

INFORME FINAL

“Construcción Red de Ciclovías, Copiapó”

Código BIP 30034815-0

Autores:

Angelo Cherubini

Eduardo Reyes

Juan Carlos González

Margarita González

CONTENIDO

CONTENIDO	0
I. PRESENTACIÓN	1
II. INTRODUCCIÓN	2
III. Preparación del Proyecto	7
1. Identificación del problema.....	7
2. Diagnóstico de la Situación Actual	9
2.1. Identificación de Área de Estudio y Área de influencia	9
2.2. Identificación de la Población Objetivo	12
2.3. Demanda Actual y Proyectada	15
3. Identificación de Alternativas.....	23
3.1. Optimización de la Situación Base	23
3.2. Selección de Alternativa de Ciclovías.....	27
IV. Evaluación Privada del Proyecto	43
1. Criterios y supuestos para la evaluación	43
2. Costo del capital.....	44
2.1. Inversiones.....	44
3. Costos de Explotación.....	45
4. Determinación de la cuota o pago anual de la concesión.....	45
5. Resultados de la evaluación sin deuda para diferentes períodos.	45
6. Apalancamiento Financiero.....	46
V. Evaluación Social del Proyecto	49
1. Identificación de Beneficios	49
1.1. Beneficios Directos	49
1.2. Beneficios Indirectos	49
1.3. Externalidades del Proyecto.....	50
2. Identificación de Costos	51
2.1. Costos Directos.....	51
3. Estimación de la Inversión Social.....	51
4. Estimación de Costos.....	53
5. Estimación de Beneficios	53
5.1. Beneficios Directos	54
5.2. Beneficios Indirectos	55
6. Evaluación Social del Proyecto	56
6.1. Horizonte de Evaluación y Tasa de Descuento	56
6.2. Proyección de Beneficios y Estimación del Valor Residual	56

6.3.	Flujo de Caja para la Evaluación Social	57
6.4.	Indicadores de Rentabilidad	57
VI.	Análisis de Sensibilidad de la Evaluación del Proyecto	58
1.	Selección de Variables a Sensibilizar	58
1.1.	Beneficios	58
1.2.	Inversión	59
1.3.	Costos.....	59
2.	Distribución de Probabilidades de Variables a Sensibilizar	60
2.1.	Ahorros de Tiempo de Usuarios Transferidos a la Bicicleta	60
2.2.	Inversión	60
3.	Análisis de Riesgo de la Red de ciclovías de Copiapó	61
4.	Conclusión del análisis de riesgo	61
VII.	Programación de la Ejecución del Proyecto	62
1.	Programación de la Ejecución del proyecto – actividades – Ruta crítica	62
VIII.	Conclusiones y Recomendaciones.....	63

I. PRESENTACIÓN.

Este trabajo tiene el mérito de haber sido una de las primeras evaluaciones de proyectos de ciclovías, cuando aún no se contaba con una metodología oficial del Ministerio (en aquella época MIDEPLAN).

Para ser un trabajo realizado con los límites de tiempo del Diploma, y con la disponibilidad de información con la que se contaba a la fecha, realizan una buena contribución a la evaluación de proyectos en un nuevo sector que venía emergiendo desde hacía unos años, y que requería de metodología.

Como comentario de advertencia, en la página 52, cuando explica la inversión social, se señala que no considera un monto de la inversión que se hará en la situación con y sin proyecto (costo hundido). Sin embargo esto no se indica en la inversión privada. Con la información disponible no es posible saber si se consideró o no como costo hundido en dicha evaluación (el detalle no permite saberlo).

Eduardo Contreras

Director Diploma en Preparación y Evaluación Social de Proyectos

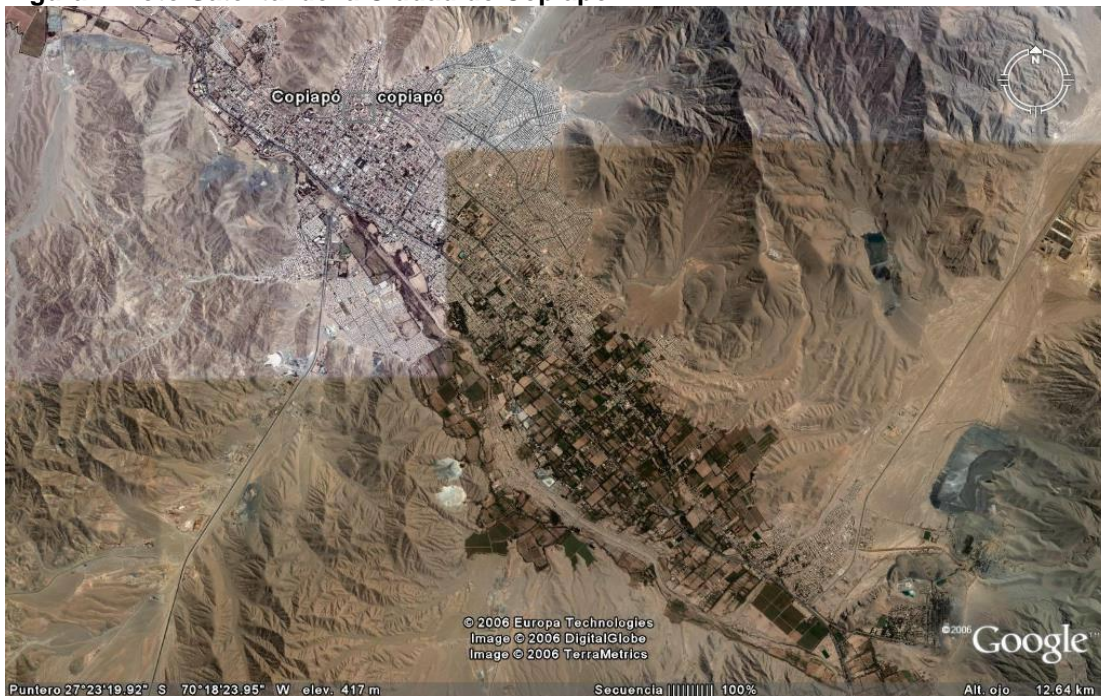
II. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como objetivo preparar y evaluar el proyecto: “Construcción red de ciclovías, Copiapó”, Código BIP 30034815-0, el cual fue recomendado para pasar de nivel de Perfil a Prefactibilidad en el año 2005, y obtuvo asignación de recursos el año 2006. Al momento de la realización de este trabajo, el estudio se encuentra a cargo de SECTRA.

La ciudad de Copiapó se encuentra localizada en la comuna del mismo nombre, capital de la Provincia de Copiapó, y capital también de la III Región de Atacama. Se emplaza en el primer valle transversal al sur del desierto de Atacama, en una región de transición física que pasa de un paisaje extremadamente árido a un paisaje propio del Norte Chico. El angosto valle de Copiapó tiene su origen en los faldeos de la cordillera andina y, en su sección intermedia.

La ciudad tiene una longitud aproximada de 10 km. en el sentido oriente – poniente y 3,7 km. en el sentido norte – sur, sin presentar grandes pendientes (en la mayor parte de la ciudad las pendientes son menores de 3%). Su morfología urbana es longitudinal siguiendo la línea del río Copiapó y delimitada naturalmente por cerros, como se aprecia en la siguiente foto Satelital:

Figura 1. Foto Satelital de la Ciudad de Copiapó



Fuente: Google.

El clima predominante en esta zona es de tipo desértico litoral, con presencia tanto en la costa como en las penetraciones de valles interiores, manifestándose con abundantes neblinas matinales y moderadas diferencias de temperatura entre el día y la noche. La precipitación anual normal en la ciudad de Copiapó es de sólo 20 mm.

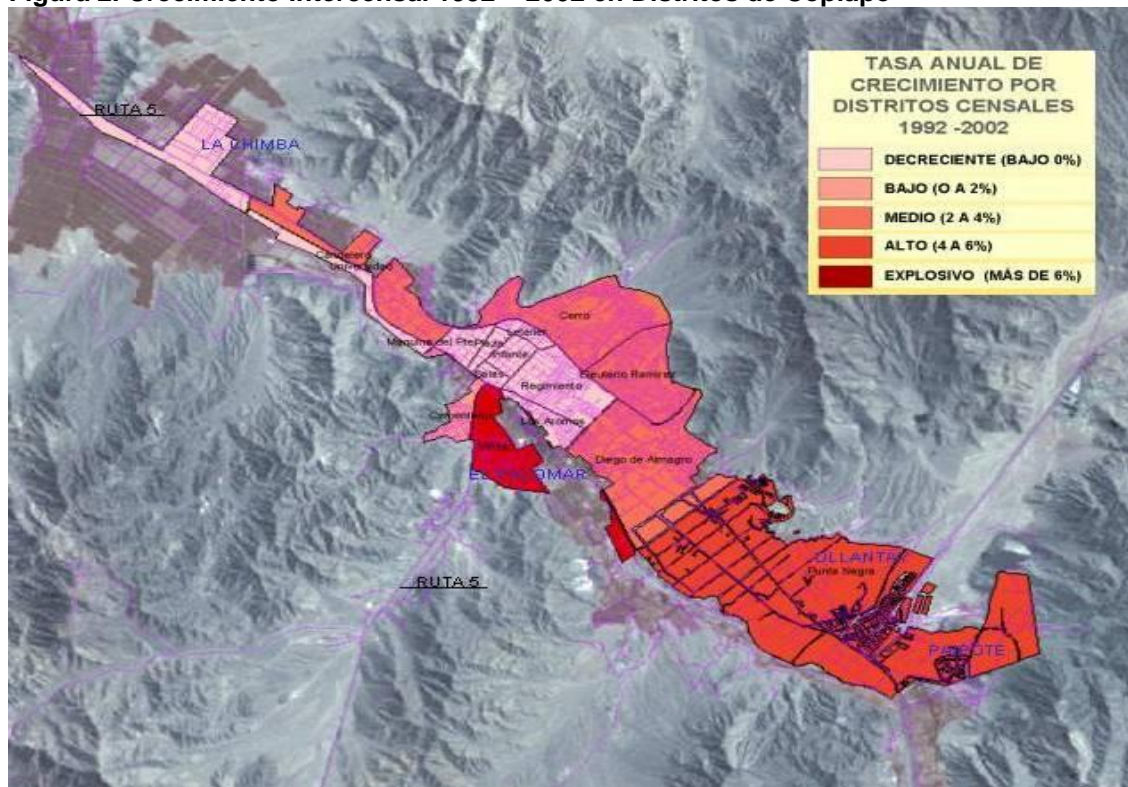
Copiapó es el centro de la producción minera y frutícola de la III Región.

De acuerdo a información del INE, al año 2008 su población alcanzaba un total de 155.208 habitantes, de los cuales 150.940 correspondían a habitantes urbanos y 4.268 a habitantes rurales. La cantidad de hombres en la comuna es de 78.337, siendo las mujeres 76.871.

La ciudad de Copiapó presenta una tasa de crecimiento demográfico anual de 2,5% entre 1992 y 2002, lo que la ubica en quinto lugar de crecimiento entre las 13 capitales regionales. Su densidad promedio es de 89 hab/Há, la cual es relativamente alta para una ciudad que no posee edificación en altura. Esta densidad se explica por la predominancia de viviendas de carácter social, ya que los 18.745 hogares de estratos socioeconómicos C3, D y E representan casi el 59% de las viviendas de la ciudad.

Por otra parte, la configuración geográfica de la ciudad, situada al norte del río Copiapó y confinada por cordones transversales de cerros, ha determinado restricciones para el crecimiento urbano. Ante esta situación, el Plan Regulador Comunal fue actualizado en el año 2002 y posteriormente complementado con dos Planes Seccionales para posibilitar la expansión focalizada a viviendas sociales.

Figura 2. Crecimiento Intercensal 1992 – 2002 en Distritos de Copiapó



Fuente: INE

En esta ciudad se encuentran los museos Mineralógico y Regional, el Santuario de la Virgen de la Candelaria, la Iglesia San Francisco, el sector de la Estación de Ferrocarriles y su museo. Es importante destacar que fue en ésta ciudad donde se construyó el primer ferrocarril de Sudamérica en el año 1851, el que recorría desde Caldera hasta Copiapó.

El desarrollo económico que ha demostrado la ciudad ha sido motivado por la explotación intensiva de los recursos naturales de su entorno, dentro de los que se cuentan un borde

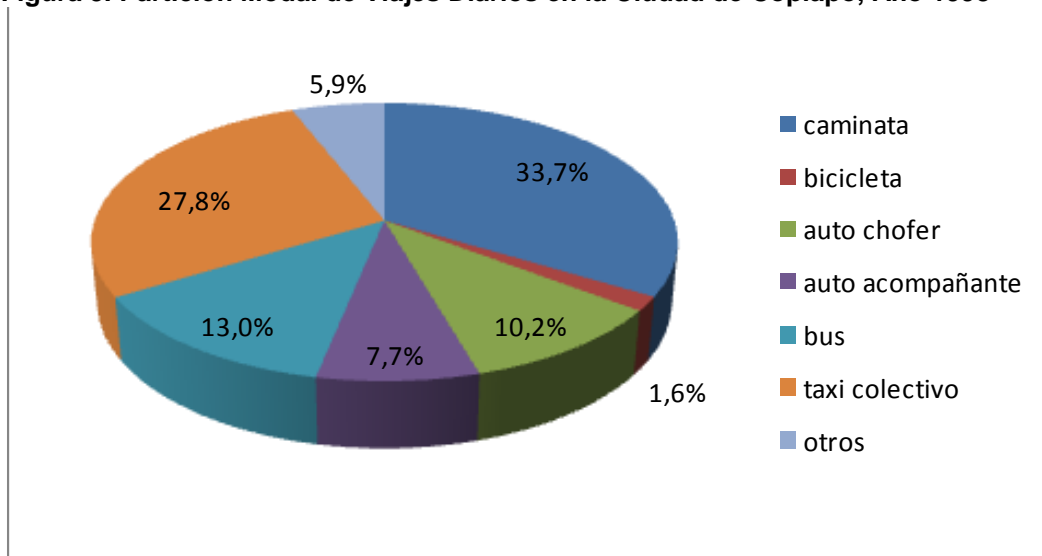
costero de gran belleza, fértiles tierras para el cultivo en el valle del río Copiapó, e importantes yacimientos minerales en los cerros de las cercanías.

