares (detalle en [Anexo 12.5](#)), llegando a ser el medio de transporte más usado, abarcando aproximadamente el 50% de los medios en 2022, a diferencia del 31,7% que poseía el uso del vehículo en 2012. También hay abruptas bajas en el uso de otros medios como el transporte público y la caminata las cuales se redujeron más de la mitad. Favorablemente los ciclistas triplican sus cifras de un 4% a un 12,3% a pesar de no haber habido un aumento de infraestructura.



*Ilustración 1. Mapa ubicación de ciclovías existentes a noviembre de 2023 en Melipilla. Elaboración propia.*

En base a la premisa de tener mayor infraestructura genera mayor cantidad de ciclistas y viceversa, Melipilla queda al debe. El 12% de las personas se traslada en bicicletas, por ende, se espera que la infraestructura para estos sea equivalente, por el contrario, es completamente deficiente, y excluyente para muchos sectores, existiendo solo 4km de ciclovías en la zona urbana (*ilustración 1*), en una ciudad que tiene más de 80km de calles (para vehículos), evidenciando así, la falta en la generación de infraestructura de alto estándar para el transporte ligero, empezando desde la formulación y evaluación de proyectos con estudios y diseños óptimos.

La *ilustración 1* representa parte de la zona urbana de Melipilla (Definida en el *Anexo 12. 6*) con las 5 ciclovías existentes (sumadas equivalen a 4km) marcadas con líneas azules, las cuales son inconexas con la zona centro de la ciudad y entre sí, lo cual, no brinda un desplazamiento armónico ni se evidencia la idea de una red, un plan o un diseño con el propósito de generar una conexión intuitiva para el ciclista, además de no existir planos ni memorias respecto a la construcción de estas.

El uso de transportes ligeros brinda apoyo a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero al disminuir el uso del automóvil, en consecuencia, las emisiones de los vehículos motorizados. También, la duración del material de la calzada es mayor si es transitada por bi-ciclos, el pavimento recibe cargas menores, se deteriora menos, evitando reparaciones y arreglos constantemente, reduciendo residuos y escombros, como también la disminución en la obtención de materiales provenientes de recursos naturales como el petróleo para el asfalto y hormigón, por lo que aumenta la ayuda ambiental y sustentabilidad que entrega la infraestructura para bi-ciclos.

De todo lo anterior la oficina de movilidad de SECPLA en base a requerimientos de Alcaldía, genera criterios para identificar que es prioridad atacar la zona centro de la ciudad por su conectividad y el valor que esto conlleva, eligiendo 3 vías para desarrollar ciclo-infraestructura, respaldado posteriormente por una consultora de ingeniería y de la mano del presupuesto e identificación de la zona (*Anexo 12. 7*).

Finalizando el contexto, se identifican 6 causas principales que ayudan a obtener una definición precisa del problema en base al desarrollo de un diagrama de Ishikawa (detalle en *Anexo 12. 8*) que contiene: personas, procesos, control administrativo, medios de transporte, infraestructura y medio ambiente.

### 1.3. Definición del problema

La municipalidad no ha generado estudios, proyectos, ni diseños a corto plazo para solucionar el déficit de infraestructura para transportes ligeros como bicicletas y ciclos eléctricos en la zona urbana de Melipilla, que busque una inter-movilidad<sup>8</sup> de forma segura y de alto estándar, pudiendo competir contra la dependencia cultural del uso del automóvil para desplazarse.

---

<sup>8</sup> Capacidad de las personas para desplazarse de manera integrada y eficiente en diferentes medios de transporte.

## 2. Objetivos

### 2.1 Objetivo general SMART

Diseñar y planificar de manera óptima 3 vías (4,6km) de infraestructura vial enfocada en transportes ligeros, en base a una red inclusiva mayor(20km) que genere un desplazamiento seguro y eficiente en los ciudadanos para noviembre de 2023.

### 2.2 Objetivos específicos

1. Clasificar y evaluar el 100% de ciclovías existentes en Melipilla para agosto de 2023.
2. Cuantificar y evaluar en un 100% los bicicleteros/estacionamientos para octubre de 2023.
3. Diseñar la red vial de ciclos ubicándola a un máximo de 500mt de distancia, desde cualquier punto de la ciudad (zona urbana definida).
4. Implementar una vía de infraestructura para ciclos, por medio de la resolución 5282 de vías temporales, en los próximos 4 meses (octubre de 2023).
5. Aumentar el uso de la bicicleta en un 25% como medio de transporte (12,3% a 15,4%).
6. Viajes en la infraestructura vial de ciclos que no excedan en 30% el tiempo de otro medio de transporte.

## 3. Estado del Arte

### 3.1. Enfoque nacional (Chile)

#### 3.1.1. Santiago

Esta es la ciudad referente de mayor valor para la investigación por compartir la misma normativa que Melipilla, además de ser la ciudad latinoamericana con mejor índice en calidad de ciclovías y n°58 a nivel internacional según el estudio “Global bicycle cities index” (Empresa de seguros luko, 2022, véase [Anexo 12. 9](#)).

El año 2012, se prestó énfasis al desarrollo de ciclovías al visualizar problemas en los medios de transporte cotidianos y las malas condiciones que se le presentaban al desplazamiento de ciclistas en el país, a comparación con las mejoras constantes en la infraestructura para automóvil (pavimentaciones, carreteras,

puentes, túneles, etc.), por ende, el MINVU<sup>9</sup> empezó a trabajar en medidas para brindar mejor movilidad a los ciclistas y entender que los ciclos son un medio de transporte eficiente para el traslado de cortas y medianas distancias. Con los años se generaron medidas, modificaciones y textos especializados, con contenido técnico, estudios de infraestructura y comportamiento de ciclistas (*véase la sección: normativa, en las referencias*) llegando a desarrollar 2 textos oficiales: el “Decreto 102 que reglamenta las condiciones de gestión y seguridad de tránsito de las ciclovías...” (MTT, 2019) y el capítulo 4: Diseño y ejecución de ciclovías del “Manual de obras viales pavimentación y aguas lluvias” (SERVIU, 2018), documentos que hoy tienen 5 años de antigüedad, por lo que el 2020 se genera una “Guía de composición y diseño operacional de ciclovías” (MTT, 2020) más actualizada, pero igualmente con fallas. El 2023 se busca tener más experiencia en el área, generándose un departamento especializado de ciclovías en SECTRA<sup>10</sup>, llamada “unidad de movilidad activa”, quienes realizaron jornadas de capacitación sobre “Proyectos de ciclovías: procedimiento y criterios de diseño”, acá hubo diálogos con diversos entes municipales de diferentes zonas centro del país y se evidenció problemáticas al momento de generar sus diseños y acatar las normativas, por contradicciones entre los 2 textos oficiales, siendo necesario y prioritario mejorar y realizar un solo texto guía actualizado por el cual regirse, contabilizando los aumentos de ciclistas en el país. En diferentes partes de Santiago se observan diferentes estándares como ciclovías bidireccionales, unidireccionales, por la calzada, por bandejones, zonas 30, sendas multipropósito, entre otras, siendo el punto destacable de estas, las grandes distancias que poseen, y no el alto estándar en su calidad. Actualmente para aprobar un proyecto, se debe generar un informe tipo estudio de factibilidad con la propuesta y el diseño a detalle de la infraestructura a construir, considerándose una **ciclovía de estándar definitivo**. Por otro lado, el año 2022 se aprueba el procedimiento para autorizar proyectos de **vías con estándar temporal** (*véase detalle Anexo 12. 10*) para vehículos no motorizados en la región metropolitana, anexo útil, que brinda opción de generar infraestructura para ciclos con menos requerimientos y un proceso de aprobación expedito.

### 3.2. Enfoque Latinoamericano

#### 3.2.1. Ciudad de México, México

Se menciona esta ciudad por su inversión en ciclo-infraestructura en diversas propuestas y proyectos, pero se destaca uno en particular, por la innovación en sus planes de diseño y sus operaciones. Se trata de una ciclovía traída desde países bajos, hecha casi en un 100% de material reciclado, siendo una base de

---

<sup>9</sup> Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

<sup>10</sup> Secretaría de Transporte (Parte del Ministerio de Transporte).

sustentabilidad para el desarrollo de la movilidad en base a tecnologías que cuidan el medio ambiente. No solo Europa tiene iniciativas y una visión del futuro, en Latinoamérica también hay interés de probar y avanzar.

### 3.2.2. Córdoba, Argentina

Siguiendo con la innovación, en Mayo de 2023, se inaugura en esta ciudad una ciclovía área o bien ciclovía en altura, única en su tipo en América Latina, en base a puentes tipo pasarelas, de uso compartido entre peatones y ciclistas que cuenta con aproximadamente 1,7 kilómetros de longitud, iluminación LED en toda su extensión y barandas de seguridad óptimas, permitiendo que los ciudadanos puedan recorrerla de noche de forma segura. La inversión de esta infraestructura fue de 2.2 millones de dólares y refleja como por medio del diseño y los estudios de las características del lugar pudieron llevar a cabo esta ciclovía de forma aérea, que reduce accidentes con automóviles, tiempo de espera en cruces y brinda conexión entre sectores que de otra forma no era posible.

### 3.2.3. Bogotá, Colombia

Con más de 608km en ciclovías (Página web, bogota.gov.co,2023) es la ciudad con mayor cantidad de ciclovías en América, además de tener una culturalidad de ciclismo hace décadas y seguir trabajando en nuevos proyectos de diseños para ampliar aún más su red, poseyendo alta calidad en sus planes y guías para el desarrollo de su infraestructura especializada. Destaca por ser una de las ciudades más congestionadas del mundo (Forbes staff, 2021), por lo que tienen severos problemas de transporte público, amortiguándolo con la opción de desplazarse por las ciclovías sin tener problemas de conexión por su extensa red, se agrega según un estudio que: “Más del 70% de las personas que son nuevos ciclistas, su modo de transporte anterior a la bicicleta fue el transporte público” (The decision to start commuting by bicycle in Bogotá..., Alvaro R., 2021), en consecuencia, generar proyectos de infraestructura de movilidad, ayuda a mejorar los sistemas de transporte y descongestionar el transporte público.

### 3.3. Enfoque Europeo

#### 3.3.1 Ámsterdam, países bajos

Una de las pocas ciudades con un nivel de ciclistas tan altos, llegando casi al 60% de la población que usa bi-ciclos, como medio de transporte principal y contando con más de 850km de vías en la ciudad.

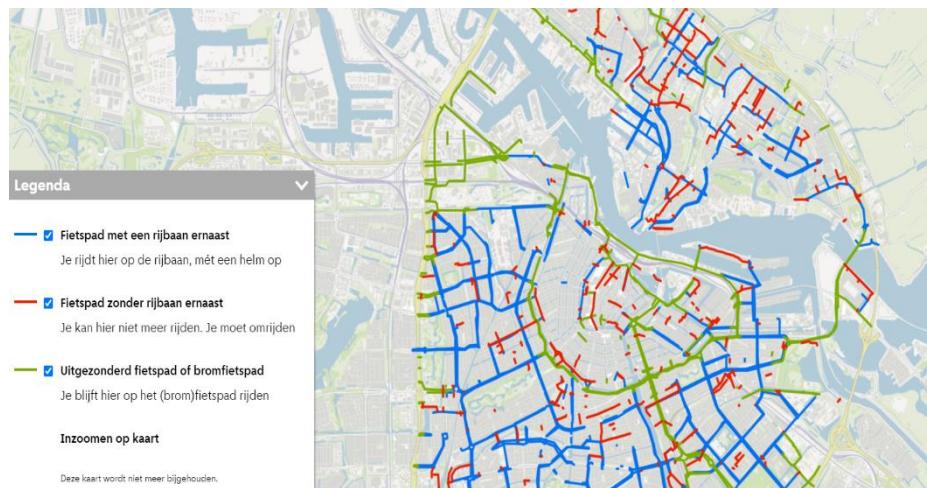


Ilustración 2. Mapa de ciclovías de la ciudad de Ámsterdam. Página web, del gobierno de Países bajos.



Tabla 3. Traducción de la ilustración 2.

Ámsterdam divide en 3 tipologías en sus vías de transporte ligero (véase mapa de ciclo-infraestructura en la *ilustración 2* y *tabla 6*), poseyendo una amplia red compartida y especializada, de manera armónica y ordenada, que se ha diseñado hace años y se ha seguido mejorando y extendiendo, conectando casi en su totalidad la ciudad. La normativa y el diseño de ciclovías en países bajos se sustenta en el “Manual de diseño holandés CROW” que contiene requisitos de diseño ideales para diversas calles y ha sido una base para las normativas de diversos países siendo uno de los primeros en contener una exhaustiva cantidad de información respecto a ciclo-movilidad.

#### 4. Soluciones

El área de movilidad de SECPLA define 3 vías optimas y necesarias (que suman 4,6km de longitud) para ser diseñadas en el corto plazo, en el siguiente orden:

1. Calle Libertad 1,56km – Vía seleccionada para ser implementada (*objetivo 4*).
2. Calle Hurtado 1,5km
3. Calle Arza 1,52km

Se seleccionan estas vías en base a una red mayor de 20km (véase más adelante, *ilustración 3*), la cual busca conectar y brindar accesibilidad a la mayor área urbana de la ciudad. A continuación, se trabajó en encontrar la mejor solución de diseño para estas vías.

##### 4.1 Soluciones propuestas

Soluciones de diseño				
1	2	3	4	5
Ciclovías por la calzada.	Zonas 30 por la calzada.	Ciclovías en altura.	Calzada únicamente para bi-ciclos.	Ciclovías de material reciclado (plástico).

*Tabla 4. Resumen de las propuestas de solución Elaboración propia.*

1. Diseñar las vías como ciclovías por la calzada de manera unidireccionales y/o bidireccionales. “Las vías unidireccionales tienen un par vial en la calle aledaña a menos de 200mts” (criterios de diseño ciclo inclusivos, capacitación movilidad activa, SECTRA, MTT, 2023), interfiriendo dos calzadas para una misma dirección y las bidireccionales solo usan una calzada para ambos sentidos, por lo que, se intentará priorizar este segundo modo para afectar la menor cantidad de calles. El diseño se guía por las condiciones de diseño de los 2 textos oficiales normativos mencionados anteriormente y se debe decidir por el emplazamiento, segregación (segregadores de caucho, hitos verticales y tachas), demarcación (pintura para diseños de tránsito) y señalización (poste y señalética respectiva), para generar un desplazamiento intuitivo al ciclista.

2. Vías por la calzada compartidas (bi-ciclos y automóviles) o zonas 30 (referencia, calzadas de Santiago). Son calles donde la movilidad en ciclos está permitida y los vehículos no deben exceder la velocidad sobre 30km/hr. para brindar mayor seguridad a todos los usuarios. La normativa permite realizar esto, cumpliendo con la demarcación y señalización necesaria, considerando las condiciones de las dimensiones geométricas. Influye el factor cultural y la caracterización de la zona, existiendo calles de baja velocidad y otras que en la práctica no se respeta este límite, mitigando con implementos físicos de reducción de velocidad.

3. Diseño innovador, seguro y exclusivo para los ciclistas, segregándolos completamente de los automóviles que considera anchos promedio de ciclovías. Se elimina la problemática de coincidir con otros transportes, solo en los sectores de conexión (casos de subida y bajada). A pesar de considerar excesivas longitudes, la inversión es considerablemente superior en dinero y tiempo por la planificación y el diseño. Para tramos que son inconexos por la cota terrestres de la ciudad genera la mayor eficiencia.

4. Diseño de la red ciclo-vial en calzada, utilizando el espacio de tránsito de los automóviles. La opción de menor costo en su implementación, en donde el diseño es definir las calles y generar señaléticas y demarcación pertinentes para bi-ciclos. Al restar infraestructura a los vehículos, pierde eficiencia, siendo en temas políticos y de tráfico, un problema que afecta la culturalidad y costumbres de las ciudades.

5. Variación en la materialidad, con una lógica similar a la solución 1, a mayor costo, con funcionalidad y especificaciones geométricas diferentes que afectan el diseño, como la altura y grosor de la capa de ciclovía por sus componentes y tecnología, capaces de absorber y desviar aguas lluvias. Por el cuidado del medio ambiente y un futuro sustentable, es una opción que genera gran impacto, además de ser algo “nuevo” siendo un atractivo para las personas.

#### 4.2 Solución escogida

Criterio	Consideración	Ponderación
Menor costo de implementación	Costo más bajo de la implementación de la solución	30%
Tiempo de implementación/construcción	Tiempo que demoraría la implementación de esta solución	12,5%
Percepción y opinión positiva de las personas	Grado en el cual las personas se verían beneficiadas por esta solución	10%
Seguridad para los ciclistas	Seguridad que posee el ciclista en rangos de segregación, espacio, conectividad, etc.	20%
Innovación	Nivel de innovación y desarrollo a futuro	5%
Velocidad de movilidad	Nivel de innovación y desarrollo a futuro	7,5%
Influencia en el tráfico de los automóviles	Como la infraestructura del tránsito vehicular se ve afectada por la infraestructura vial para ciclos	15%

Tabla 5. Criterios y consideraciones de caracterización para ponderar elementos de las soluciones propuestas. Elaboración del área de movilidad de SECPLA.

Criterio	Menor costo de implementación	Tiempo de implementación	Percepción y opinión positiva	Seguridad para los ciclistas	Innovación	Velocidad de movilidad	Influencia en el tráfico de los automóviles	Puntuación
Ponderación	30%	12,5%	10%	20%	5%	7,5%	15%	100%
Solución 1	3	3	3	4	2	4	4	3,375
Solución 2	4	3	3	3	2	3	4	3,4
Solución 3	1	1	4	5	5	4	5	3,125
Solución 4	4	3	2	5	2	4	1	3,325
Solución 5	1	1	4	4	5	4	4	2,775

Tabla 6. Comparación de la puntuación obtenida por cada solución respecto a los criterios planteados en tabla 8. Elaboración del área de movilidad de SECPLA.

En base a la *tabla 8* y *9*, las características más favorables para elegir una solución las poseen las soluciones *1* y *2* que obtienen las mejores puntuaciones. Existe una baja diferencia porcentual, pero se consideran otros factores como direcciones del tránsito, velocidades, anchos de las calzadas, giros de calles tangenciales, se recalcan los costos de implementación y quitarles infraestructura a los automóviles.

Dependiendo del tramo y geometría, se diseñarán ciclovías por la calzada o zonas 30, siendo la unión de estas soluciones la mejor alternativa para ser conexa, directa, coherente, segura, cómoda, atractiva, que fomente la convivencia vial y la inter-movilidad, factores que se cumplen a cabalidad para un equilibrio entre ciclistas, vehículos y peatones, otorgando flexibilidad al diseñar. Para agilizar los procesos de revisión y aprobación por parte del MTT, las ciclovías se realizarán por medio de la normativa de vías temporales, pero con estándar de ciclovía definitiva, solo se realiza esto para optimizar el tiempo, bonus que no se obtienen de las otras soluciones.

#### 4.3 Riesgos y mitigaciones

Por medio de una matriz de riesgos (*Anexo 12. 11*) se obtienen las severidades que generan los riesgos expuestos y se plantea su respectiva mitigación.

Riesgo	Severidad	Mitigación
1. Desaprobación u oposición a la implementación de la vía calle Libertad ( <i>objetivo n°4</i> ) por algún ente o departamento Municipal.	Alta	Reuniones con las partes involucradas, revisión del diseño previo, retroalimentación para corregir detalles y buscar acuerdo de aprobación.
2. Demora en la revisión y aprobación del diseño de la vía calle Libertad por parte del MTT.	Muy alto	Acta de reuniones para generar medidas de acuerdo con el SEREMI <sup>11</sup> de transporte, SECTRA y MTT, para priorizar y acelerar la revisión. Diseñar en base a ciclovías definitivas (alto estándar).
3. Omitir algún punto importante en la calle a trabajar, como: eventos, paraderos, estacionamientos, salidas de colegios, hospitales, negocios, etc.	Bajo	Calendarizar 1 salida a terreno mensual, antes del término de la pasantía, considerando levantamiento <i>in situ</i> de eventos no visualizados o generados recientemente. actualizado.
4. Existencia de un cruce demasiado peligroso para la ciclo-infraestructura.	Muy alto	Identificación de cruces, contextualización y cotidianidad del tránsito <i>in situ</i> y comparación planimétrica de los radios de giro de transportes que rotan por los cruces. ( <i>Anexo 12. 23</i> ).
5. Problemas geométricos de la calzada para el desarrollo de la infraestructura.	Medio	Calendarizar 1 salida a terreno especializada en la medición <i>in situ</i> de las calzadas y comparar con la información planimétrica.

<sup>11</sup> SEREMI: se refiere al representante regional del MTT, perteneciente a la entidad SEREMITT.

6. No considerar las lluvias y el efecto de estas en las calles.	Alto	Identificar sectores con problemas de inundación, recabar datos y organizar observaciones in situ para generar proyectos futuros considerando las cámaras de aguas lluvia.
7. Que los costos de implementación sean mayores al presupuesto de la Municipalidad.	Muy Alto	Los costos aumentan en el tiempo. Llevar una actualización cada 3 meses del costo promedio de las ciclo-infraestructuras. Buscar fondos en el gobierno central en caso de no poder costearlo municipalmente.
8. Descontento de las personas y propuestas para la eliminación de la vía calle Libertad.	Medio	Difundir el PIM y organizar charlas en diversos establecimientos para mostrar los beneficios justificados de las ciclo-infraestructuras. Utilizar redes sociales.

Tabla 7. Riesgos con su respectiva severidad y medida de mitigación abordada. Elaboración propia.

## 5. Evaluación económica

Este proyecto público es una inversión de infraestructura que considera la implementación, costos fijos como el sueldo del pasante y costos variables como los arreglos del pavimento, bacheo, arreglos sectoriales, luminarias, cambios de cámaras de agua potable, alcantarillado y aguas lluvias, mantenciones, etc.

No hay retornos económicos porque no genera ganancias monetarias, siendo los beneficios, netamente sociales: salud física y psicológica, medio ambiente, eficiencia, tiempo, seguridad y ahorro de dinero para los ciclistas, sumando externalidades como el beneficio al comercio cercano a las vías, el aumento de empleos tipo “delivery” y aumento en ventas de artículos para diferentes ciclos. Todo lo anterior suma valor al patrimonio y a la descongestión.

Se desarrolló un flujo de caja con 19 períodos (de abril 2023 hasta octubre 2024) utilizando una tasa de descuento del 6% estipulada por el gobierno (Evaluación social de proyectos, MIDESO, 2017) y como inversión se consideró el precio promedio de 1km de ciclovía por la calzada a \$60.000.000 (valor obtenido tras charla online, Gemita Muñoz, Ing. analista de transporte SECTRA, agosto de 2023) (véase en el [Anexo 12. 12](#)).

Viaje en automóvil		
Distancia	Tiempo	Valor social
30 km	60 min	\$2.880
1,5km	3 min	\$144

Precio social del combustible 2023	Valor social final
13km	\$877
1,5km	\$101,20

Tabla 8. Cálculos de valores sociales del viaje en automóvil para vía calle Libertad. Elaboración propia.

Velocidad promedio de caminata		
Distancia	Tiempo	Valor social
4,5km	60 min	\$5.761
1,5 km	20 min	\$1.920,00

Tabla 9. Cálculos valor social caminata para vía calle Libertad. Elaboración propia

En base a los valores sociales extraídos del MIDESO<sup>12</sup> (véase [Anexo 12. 13](#)) de 1 hora de viaje urbano en automóvil y de caminata, fueron ponderados (*tabla 8 y 9*), a velocidades de movimiento promedio (30km/hr y 4,5km/hr respectivamente) para calcular el tiempo que se demorarían en recorrer 1,5km (una vía promedio de ciclovía), este tiempo posteriormente se transforma a dinero en base a los valores sociales antes mencionados. Para el caso del vehículo se le restó el precio social del combustible establecido para 2023 ([Anexo 12. 14](#)) que se utilizaría en promedio para 1,5km. Se promedió ambos resultados obteniendo **\$981** (valor “p”, *tabla 10*) simulando el equivalente a un viaje en bicicleta por una vía.

<sup>12</sup> Ministerio de desarrollo social.

<i>p</i>	<i>Precio unitario del bien o servicio</i>
<i>q</i>	<i>Cantidad de unidades vendidas al mes.</i>
<i>p x q</i>	<i>Ingresos mensuales</i>

Tabla 10. Simbología y cálculo de ingresos. Definición flujo de caja.

En este proyecto se calcula “*q*” como la cantidad de personas que se desplazan por una ciclo-infraestructura equivalente a 900 personas por cada día del mes (véase anexo *Anexo 12. 15*). Los ingresos mensuales se generan al multiplicar valor “*p*” por valor “*q*”.

Para determinar la factibilidad del proyecto se utilizó el cálculo del VAN<sup>13</sup> y VANS<sup>14</sup> como indicadores de rentabilidad (véase *Anexo 12. 16*) y poseer una comparación entre ambos. Se obtuvo un valor positivo con el VANS al periodo 19 (octubre de 2024), lo que afirma que el proyecto es rentable en el tiempo.

## 6. Metodologías

### 6.1. Metodologías generales del proyecto y objetivo general SMART

**Metodología CPM<sup>15</sup>:** Se utilizó para programar y controlar el proyecto con sus múltiples actividades interdependientes. Se visualiza la secuencia de tareas y se estima el tiempo total del proyecto.

**Metodología BIM<sup>16</sup>:** Enfoque integral y colaboración multidisciplinaria que involucra la creación y gestión de información digital durante todo el ciclo de vida del proyecto de construcción o infraestructura. Se utilizó para modelar y visualizar la infraestructura de las ciclovías y zonas 30, ayudando a la temprana detección de conflictos para ser corregidos en la etapa de diseño pre-construcción.

---

<sup>13</sup> Valor actual neto.

<sup>14</sup> Valor actual neto social.

<sup>15</sup> Critical path method, método de la ruta crítica en español.

<sup>16</sup> Building information modeling, método de modelado de información de construcción en español.

## 6.2. Metodologías para los objetivos específicos (ítem 2.2.)

Objetivo 1. **Metodología TQM<sup>17</sup>:** Enfocada en la gestión de calidad para el estudio del estado de las ciclovías de Melipilla. Énfasis en comprender y satisfacer al cliente (ciclistas) tomando decisiones en base a datos. Primero, se identificó la ubicación y el sector de las ciclovías de la ciudad de manera geo referencial en el mapa digital y se calculan las distancias respectivas. Posteriormente se observan y analizan cada una en terreno. Finalmente se utiliza una herramienta de evaluación que posee diferentes especificaciones cuantitativas y cualitativas de carácter propio, sumado a los criterios de la “Guía de ciclovías, MTT, 2020” que entrega 8 elementos comparativos para evaluar ciclovías existentes.

Objetivo 2. **Metodología TQM:** Cumpliendo el mismo enfoque del objetivo anterior, se utilizó un catastro de estacionamientos para bicicletas del año 2018, comprobándose y evaluándose en terreno el estado de estos. En base al enfoque en el cliente, se identificaron posibles ubicaciones para bicicleteros futuros, teniendo un trabajo de mejora continua, asumiendo la construcción de la red de ciclovías.

Objetivo 3. **Metodología de diseño paramétrico:** Permite utilizar parámetros y variables para controlar el proceso de diseño y geometría de la red total de 20km. Teniendo en consideración las direcciones de las calles, las vías más transitadas y problemáticas de la ciudad, se generó una red al alcance de la mayor cantidad de población urbana en Melipilla. Se diseñó la red con un parámetro de circunferencia de radio 500mts con la ciclo-infraestructura como centro de la circunferencia para visualizar los sectores que abarca este parámetro, con la ayuda de una herramienta digital de mapas. Se escogieron los 500mts como referencia a la mayor distancia que una persona debería desplazarse para conectar con la ciclo-infraestructura, equivalente a desplazarse 4 cuadras promedio de Melipilla (cuadras de 125 metros).

Objetivo 4. **Metodología CPM:** Se generó una ruta crítica ([Anexo 12. 17](#)), con una secuencia de tareas en base a implementar de manera temporal la ciclo-infraestructura de 1.56km (Vía calle Libertad) por la resolución Exenta N°5282/2022 para agilizar el proceso y ejecutarlo en octubre de 2023 y posteriormente establecerla con estándar de ciclovía definitiva. Para esta implementación, primero se desarrolló el anexo asociado (informe sobre el proyecto que se quiere realizar, que lo debe aprobar el MTT). Se diseñó con una

---

<sup>17</sup> Total quality management, metodología de gestión de calidad total en español.

herramienta digital toda la ruta y se tomó en cuenta diferentes tareas como: caracterización cualitativa y cuantitativa de la calle, el estudio de la normativa y referencias técnicas de diseño asociadas, el costo de la implementación, la medición de flujos y la aprobación del MTT.

Objetivo 5. **Metodología diseño centrado en el usuario:** Esta metodología va de la mano con el objetivo 4, priorizando al ciclista y sus necesidades durante todo el proceso de diseño desde la conceptualización hasta la implementación. Se tomó en cuenta la experiencia de usuarios para la ejecución de un diseño óptimo, que logre que los ciclistas utilicen en gran cantidad la ciclo-infraestructura. Se realizarán mediciones de flujo de ciclistas antes y después de la implementación de la infraestructura para ciclos en calle Libertad, para cuantificar el uso y la diferencia de flujos sin proyecto y post la ejecución de infraestructura.

Objetivo 6. **Metodología de diseño paramétrico:** Definidas las rutas y la red general de 20km, se calculó en base a los parámetros y relaciones matemáticas como: distancias de rutas supuestas, el tiempo promedio de velocidad de diversos ciclos y el promedio de detenciones para desplazarse desde diversos puntos de la ciudad, comparando por medio del mismo proceso, lo que tardan otros medios de transporte como el automóvil particular, midiendo y comparando el tiempo de desplazamiento. Esto fue útil para explorar múltiples opciones de diseño y realizar cambios en las vías seleccionadas.

## 7. Medidas de desempeño

1. Porcentaje de ciclovías evaluadas:

$$\% \text{ De ciclovías evaluadas} = \frac{\text{Ciclovías Evaluadas}}{N^{\circ} \text{ total de ciclovías}} \times 100$$

2. Porcentaje de bicicleteros/estacionamientos de ciclos evaluados:

$$\% \text{ De Bicicleteros evaluadas} = \frac{\text{Bicicleteros Evaluadas}}{N^{\circ} \text{ total de bicicleteros}} \times 100$$

3. Distancia entre algún punto aleatorio de la ciudad respecto a la ciclovía cercana:

$$\text{Distancia de } P \text{ a } C \leq 500[\text{mt}]$$

P: Punto en la ciudad, C: Cicloinfraestructura

4. Porcentaje de kilómetros de ciclovías implementados:

$$\% \text{ km de ciclovía implementados} = \frac{\text{km de ciclovías implementados}}{\text{km de ciclovías del diseño total de la red}} \times 100 = 8\%$$

5. Uso de bicicleta tras la implementación de ciclovías:

$$\frac{\% \text{ uso de bicicleta con ciclovías} - \% \text{ uso de bicicleta sin ciclovías}}{\% \text{ uso de bicicletas sin ciclovía}} \geq 25\%$$

6. Tiempo que demora un trayecto en la ciclovía respecto al tiempo en otro medio de transporte:

$$C: \text{Ciclovía}, MT: \text{Medio de transporte} \quad 100 \times \frac{\text{Tiempo } C - \text{Tiempo } MT}{\text{Tiempo } MT} \leq 30$$

## 8. Desarrollo

Etapa 1. Actualización del contexto estructural vial para ciclos de la ciudad.

- Objetivo: Medición ciclovías y bicicleteros cuantitativa y cualitativamente.
- Tareas:
  1. Conocimiento inicial del área urbana de Melipilla y su infraestructura vial.
  2. Investigación normativa y documentos asociados a ciclovías.
  3. Visitas a terreno de análisis y fotografías de la ciclo-infraestructura y el estado de la superficie física (*Anexo 12. 18*).
  4. Mapeo de identificación de bicicleteros y ciclovías (*ilustración 1 en contexto e ilustración 13 sección resultados, objetivo específico n°2*).
  5. Tabla de evaluación de ciclovías con criterios personalizados y propios del MTT. (*Tabla 21 sección de resultados, objetivo específico n°1*)
- Hitos:
  1. Mapa de Melipilla con escala de 10cm por píxel.
- Recursos: Aerofotogrametría, Software QGIS y Google earth/maps.
- Responsables: El pasante y Mario Pezoa (encargado área de transporte SECPLA, hasta mayo de 2023)
- Duración y percepción de avance: 5 meses. Avance paulatino evaluando 1 ciclovía por mes. Bicicleteros catastrados en diferentes salidas a terreno.

Etapa 2. Selección y definición de calles para la red de ciclo-infraestructura.

- Objetivo: Definir los kilómetros de infraestructura que abarque la mayor parte de la ciudad sin interferir drásticamente la vialidad.
- Tareas:
  1. Revisión primera red proyectada por el PIM de 45km (*Anexo 12. 19*).
  2. Diseñar pensando en una distancia específica de 500mts de conexión a una ciclo-infraestructura. (*objetivo específico n°3*)
- Hitos:
  1. Definición de un área urbana de Melipilla de estudio para el proyecto (*Anexo 12. 6*)
  2. Definición de 20km de vías para bi-ciclos considerados óptimos. (*ilustración 3 y Anexo 12. 20*)

- Recursos: Aerofotogrametría<sup>18</sup>, Software QGIS y Google earth/maps.
- Responsables: El pasante, Mario Pezoa, Lucero Alarcón (encargada área movilidad SECPLA, desde mayo de 2023).
- Duración y percepción de avance: Hasta noviembre de 2023. Se fue modificando a medida que se caracterizaba la zona en el tiempo.

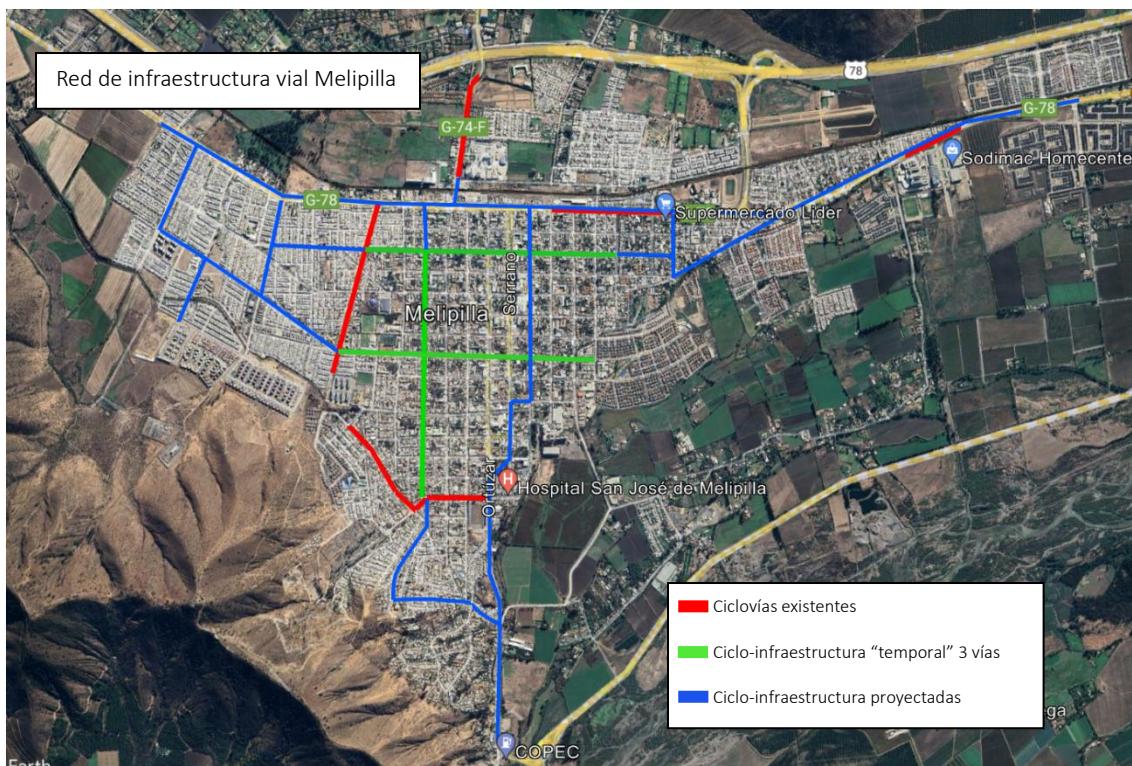


Ilustración 3. Mapa con la proyección de una red de ciclo-infraestructura de 20km. Elaboración propia

<sup>18</sup> Técnica que combina la fotografía aérea (por drones en este caso) y la topografía, para obtener información detallada sobre la forma y características de la superficie terrestre.