Actualmente el parque vehicular de la comuna de Copiapó alcanza los 19.700 vehículos motorizados aproximadamente, de los cuales alrededor de 1.500 corresponden a taxis colectivos y 140 corresponden a buses urbanos. (Proyecto Promoción del Transporte Ambientalmente Sostenible, Revisión de Propuestas de Redes de Ciclovías, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, 2007).

Durante el año 1998, SECTRA realizó una encuesta origen destino de viajes, en la ciudad de Copiapó, tomando una muestra aproximada de 1.500 hogares; los resultados obtenidos se muestran en la Figura 3.

De la encuesta se estimó que en promedio se realizan un poco menos de 300.000 viajes diarios en la ciudad. Se puede apreciar que el modo más utilizado es la caminata; además del transporte público (buses y taxis colectivos) sumando más del 40% de los viajes. En el año 1998 la bicicleta era un modo de transporte poco significativo, con una participación menor al 1,6% de viajes diarios de Copiapó.

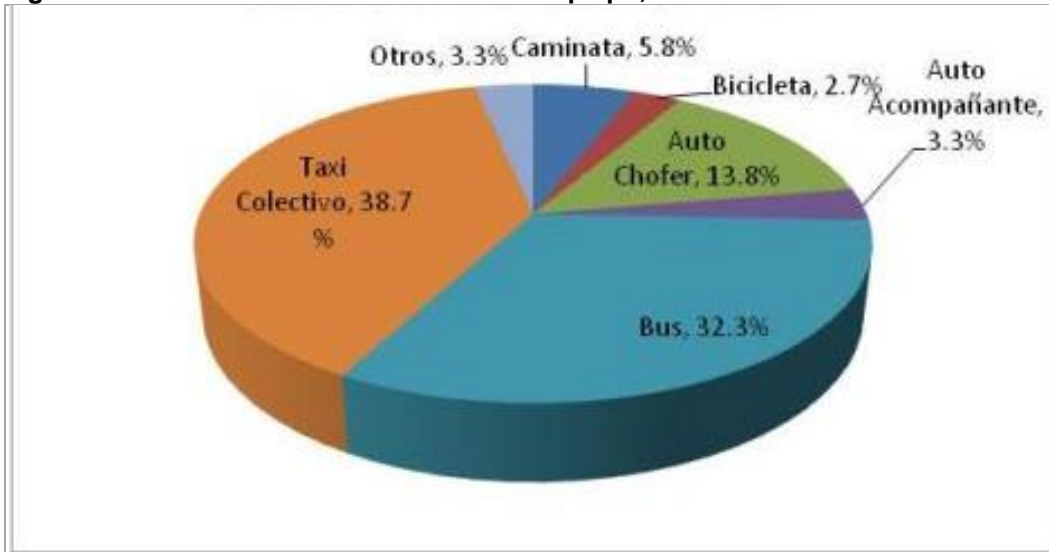
Figura 3. Partición Modal de Viajes Diarios en la Ciudad de Copiapó, Año 1998



Fuente: Diagnóstico del Sistema de Transporte Urbano de la Ciudad de Copiapó, Sectra (2001)

En el año 2007, en el contexto del estudio “Construcción Red de Ciclovías, Copiapó”, SECTRA realiza una nueva encuesta a una muestra de 391 hogares, con el objetivo de conocer la disposición de la población a utilizar la bicicleta. Si bien el objetivo de la encuesta es diferente a la realizada en el año 1998, se estimaron nuevas particiones modales de acuerdo a la información recogida, las que se presentan en la Figura 4. En ella se puede apreciar que si bien aumenta la partición modal de la bicicleta, su participación en el total de viajes sigue siendo poco significativa, aumentando a 2,7%.

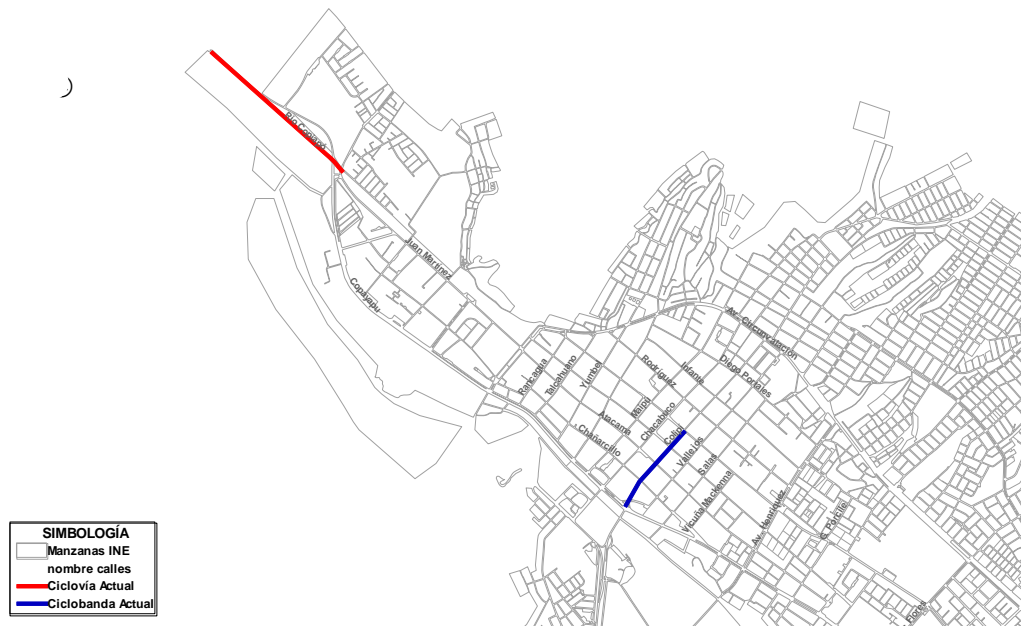
Figura 4. Partición Modal en la Ciudad de Copiapó, Año 2007



Fuente: Estudio Construcción Red de Ciclovías Copiapó, Sectra (en desarrollo)

En lo que se refiere a la implementación de infraestructura para bicicletas, la ciudad de Copiapó cuenta con una ciclovía en Av. Río Copiapó, en el sector norte de la ciudad, y una ciclobanda en un tramo de Av. Colipí, en el sector céntrico. En la Figura 5 se aprecia la ubicación de las dos ciclovías, observándose que no existe ninguna conexión entre ellas.

Figura 5. Ubicación de Ciclovías en la Ciudad de Copiapó



Fuente: Estudio Construcción Red de Ciclovías Copiapó, Sectra (en desarrollo)

Copiapó tiene características ideales para el uso de la bicicleta como modo de transporte, sin embargo, de acuerdo a lo indicado en el estudio mencionado anteriormente elaborado por SECTRA el año 2007, alcanza apenas al 2,7%, siendo muy baja comparada con ciudades de otros países con características demográficas y topográficas similares a

Copiapó. Por ejemplo, en ciudades europeas es común observar particiones modales de 20% y 30% de uso de la bicicleta, llegando en algunos casos incluso a valores de hasta 50%.

Lograr una participación relevante del modo bicicleta en los viajes de una ciudad requiere de ciertas condiciones de infraestructura, culturales, de seguridad (vial y ciudadana) e institucionales que permitan el desarrollo de esa actividad. De acuerdo a la experiencia internacional, el uso de la bicicleta plantea ciertas características de la ciudad que hacen óptimo su desarrollo, donde destacan las siguientes:

- Que estén insertas en ciudades de tamaño medio, con una población entre 50.000 y 100.000 habitantes.
- Que las distancias máximas de recorrido sean de aproximadamente 5 km.
- Que la ciudad tenga una topografía “amable” con el ciclista.
- Que exista la infraestructura para las bicicletas y que ésta se conciba como redes de transporte.

La ciudad de Copiapó cumple las tres primeras características, faltando sólo una infraestructura disponible para el uso de la bicicleta, que asegure el desplazamiento rápido y seguro.

Por otra parte, Copiapó, como otras ciudades de Chile, está experimentando un aumento del uso del automóvil y de la tasa de viajes, ambos fenómenos producto del crecimiento económico. Este crecimiento del uso del automóvil trae como consecuencias el aumento en los tiempos de viajes de las personas, debido al aumento de la congestión en las zonas urbanas, además del deterioro del medio ambiente, por la mayor emisión de gases, material particulado y ruido.

El uso de la bicicleta está relacionado con la creciente necesidad de resguardar el medio ambiente, de generar alternativas válidas de transporte no contaminantes y menos agresivas, recuperando el espacio público para las personas, incentivando los modos no motorizados de transporte: caminata y bicicleta, que hagan la ciudad más amigable. En definitiva tiene que ver con mejorar la calidad de vida de las personas a través del desarrollo sustentable de la ciudad.

En las ciudades en que la bicicleta tiene un rol importante en el desplazamiento de sus habitantes, las ciclovías o ciclobandas no están concebidas sólo como un proyecto paisajístico menor, si no que son una apuesta de mejoramiento integral del espacio público, de los espacios para los peatones, de mejoras en la iluminación, áreas verdes y mobiliario urbano. Por otra parte, no tiene sólo un sentido recreacional, sino también funcional al sistema de actividades y por lo tanto están integradas al sistema de transporte de la ciudad.

III. PREPARACIÓN DEL PROYECTO

1. Identificación del problema

De acuerdo a los antecedentes y experiencias revisadas en los temas relacionados con el uso de la bicicleta y sus efectos, se planteó el siguiente problema: **“Inadecuadas condiciones para el uso de la bicicleta como modo de transporte, en la ciudad de Copiapó”**