Etapa 3. Elección de las vías a diseñar e implementar en el corto plazo en la zona centro

- Objetivo: Estudio y definición de las vías céntricas y sus longitudes para diseñar ciclo-infraestructura por medio de la resolución de ciclovías temporales.
- Tareas:
  1. Mapear las vías a implementar. (*ilustración 4*)
  2. Análisis, mediciones in situ y comparación con la planimetría de estas vías.
  3. Generación de datos, información, distancias y cuantificación de las vías. (ejemplo: *tabla 11*, proceso realizado con todas las vías).
- Hitos:
  1. Conocimiento de ciclovías temporales.
- Recursos: Software AutoCAD.
- Responsables: La oficina de movilidad.
- Duración y percepción de avance: Mayo, Junio, julio y agosto de 2023, en ocasiones posteriores a las fechas definidas se vuelve a terreno para actualización del estado.

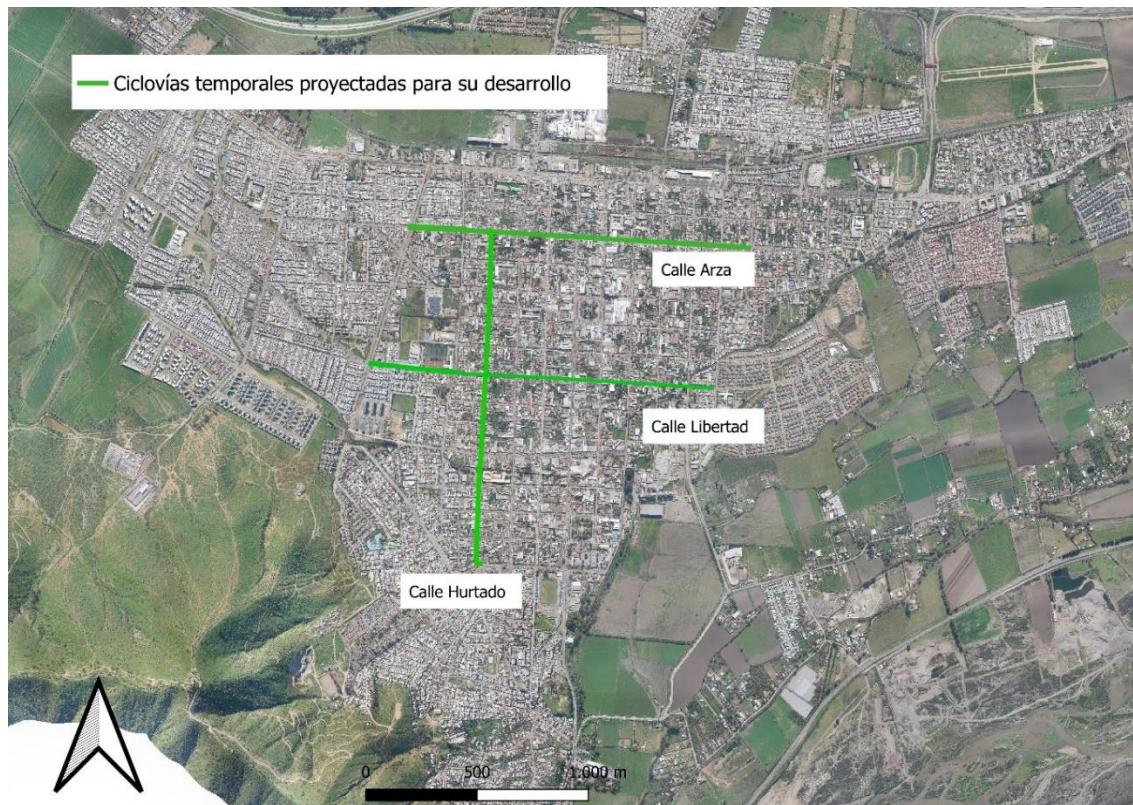


Ilustración 4. Representación en el mapa de ciclovías temporales del objetivo general (4,6km). Elaboración propia.

Bidireccional por costado poniente de la calzada (Medidas de norte a sur)								
Arza - Ugalda			Ugalde -Merced			Merced - Arturo Prat		
Descripción	Longitudes de la cuadra (m)	Longitudes Acumuladas (m)	Descripción	Longitudes de la cuadra (m)	Longitudes Acumuladas (m)	Descripción	Longitudes de la cuadra (m)	Longitudes Acumuladas (m)
0	0		0	0		0	0	
22,9	22,9		12,4	12,4		47	47	
E 4,1	27		E 6,3	18,7		E 4	51	
13,7	40,7		E 4	22,7		22,1	73,1	
E 6,1	46,8		23	45,7		EE 8,9	82	
15,1	61,9		EE 6,5	52,2		8,7	90,7	
E 4,7	66,6		9,3	61,5		E 3,8	94,5	
11,7	78,3		E 2,8	64,3		26,2	120,7	
E 4,1	82,4		12,3	76,6				
8,5	90,9							
E 6,1	97							
28	125							

Tabla 11. Definición y cálculo de las salidas de estacionamiento de las casas en la calle a intervenir.  
Elaboración propia.

#### Etapa 4. Diseño de ciclo-infraestructura

- Objetivo: Diseñar a escala y visualizar las dimensiones del proyecto.
- Tareas:
  1. Elecciones de diseño y características geométricas basado en datos y caracterización de la Etapa 3 (Primer diseño, Ilustración 5).
  2. Identificar demarcación, señalización y segregación.
  3. Análisis de cruces y su peligrosidad.
  4. Plano vista en planta y perfiles (*ilustraciones 6 a 12*, resultados objetivo general).
  5. Tablas de cuantificación (en unidades y m<sup>2</sup>) equivalentes a lo diseñado (*Tablas 12 a 15*).
- Hitos:
  1. Participación jornadas de capacitación “Proyectos de ciclovías: procedimiento y criterios de diseño” (31 de julio de 2023, *Anexo 12. 21*)
  2. Impresión planos en láminas A0 para visualización.
- Recursos: Software AutoCAD.
- Responsables: Diseño y planimetría por el pasante. Revisión de SECPLA, Alcaldía, Departamento de tránsito y Obras municipales, SECTRA, SEREMITT y empresa encargada de demarcación vial: INGEVÍA.
- Duración y percepción de avance: Noviembre de 2023. Primeramente, se empezó a diseñar en mayo de 2023 la vía calle libertad como base hasta noviembre. Las vías de calle Hurtado y arza desde septiembre a noviembre de 2023. Se registraron progresos significativos en el tiempo.

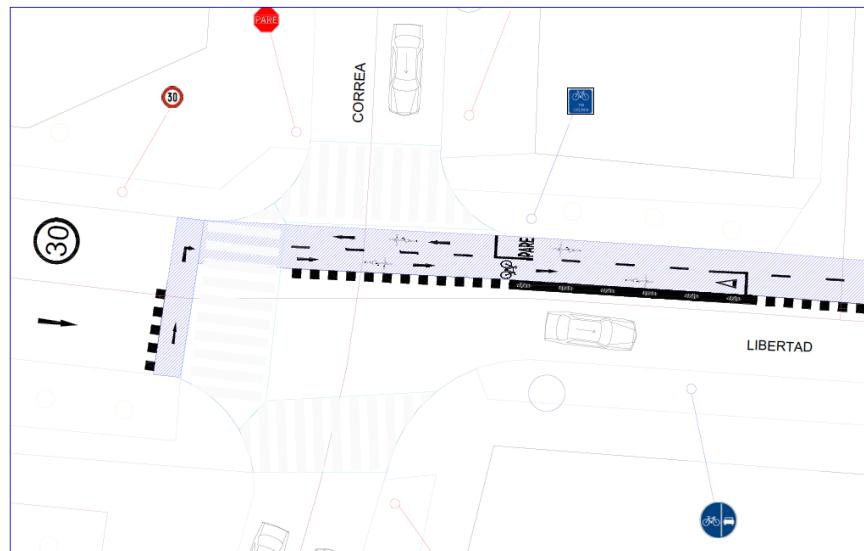


Ilustración 5. Zoom primer avance del plano de intersección zona 30 y ciclovía Libertad.

LIBERTAD			Longitud (metros)								
			Longitud salidas E	Longitud ciclovía (Sin cruce)	Longitud cruce (cruce an)	Longitud de cuadras (de)	Ancho de ciclovía	Ancho linea segmentada	Zona 30	Ciclovía	Ciclovía angosta
1	Las torres	Lilium	-	-	43,4	98,1	-	-			
2	Lilium	Veterano	-	-	-	131	-	-			
3	Veterano	Correa	-	-	-	157	-	-			
4	Correa	Hurtado	33,7	124	16	138	2,4	0,5			
5	Hurtado	Pardo	20,7	118	13,9	132	2,4	0,5			
6	Pardo	Silva Chavez	36,7	116	10,4	128	2,4	0,5			
7	Silva Chavez	Ortuzar	21,4	114	13,7	128	2,4	0,5			
8	Ortuzar	Serrano	17,7	113	15,3	129	2,1	0,4			
9	Serrano	Barros	32,9	113	15,3	126	2,4	0,5			
10	Barros	Fuenzalida	33	115	11,6	128	2,4	0,5			
11	Fuenzalida	Egaña	17,7	129	13,2	139	2,1	0,4			
12	Egaña	Alcalde	32,9	110	13,3	126	2,4	0,5			
			Total	247	1051	166	1559				

Tabla 12. Especificaciones de las longitudes de calle libertad dividida por cuadras. Elaboración propia.

**LIBERTAD**

			Bici Box azul (2mt de an)	Línea de detención	Transversales	Línea segmentada (Divis)	Pare calzada	Ceda el paso calzada	Bicicletas Calzada	Flecha calzada	Círculo 30	Lento	Demarcación verde (Bajo)	Pintar lomotoro	Paso cebra perpendicular	Paso cebra paralelo a lib	Cuadrados cruces	Cuadrados salidas	Línea segmentada (Divis)	Pare ciclovía	Ceda el paso ciclovía	Bicicletas ciclovía	Flechas ciclovía	
1	Las torres	Lilium	1	1	2	15	1	-	5	4	4	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Lilium	Veterano	1	1	2	20	1	-	5	4	4	2	2	2	-	1	2	19	34	38	2	2	6	10
3	Veterano	Correa	1	2	2	21	1	-	7	6	6	4	3	1	1	2	49	-	-	-	-	-	-	-
4	Correa	Hurtado	-	4	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	1	12	20	41	2	-	6	8	
5	Hurtado	Pardo	-	2	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2	1	7	35	39	2	-	6	6	
6	Pardo	Silva Chavez	-	2	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	1	9	20	39	2	-	6	6	
7	Silva Chavez	Ortuzar	-	2	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2	1	7	22	37	2	-	6	6	
8	Ortuzar	Serrano	-	2	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2	1	13	30	37	2	-	6	6	
9	Serrano	Barros	-	2	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	1	8	34	40	1	-	6	6	
10	Barros	Fuenzalida	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	13	25	45	1	-	6	6	
11	Fuenzalida	Egaña	-	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2	2	23	38	38	2	2	6	6	
12	Egaña	Alcalde	-	2	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	2	2	23	38	38	2	2	6	6	
Total			3	22	15	56	10	2	17	14	14	8	7	2	16	15	160	258	354	16	4	54	60	

Tabla 13. Especificaciones de las demarcaciones de calle libertad y las que se quieren implementar dividida por cuadras.  
Elaboración propia.

**LIBERTAD**

			Señalética																		Tota señalética			
			Sigz por... (Verde)	Inicio de zona 30	Fin zona 30	Signo de bicicleta (Amar)	Signo 30	Continuar x ciclovía	Inicio de Ciclovía	Fin de ciclovía	Ciclista/Automóvil	No estacionar (Toda la c)	Al virar preferencia ciclis	Signo PARE (ciclo)	Signo Pare (Vehiculos)	Postes								
1	Las torres	Lilium	1	1	1	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7			
2	Lilium	Veterano	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4			
3	Veterano	Correa	-	1	1	2	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7			
4	Correa	Hurtado	-	-	-	2	-	-	1	1	2	1	1	1	1	-	2	-	2	-	6			
5	Hurtado	Pardo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	4			
6	Pardo	Silva Chavez	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	2	-	-	-	-	5			
7	Silva Chavez	Ortuzar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	2	1	4			5			
8	Ortuzar	Serrano	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	2	-	-	-	-	4			
9	Serrano	Barros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	2	-	-	-	-	3			
10	Barros	Fuenzalida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	-	-	-	-	4			
11	Fuenzalida	Egaña	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	1	1	1	-	1	-	-	-	3			
12	Egaña	Alcalde	1	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	-	-	2	-	-	-	-	5			
Total			2	2	2	9	6	1	2	2	10	9	4	15	1	55								

Tabla 14. Especificaciones de las señaléticas de calle libertad y las que se quieren implementar dividida por cuadras. Elaboración propia.

LIBERTAD			Segreg.	
			Segregadores	Pilar segregador
1	Las torres	Lilium	-	-
2	Lilium	Veterano	-	-
3	Veterano	Correa	-	-
4	Correa	Hurtado	48	2
5	Hurtado	Pardo	52	2
6	Pardo	Silva Chavez	43	2
7	Silva Chavez	Ortuzar	50	2
8	Ortuzar	Serrano	52	2
9	Serrano	Barros	45	2
10	Barros	Fuenzalida	45	2
11	Fuenzalida	Egaña	59	2
12	Egaña	Alcalde	38	1
Total			432	17

Tabla 15. Especificaciones de la segregación de calle libertad y las que se quiere implementar dividida por cuadras. Elaboración propia.

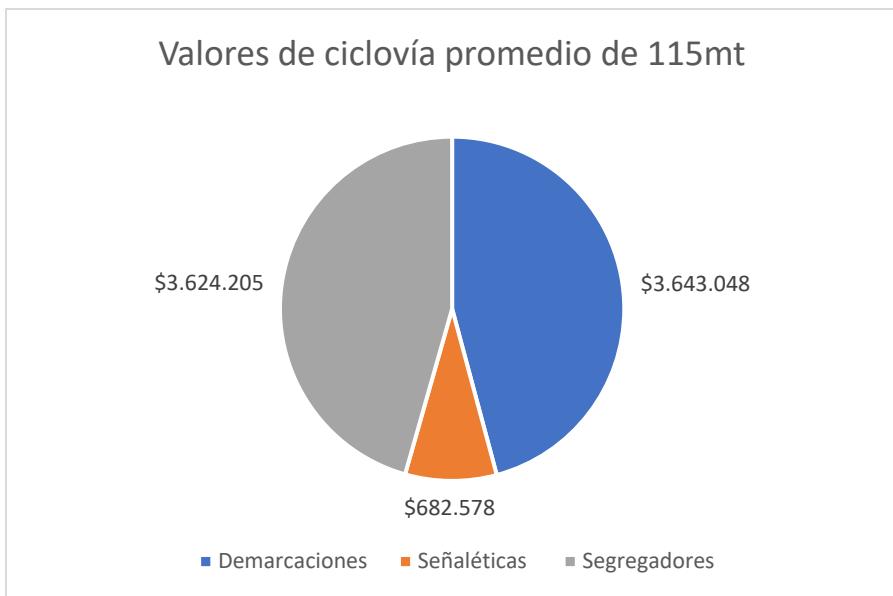
Etapa 5. Desarrollo de anexo para la implementación de vía calle Libertad como ciclovía temporal.

- Objetivo: Justificar ante el MTT: ¿por qué se debe realizar el proyecto?
- Tareas:
  1. Redactar anexo justificando acciones y análisis.
  2. Generar láminas de presentación para la visualización del diseño de la ciclovía.
  3. Reuniones con revisores de SECTRA, SEREMITT y departamento de tránsito.
- Hitos:
  1. Verificación de que, para agosto de 2023, aún se podían llevar a cabo ciclovías temporales.
- Recursos:
  1. Resolución exenta N° 52828/2022, “Procedimiento para autorizar proyectos de vías temporales...” (sección referencias normativas).
  2. Data de información y cuantificación de características generadas en las Etapas 3 y 4.
- Responsables: La oficina de movilidad y Firma requerida del Municipio (Alcaldesa), departamento de tránsito y obras municipales.

- Duración y percepción de avance: Envío del anexo al MTT, Noviembre de 2023. Se recibe el oficio con las observaciones del proyecto por parte del MTT el 19 de diciembre de 2023, fecha sobre el término de la pasantía.

#### Etapa 6. Cálculo de presupuesto

- Objetivo: Estimar a precisión el costo de la ciclo-infraestructura, vía calle Libertad.
- Tareas:
  1. Calcular flujo de caja, VAN y VANS con valores de ciclovías MTT.
  2. Actualizar precios de materiales y mano de obra.
  3. Calcular el presupuesto para vía calle libertad (*Anexo 12. 22*).
  4. Estimar el costo promedio de implementación por cuadra de: zona 30 y ciclovía (véase *gráfico 4 y 5*).
  5. Calcular el costo de las 3 vías de ciclo-infraestructuras y una variación por cambios en la demarcación (véase *tabla 16 y gráfico 6*).
- Hitos:
  1. Nueva licitación de la empresa de insumos viales para 2024 con actualización de precios.
  2. Definición de cuadra promedio en 115mts de longitud.
  3. Valor promedio de \$7.949.831 para la ciclovía y \$2.743.741 de zona 30 por cuadra.
- Recursos: Microsoft Excel (tablas y gráficos), flujo de caja e indicadores.
- Responsables: La oficina de movilidad SECPLA
- Duración y percepción de avance: Noviembre de 2023. No se realizaron cambios posteriores a la evaluación del diseño del MTT que se realizó en diciembre. Se empezó a generar desde septiembre con actualizaciones y mejoras en el tiempo para la precisión de los valores.



*Gráfico 4. Estimación valor de ciclovía en una cuadra. Elaboración propia.*



*Gráfico 5. Estimación valor de zona 30 en una cuadra. Elaboración propia.*

Calles	Cant. De Cuadras	
	Ciclovía	Zona 30
Libertad	9	3
Hurtado	11,5	0
Arza	10	1,5

Tabla 16. Cantidad de cuadras de las vías seleccionadas. Elaboración propia.