Figura 6. Diagrama de árbol de Causas y Efectos

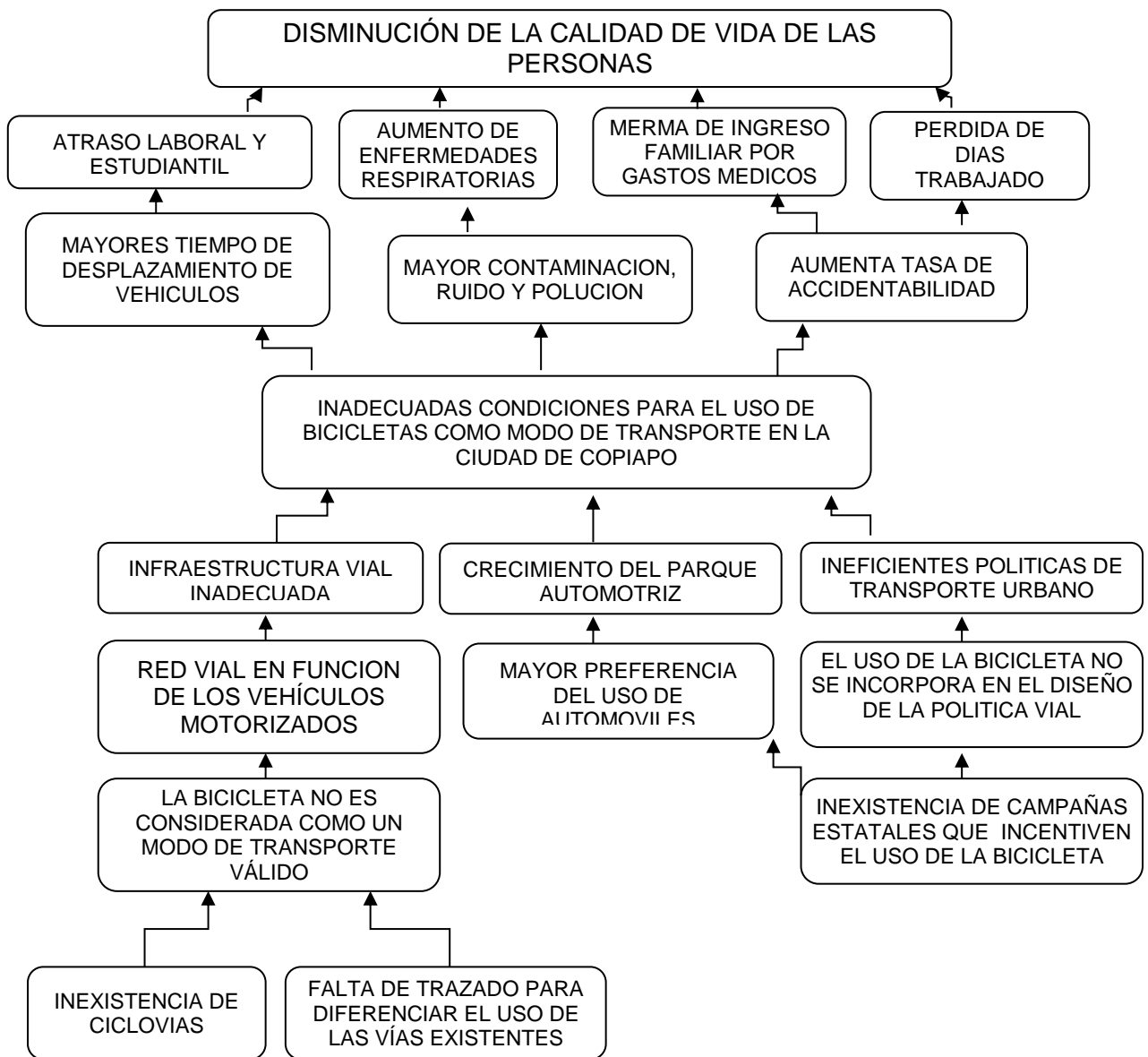
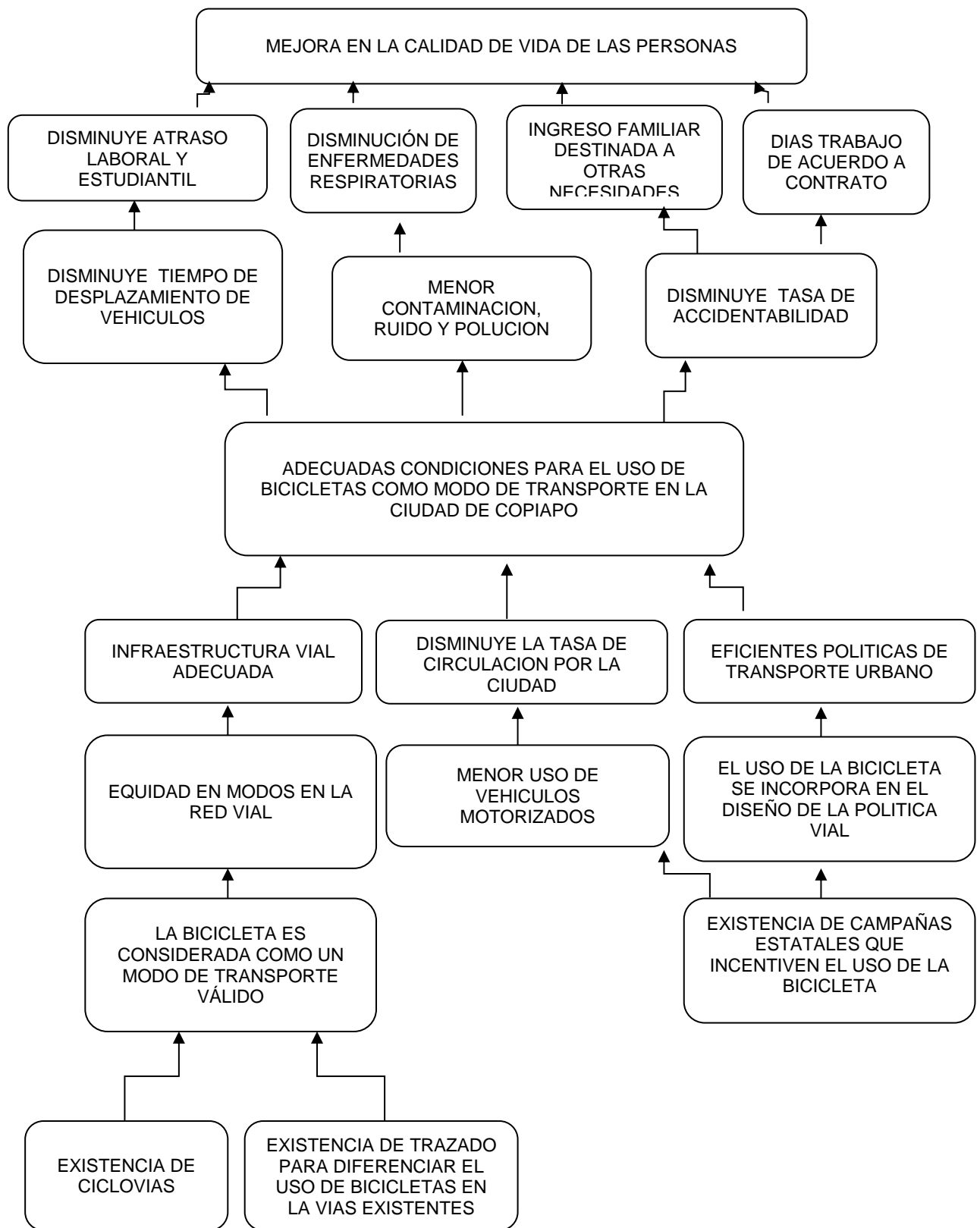


Figura 7. Diagrama de Árbol de Medios – Fines



Analizando el árbol de medios – fines, se pueden definir las siguientes acciones:

- Campañas de difusión del uso de la bicicleta, destacando las bondades de su uso con el medio ambiente (no contaminante) y para la salud de las personas (ejercicio), además de otros beneficios, tales como la facilidad para estacionar, el menor uso de recursos económicos, entre otros.
- Incorporación efectiva de la bicicleta en la política de transporte.
- Habilitación de pistas exclusivas para el uso de la bicicleta, mediante demarcación.
- Habilitación de ciclovías, que vayan configurando una red.
- Habilitación de infraestructura complementaria.

Las acciones descritas anteriormente se pueden agrupar en:

a) Acciones excluyentes:

- Habilitación de pistas exclusivas para el uso de la bicicleta mediante la demarcación.
- Habilitación de ciclovías que vayan configurando una red.
- Habilitación de infraestructura complementaria.

Dado que todas las medidas mencionadas afectan un mismo tramo, no se puede implementar una sobre otra.

b) Acciones complementarias:

- Campañas de difusión del uso de la bicicleta, destacando las bondades de su uso con el medio ambiente (no contaminante) y para la salud de las personas (ejercicio), además de otros beneficios.
- Incorporación efectiva de la bicicleta en la política de transporte.

Debido a la gran cantidad y diversidad de actores implicados, antes de la ejecución de un proyecto resulta necesario definir alguna estrategia para la identificación, análisis y participación de ellos.

2. Diagnóstico de la Situación Actual

2.1. Identificación de Área de Estudio y Área de influencia

Definición del área de estudio

El área de estudio está definida por los límites geopolíticos establecidos por la División Política Administrativa de Chile correspondiente a la comuna de Copiapó. De acuerdo a las proyecciones realizadas por el INE, al año 2008 su población alcanza un total de 155.208 habitantes, de los cuales el 97,25% corresponde a población urbana.

La comuna de Copiapó es capital de la Provincia de Copiapó, una de las tres provincias pertenecientes a la Región de Atacama. En la siguiente tabla se muestra la división política administrativa de la Región de Atacama.

Cuadro 1. División Política de la Región de Atacama

III Región de Atacama. Capital Regional: Copiapó		
Provincia	Capital Provincial	Comunas
Chañaral	Chañaral	Chañaral
		Diego de Almagro
		Vallenar
Huasco	Huasco	Freirina
		Huasco
		Alto del Carmen
		Copiapó
Copiapó	Copiapó	Caldera
		Tierra Amarilla

Fuente: División Política Administrativa de Chile, www.subdere.gov.cl

Condiciones geográficas y censales de la comuna de Copiapó

En el siguiente cuadro se pueden apreciar las condiciones geográficas y censales de la comuna de Copiapó.

Cuadro 2. Condiciones Geográficas y Censales de la Ciudad de Copiapó

Condición	Valor
Densidad de población por km ²	8,96
Población comunal estimada año 2008	155.208
Población masculina estimada año 2008	78.337
Población femenina estimada año 2008	76.871
Porcentaje de población rural	2,75
Porcentaje de población urbana	97,25
Superficie comunal (km ²)	16.681,30
Relación población comunal / población regional	54,85

Fuentes: 1. Proyecciones de Población, www.ine.cl ; 2. División Administrativa de Chile, www.subdere.gov.cl .

Nota: Información actualizada al año 2008.

Características de los hogares de la comuna

Según la información obtenida en la primera fase de la encuesta realizada por la Consultora Suroeste Ltda. a una muestra de 391 familias en la ciudad de Copiapó, se observó que el 59% de la población se encuentra dentro de la clasificación C3, D y E, lo cual situaría la ciudad dentro del estrato socioeconómico medio bajo. Esto se puede apreciar en el cuadro siguiente:

Cuadro 3. Clasificación Socioeconómica de la Ciudad de Copiapó

Estrato socioeconómico	% de la Población	Clasificación
AB	3%	Alto
C1	8%	Medio Alto
C2	30%	Medio
C3	32%	Medio bajo
D	25%	Bajo
E	2%	Extrema Pobreza

Fuente: Encuesta Preferencias Declaradas, año 2006, estudio Consultora Suroeste Ltda.

Del cuadro anterior se observa que los estratos socioeconómicos más representativos corresponden a C3 con 32%, C2 con 30% y D con 25%.

Indicador de pobreza

Según datos entregados por la encuesta CASEN efectuada en noviembre y diciembre del 2006, la Región de Atacama tiene un 10,5% de su población en situación de pobreza e indigencia (ver Cuadro 4), esto por debajo de los 13,7% a nivel nacional. La reducción de la pobreza a nivel regional en el periodo 2003 - 2006 fue de un 14,4%, la mayor reducción de pobreza registrada en el país, esto si se considera además que está muy por sobre el promedio nacional de 5,0%.

En el Cuadro 4, se observa que la comuna de Copiapó presenta un nivel de pobreza de un 12,0%, esto es 18.625 personas (año 2008), debajo del promedio nacional.

Cuadro 4. Indicadores Socioeconómicos por comuna y Provincia: Pobreza

Comuna-Provincia-Región	Indigencia ¹	Pobreza no Indigente ²	Total Pobreza
Copiapó	3.6%	8.4%	12.0%
Caldera	4.6%	9.6%	14.2%
Tierra Amarilla	0.5%	11.4%	11.9%
Provincia de Copiapó	3.5%	8.7%	12.2%
Chañaral	4.6%	7.5%	12.0%
Diego de Almagro	1.2%	3.0%	4.2%
Provincia de Chañaral	0.0%	5.3%	8.0%
Vallenar	0.6%	6.6%	7.8%
Alto del Carmen	0.6%	1.4%	1.4%
Freirina	1.0%	3.1%	3.7%
Huasco	2.8%	7.3%	7.8%
Provincia del Huasco	1.0%	6.0%	7.0%

1 En Población Pobre No Indigente, se considera pobre si su nivel de ingreso se sitúa por debajo de un nivel mínimo que le permita satisfacer sus necesidades básicas.

2 Se considera en situación de "indigente" a aquellos hogares que, aun cuando destinaran todos sus ingresos a la satisfacción de las necesidades alimentarias de sus integrantes no lograrían satisfacerlas adecuadamente. Y se considera en situación de "pobre" a aquellos hogares cuyos ingresos son insuficientes para satisfacer las necesidades básicas, alimentarias y no alimentarias, de sus miembros (definición MIDEPLAN).

Comuna-Provincia-Región	Indigencia ¹	Pobreza no Indigente ²	Total Pobreza
Región de Atacama	2.8%	7.7%	10.5%

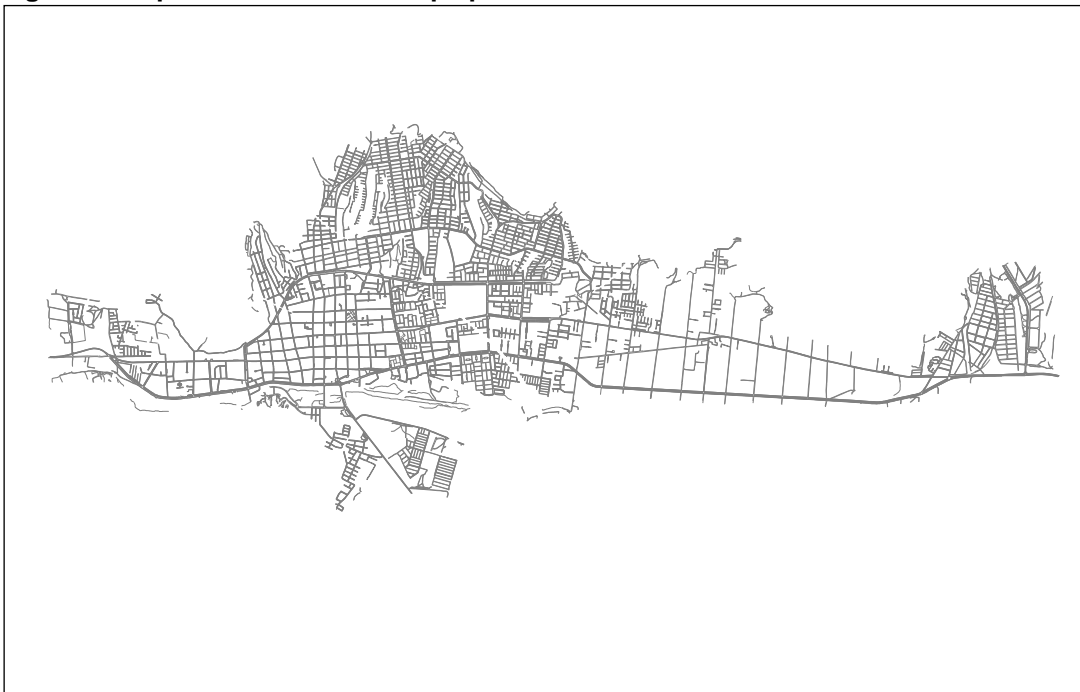
Fuente: Encuesta CASEN 2006, www.mideplan.cl

Definición del área de influencia

Considerando la concentración de la población, las características que posee la ciudad como por ejemplo: pendientes menores al 3%, el estándar de las distancias promedio de viaje en el modo de bicicleta que alcanzan a 5 km, y los volúmenes de viaje que son más intensos en la zona urbana que rural, se establece el área de influencia como la zona urbana de la ciudad de Copiapó, definida por el Plan Regulador del año 2002.

La zona urbana corresponde a 150.940 personas (97,5% de la población), de los cuales 76.183 son hombres y 74.757 son mujeres. A continuación se muestra Mapa de la ciudad de Copiapó.

Figura 8. Mapa de la ciudad de Copiapó



2.2. Identificación de la Población Objetivo

Se determina la población objetivo en base a los resultados de las encuestas: Preferencias Declaradas y Origen - Destino (OD), realizadas ambas, por la empresa consultora "Suroeste Consultores Ltda.".

En la encuesta de Preferencia Declaradas se identifican a los verdaderos usuarios potenciales de bicicleta, descartando aquellos viajeros que señalan que definitivamente no harían el viaje en bicicleta, aunque existan las condiciones de ciclovías que se les presentaron.

La encuesta de Origen Destino se realiza para estimar la demanda actual del modo bicicleta.

A partir de la información proporcionada por estas encuestas se procedió a definir la población de referencia, potencial y finalmente la población objetivo.

Población de referencia

Se definió como población de referencia al grupo atareo que se encuentra entre los 20 y 50 años, perteneciente a la población urbana de la ciudad de Copiapó, grupo que de acuerdo a la Encuesta OD realizado por la consultora "Suroeste Consultores Ltda., representan cerca del 70% de la demanda actual.

Para su cálculo, se utiliza la información entregada por el INE para este grupo etario, proyectado al año 2008, correspondiendo a 69.601 personas, de las cuales el 97,25% corresponde a población urbana, esto es 67.687 personas.

Población potencial

La población potencial está constituida por la parte de la población que actualmente tiene como medio de transporte el modo bicicleta, (2,7% de la población), y por la población que actualmente no utiliza este medio de transporte, pero que declara que sí estaría dispuesta a cambiarse de medio de transporte bajo ciertas condiciones. Según el estudio de Preferencias Declaradas este grupo representa un 77% de la población.

Para el cálculo de la población usuaria, se parte del supuesto que cada persona usuaria realiza como mínimo 2 viajes diarios (un viaje de ida y vuelta), por lo tanto, de los 6.590 viajes realizados en bicicletas (2,7%) se desprende un total de 3.295 personas usuarias regularmente.

La población que estaría dispuesta a cambiar su modo, correspondiente al 77% de la población de referencia, serían 52.119 personas ($67.687 \cdot 0,77$).

Población sin problemas

Se define como la población que no tiene problemas aquella que declara que no usaría el modo bicicletas bajo ninguna circunstancia. Esta población asciende a 12.273 personas.

Población objetivo

Es la población a la cual el proyecto estaría en condiciones de atender, entre los cuales se cuentan aquellos que actualmente son usuarios (3.295 personas) y aquellos que cambiarían de modo caminata a modo bicicleta.

De acuerdo a los resultados de la Encuesta de Preferencias Declaradas y la partición modal resultante de la Encuesta Origen-Destino, el número de viajes que podrían cambiarse a modo bicicleta sería de 11.982. Con base en el total de viajes y suponiendo que cada persona realiza dos viajes, las personas que cambiarían de modo de transporte a bicicleta sería 5.991.

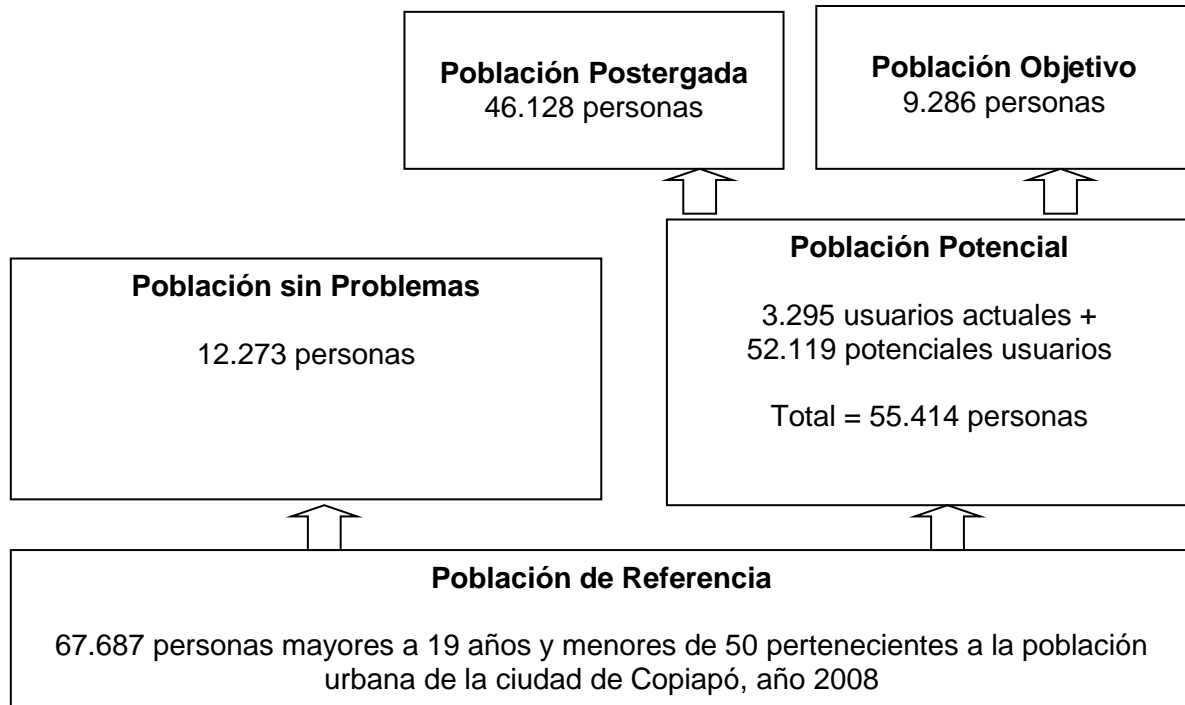
De esta manera, la población objetivo estaría constituida por 9.286 personas.

Población postergada

Corresponde a la población, que siendo parte de la población potencial, el proyecto no estaría en condiciones de atender. Se estima como la diferencia entre la población potencial y objetivo.

La Figura 9 a continuación muestra un resumen esquemático de lo mencionado anteriormente.

Figura 9. Definición de Población Objetivo



Fuente: Elaboración propia

Proyección de población objetivo

Para la proyección de la población objetivo, se utiliza la tasa de crecimiento proyectada por el INE, esto es un 1,01% de crecimiento anual. En el Cuadro 5 se proyecta la población objetivo hasta el año 2020, suponiendo que la solución al problema planteado tiene fecha operativa el año 2010 y el proyecto tiene una vida útil de 10 años.

Cuadro 5. Proyección de la población objetivo

Año	Población Objetivo
2008	52.539
2009	53.070
2010	53.606
2011	54.147
2012	54.694
2013	55.246
2014	55.804
2015	56.368
2016	56.937
2017	57.512
2018	58.093
2019	58.680
2020	59.273

Fuente: “Proyecciones de Población”. Instituto nacional de Estadísticas, INE. www.ine.cl

2.3. Demanda Actual y Proyectada

Demanda actual

En el estudio “Construcción Red de Ciclovías de Copiapó” se realizó una estimación de la demanda actual del modo bicicleta, por medio de encuestas de interceptación a ciclistas y encuestas en 391 hogares de Copiapó. De acuerdo a los resultados de estas encuestas, la partición modal de la bicicleta alcanza al 2,7% del total de viajes de la ciudad, lo que es equivalente a 6.590 viajes diarios.

De acuerdo al estudio “Diagnóstico del Sistema de Transporte Urbano de la Ciudad de Copiapó” (SECTRA, 1998), la proyección de esta demanda al año 2020, considerando que no se implementan nuevos proyectos de ciclovías, es de 8.395 viajes diarios, lo que implica un crecimiento total de 27% (2,45% anual),

En el Cuadro 6 se presentan los viajes en bicicleta para los años 2010 y 2020 de la situación base por período. Para obtener los valores de viajes diarios, se consideró la siguiente duración de cada período:

- Punta mañana: 1,5 horas
- Fuera de Punta: 9.75 horas
- Punta mediodía: 1,5 horas
- Punta tarde: 3,25 horas

Cuadro 6. Viajes en bicicleta por hora, ciudad de Copiapó

Período	Base 2010	Base 2020
Punta Mañana	533	679
Fuera de Punta	329	419
Punta Mediodía	502	639
Punta Tarde	563	717

Características de la demanda actual

De acuerdo a la encuesta realizada en el estudio “Construcción Red de Ciclovías de Copiapó”, la mayor cantidad de usuarios de bicicleta corresponde a obreros y empleados de comercio y servicios (70%), seguido por los estudiantes, que representan un poco más del 15%, como se aprecia en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Distribución de usuarios de bicicleta según ocupación

Ocupación	Porcentaje (%)
Empresario	0,3%
Profesional Independiente	2,6%
Agricultor u Operario Agrícola	5,2%
Operario, Obrero o Artesano Manual	37,2%
Empleado, Oficinista, Comerciante, Vendedor	32,8%
Estudiante	15,7%
Dueña de Casa	1,8%
Otro	4,4%
Total	100,0%

En cuanto al grupo etario al que corresponden los usuarios de bicicletas, tal como se esperaba, corresponde al grupo que está entre los 20 y 50 años (69% de la población encuestada), como se aprecia en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Distribución de usuarios de bicicleta según edad

Rango de Edades	Porcentaje (%)
Menor a 19 años	9,9%
entre 20 y 29 años	26,9%
entre 30 y 39 años	22,7%
entre 40 y 49 años	19,6%
entre 50 y 59 años	11,9%
entre 60 y 69 años	6,1%
entre 70 y 79 años	2,7%
entre 80 y 89 años	0,1%
Total	100,0%

Sobre el motivo de viaje en bicicleta, en el Cuadro 9 se aprecia que el principal motivo de viaje es trabajo, quedando los motivos recreacionales y de salud representados por un poco más del 7% de los viajes.

Cuadro 9. Distribución de usuarios de bicicleta según motivo de viaje

Motivos de Viaje	Porcentaje (%)
Trabajo	61,8%
Estudios	7,6%
Compras	7,4%
Diligencias	9,8%
Motivos de Salud	0,9%
Turismo o Paseo	6,3%
Residencia Particular	5,9%
Otro	0,2%
Total	100,0%

Con respecto a la utilización del modo bicicleta durante el año, el 84% de los ciclistas encuestados utiliza este modo regularmente durante todo el año para realizar su recorrido diario, el 8% utiliza la bicicleta de marzo a diciembre y el restante 8% sólo la utiliza eventualmente.

Por último, en el Cuadro 10 se puede apreciar el uso de bicicleta por género.

Cuadro 10. Uso de la bicicleta según género

Sexo	Porcentaje (%)
Femenino	38%
Masculino	62%
Total	100%

Distribución espacial de la demanda actual

Con respecto a los sectores que generan o atraen mayor cantidad de viajes, en la Figura 10 y Figura 11 se puede apreciar la ubicación geográfica de generación y atracción de viajes en bicicleta, por períodos.