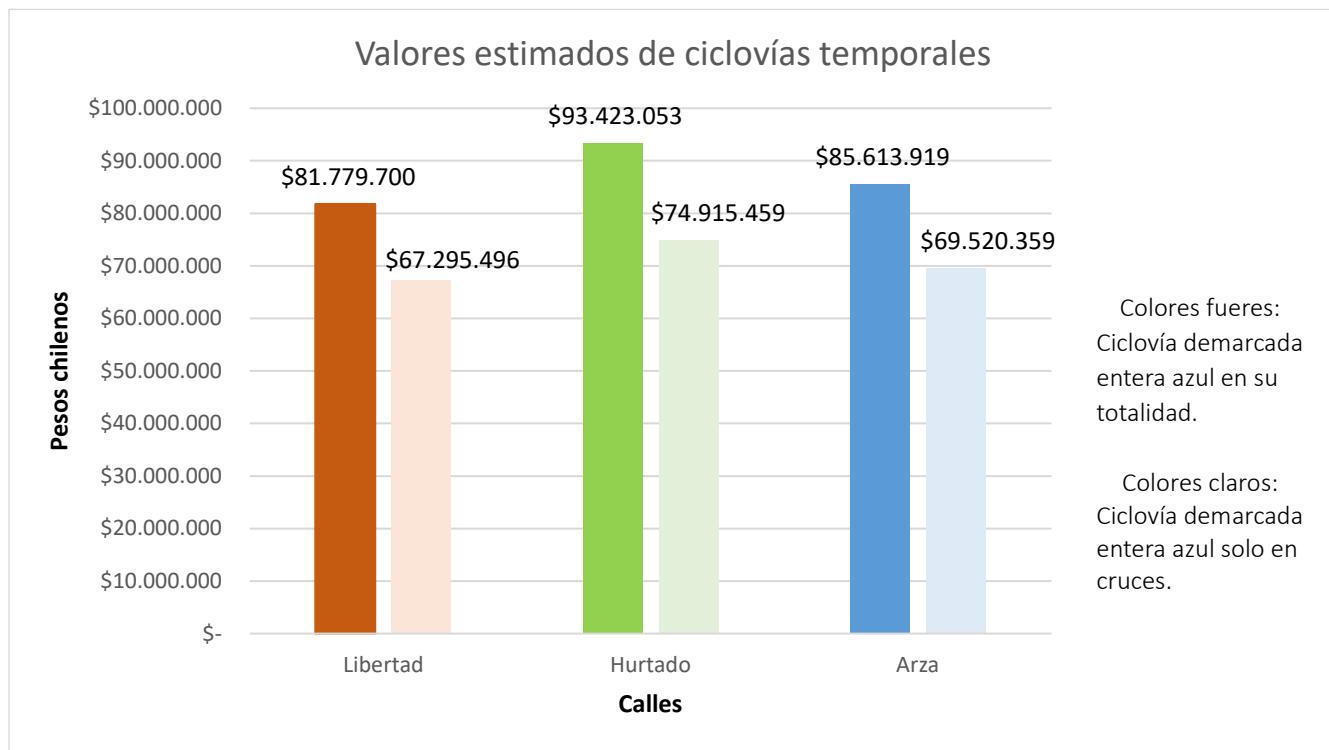


Gráfico 6. Valores de las vías con y sin demarcación total. Elaboración propia.

## Etapa 7. Planificación de implementación y objetivos finales del proyecto

- Objetivo: Revisar en base a todo lo aprendido los diseños propuestos.
- Tareas:
  1. Layouts y planos finales vía calle Libertad, Hurtad y Arza.
  2. Revisión proyectos adherentes a ciclovía Libertad (*Anexo 12. 23*).
  3. Evaluación con INGEVÍA y proceso del plan de implementación vía libertad (*objetivo específico n°4*).
  4. Cálculo de proyecciones del tiempo de desplazamiento en vía calle Libertad por automóviles y ciclistas (*objetivo específico n°6, tabla 17 a 20*).
- Hitos:
  1. Envío de anexo ciclovía temporal vía libertad a revisión del MTT (noviembre 2023).
- Recursos: AutoCAD y comunicación directa con INGEVÍA.
- Responsables: La oficina de movilidad SECPLA.
- Duración y percepción de avance: Noviembre de 2023. Se cumplió con el diseño de las 3 vías en el tiempo estipulado de manera exitosa.

Automovil	
km	Tiempo (min)
30	60
1	2
0,12	0,24

Cuadra	Tiempo (seg)
1	14,4
12	172,8

*Tabla 18. Tiempo promedio del desplazamiento de un automóvil por vía calle Libertad.  
Elaboración propia.*

Caso	Cruces/pare	Espera (seg)	Total (seg)	Total (min)
1	8	5	212,8	3,5
2	8	10	252,8	4,2
3	8	30	412,8	6,9
4	8	60	652,8	10,9
5	8	90	892,8	14,9
6	8	120	1132,8	18,9

*Tabla 17. Diversos casos en base al tiempo de espera en los cruces y de desplazamiento por las cuadras ciclovía vía Libertad a una velocidad de automóvil promedio.  
Elaboración propia.*

Bicicleta	
km	tiempo (min)
15	60
1	4
0,12	0,48

Cuadra	Tiempo (seg)
1	28,8
12	345,6

*Tabla 20. Tiempo promedio del desplazamiento de un ciclista por vía calle Libertad. Elaboración propia.*

Caso	Cruces/pare	Espera (seg)	Total (seg)	Total (min)
1	8	5	385,6	6,4
2	8	10	425,6	7,1
3	8	30	585,6	9,8
4	8	30	585,6	9,8
5	8	30	585,6	9,8
6	8	30	585,6	9,8

*Tabla 19. Diversos casos en base al tiempo de espera en los cruces y de desplazamiento por las cuadras ciclovía vía Libertad a una velocidad de ciclista promedio. Elaboración propia*

## 9. Resultados

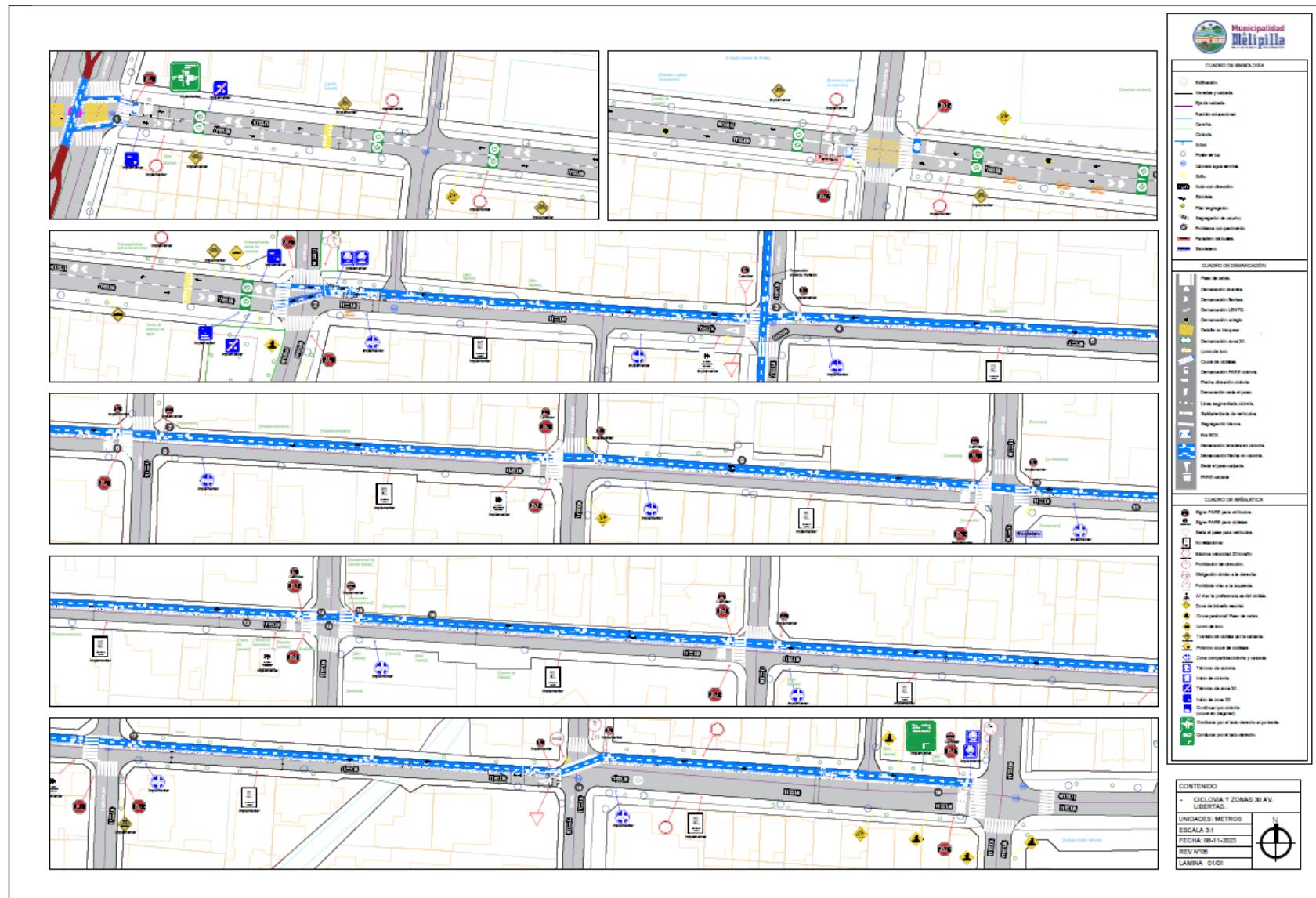
### 9.1. Resultados generales

Este informe ha permitido la elaboración de un documento que detalla las distintas etapas de diseño, proporcionando así una base para replicar este enfoque en proyectos futuros, siguiendo el proceso de análisis, cuantificación y observación. En definitiva, una metodología empleada para el desarrollo de ciclovías, con parámetros geométricos, cualitativos y costos estimados para que cualquier persona pueda diseñar un proyecto de infraestructura vial para ciclos en cualquier ciudad de Chile y principalmente para el Municipio de Melipilla.

### 9.2. Resultados por objetivos

#### 9.2.1. Objetivo general:

El objetivo se ha cumplido en un 100% al haber diseñado las 3 vías con ciclovías y zonas 30, conforme a las necesidades del corto plazo en la zona central de Melipilla. Este diseño se ha realizado en consonancia a la red predefinida de 20km, asegurando factores de seguridad y trayectos eficientes para los ciudadanos (véase ilustración 6, 7 y 8).



*Ilustración 6. Plano ciclo-infraestructura vía calle Libertad. Elaboración propia.*

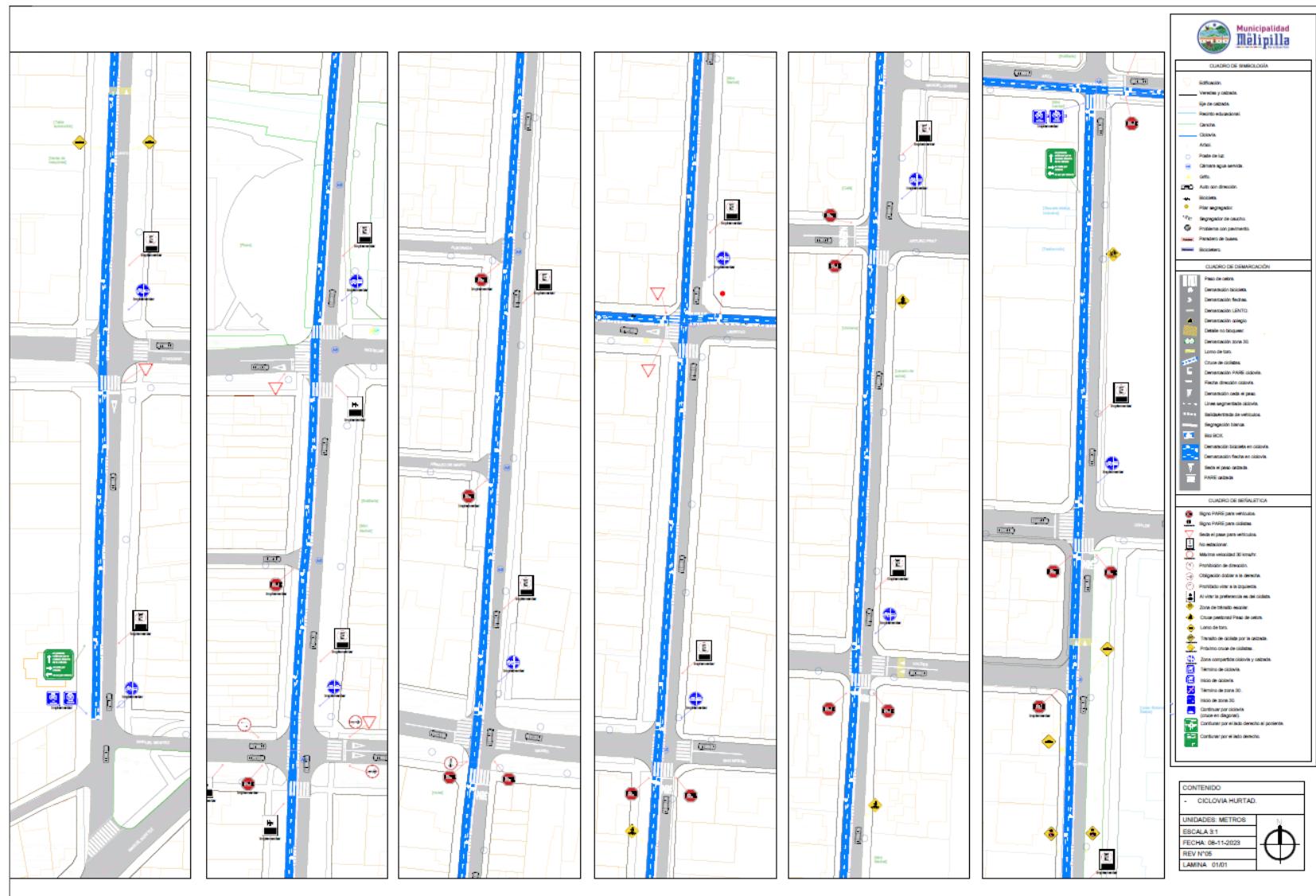


Ilustración 7. Plano ciclo-infraestructura vía calle Hurtado. Elaboración propia.

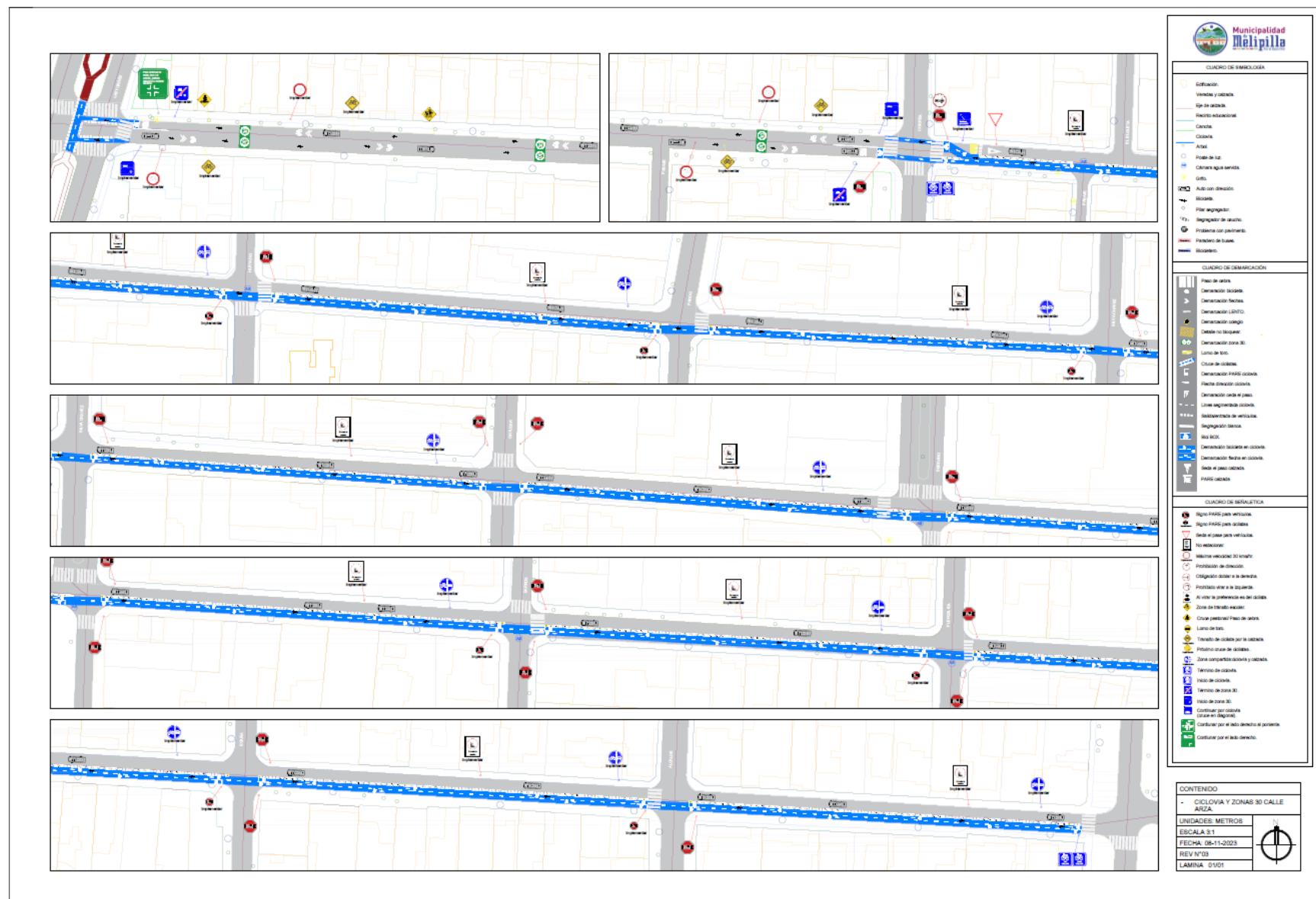


Ilustración 8. Plano ciclo-infraestructura vía calle Arza. Elaboración propia.

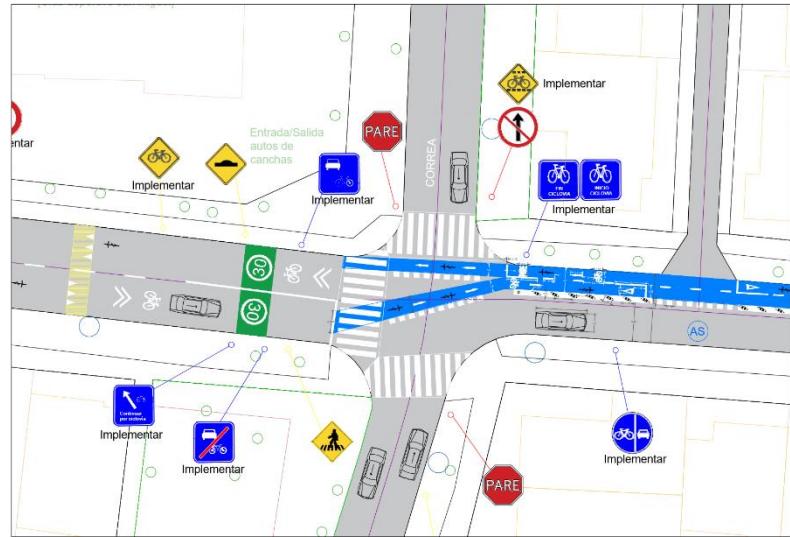


Ilustración 9. Zoom intersección zona 30 y ciclovía Libertad. Elaboración propia.

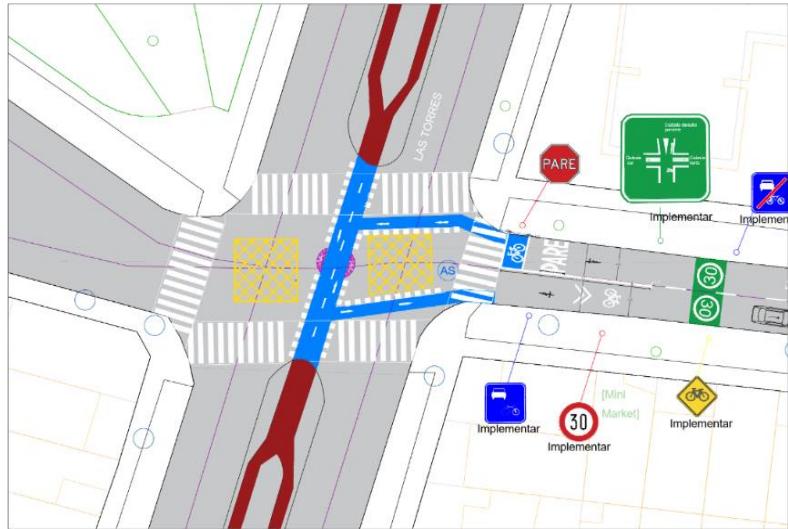


Ilustración 10. Zoom intersección zona 30 Libertad con ciclovía Av. Las torres. Elaboración propia.

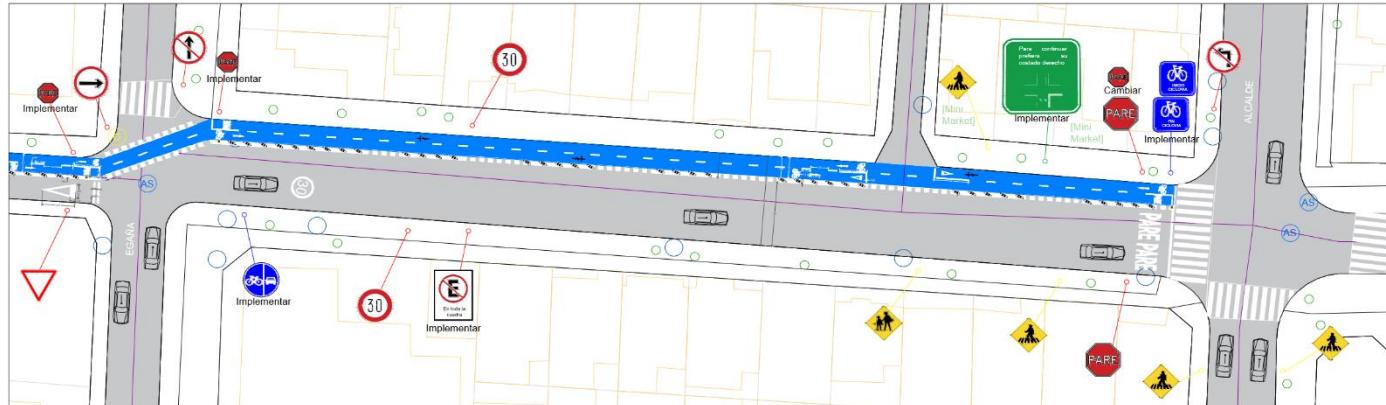


Ilustración 11. Zoom vista en planta de una cuadra de ciclovía. Elaboración propia.

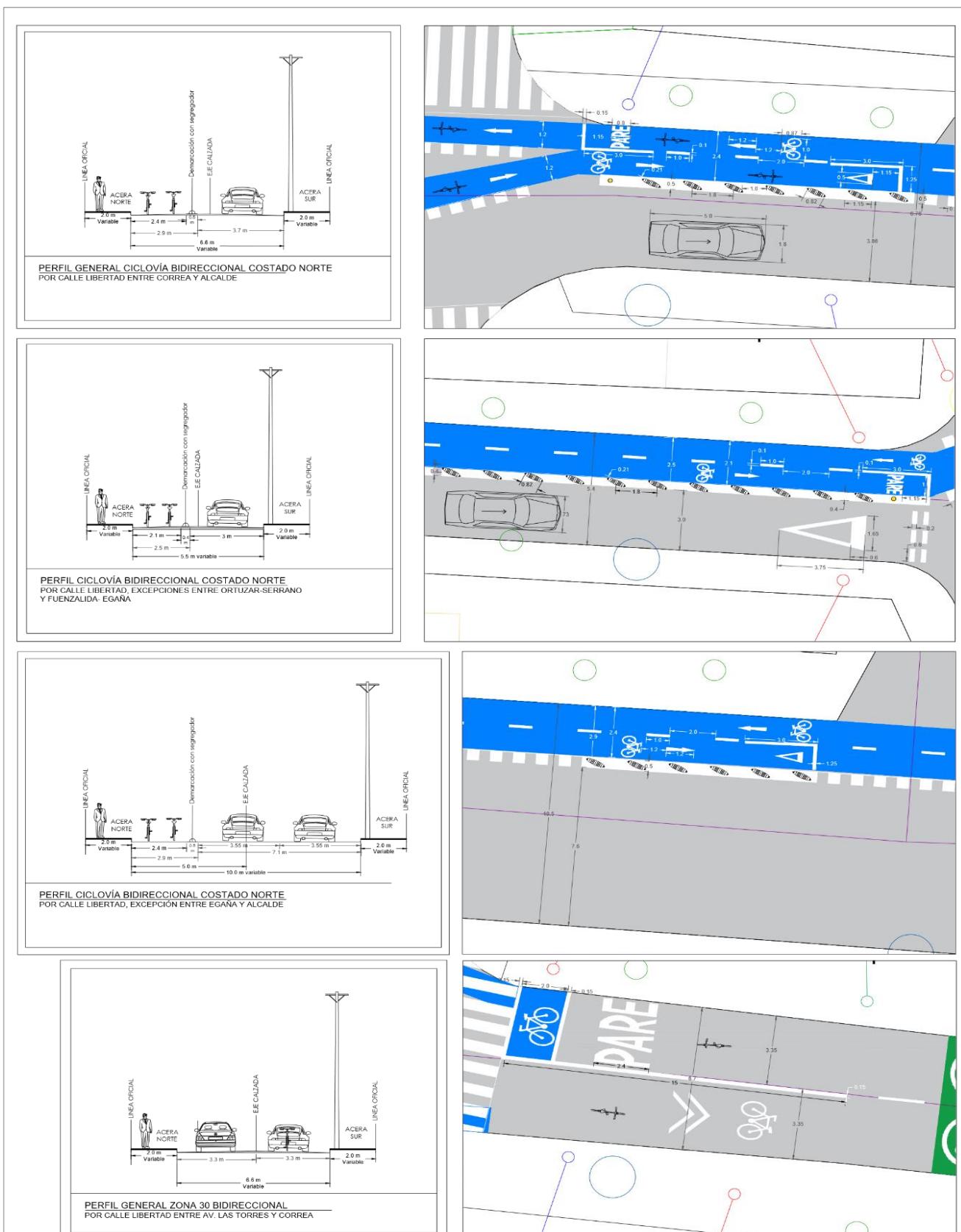


Ilustración 12. Plano de perfiles y acercamiento a detalles vía calle Libertad. Elaboración propia.

### 9.2.2. Objetivos específicos

Objetivo 1. 100% ciclovías evaluadas.

Tabla clasificación de ciclovías

	Nº	Elemento	V. Mackenna	Las Torres	J. Manuel Benítez y Alfonso Suarez	Camino Pomaire por Vicuña Mackenna	J. Massoud
MTT	1	Cambios de emplazamiento	Bueno	Bueno	Malo	Bueno	Bueno
	2	Cumplimiento Anchos mínimos	Malo	Malo	Malo	Malo	Regular
	2. 1	Anchos	Malo	Malo	Malo	Malo	Regular
	3	Superficie de rodado	Regular	Regular	Regular	Bueno	Regular
	4	Segregación	Bueno	Malo	Bueno	Bueno	Bueno
	5	Vínculo con el sistema	Malo	Malo	Malo	Malo	Malo (péssimo)
	6	Zonas mixtas con peatones	Malo	Bueno	Bueno	Bueno	Regular
	7	Presencia de obstáculos	Regular	Malo	Regular	Bueno	Malo
Adicionales	8	Puntos de conflicto	Bueno	Malo	Regular	Bueno	Regular
	9	Señalización y demarcación	Malo	Malo	Regular	Malo	Regular
	1 0	Barreras/ Divisiones/ Costados	Regular	Regular	Regular	Bueno	Malo
	1 1	Estado físico del material	Bueno	Malo	Regular	Bueno	Regular
	1 2	Arbolado/maleza/tierra	Regular	Regular	Regular	Regular	Malo
	1 3	Materialidad	Asfalto	Asfalto	Asfalto	Asfalto	Asfalto
	1 4	Año construcción	> 2020	-	-	-	-
	1 5	Distancia (mts)	724	965 x 2 (Unidireccional)	1260	371	619

Tabla 21. Clasificación de ciclovías existentes en Melipilla con criterios del MTT y criterios propios. Elaboración propia.

Objetivo 2. 100% Bicicleteros cuantificados (15).



Ilustración 13. Mapa de bicicleteros en Melipilla. Noviembre de 2023. Elaboración propia.

Objetivo 3. No se cumplió en un 100%. Sectores cercanos a los bordes que no se encuentran en el radio de los 500mts establecidos.

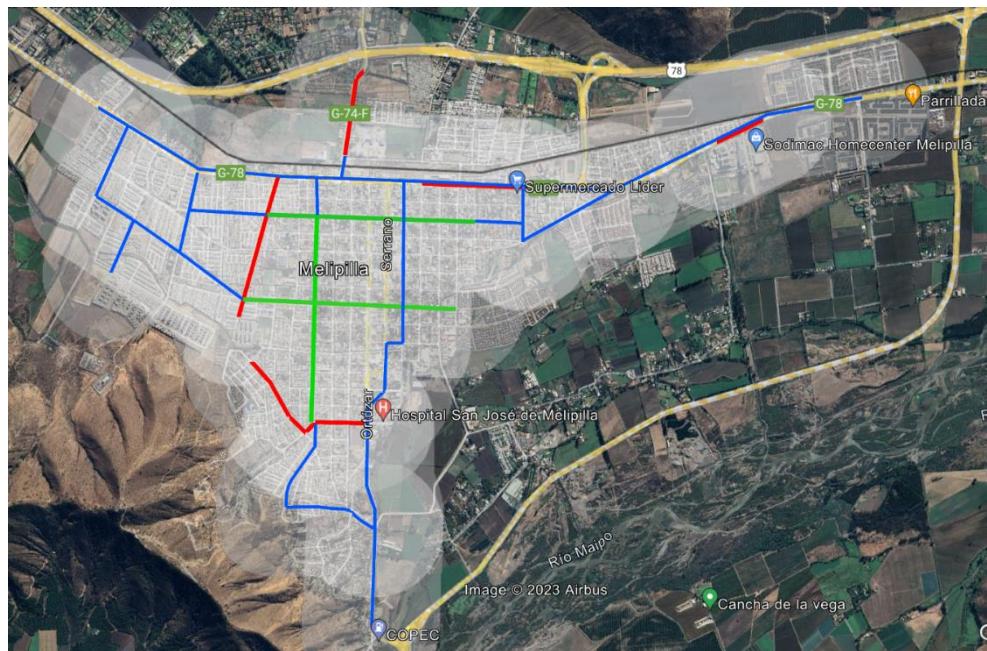


Ilustración 14. Red de 20km de ciclovías con radios de 500mts de inclusión. Elaboración propia.

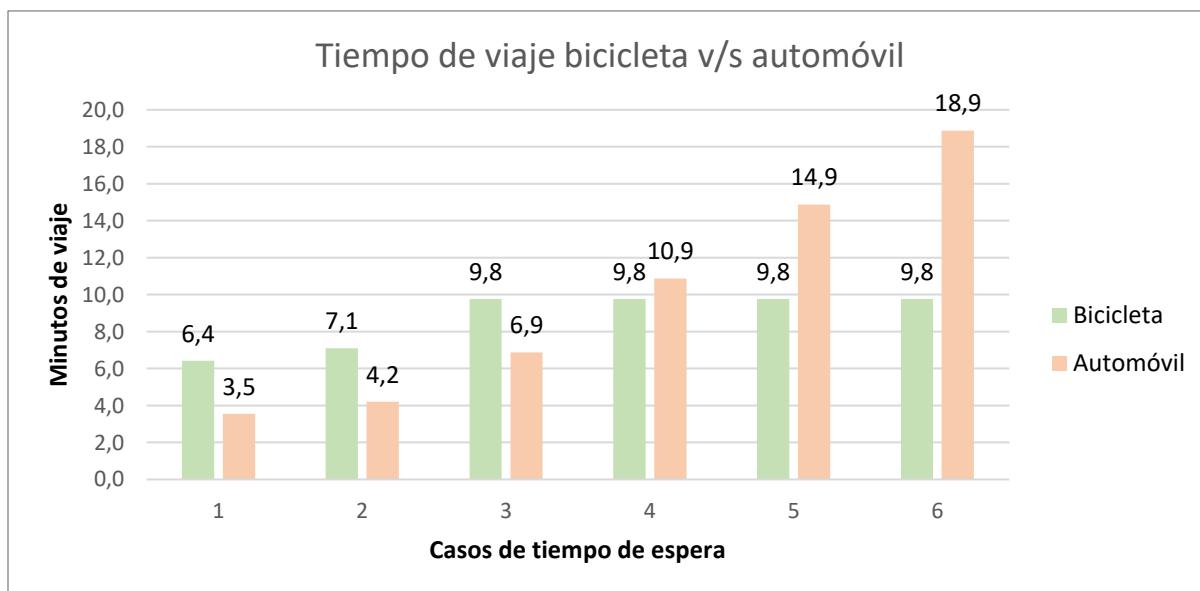
Objetivo 4. No se cumple la implementación de una vía, siendo calle Libertad escogida para ser construida antes de octubre de 2023. Se atribuye a los lapsos temporales asociados con los procesos de revisión del MTT y las gestiones administrativas de otros departamentos de la Municipalidad.

Objetivo 5. No se cumple con el aumento del uso de la bicicleta. Continua en trámite la gestión de fondos para realizar mediciones de flujos de ciclistas y automóviles por las vías seleccionadas y sumado a la no implementación del *objetivo específico 4* se imposibilita cumplir este objetivo.

Objetivo 6. Se cumple en condiciones específicas.

El tiempo de desplazamiento en condiciones ideales sin tráfico vehicular y sin detenciones, el automóvil es más rápido que la bicicleta sobre un 30%.

En otros casos, asumiendo tráfico vehicular, en base a las proyecciones de la *tabla 17 a 20* (Etapa 7, desarrollo), se genera una gráfica que evidencia las diferencias del tiempo (*gráfico 7*). La bicicleta no excederá en 30% el tiempo del automóvil si el tiempo de espera en los cruces de la bicicleta es de 30 segundos promedio y el del automóvil es de 35 segundos o superior.



## 10. Conclusiones y discusiones

Se resuelve el problema inicial desarrollando y generando documentos, datos, cuantizaciones e información concreta para dar pie a la ciclo-infraestructura en Melipilla a corto plazo, enfocado inicialmente al diseño óptimo de las 3 vías céntricas seleccionadas. Aunque los desafíos de movilidad persistan en el tiempo y este proyecto no da solución a todo el transporte de la ciudad, si contribuye al impulso de nuevas iniciativas y proporciona fundamentos para la estimación, evaluación y desarrollo de proyectos futuros en base a valores monetarios y estudios concretos. Este proceso ha permitido adquirir conocimiento y cuestionar la normativa y documentos relacionados a la ciclo-infraestructura en Chile. Resulta preocupante observar que dichas normas no se actualizan conforme a la realidad actual y no ofrecen estándares de calidad y seguridad elevados. Este proyecto busca fomentar la reflexión sobre la importancia de dicha actualización, con el objetivo de fomentar la movilidad en bi-ciclos y considerarla como una alternativa viable, cómoda, segura y eficiente para todas las ciudades del país.

El objetivo 4 y 5 no pudieron ser resueltos, debido en parte a la burocracia generada en los proyectos públicos y los procesos administrativos que retrasan el desarrollo de resultados rápidos. Asimismo, se subraya un cierto grado de optimismo inicial por parte de la oficina de movilidad de SECPLA al proyectar la implementación de una ciclovía en solo 4 meses, sin tener nociones claras de los plazos de evaluación. A pesar de las adversidades y desafíos se continúa trabajando y desarrollando información crucial para la evolución de la movilidad activa y se espera concluir este esfuerzo con la inauguración de la ciclo-infraestructura de calle Libertad en marzo o abril de 2024, marcando un hito Municipal.