Figura 10. Viajes Generados Período Punta Mañana

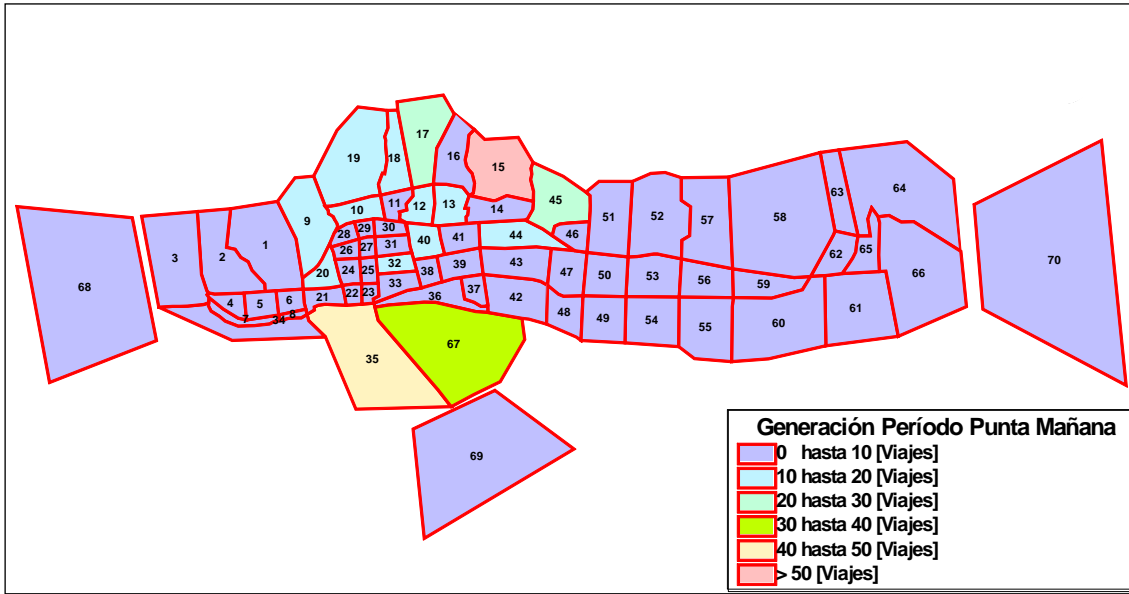
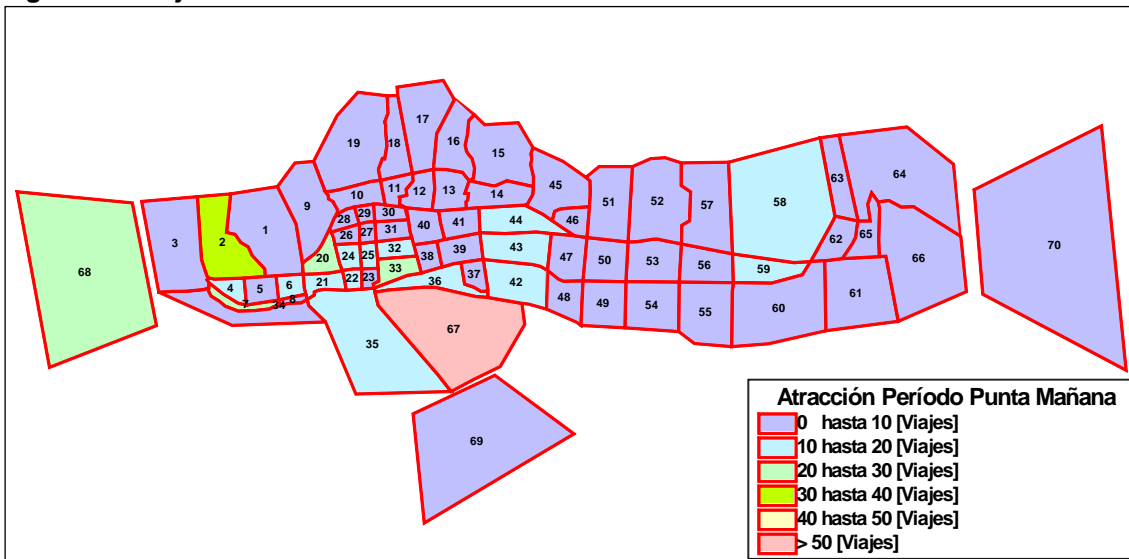


Figura 11. Viajes Atraídos Período Punta Mañana



En el período punta mañana se aprecia que las principales zonas generadoras de viajes en bicicleta se ubican en los sectores norte y sur de la ciudad, mientras que las zonas que atraen viajes se ubican en los sectores norte y poniente.

Demanda con proyecto

En el estudio “Construcción Red de Ciclovías de Copiapó” se realizó la estimación de modelos de Partición Modal, considerando la habilitación de una red conexas de ciclovías en Copiapó. Para ello, se estimó la cantidad de viajes en bicicleta para la situación base, que considera los proyectos descritos en la sección “Proyección de la oferta” del presente documento, y la situación con proyecto, consistente en una red conexas de ciclovías en Copiapó, para los años 2010 y 2020, por período del día.

De lo anterior, se obtuvo que para el año 2010 se realizaran un total de 34.724 viajes diarios, lo que representa un aumento de más del 400%, con un crecimiento de viajes en la situación con proyecto de 2,4 % anual. Este fuerte crecimiento de viajes entre la situación con proyecto y sin proyecto se considera poco creíble, por lo que es necesario explorar otras alternativas para la estimación de la demanda con proyecto.

En este sentido, en el marco del estudio “Construcción Red de Ciclovías Copiapó”, se realizó una corrección a la metodología de análisis y evaluación de ciclovías para estimar la demanda inducida por el proyecto. Se estimó que solo un porcentaje del total de viajes diarios que se realizan en modo caminata se cambiarían a modo bicicleta. Para el caso de Copiapó este porcentaje equivale a un 11,65% dentro del área de influencia del proyecto.

Aplicando este factor a los viajes del modo caminata en la ciudad de Copiapó, de acuerdo a los viajes estimados en el estudio “Construcción Red de Ciclovías Copiapó”, se obtiene que se transfieren al modo bicicleta 24.024 viajes en el año 2010 y 30.601 en el año 2020.

Cuadro 11. Cantidad de viajes por hora en modo caminata y transferidos a modo bicicleta, Situación base 2010 y 2020, Ciudad de Copiapó.

Período	Caminata Base 2010	Caminata Base 2020	Transferidos a Bicicleta 2010	Transferidos a Bicicleta 2020
Punta Mañana	11.912	15.174	1.388	1.768
Fuera de Punta	12.922	16.460	1.505	1.918
Punta Mediodía	13.019	16.584	1.517	1.932
Punta Tarde	13.177	16.785	1.535	1.955

Cuadro 12. Cantidad de viajes por hora en modo bicicleta, Situación base, Ciudad de Copiapó.

Período	Base 2010	Base 2020
Punta Mañana	533	679
Fuera de Punta	329	419
Punta Mediodía	502	639
Punta Tarde	563	717

Cuadro 13. Cantidad de viajes por hora en modo bicicleta, Situación con proyecto, Ciudad de Copiapó.

Período	Situación con Proyecto 2010	Situación con Proyecto 2020
Punta Mañana	1.934	2.447
Fuera de Punta	1.824	2.337
Punta Mediodía	2.019	2.572
Punta Tarde	2.098	2.673

De acuerdo a la estimación de viajes presentada, la partición modal de la bicicleta aumentaría de un 2,7% a un 12,5% una vez implementado el proyecto, lo cual sigue siendo bastante alto. Se debe hacer la salvedad que acá se estimó el cambio en el número de viajes considerando el total de viajes en la ciudad, lo que equivale a que existan ciclovías prácticamente en toda la ciudad. La estimación de la demanda de ciclovías se debiera realizar una vez definida la red, teniendo los valores acá calculados un carácter de demanda potencial.

Cuadro 14. Cantidad de viajes por día en modo bicicleta, Ciudad de Copiapó.

Período	Año 2010	Año 2020
Situación Base	6.590	8.395
Situación con Proyecto	30.614	38.996

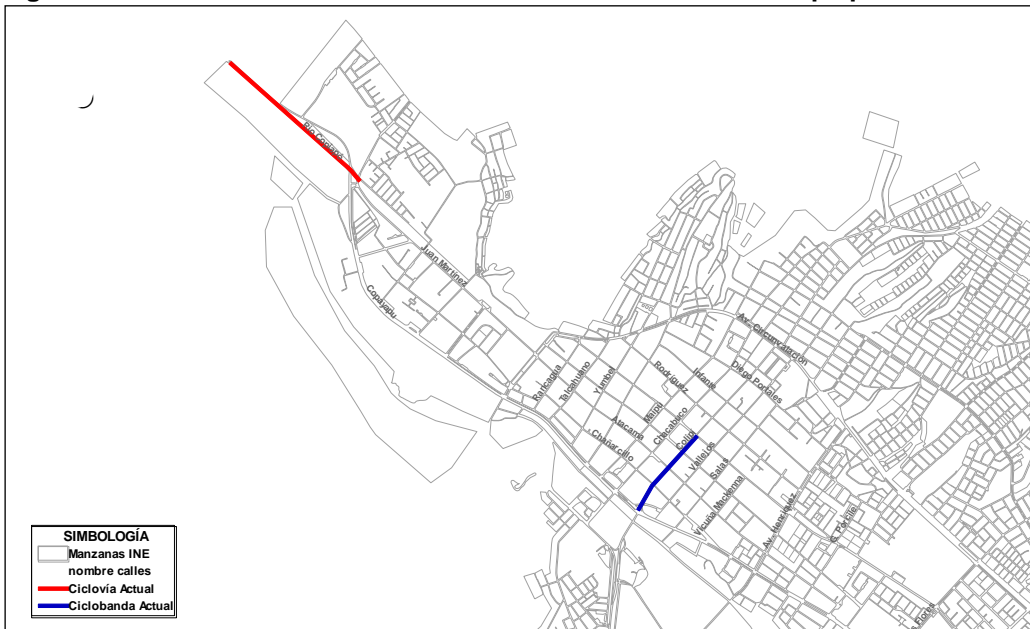
Oferta Actual y Proyectada

Oferta Actual

La ciudad de Copiapó cuenta con una ciclovía bidireccional en Av. Río Copiapó con dirección a Caldera, con una extensión de 10 km., en el sector poniente de la ciudad. A esto se agrega una ciclobanda en un tramo de Av. Colipí, en el sector céntrico de la ciudad, con una longitud aproximada de 565 metros. Esta infraestructura se encuentra en buen estado.

En la Figura 12 se aprecia la ubicación de las dos ciclovías, observándose que no existe ninguna conexión entre ellas.

Figura 12. Ubicación de Ciclovías existentes en la Ciudad de Copiapó



Fuente: Construcción Red de Ciclovías Copiapó, Sectra (en desarrollo)

En el marco del estudio “Construcción Red de Ciclovías Copiapó” se realizaron mediciones de flujo en 40 puntos de la ciudad de Copiapó. La ubicación de estos puntos se presenta en el Cuadro 15.

Cuadro 15. Ubicación puntos de control de flujos de bicicletas

PC	Intersección	PC	Intersección
M.1	Av. Copayapu – Carretera D. Almagro	M.21	Cardenal Samoré – Papa Pío XII
M.2	Los Carrera – Copayapu	M.22	Andacollo – El Chañar
M.3	Total – Camino Inca de Oro	M.23	Colo – Colo – Av. El Chañar
M.4	Los Carrera - Ricardo Vallejos	M.24	J. V. Blanco – Av. El Chañar
M.5	Av. Copayapu - Rafael Torrealba	M.25	Av. El Chañar – Eleuterio Ramírez
M.6	Av. Copayapu - José Joaquín Vallejo	M.26	Av. El Chañar – Corcovado
M.7	El Inca – Leonidas Pérez	M.27	Federico Errázuriz – Av. Los Loros
M.8	Pedro León Gallo – Los Carrera	M.28	Av. Los Loros – Av. El Chañar
M.9	P. de Valdivia – Av. Copayapu	M.29	Los Loros – Lastarria
M.10	Los Carrera – P. de Valdivia	M.30	Yerbas Buenas – Av. Circunvalación
M.11	Los Carrera – D. de Almagro	M.31	Chacabuco – Diego Portales
M.12	D de Almagro – Leonidas Pérez	M.32	Infante – Vallejos
M.13	Pedro Figueroa – Los Aromos	M.33	Av. Henríquez – Infante
M.14	Luis Flores – Las Amollacas	M.34	Carlos Porcile – Secundino Perez
M.15	Callejón El Palomar – Salitrera Humberstone	M.35	Talcahuano – Los Carrera
M.16	Ruta 5 – Av. La Paz	M.36	Chanarcillo – Yumbel
M.17	Ayacucho – Juan Martínez	M.37	Maipú – M. Rodriguez
M.18	Ruta 5 – Volcán Doña Inés	M.38	Circunvalación – Av. Henríquez
M.19	Circunvalación – Luis Flores	M.39	O’Higgins – Calle del Estadio
M.20	Pedro Mandiola – Libertad	M.40	Carlos Van Buren – Los Carrera

Los flujos fueron medidos en los siguientes períodos:

- Punta Mañana (PAM): 7:15 hrs. a 08:45 hrs.
- Fuera de Punta (PFP): 9:45 hrs. a 11:15 hrs.
- Punta Mediodía (PMD): 12:45 hrs. a 14:15 hrs.
- Punta Tarde (PT): 18:15 hrs. a 19:45 hrs.

En complemento a las mediciones de tránsito, se realizó una encuesta origen – destino de viajes en 19 puntos de la ciudad (Cuadro 16). En particular interesan los puntos E.1, E.16 y E.17, ya que representan mediciones en las ciclovías existentes.

Cuadro 16. Ubicación puntos de control de encuestas a bicicletas

PC	Intersección	PC	Intersección
E.1	Ciclovía Entrada a Copiapó	E.11	Ruta 5 entre Av. Palomar y Av. La Paz
E.2	Los Carrera entre B. S. Pizarro y G. Toro Blanca	E.12	Lastarria entre Av. Circunvalación y Brasil
E.3	Av. Copayapu entre G. Toro Blanca y R. Vallejos	E.13	Los Carrera entre Colipi y Chacabuco
E.4	Eleuterio Ramírez entre Los Loros y Psje. Uno	E.14	Av. Henríquez entre Rodríguez y Juan López
E.5	Av. J. Martínez entre Av. Matta y Junín	E.15	Salas entre Los Carrera y O'Higgins
E.6	Ramón Freire entre Av. Matta y J. Vicente Blanco	E.16	Circunvalación entre Vallejos y Colipi
E.7	Av. Copayapu entre Luis Flores y Calle del Estadio	E.17	Colipi entre Atacama y Chañarillo
E.8	Los Carrera entre Diego de Almagro y Carlos Van Buren	E.18	Yerbas Buenas entre Los Carrera y O'Higgins
E.9	Av. Circunvalación entre Luis Flores y Tal - Tal	E.19	Chacabuco entre Ramón Freire y Av. La Paz
E.10	Los Loros entre Condell y Venancio Díaz		

Un resultado que cabe destacar es que los puntos geográficos cubiertos por las ciclovías son justamente aquellos que muestran un menor flujo de viajes.