Se evidencia que el proyecto es factible al considerar el VANs positivo. Sin embargo, al comparar con el VAN convencional, los ingresos se igualan 0, y se obtiene un resultado menor a 0, lo que teóricamente clasifica al proyecto como una inversión sin retorno (No factible). Generar el VAN social muestra la importancia de los beneficios sociales en este tipo de proyectos sin retornos monetarios.

Finalmente, cabe mencionar que considerando los criterios de evaluación del MTT para determinar si se otorga o no la aprobación a la infraestructura existente. Por causal n°2 ([Anexo 12. 24](#)), se debiesen rechazar las 5 ciclovías existentes en Melipilla, lo que significa que toda la infraestructura de ciclos no cumple en absoluto los requerimientos mínimos y deben ser normalizados con urgencia.

## 11. Referencias

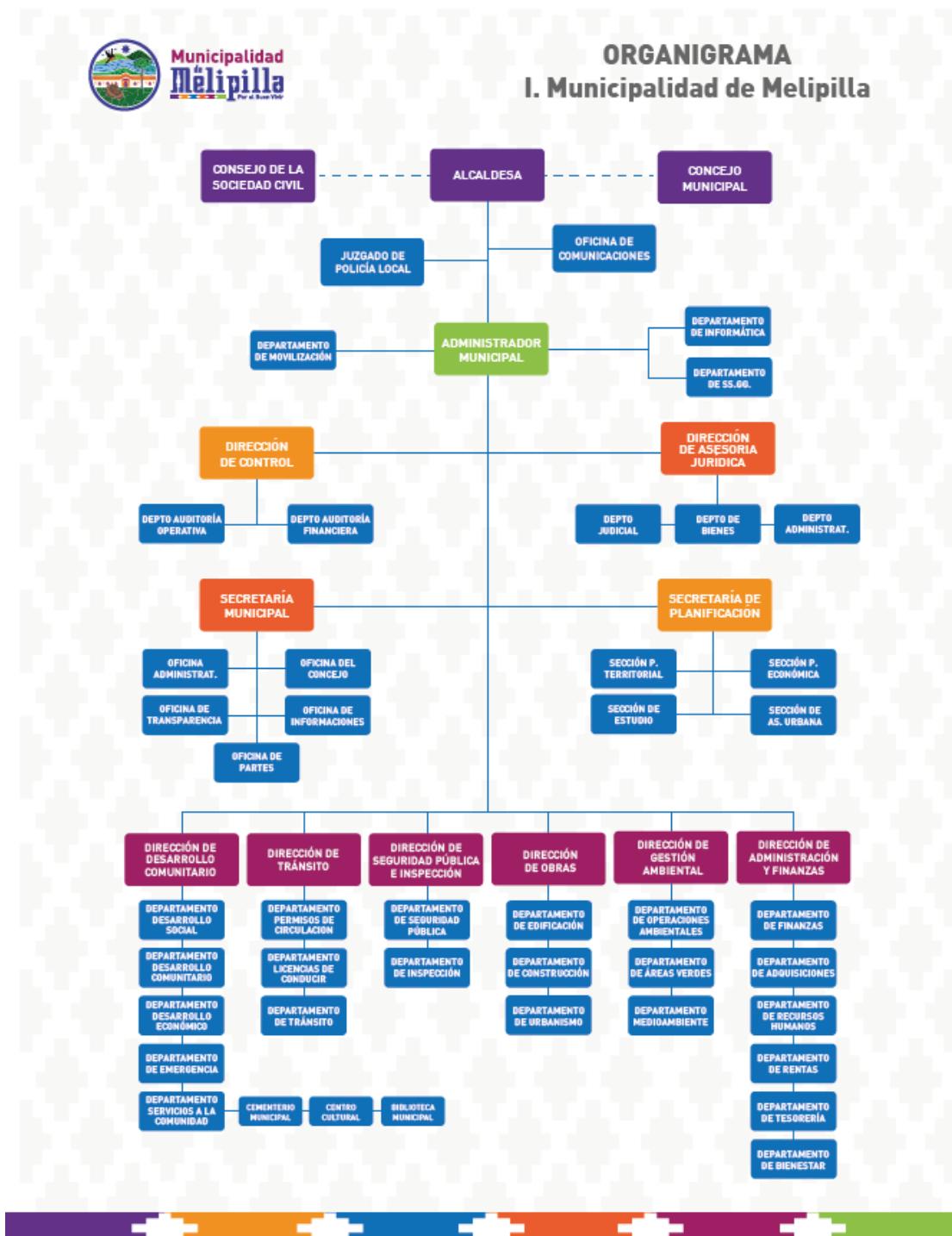
11.1 En base a la normativa para el diseño de ciclovías:

- Criterios de diseño cicloinclusivo, intercambio de conocimiento y experiencias que fortalecen la planificación y el diseño en el camino hacia la ciclo-inclusión, PPT, MTT, 2023.
- Plan integral de movilidad, Municipalidad de Melipilla, 2023.
- ICVU: índice de calidad vida urbana 2022, Cámara chilena de la construcción, Mayo 2023.
- Procedimiento para autorizar proyectos de vías temporales para vehículos no motorizados en la región metropolitana de Santiago, MTT, noviembre de 2022.
- Manual de carreteras, Volumen N°6.6., MOP, 2022.
- Manual de señalización de tránsito, MTT, 2022.
- Plan de desarrollo comunal, Municipalidad de Melipilla, 2022.
- Decreto-102, MTT, Julio de 2021.
- Guía de composición y diseño operacional de ciclovías, MTT, Julio de 2020.
- Capítulo: 4 diseño y ejecución de ciclovías, Manual obras viales, pavimentación y aguas lluvias, SERVIU, 2018.
- Serie espacios públicos urbanos, Vialidad ciclo inclusiva MINVU, Abril 2015.
- Serie espacios públicos urbanos, Construcción de ciclovías MINVU, Mayo 2015.
- Manual diseño tráfico bicicletas: CROW, Marzo 2011.

## 12. Anexos

Anexo 12. 1

Organigrama Municipal



## Anexo 12. 2

### Sección 1: Visión Política Alcaldesa Lorena Olavarría

“Desde el ámbito vial, al ser consultada por los tacos, declara tener un plan sustentable para descongestionar los accesos y calles de la comuna. Además, hace hincapié en la importancia de las ciclovías, señalando: “el cono urbano de la comuna está completamente diseñado para estas”; buscaremos que la bicicleta en nuestra comuna sea un medio de transporte sustentable que se utilice en el tiempo. Por otro lado, respecto al metrotrén, menciona que está pronta a concretar una reunión con EFE Trenes de Chile, para ver el estado actual del proyecto” (Revista web, Melidatos.cl, 2021).

### Sección 2: Visión política Presidente Gabriel Boric

“En su Cuenta Pública del 2022, el Presidente Gabriel Boric comprometió qué a fines de su mandato, en el 2025, se construirán 2.000 kilómetros de ciclovías en el país. Información que luego fue confirmada por el ministro de Transportes, Juan Carlos Muñoz, quien prometió 500 kilómetros de ciclovía por año. Pero lo cierto es que, según el catastro semestral de viabilidad y transporte urbano actualizado a diciembre del 2022, solo se ha aumentado 42 kilómetros. En la región Metropolitana la cifra pasó de 777 kilómetros a 781” (Página web, pauta.cl, 2023)

## Anexo 12. 3

### Plan de desarrollo comunal (PLADECO), tomos I y II

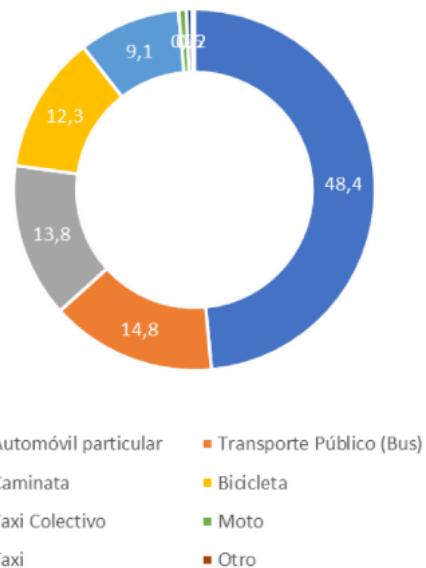
Tomo I: Caracterización comunal: dentro de la caracterización comunal encontramos como se ha vivido un aumento en la población con los años, por parte de extranjeros y chilenos. También según el factor de calidad de vida, considerado en PLADECO, la ciudad de Melipilla se encuentra ubicada en el puesto 78 de 99 ciudades evaluadas anualmente. Actualizando dicha información, el índice de calidad de vida urbana (ICVU, 2022), muestra el índice sintético que mide y compara en términos relativos la calidad de vida urbana de comunas y ciudades de Chile a partir de variables referidas a 6 dimensiones que expresan el estado de la situación, donde una de éstas es: **conectividad y movilidad**, encontrando a Melipilla dentro de las comunas de la región metropolitana, que posee un nivel bajo, puntuación que se mantiene del año 2021.

Tomo III: Planificación estratégica: este tomo aborda todo lo descrito en el tomo I y II en búsqueda de soluciones y propuestas de planes para dar soluciones a las problemáticas.

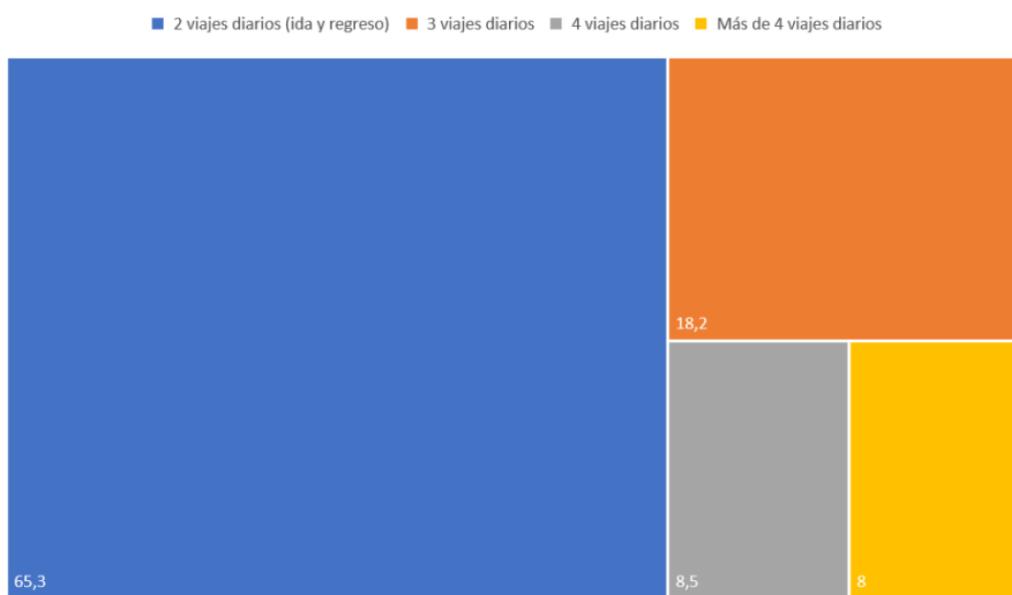
Anexo 12. 4

Preguntas desarrolladas a la comunidad por medio de una entrevista online para el desarrollo del PIM

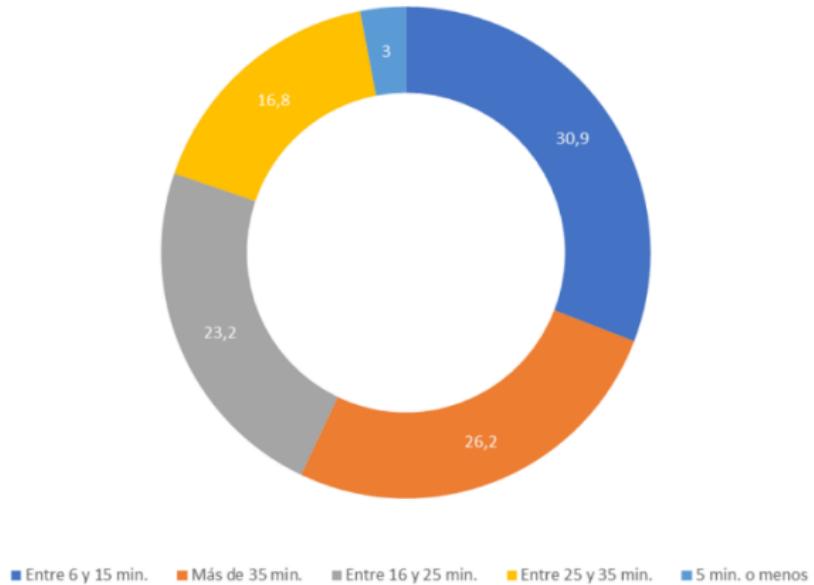
1. ¿Cuál es el principal medio o modo de transporte que utilizas para moverte diariamente?



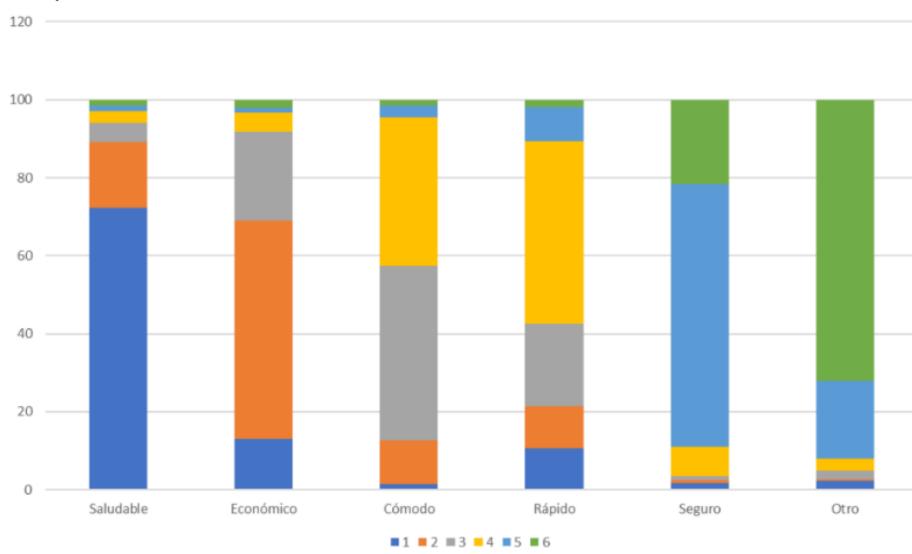
3. ¿Aproximadamente, cuántos viajes realizas diariamente utilizando el modo anteriormente seleccionado?



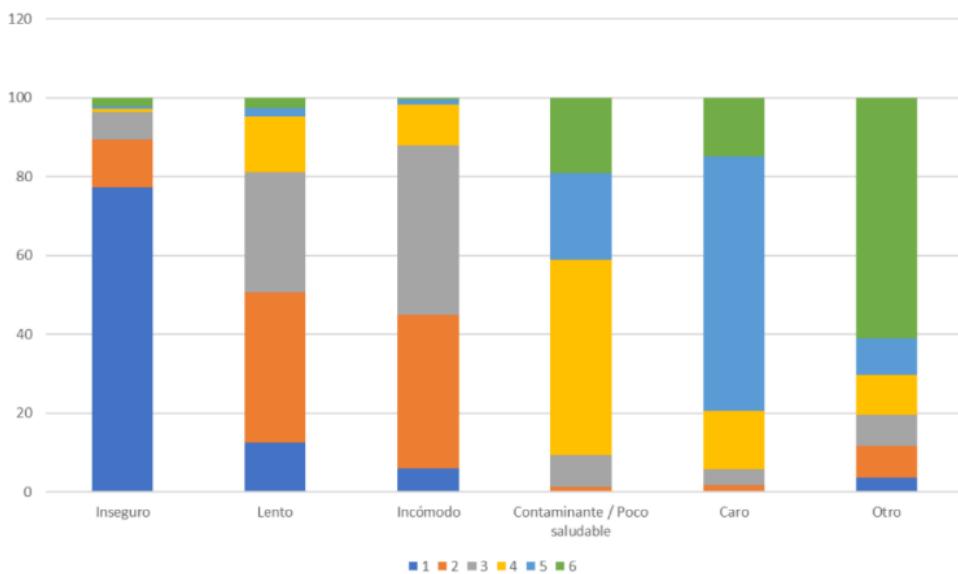
4. En promedio, ¿cuánto te demoras en realizar cada viaje?



7. En tu opinión, ¿Cuáles son los aspectos más positivos que tiene desplazarse en bicicleta por Melipilla?



11. En tu opinión, ¿Cuáles son los aspectos más negativos que tiene desplazarse en bicicleta por Melipilla?



#### Anexo 12. 5

#### Aumento de la compra de vehículos tras el COVID-19

Este fenómeno económico ocurrió en Chile con alzas sobre 200% en el porcentaje anual de compras de automóviles. Según datos dados a conocer por la Asociación Nacional Automotriz de Chile (ANAC), en el cuarto mes del año 2021 se comercializaron 27.241 unidades de vehículos livianos y medianos, representando un aumento interanual de 205,9%. Cabe destacar que se generaron beneficios económicos para retiros de dinero de pensiones en Chile lo que generó posibilidades de retiros de grandes cantidades de dinero tras la pandemia.

## Anexo 12. 6

Mapa representativo de lo que en el proyecto se considera y se explica como zona urbana de Melipilla. Se ve en la siguiente imagen demarcada como un área de color gris.



## Anexo 12. 7

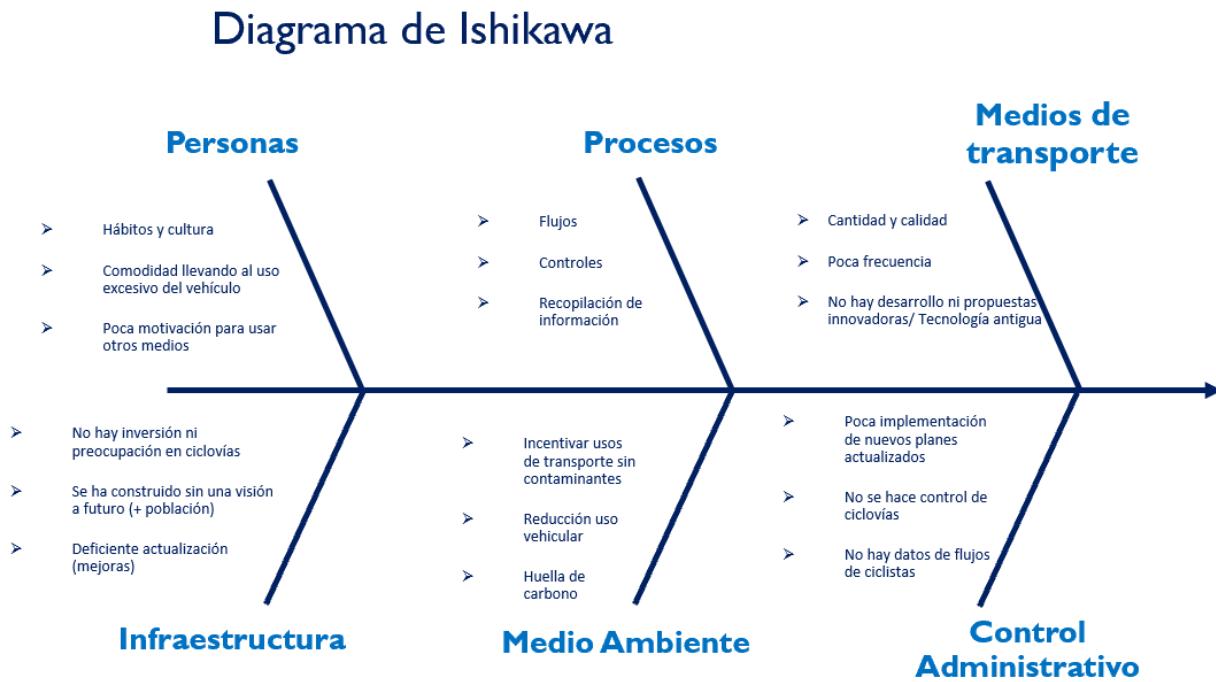
Estudio consultor de ingeniería: Cityplanning



La consultora presenta su primera evaluación en diciembre de 2023, en la cual presenta las ciclovías como PIM Corto plazo, las 3 vías seleccionadas para realizar como vías temporales, siendo evaluadas favorablemente para la realización de ciclo-infraestructura.

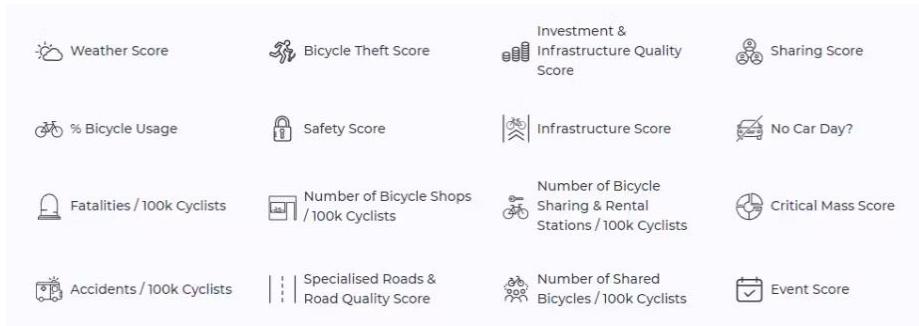
Anexo 12. 8

Diagrama de Ishikawa



Anexo 12. 9

Estudio: Índice Global de Ciudades y Bicicletas, elaborado por la compañía de seguros digitales Luko, que analiza qué tan amigables son las metrópolis con las personas que usan esta opción de transporte con base en el clima, la seguridad, la infraestructura y otras variables.



			Crime & Safety				Infrastructure				Sharing				Events					
#	City	Country	Size	☀️	🚲	👤	🛒	🚓	🔒	🛒		⌚	🚴	↗️	👤	🚴	👥	🚗	🕒	Total
1	Utrecht	Netherlands	S	63.83	51.00%	1.94	279.88	78.99	82.46	37.18	60.78	98.87	57.51	21.77	12.07	17	✗	7.32	279.88	77.84
2	Munster	Germany	S	58.74	39.10%	0.53	445.58	83.04	88.43	28.15	53.05	88.04	61.23	35.52	26	31	✗	23.84	445.58	65.93
3	Antwerp	Belgium	S	62.67	28.90%	1.61	1165.81	84.61	77.05	73.57	53.37	75.31	34.28	78.87	100	89	✓	14.12	1165.81	60.51
4	Copenhagen	Denmark	M	61.19	29.00%	1.04	218.44	66.62	83.01	62.47	61.6	86.54	55.23	12.17	17.33	15	✓	74.05	218.44	60.46
5	Amsterdam	Netherlands	M	63.42	32.00%	1.77	1019.18	84.49	77.75	43.72	61.71	98.87	55.9	32.06	33.73	33	✗	22.63	1019.18	60.24

## Ciudades latinoamericanas mejor ubicadas en el Índice Global de Ciudades y Bicicletas.



## Anexo 12. 10

### Definición y objetivo de las ciclovías temporales

“Actualmente, la existencia de alternativas de movilidad sostenible es cada vez más relevante. Los compromisos asumidos por Chile en el Acuerdo de París para alcanzar la carbono-neutralidad al año 2050, las NDC (por su sigla en inglés o contribuciones determinadas a nivel nacional), incluyen directamente la meta de disminuir el uso del transporte motorizado privado y su reemplazo por viajes en buses y bicicletas. Contar entonces con infraestructura y condiciones adecuadas para promover ese cambio modal es altamente relevante. Para lograrlo, los mecanismos actuales con que cuentan los gobiernos locales para dotar sus calles de opciones para usuarios de vehículos no motorizados requieren ser complementados.

En esa línea, se crea un procedimiento para agilizar la prueba y testeo de soluciones innovadoras, efectivas, seguras y sostenibles, a través de vías temporales para vehículos no motorizados, que permitan avanzar de forma eficaz hacia la ejecución de obras definitivas, en línea con el Decreto Supremo N° 102, de 2019 (en adelante, el “Reglamento”), que regula, entre otros aspectos, las condiciones de gestión y seguridad de tránsito de las ciclovías en Chile. El presente procedimiento de vías temporales tiene el propósito de poder instalar nuevas herramientas en el Estado, para innovar en la forma de construir infraestructura sostenible y alternativas de movilidad no motorizada en la ciudad. Estas nuevas herramientas permiten someter la infraestructura a pruebas de desempeño, de manera de poder afinar el diseño definitivo a través de diversas mediciones que permitan recoger evidencias sobre su funcionamiento.”

Anexo 12. 11

Matriz de riesgos

Matriz de riesgo de 5x5 en base al impacto y probabilidad de los riesgos, para estimar la severidad de estos, planteado en diferentes niveles diferenciados por colores.

		Impacto				
		1 Insignificante	2 Menor	3 Significante	4 Mayor	5 Severo
Probabilidad	5 Casi seguro					
	4 Probable			Riesgo 1	Riesgo 2 Riesgo 7	
	3 Moderado		Riesgo 5	Riesgo 8	Riesgo 6	Riesgo 4
	2 Muy baja					
	1 Raro			Riesgo 3		

Nivel de severidad por colores:



## Anexo 12. 12

Costos de ciclovías promedio por 1km, que maneja el MTT, específicamente SECTRA

- Bajo costo: \$40.000.000, relacionado a definir un perfil y su emplazamiento en la calzada, implementando aspectos operacionales como señalización, demarcación y readecuación de semáforos.
- Costo medio: \$200.000.000, principalmente proyectos que cumplen con las características del tipo anterior, pero se suman ajustes geométricos puntuales (radios de giro, rebajes de vereda, etc.), conservación de pavimentos entre otros.
- Alto costo: \$500.000.000, acá ya se requieren obras de readecuaciones geométricas y obras de envergadura menor o media como obras de pavimentación, saneamiento, servicios y expropiaciones.

## Anexo 12. 13

Información de valores sociales promedio, entregados por el MIDESO

### I.2.1 Valor Social del Tiempo Urbano

#### Valor Social del Tiempo Urbano. Año 2023

Tipo	Unidad	Valor
Viaje	\$CLP/ Hora-pasajero	2.880
Viaje para Actividades Deportivas y recreativas	\$CLP/ Hora-pasajero	2.408
Espera	\$CLP/ Hora-pasajero	5.761
Caminata	\$CLP/ Hora-pasajero	5.761

Fuente: Subsecretaría de Evaluación Social.

## Anexo 12. 14

Valor social bencina 2023, MIDESO

#### Precio Social del Combustible, por tipo de Vehículo. Año 2023

Tipo de Vehículo	Unidad	Valor
Automóvil	\$CLP/ Litro	877
Camioneta	\$CLP/ Litro	918
Camión 2 Ejes	\$CLP/ Litro	945
Camión +2 Ejes	\$CLP/ Litro	945
Buses	\$CLP/ Litro	945

Fuente: Subsecretaría de Evaluación Social.

## Anexo 12. 15

Cálculo número de ciclistas que transitarían por vía calle Libertad asumido en base a la cantidad de población de Melipilla y al área de afectación que posee una ciclovía.

Zona urbana seleccionada tiene una población de 65.419 según censo del 2017, en base al aumento del 20% de la población promedio en diferentes sectores del país se proyecta un aumento a 78.502 personas en la zona urbana de Melipilla. En base al PIM y un 12% de personas que se desplazan en bicicleta (equivalente a 9420 personas) y siendo el área de zona urbana seleccionada (10km<sup>2</sup>). Se genera una zona de influencia en la vía de libertad con un radio de 250mts (2 cuadras) generando una nueva área de 1km<sup>2</sup> por lo que las personas afectadas serían 942 y se desplazarían 2 veces al día llegando a 1884 viajes. Considerando que es una cifra alta y poco representativa, se reduce el área de influencia a la mitad, quedándonos con 942 ciclistas diarios, aproximando a 900 viajes por día.

Anexo 12. 16

VAN social:

6,0%	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cantidad de días por mes		30	31	30	31	31	30	31	30
Cantidad de trasladados diarios		0	0	0	0	0	0	0	0
Valor del beneficio de salud física		\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Total de ingreso/beneficio		\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Costo fijo (Pasante)		-\$150.000	-\$150.000	-\$150.000	-\$150.000	-\$150.000	-\$150.000	-\$150.000	-\$150.000
Costo medición de flujos		\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	-\$1.000.000	\$0
Costo arreglos de pavimento		\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	-\$2.500.000	-\$2.500.000	\$0
Costo mantenimiento		\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Total Costos	0	-\$150.000	-\$150.000	-\$150.000	-\$150.000	-\$150.000	-\$150.000	-\$2.650.000	-\$3.650.000
Inversión		-\$90.000.000	-\$150.000	-\$150.000	-\$150.000	-\$150.000	-\$150.000	-\$2.650.000	-\$3.650.000
Saldo neto			-\$150.000	-\$150.000	-\$150.000	-\$150.000	-\$150.000	-\$2.650.000	-\$3.650.000
Saldo acumulado			-\$150.000	-\$300.000	-\$450.000	-\$600.000	-\$750.000	-\$900.000	-\$3.550.000
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
10	11	12	13	14	15	16	17	18	18
31	29	31	30	31	30	31	31	30	30
900	900	900	900	900	900	900	900	900	900
\$27.369.900	\$25.604.100	\$27.369.900	\$26.487.000	\$27.369.900	\$26.487.000	\$27.369.900	\$27.369.900	\$26.487.000	\$26.487.000
\$27.369.900	\$25.604.100	\$27.369.900	\$26.487.000	\$27.369.900	\$26.487.000	\$27.369.900	\$27.369.900	\$26.487.000	\$26.487.000
\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
-\$1.000.000	-\$1.000.000	-\$1.000.000	-\$1.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
\$0	\$0	\$0	\$0	-\$10.000.000	\$0	\$0	\$0	-\$10.000.000	
-\$1.000.000	-\$1.000.000	-\$1.000.000	-\$1.000.000	-\$10.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	-\$10.000.000
-\$1.000.000	-\$1.000.000	-\$1.000.000	-\$1.000.000	-\$10.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	-\$10.000.000
\$26.369.900	\$24.604.100	\$26.369.900	\$25.487.000	\$17.369.900	\$26.487.000	\$27.369.900	\$27.369.900	\$26.487.000	\$16.487.000
\$19.169.900	\$43.774.000	\$70.143.900	\$95.630.900	\$113.000.800	\$139.487.800	\$166.857.700	\$194.227.600	\$220.714.600	\$237.201.600
VANS							\$12.352.038		

VAN:

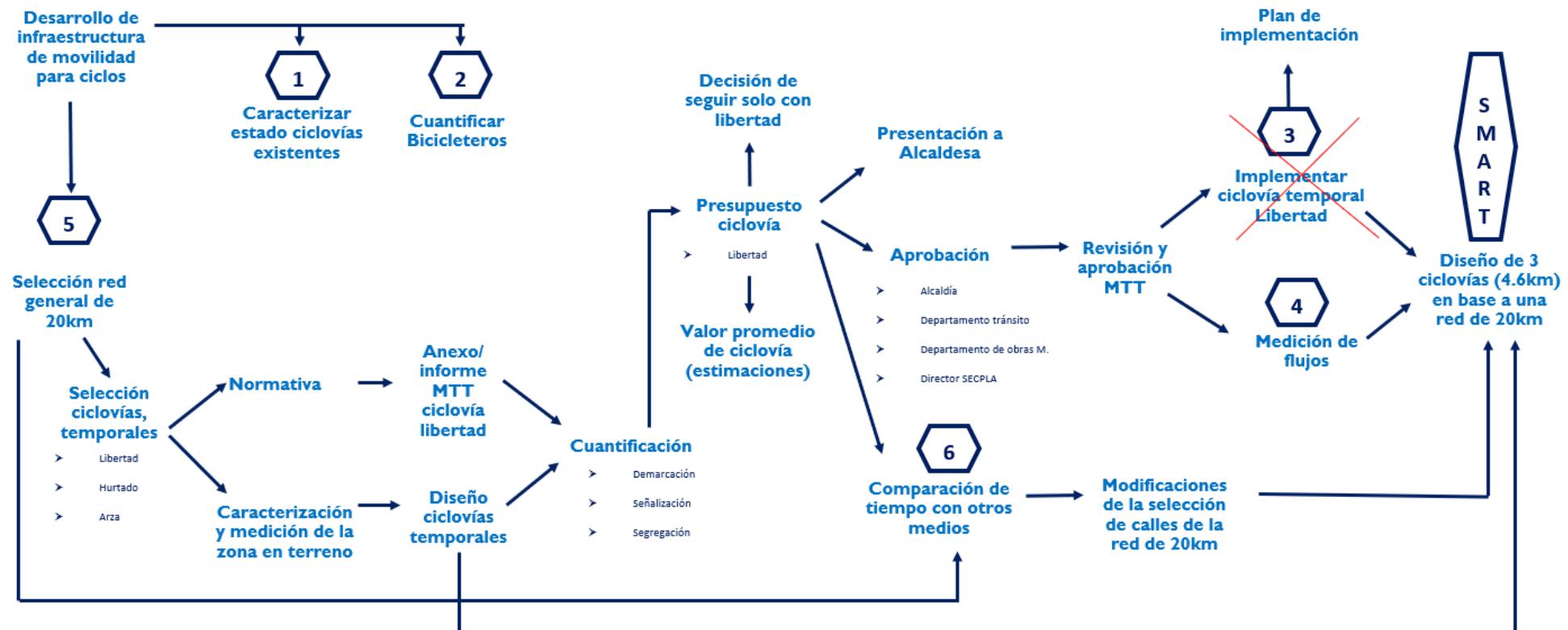
6,0%	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cantidad de días por mes		30	31	30	31	31	30	31	31
Cantidad de traslados diarios		0	0	0	0	0	0	0	0
Ingresos		\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Total de ingreso/beneficio		\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Costo fijo (Pasante)		-\$150.000	-\$150.000	-\$150.000	-\$150.000	-\$150.000	-\$150.000	-\$150.000	-\$150.000
Costo medición de flujos		\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	-\$1.000.000	\$0
Costo arreglos de pavimento		\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	-\$2.500.000	-\$2.500.000
Costo mantenimiento		\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Total Costos	0	-\$150.000	-\$150.000	-\$150.000	-\$150.000	-\$150.000	-\$150.000	-\$2.650.000	-\$3.650.000
Inversión	-\$90.000.000	-\$150.000	-\$150.000	-\$150.000	-\$150.000	-\$150.000	-\$150.000	-\$2.650.000	-\$3.650.000
Saldo neto		-\$150.000	-\$150.000	-\$150.000	-\$150.000	-\$150.000	-\$150.000	-\$2.650.000	-\$3.650.000
Saldo acumulado		-\$150.000	-\$300.000	-\$450.000	-\$600.000	-\$750.000	-\$900.000	-\$3.550.000	-\$7.200.000

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
10	11	12	13	14	15	16	17	18	18
31	29	31	30	31	30	31	31	30	30
981	981	981	981	981	981	981	981	981	981
\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
-\$1.000.000	-\$1.000.000	-\$1.000.000	-\$1.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
\$0	\$0	\$0	\$0	-\$10.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	-\$10.000.000
-\$1.000.000	-\$1.000.000	-\$1.000.000	-\$1.000.000	-\$10.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	-\$10.000.000
-\$1.000.000	-\$1.000.000	-\$1.000.000	-\$1.000.000	-\$10.000.000	\$0	\$0	\$0	\$0	-\$10.000.000
-\$8.200.000	-\$9.200.000	-\$10.200.000	-\$11.200.000	-\$21.200.000	-\$21.200.000	-\$21.200.000	-\$21.200.000	-\$21.200.000	-\$31.200.000

VAN -\$104.569.186

Anexo 12. 17

Ruta crítica del proyecto



Anexo 12. 18

Caracterización fotográfica de ciclovías actuales (2023)



Ciclovía Av. Las torres.



Ciclovía Vicuña Mackenna oriente / camino Pomaire.



Ciclovía Alfonso Suarez.



Ciclovía José Massoud.

Anexo 12. 19

Red general de 45km proyectada en el PIM



Anexo 12. 20

Nombres y longitudes (suma de 20km con los 4,6km temporales) de las calles a intervenir para las 3 vías de ciclo-infraestructura.