Proyección de la oferta

Dada la estrecha relación entre la ejecución del proyecto y el desarrollo de la infraestructura vial, para la proyección de la oferta se consideraron los proyectos viales futuros a concretarse en la ciudad de Copiapó, que consideren o podrían considerar la implementación de ciclovías.

Dentro de los futuros proyectos viales para la ciudad de Copiapó, se consideran ciclovías en los siguientes sectores:

- Eje Juan Martínez.
- Eje Henríquez – Andacollo.
- Leonidas Pérez.
- Los Carrera, entre Henríquez y Van Buren.

Además existen otros proyectos que si bien, originalmente no tienen considerada la construcción de ciclovías, existiría la voluntad para incluirlas. Estos son los casos de los siguientes ejes:

- Los Carrera, entre Van Buren y Paipote.
- Extensión de la Av. Circunvalación hasta Los Carrera.

Estos proyectos de ciclovías se agregarían a las ya existentes descritas en el punto anterior.

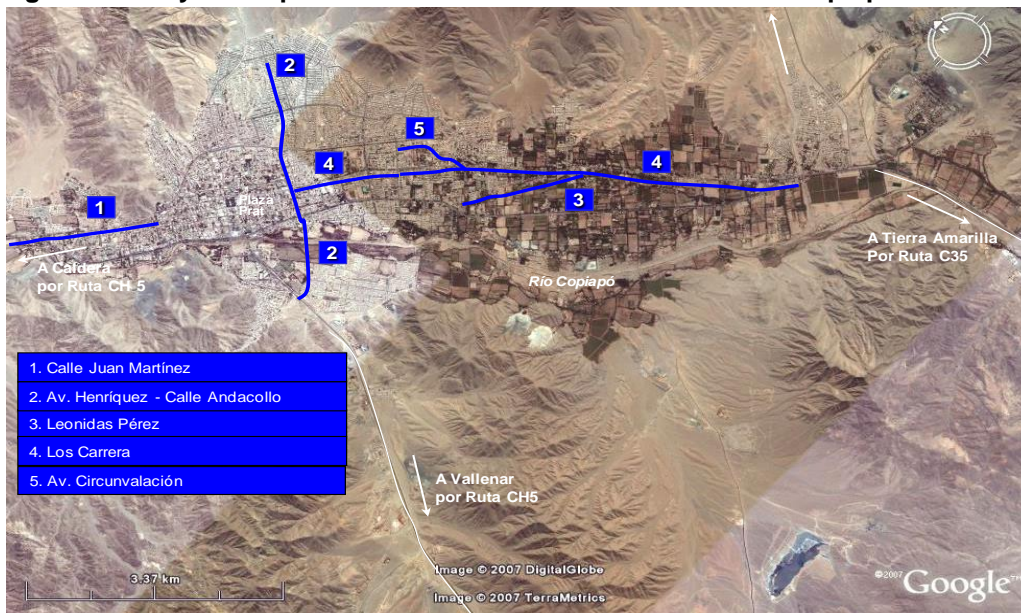
De acuerdo a las mediciones realizadas en el marco del Estudio “Construcción Red de Ciclovías Copiapó”, la posible habilitación de ciclovías en la Av. Juan Martínez (punto E.5), el eje Henríquez – Andacollo (puntos M.33, M.38 y E.14), Los Carrera (puntos M.4, M.8, M.10 y M.40) y Av. Circunvalación (punto M.19), estaría atendiendo a 8 de los 15 puntos con mayor flujo de bicicletas.

Déficit Actual y proyectado

En lo que se refiere a la situación actual, las dos ciclovías existentes, en Río Copiapó y Av. Colipí, son insuficientes para satisfacer la demanda. Esto porque no existe conexión entre ambas vías y el sector sur, que es el mayor generador de viajes en bicicleta, sector que no cuenta con la infraestructura adecuada para su conexión con el resto de la ciudad.

Con respecto a la situación proyectada, la concreción de los proyectos mencionados, que para efectos de este análisis va a conformar la situación base, va a ofrecer una buena conectividad entre los diferentes sectores de Copiapó. Sin embargo, es necesario complementar estos proyectos con las ciclovías necesarias para configurar una red conexas para bicicletas y que permita un desplazamiento rápido y seguro entre los diferentes sectores de la ciudad.

Figura 13. Proyectos que Involucran ciclovías en la Ciudad de Copiapó



Sin embargo, todavía existe un déficit en la infraestructura complementaria que no está siendo abordada por estos proyectos, especialmente en estacionamientos para bicicletas, que permitan facilitar el uso de este modo de transporte.

3. Identificación de Alternativas

3.1. Optimización de la Situación Base

En la definición de la situación base optimizada se consideraron dos tipos de medidas a implementar:

- a) Medidas relacionadas con la provisión y gestión de infraestructura.

b) Medidas relacionadas con acciones complementarias.

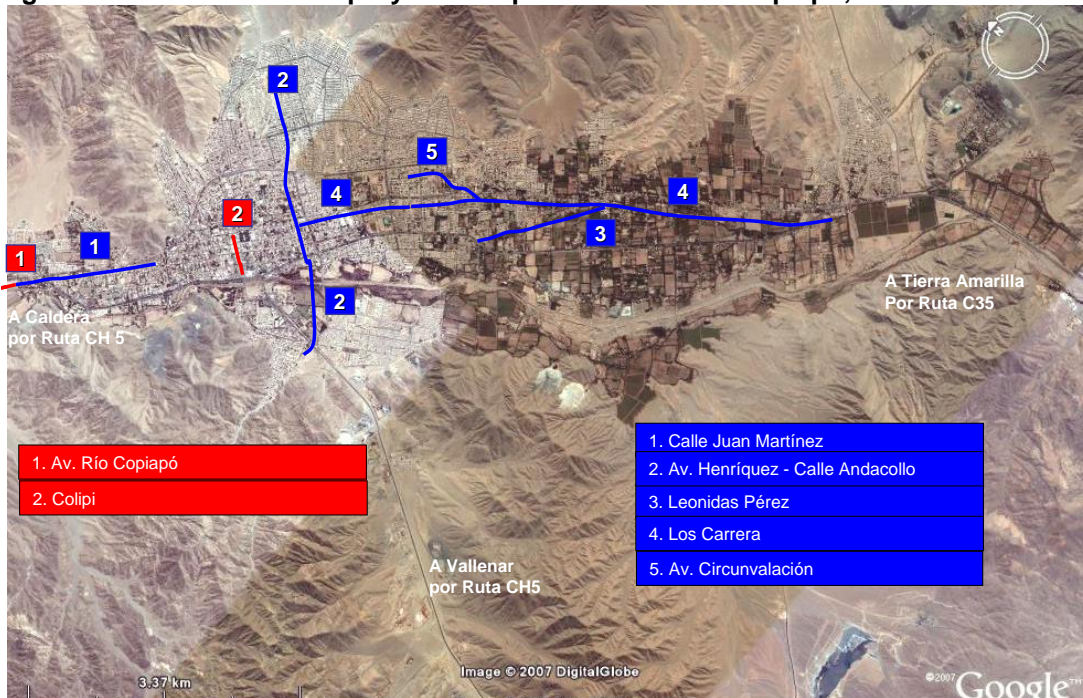
A continuación se realiza una descripción de cada una de ellas

Medida 1: Provisión y Gestión de la Infraestructura

En la sección “Proyección de la Oferta” del presente documento se mencionó un conjunto de ciclovías proyectadas para la ciudad de Copiapó, los cuales son:

- Eje Juan Martínez.
- Eje Henríquez – Andacollo.
- Leonidas Pérez.
- Los Carrera, entre Henríquez y Paipote.
- Extensión de la Av. Circunvalación hasta Los Carrera.

Figura 14. Red de ciclovías proyectadas para la ciudad de Copiapó, situación base



Esta red está asociada a proyectos de mejoramiento de vialidad existente o construcción de nueva vialidad para la ciudad. Por ello, es recomendable incluirlos dentro de la situación base del proyecto, teniendo en consideración además, que su ejecución está determinada por la concreción del proyecto vial respectivo, lo cual presenta la ventaja que los costos de implementación son mínimos con respecto al proyecto asociado, y menores a los implicados en la ejecución de un proyecto exclusivo de ciclovías.

En la Figura 14 se puede apreciar la red que se configura con los proyectos antes mencionados. En color rojo se pueden apreciar las ciclovías actualmente existentes, en Av. Río Copiapó y calle Colipi, mientras que en color azul se aprecian las ciclovías proyectadas.

Medida 2: Acciones Complementarias

En la situación base se consideran acciones complementarias a la provisión de infraestructura mediante ciclovías o ciclobandas de bajo costo. Dentro de estas acciones complementarias se considera:

- a) Campañas de difusión del uso de la bicicleta, destacando las bondades de su uso con el medio ambiente (no contaminante) y para la salud de las personas (ejercicio), además de otros beneficios.
- b) Campañas de uso seguro de la bicicleta, promoviendo el uso de elementos de seguridad en los ciclistas y respeto por las normas de tránsito, entre otros.
- c) Campaña orientada a los automovilistas y peatones para el respeto a los ciclistas.
- d) La incorporación del enfoque de género en la Política de Transporte Vial.

Hay que destacar que una de las medidas complementarias que se enunciaron en la sección “Identificación del Problema”(acciones complementarias) del presente documento, es la incorporación efectiva de la bicicleta en la política de transporte, lo cual se concretó con el anuncio del plan de fomento de la bicicleta, realizado por la Presidenta Michelle Bachelet en conjunto con el Ministro de Transportes, el día 1 de julio de 2009, enviándose al Congreso el Proyecto de Ley que incentiva el uso, fomento e integración de la bicicleta.

Las medidas mencionadas en las secciones Medida 1: Provisión y Gestión de la Infraestructura y Medida 2: Acciones Complementarias, del presente documento, configuran la situación base optimizada del proyecto de ciclovías de Copiapó. Respecto de los proyectos de infraestructura presentados en la sección “Medida 1: Provisión y Gestión de la Infraestructura”, cabe destacar que según el análisis desarrollado en la sección “Déficit Actual y proyectado”, si bien estos proyectos configuran una red no conexa que resulta insuficiente a los requerimientos de la demanda actual en la ciudad de Copiapó, estos se encuentran programados para su ejecución, por lo que no se puede influir mayormente. Sin embargo, este grupo de ciclovías resulta una buena base para el planteamiento de alternativas de proyectos

Por otra parte, las medidas complementarias de difusión del uso y fomento a la bicicleta mencionadas en la sección “Medida 2: Acciones Complementarias”, se consideran parte de la situación base, dada su utilidad tanto en un escenario con proyecto como en la situación actual, en que existe un número importante de viajes en este modo en la ciudad de Copiapó.

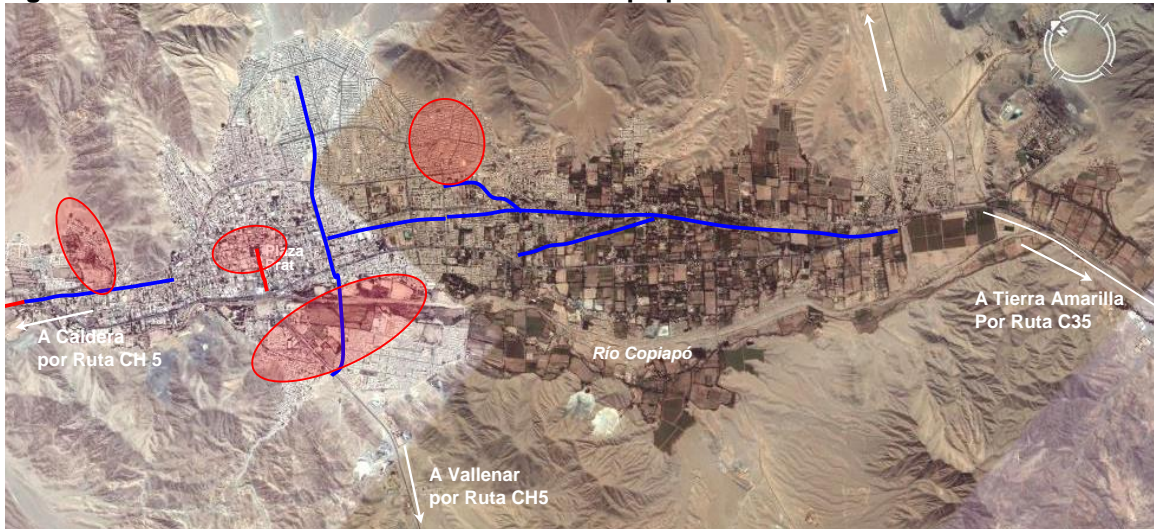
Configuración de Alternativas de Solución

Del análisis presentado en el Déficit Actual y proyectado, se concluye la existencia de un déficit de infraestructura para bicicletas en la ciudad de Copiapó, ya que tanto las ciclovías existentes como las proyectadas, no logran cubrir adecuadamente los sectores con mayores tasas de generación y atracción de viajes, a esto se agrega la carencia de estacionamiento para bicicletas en la vía pública.

Generación de alternativas de ciclovías

En la Figura 15 se puede apreciar el déficit de infraestructura para bicicletas al comparar las ciclovías existentes (líneas rojas) y proyectadas (líneas azules) y los principales sectores que generan y atraen viajes (círculos rojos).

Figura 15. Déficit de Ciclovías en la Ciudad de Copiapó



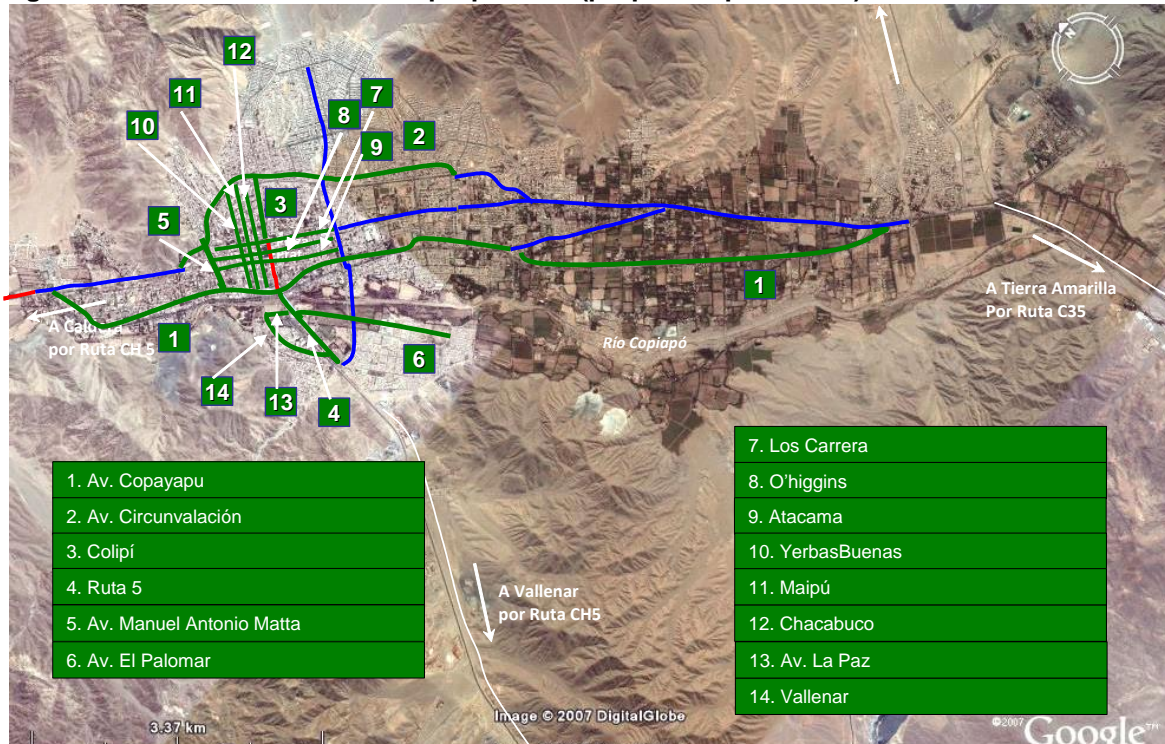
De acuerdo al análisis de los sectores con mayores demandas de viajes en modo bicicleta, se determinaron los ejes viales susceptibles a tener una ciclovía (Cuadro 17).

Cuadro 17. Propuesta preliminar de ciclovías en la ciudad de Copiapó

Nº	Calle	Longitud (km)
1	Av. Copayapu	10,17
2	Av. Circunvalación	4,91
3	Colipí	0,73
4	Ruta 5	1,07
5	Av. Manuel Antonio Matta	0,47
6	Av. El Palomar	1,89
7	Los Carrera	1,66
8	O'higgins	1,80
9	Atacama	1,82
10	Yerbas Buenas	0,99
11	Maipú	1,25
12	Chacabuco	1,28
13	Av. La Paz	0,28
14	Vallenar	1,03

La longitud total de los proyectos es de 29,35 km. En la Figura 16 se puede apreciar su ubicación.

Figura 16. Ubicación de ciclovías propuestas (propuesta preliminar)



Los ejes propuestos son los mismos considerados en el estudio “Construcción Red de Ciclovías Copiapó”, a los cuales se agregó la calle Atacama, como alternativa a las calles O’higgins y Los Carrera. También se había considerado inicialmente agregar a la propuesta preliminar de ejes, una ciclovía por la Av. Luis Flores, en el sector oriente de la ciudad, pero se descartó, debido a que este sector no genera ni atrae gran cantidad viajes y además se requería construir un puente sobre el río Copiapó, para conectar a los pobladores del sector sur con el resto de la red de ciclovías, lo cual es una obra mayor que va más allá de la ciclovía.

Considerando un costo promedio de construcción de \$52 millones por km de ciclovía, la implementación de todos los ejes propuestos alcanza los \$1.526 millones.

3.2. Selección de Alternativa de Ciclovías

Debido al alto costo de implementar la totalidad de las ciclovías propuestas, es necesario realizar un proceso de selección de los ejes. Para ello existe una metodología de elección de ejes que consiste básicamente en la determinación de ciertos atributos para cada eje y su posterior valoración. Los atributos a considerar son:

- Factibilidad física de construcción.
- Flujos de bicicletas en los ejes preliminares.
- Análisis de accidentes.
- Nivel de interferencia con otros medios de transporte.
- Análisis de impacto ambiental de la solución planteada.

Cada atributo es valorado de acuerdo a un puntaje relativo propuesto, los que se resumen en una matriz de atributos que debe entregar como resultado un valor agregado para cada eje, con esto, se elabora un ranking de los ejes preliminares, mediante el cual se

aprueba o descarta el eje analizado. El criterio de evaluación adoptado en esta matriz corresponde a una priorización en orden decreciente de los distintos valores agregados de los factores considerados.

Aplicación de la Metodología de Selección de Ejes para la Ciudad de Copiapó

A continuación se desarrolla la aplicación de la metodología para la ciudad de Copiapó. Este análisis se apoya en la información contenida en el estudio “Construcción Red de Ciclovías Copiapó” que se encuentra actualmente en desarrollo a cargo de Sectra.

Factibilidad física de construcción

La matriz de factibilidad física de construcción se presenta en el Cuadro 18.

Cuadro 18. Clasificación por factibilidad física

EJE	Tramo	Largo (m)	Expropiación Terreno	Expropiación Construcciones	Traslado de Postes	Traslado de Canales	Entubación/Revestimiento de Canales	Alargue Obras de Arte	Estructuras	Movimientos de Tierras	Demolición y Reposición de Aceras	Servicios Públicos Subterráneos	Reubicación Paraderos	Accesos Importantes	Cruces e Intersecciones	Construcción de Obras de Arte	Remoción o Traslado de Árboles	Total	Nivel de Factibilidad			
			4	6	1	1	2	1	6	2	1	2	1	2	1	1	1					
Copayapu	Av El Cedro/San Martín	422	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Alta		
	San Martín/Ayacucho	287	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	5	Media	
	Ayacucho/117m antes de Av.M.A.Matta	963	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	Alta	
	117m antes de Av.M.A.Matta/Rancagua	255	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	12	Baja	
	Rancagua/Chañarillo	1405	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	Alta	
Av. Circunvalación	Chañarillo/Pedro A. Figueroa	1940	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	4	Alta	
	Pedro A. Figueroa/Av. D. de Almagro	411	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	7	Baja	
	Av. D. de Almagro/Quebrada de Paipote	4695	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	Alta	
Av. M.A.Matta	Av. M.A.Matta/Gabriela Mistral	2489	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	3	Alta	
	Gabriela Mistral/Psje. Henternof	260	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7	Baja
Av. M.A.Matta	Psje. Henternof/Av. D. de Almagro	1725	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	Alta	
	Copayapu/Av. Circunvalación	175	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	Alta	
	Los Carrera	Circunvalación/Av. Henríquez	1660	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	Alta	
	Ohiggins	Av. M.A. Matta/Av. Henríquez	1796	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	Alta	
	Atacama	Av. M.A. Matta/Av. Henríquez	1820	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	Alta	
	Yerbas Buena	Av. Circunvalación/Copayapu	988	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	Alta	
	Maipú	Av. Circunvalación/Copayapu	1250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	Alta	
	Chacabuco	Av. Circunvalación/Copayapu	1278	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	Alta	
	Colipi	Av. Circunvalación/Copayapu	1286	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	Alta	
	Callejon El Palomar	Salitrera Asturias/200 m después de Av. Henríquez	1384	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	Alta
		Mitad de cuadra	232	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	Alta
		Ultimos metros al llegar a Ruta5	173	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Alta
Ruta 5	Callejon El Palomar/Av. Henríquez	584	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Alta	
Vallenar	Av. La Paz/ Copayapu	249	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Alta	
	Ruta 5/Av. La Paz	1032	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	Alta	
	Av. La Paz	Vallenar/Ruta5	282	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Alta	

Se puede observar que, salvo algunos tramos de Av. Copayapu y un tramo de Av. Circunvalación, principalmente por el hecho de involucrar expropiaciones, para el resto de los ejes existe una alta factibilidad física para su concreción.

Análisis de flujos de bicicletas

Para la determinación del flujo diario de bicicletas, se utilizaron las mediciones de flujo presentadas en la Selección de Alternativa de Ciclovías. Para la expansión de los datos desde flujos por hora a flujo diario, se utilizaron los siguientes factores:

- Punta mañana: 1,5 horas.
- Fuera de Punta: 9,75 horas.

- Punta Mediodía: 1,5 horas.
- Punta Tarde: 3,25 horas.

Con ello, se obtuvo la clasificación presentada en el Cuadro 19.

Cuadro 19. Clasificación según volumen de flujo

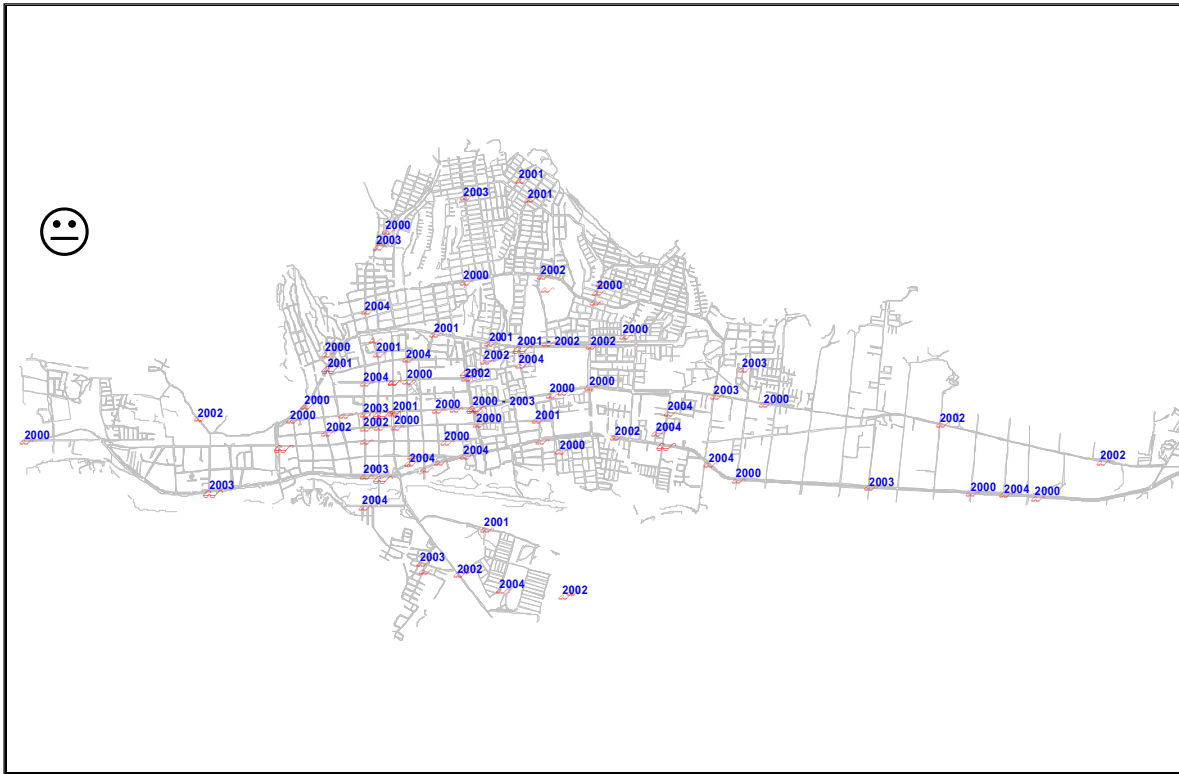
Eje	Tramo	Volumen
Copayapu	Av. El Cedro/San Martín	Bajo
	San Martín/Ayacucho	Bajo
	Ayacucho/117m antes de Av. Matta	Bajo
	117m antes de Av. Matta/Rancagua	Bajo
	Rancagua/Chañarcillo	Bajo
	Chañarcillo/Pedro A. Figueroa	Alto
	Pedro A. Figueroa/D. de Almagro	Medio
	D. de Almagro/Quebrada de Paipote	Bajo
Circunvalación	Av. Matta/Gabriela Mistral	Medio
	Gabriela Mistral/Psje. Henternof	Bajo
	Psje. Henternof/ D. de Almagro	Bajo
Av. Matta	Copayapu/Circunvalación	Bajo
Los Carrera	Circunvalación/Henríquez	Bajo
O'Higgins	Av. Matta /Henríquez	Alto
Atacama	Av. Matta /Henríquez	Bajo
Yerbas Buenas	Circunvalación/ Copayapu	Bajo
Maipú	Circunvalación/ Copayapu	Medio
Chacabuco	Circunvalación/ Copayapu	Bajo
Colipí	Circunvalación/ Copayapu	Bajo
Callejón Palomar	Salitrera Asturias/200m después de Henríquez	Bajo
	Mitad de Cuadra	Bajo
	Últimos metros al llegar a Ruta 5	Bajo
Ruta 5	Callejón Palomar/ Henríquez	Bajo
	Av. La Paz/Copayapu	Medio
Vallenar	Ruta 5/Av. La Paz	Alto
Av. La Paz	Vallenar/Ruta 5	Bajo

Se aprecia que, en general, el volumen de flujo de bicicleta en la ciudad de Copiapó es bajo. Escapan de esta situación las calles O'higgins, en el centro de la ciudad, y Vallenar, en el sector sur.