- Vicuña Mackenna 5 km
- Barros al sur 1.8 km
- Camino rapel 1.6 km
- Hurtado al sur 1.35 km
- Arza al oriente 0,35 km
- Barceló lira 0.4 km
- Pablo Neruda 0.75 km
- Libertad al poniente 1.9 km
- Florencia dos 0.45 km
- Arza al poniente 1.44 km
- Hurtado al norte 0.27 km
- Extensión Massoud 0.2 km

Anexo 12. 21

Participación jornadas de capacitación: "Proyectos de ciclovías..." (MTT,2023)



Anexo 12. 22

Presupuesto para la implementación completa vía calle Libertad + IVA

	<b>INFRAESTRUCTURA VIAL PARA CICLOS POR CALLE LIBERTAD (1.56 km)</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR sin iva</b>	<b>VALOR NETO</b>	<b>VALOR + IVA</b>
<b>1</b>	<b>Demarcaciones</b>				<b>\$35.110.493</b>	<b>\$41.781.487</b>
1.1	.- Demarcación pintura acrílica azul ciclovía (Ancho 2,4 metros)	m2	1943,00	\$4.900	\$9.520.700	\$11.329.633
1.2	.- Demarcación pintura acrílica azul ciclovía (Ancho 2,1 metros) (Fuenzalida-Egaña y Ortuzar-Serrano)	m2	508,00	\$4.900	\$2.489.200	\$2.962.148
1.3	.- Demarcación pintura acrílica azul cruces ciclovía	m2	400,80	\$4.900	\$1.963.920	\$2.337.065
1.4	.- Demarcación pintura termoplástica franja de segregación blanca (50 cm)	m2	231,00	\$20.000	\$4.620.000	\$5.497.800
1.5	.- Demarcación pintura termoplástica franja de segregación blanca (40 cm)	m2	72,00	\$20.000	\$1.440.000	\$1.713.600
1.6	.- Demarcación termoplástica blanca cuadrados (50x50cm) en los cruces de ciclistas	m2	40,00	\$20.000	\$800.000	\$952.000
1.7	.- Demarcación pintura termoplastica salida/entrada de vehículos (cuadrados 50x50 cm)	m2	52,75	\$20.000	\$1.055.000	\$1.255.450
1.8	.- Demarcación pintura termoplastica salida/entrada de vehículos (cuadrados 40x40 cm)	m2	7,52	\$20.000	\$150.400	\$178.976
1.9	.- Demarcación solera amarilla pintura acrílica (27cm x largo)	m2	283,77	\$4.900	\$1.390.473	\$1.654.663
1.10	.- Demarcación linea segmentada (divisora de sentidos) pintura termoplástica (Ciclovía) (1x0,1 mts cada 2mts)	m2	35	\$20.000	\$708.000	\$842.520
1.11	.- Demarcación linea de detención (Ciclovía) termoplastica	m2	5,40	\$20.000	\$108.000	\$128.520
1.12	.- Demarcación linea transversal blanca (Ciclovía) termoplastica	m2	3,375	\$20.000	\$67.500	\$80.325
1.13	.- Simbología PARE (Ciclovía) pintura termoplástica	uni	12,80	\$20.000	\$256.000	\$304.640
1.14	.- Simbología Ceda el paso (Ciclovía) pintura termoplástica	uni	2,40	\$20.000	\$48.000	\$57.120
1.15	.- Simbología de bicicleta (Ciclovía) pintura termoplástica	uni	46,98	\$20.000	\$939.600	\$1.118.124
1.16	.- Simbología de flecha (Ciclovía) pintura termoplástica	uni	14,40	\$20.000	\$288.000	\$342.720
1.17	.- Demarcación linea segmentada (divisora de sentidos) pintura termoplástica (Calzada) (1x)	m2	11,2	\$20.000	\$224.000	\$266.560
1.18	.- Demarcación linea de detención (Calzada)	m2	9	\$20.000	\$180.000	\$214.200
1.19	.- Demarcación linea transversal blanca termoplastica (Ciclovía) (3,5x 0,15 m)	m2	10,5	\$20.000	\$210.000	\$249.900
1.20	.- Demarcación Bici box - Zona de espera azul (Calzada) pintura acrílica	m2	63,00	\$4.900	\$308.700	\$367.353
1.21	.- Simbología PARE (Calzada) pintura termoplástica	m2	72,00	\$20.000	\$1.440.000	\$1.713.600
1.22	.- Simbología ceda el paso (Calzada) pintura termoplástica	m2	12,38	\$20.000	\$247.500	\$294.525
1.23	.- Simbología de bicicleta (Calzada) pintura termoplástica	m2	33,15	\$20.000	\$663.000	\$788.970
1.24	.- Simbología de flecha (Calzada) pintura termoplástica	m2	8,40	\$20.000	\$168.000	\$199.920
1.25	.- Simbología 30 (Calzada) pintura termoplástica	m2	56,00	\$20.000	\$1.120.000	\$1.332.800
1.26	.- Simbología de LENTO (Calzada) pintura termoplástica	m2	57,60	\$20.000	\$1.152.000	\$1.370.880
1.27	.- Demarcación de zona verde para zonas 30 pintura acrílica	m2	168	\$4.900	\$823.200	\$979.608
1.28	.- Pintura lomo de toro pintura acrílica	m2	45	\$4.900	\$220.500	\$262.395
1.29	.- Pintura pasos de cebra pintura acrílica	m2	512	\$4.900	\$2.508.800	\$2.985.472

<b>2</b>	<b>Señaléticas</b>					<b>\$6.866.757</b>	<b>\$8.171.441</b>
2.1	.- Señalética siga por tal dirección + instalación	unid	2,00			\$0	\$0
2.2	.- Inicio zona 30 + instalación	unid	2,00	\$36.060	\$72.120	\$85.823	
2.3	.- Fin de zona 30 + instalación	unid	2,00	\$36.060	\$72.120	\$85.823	
2.4	.- Signo de bicicleta (ciclistas) + instalación	unid	9,00	\$62.940	\$566.460	\$674.087	
2.5	.- Signo velocidad 30 km/h + instalación	unid	6,00	\$36.060	\$216.360	\$257.468	
2.6	.- Señalética siga por tal dirección Pequeño + instalación	unid	1,00	\$36.060	\$36.060	\$42.911	
2.7	.- Inicio ciclovía + instalación	unid	2,00	\$10.140	\$20.280	\$24.133	
2.8	.- Fin de ciclovía + instalación	unid	2,00	\$10.140	\$20.280	\$24.133	
2.9	.- Ciclistas/Automovil + instalación	unid	10,00	\$36.060	\$360.600	\$429.114	
3.0	.- No estacionar en toda la cuadra + instalación	unid	9,00	\$80.700	\$726.300	\$864.297	
3.1	.- Al virar preferencia ciclistas + instalación	unid	4,00	\$80.700	\$322.800	\$384.132	
3.2	.- Signo PARE pequeño (Ciclovía) + instalación	unid	15,00	\$10.140	\$152.100	\$180.999	
3.3	.- Signo PARE (Calzada) + instalación	unid	0,00	\$55.500	\$0	\$0	
3.4	.- Poste (3 metros para señalética) + instalación	unid	57,00	\$75.461	\$4.301.277	\$5.118.520	

<b>3</b>	<b>Segregadores</b>					<b>\$27.409.950</b>	<b>\$32.617.841</b>
3.1	.- Segregador ingevia + instalación	unid	432,00	\$62.000	\$26.784.000	\$31.872.960	
3.2	.- Hito abatible desmontable + instalación	unid	18,00	\$34.775	\$625.950	\$744.881	
3.3	.- Segregador (Otro)	unid	340,00	\$0	\$0	\$0	
3.4	.- Perno de anclaje	unid	1296,00	\$0	\$0	\$0	

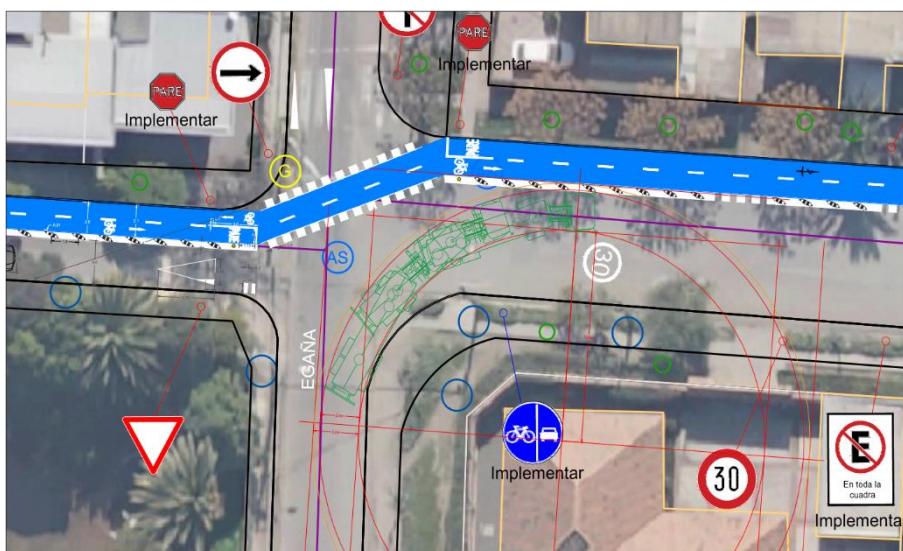
Todo azul	\$69.387.200	<b>\$82.570.768</b>
-----------	--------------	---------------------

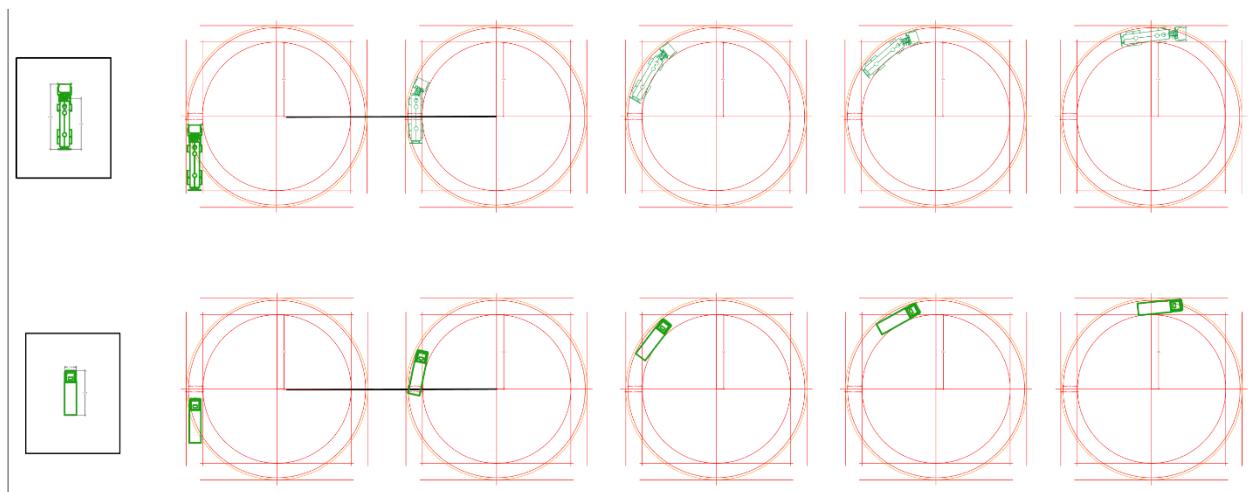
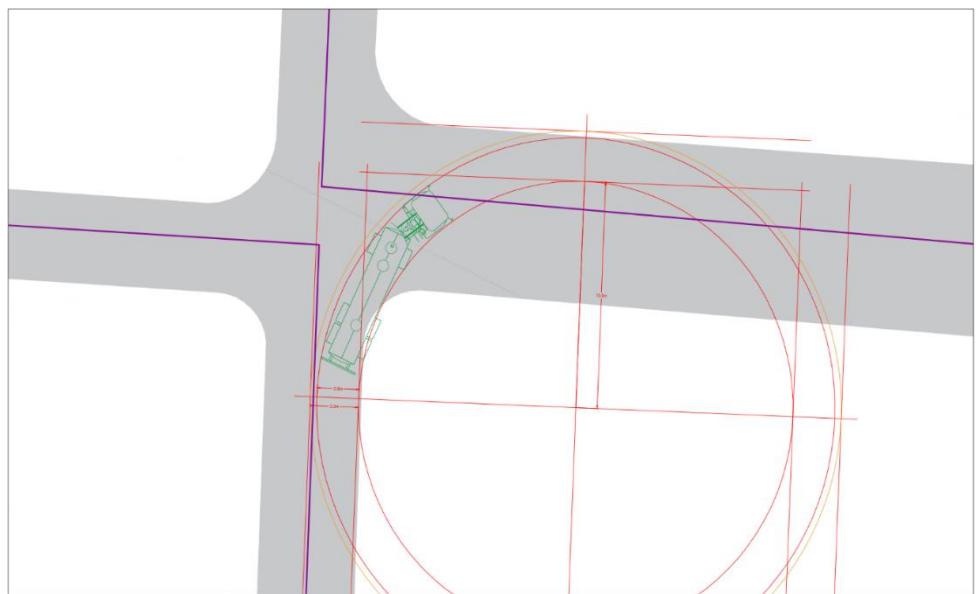
Solo cruces azules	\$57.377.300	<b>\$68.278.987</b>
--------------------	--------------	---------------------

## Anexo 12. 23

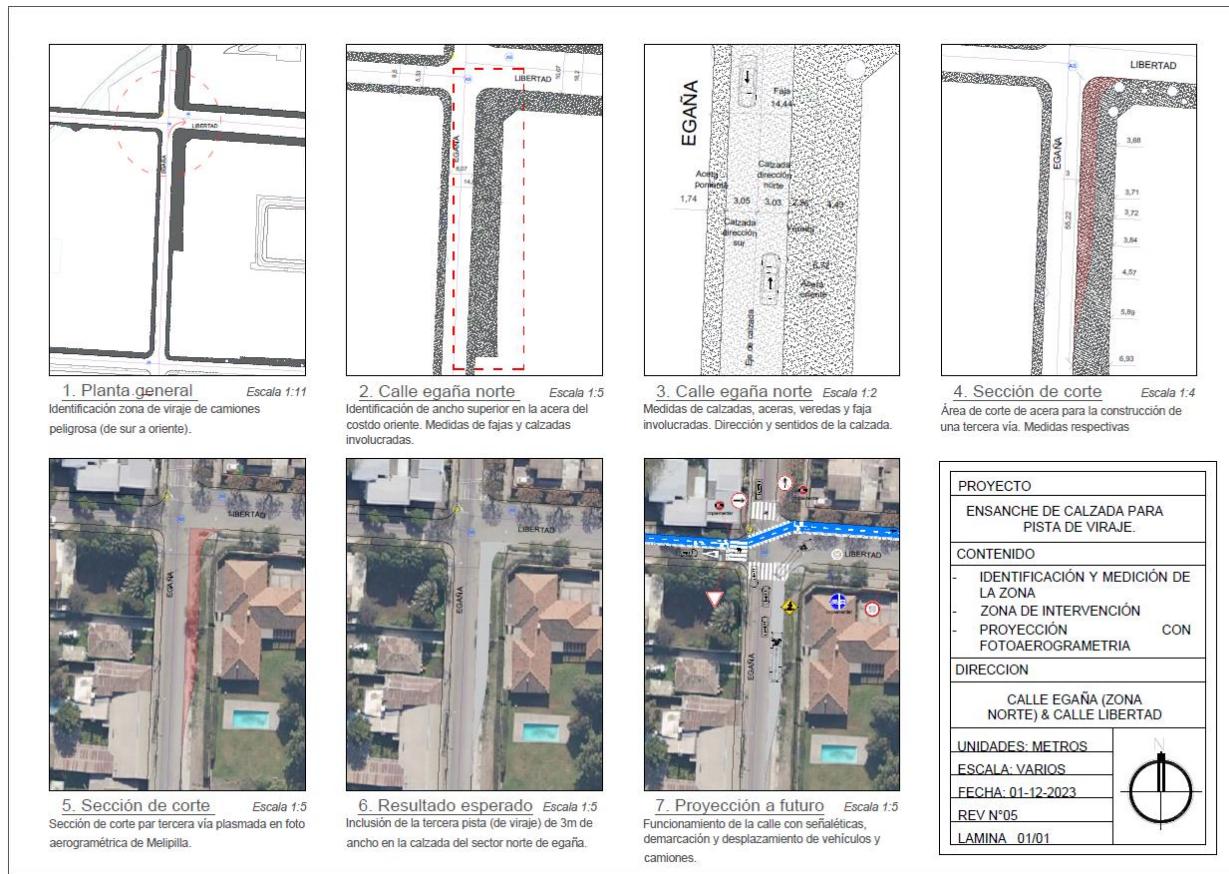
Radios de giro en calzadas y proyectos adheridos.

Se evidencia en las imágenes primeras imágenes desgaste y daño de la superficie vial y de la solera en la. Este cruce intercepta por donde se planea implementar la ciclovía. En contexto, por esa calle viran diariamente una cantidad excesiva de camiones de aproximadamente 13 metros de longitud, los cuales, toman la pista en sentido contrario para poder virar adecuadamente, o bien, se suben sobre la solera. Se identifican los radios de giros del sector para un camión promedio y se plantea intervenir la esquina ampliando el arco que se encuentra actualmente.





Análisis de este calibre, son bases para la generación de nuevas iniciativas, como es el caso siguiente, en donde se plantea desarrollar un ensanche de la calle para el viraje de camiones y no perjudicar la ciclovía en un futuro.



## Anexo 12. 24

Evaluación ciclovías por parte del MTT. En base a criterios de la *tabla 21 (objetivo específico 1)*

Luego, para determinar si se otorga o no la aprobación, a través de la presente guía se recomienda seguir la siguiente pauta de criterio:

No podrán obtener la aprobación operacional aquellos proyectos existentes de ciclovía en que, realizado el análisis anterior, se llega a alguno de los siguientes resultados:

Causal 1. Posea calificación Malo en "Presencia de obstáculos" y "Puntos de conflicto"

Causal 2. Posea dos o más elementos calificados como Malo.

Causal 3. Posea al menos un elemento calificado como Malo y ninguno Bueno.

En contraste, podrán optener la aprobación operacional aquellos proyectos existentes de ciclovía que obtengan cualquier otro resultado.