Análisis de riesgo de accidentes

En la Figura 17 se puede apreciar la localización espacial de accidentes de tránsito entre los años 2001 y 2004.

Figura 17. Localización de Accidentes en la Ciudad de Copiapó



Con esta información se realizó la clasificación de los ejes según accidentes, que se presenta en el Cuadro 20.

Cuadro 20. Clasificación según Accidentes

Eje	Tramo	Frecuencia	Categoría
Copayapu	Av. El Cedro/San Martín	0	Bajo
	San Martín/Ayacucho	0	Bajo
	Ayacucho/117m antes de Av. Matta	2	Alto
	117m antes de Av. Matta/Rancagua	0	Bajo
	Rancagua/Chañarcillo	5	Alto
	Chañarcillo/Pedro A. Figueroa	3	Alto
	Pedro A. Figueroa/D. de Almagro	2	Alto
	D. de Almagro/Quebrada de Paipote	6	Alto
Circunvalación	Av. Matta/Gabriela Mistral	6	Alto
	Gabriela Mistral/Psje. Henternof	2	Alto
	Psje. Henternof/ D. de Almagro	2	Alto
Av. Matta	Copayapu/Circunvalación	2	Alto
Los Carrera	Circunvalación/Henríquez	11	Alto
O'Higgins	Av. Matta /Henríquez	5	Alto
Atacama	Av. Matta /Henríquez	1	Medio
Yerbas Buenas	Circunvalación/ Copayapu	2	Alto
Maipú	Circunvalación/ Copayapu	5	Alto
Chacabuco	Circunvalación/ Copayapu	7	Alto
Colipí	Circunvalación/ Copayapu	3	Alto
Callejón Palomar	Salitrera Asturias/200m después de Henríquez	1	Medio
	Mitad de Cuadra	0	Bajo
	Últimos metros al llegar a Ruta 5	0	Bajo
Ruta 5	Callejón Palomar/ Henríquez	1	Medio
	Av. La Paz/Copayapu	0	Bajo
Vallenar	Ruta 5/Av. La Paz	1	Medio
Av. La Paz	Vallenar/Ruta 5	0	Bajo

Se aprecia que en la mayoría de las calles se ve un nivel de accidentabilidad considerado alto.

Nivel de interferencia con otros modos de transportes

En base a las mediciones de flujo realizadas en el estudio “Construcción Red de Ciclovías Copiapó”, se construyeron los factores de interferencia de la bicicleta con otros modos, que se presentan en el Cuadro 21.

Cuadro 21. Clasificación según Factor de Interferencia

Eje	Tramo	FI_PM	FI_FP	FI_PMD	FI_PT	FI_Global
Copayapu	Av. El Cedro/San Martín	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
	San Martín/Ayacucho	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
	Ayacucho/117m antes de Av. Matta	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
	117m antes de Av. Matta/Rancagua	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
	Rancagua/Chañarcillo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
	Chañarcillo/Pedro A. Figueroa	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
	Pedro A. Figueroa/D. de Almagro	Alto	Bajo	Alto	Alto	Alto
	D. de Almagro/Quebrada de Paipote	Alto	Bajo	Bajo	Medio	Alto
Circunvalación	Av. Matta/Gabriela Mistral	Alto	Bajo	Alto	Alto	Alto
	Gabriela Mistral/Psje. Henternof	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Medio
	Psje. Henternof/ D. de Almagro	Alto	Bajo	Medio	Bajo	Alto
Av. Matta	Copayapu/Circunvalación	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Los Carrera	Circunvalación/Henríquez	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
O'Higgins	Av. Matta /Henríquez	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Atacama	Av. Matta /Henríquez	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Yerbas Buenas	Circunvalación/ Copayapu	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Maipú	Circunvalación/ Copayapu	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Alto
Chacabuco	Circunvalación/ Copayapu	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Colipí	Circunvalación/ Copayapu	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Callejón Palomar	Salitrera Asturias/200m después de Henríquez	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
	Mitad de Cuadra	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
	Últimos metros al llegar a Ruta 5	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Ruta 5	Callejón Palomar/ Henríquez	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Medio
	Av. La Paz/Copayapu	Alto	Alto	Alto	Bajo	Alto
Vallenar	Ruta 5/Av. La Paz	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
Av. La Paz	Vallenar/Ruta 5	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo

Se puede observar que en la mayoría de los ejes considerados, el nivel de interferencia de la bicicleta con otros modos es bajo. Sin embargo, hay algunos casos en que la interferencia es alta, como en la calle Vallenar y la Ruta 5 (en el sector sur), Maipú (sector centro) y algunos tramos de Av. Copayapu y Av. Circunvalación, en la zona oriente de la ciudad.

Aspectos ambientales

En el marco del estudio “Construcción Red de Ciclovías Copiapó” se realizó el análisis ambiental de los ejes incluidos dentro de la propuesta preliminar. Los resultados se

presentan en el Cuadro 22, donde se aprecia que en todos los eje, el proyecto tendría una baja sensibilidad ambiental.

Cuadro 22. Clasificación según sensibilidad ambiental de ejes

Eje	Tramo	Longitud	Sensibilidad Ambiental
Copayapu	Av. El Cedro/San Martin	422	Baja
	San Martin/Ayacucho	287	Baja
	Ayacucho/117m antes de Av.M.A.Matta	963	Baja
	117m antes de Av.M.A.Matta/Rancagua	255	Baja
	Rancagua/Chañarcillo	1405	Baja
	Chañarcillo/Pedro A. Figueroa	1940	Baja
	Pedro A. Figueroa/Av. D. de Almagro	411	Baja
	Av. D. de Almagro/Quebrada de Paipote	4695	Baja
	Av. Circunvalación	Av. M.A.Matta/Gabriela Mistral	2489
Circunvalación	Gabriela Mistral/Psje. Henternof	260	Baja
	Psje. Henternof/Av. D. de Almagro	1725	Baja
Av. M.A.Matta	Copayapu/Av. Circunvalación	175	Baja
Los Carrera	Circunvalación/Av. Henríquez	1660	Baja
O'Higgins	Av. M.A. Matta/Av. Henríquez	1796	Baja
Atacama	Av. M.A. Matta/Av. Henríquez	1820	Baja
Yerbas Buena	Av. Circunvalación/Copayapu	988	Baja
Maipú	Av. Circunvalación/Copayapu	1250	Baja
Chacabuco	Av. Circunvalación/Copayapu	1278	Baja
Colipi	Av. Circunvalación/Copayapu	1286	Baja
Callejón El Palomar	Salitrera Asturias/200 m después de Av. Henríquez	1384	Baja
	Mitad de cuadra	232	Baja
	Últimos metros al llegar a Ruta5	173	Baja
Ruta 5	Callejón El Palomar/Av. Henríquez	584	Baja
	Av. La Paz/ Copayapu	249	Baja
Vallenar	Ruta 5/Av. La Paz	1032	Baja
Av. La Paz	Vallenar/Ruta5	282	Baja

Matriz de atributos

En el Cuadro 23 se presenta un resumen de los diferentes indicadores estimados anteriormente para cada eje, mientras que en el Cuadro 24 se aprecia la matriz de atributos de los ejes.

Cuadro 23. Resumen de clasificaciones

EJE	Tramo	Fact Física	Volumen de Flujos	Riesgo de accidentes	Factor de Interferencia	Aspectos Ambientales
Copayapu	Av El Cedro/San Martin	Alta	Baja	Baja	Baja	Baja
	San Martin/Ayacucho	Media	Baja	Baja	Baja	Baja
	Ayacucho/117m antes de	Alta	Baja	Alta	Baja	Baja

	Av.M.A.Matta							
	117m antes de	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja		
	Av.M.A.Matta/Rancagua							
	Rancagua/Chañarcillo	Alta	Baja	Alta	Baja	Baja		
	Chañarcillo/Pedro A. Figueroa	Alta	Alta	Alta	Alta	Baja		
	Pedro A. Figueroa/Av. D. de Almagro	Baja	Media	Alta	Alta	Baja		
	Av. D. de Almagro/Quebrada de Paipote	Alta	Baja	Alta	Alta	Baja		
	Av. M.A.Matta/Gabriela Mistral	Alta	Media	Alta	Alta	Baja		
Av. Circunvalación	Gabriela Mistral/Psje. Henternof	Baja	Baja	Alta	Media	Baja		
	Psje. Henternof/Av. D. de Almagro	Alta	Baja	Alta	Alta	Baja		
Av. M.A.Matta	Copayapu/Av. Circunvalación	Alta	Baja	Alta	Baja	Baja		
Los Carrera	Circunvalación/Av. Henríquez	Alta	Baja	Alta	Media	Baja		
O'Higgins	Av. M.A. Matta/Av. Henríquez	Alta	Alta	Alta	Baja	Baja		
Atacama	Av. M.A. Matta/Av. Henríquez	Alta	Baja	Media	Baja	Baja		
Yerbas Buenas	Av. Circunvalación/Copayapu	Alta	Baja	Alta	Baja	Baja		
Maipú	Av. Circunvalación/Copayapu	Alta	Media	Alta	Baja	Baja		
Chacabuco	Av. Circunvalación/Copayapu	Alta	Baja	Alta	Baja	Baja		
Colipi	Av. Circunvalación/Copayapu	Alta	Baja	Alta	Baja	Baja		
	Salitrera Asturias/200 m después de Av. Henríquez	Alta	Baja	Media	Baja	Baja		
Callejón Palomar	El Mitad de cuadra	Alta	Baja	Baja	Baja	Baja		
	Últimos metros al llegar a Ruta5	Alta	Baja	Baja	Baja	Baja		
Ruta 5	Callejón El Palomar/Av. Henríquez	Alta	Baja	Media	Media	Baja		
	Av. La Paz/ Copayapu	Alta	Media	Baja	Alta	Baja		
Vallenar	Ruta 5/Av. La Paz	Alta	Alta	Media	Alta	Baja		
Av. La Paz	Vallenar/Ruta5	Alta	Baja	Baja	Baja	Baja		

Cuadro 24. Matriz de atributos

EJE	Tramo / Ponderador	Fact Física	Volumen Flujos	Riesgo de accidentes	Factor de Interferencia	Aspectos Ambientales	Puntaje Ponderado
		2	3	1	1	1	
	Av. El Cedro/San Martin	3	1	1	1	3	14
	San Martin/Ayacucho	2	1	1	1	3	12
	Ayacucho/117m antes de Av.M.A.Matta	3	1	3	1	3	16
	117m antes de Av.M.A.Matta/Rancagua	1	1	1	1	3	10
Copayapu	Rancagua/Chañarcillo	3	1	3	1	3	16
	Chañarcillo/Pedro A. Figueroa	3	3	3	3	3	24
	Pedro A. Figueroa/Av. D. de Almagro	1	2	3	3	3	17
	Av. D. de Almagro/Quebrada de Paipote	3	1	3	3	3	18
	Av. M.A.Matta/Gabriela Mistral	3	2	3	3	3	21
Av. Circunvalación	Gabriela Mistral/Psje. Henternof	1	1	3	2	3	13
	Psje. Henternof/Av. D. de Almagro	3	1	3	3	3	18
Av. M.A.Matta	Copayapu/Av. Circunvalación	3	1	3	1	3	16
Los Carrera	Circunvalación/Av. Henríquez	3	1	3	2	3	17
O'Higgins	Av. M.A. Matta/Av. Henríquez	3	3	3	1	3	22
Atacama	Av. M.A. Matta/Av. Henríquez	3	1	2	1	3	15
Yerbas Buena	Av. Circunvalación/Copayapu	3	1	3	1	3	16

EJE	Tramo / Ponderador	Fact Física	Volumen Flujos	Riesgo de accidentes	Factor de Interferencia	Aspectos Ambientales	Puntaje Ponderado
		2	3	1	1	1	
Maipú	Av. Circunvalación/Copayapu	3	2	3	1	3	19
Chacabuco	Av. Circunvalación/Copayapu	3	1	3	1	3	16
Colipi	Av. Circunvalación/Copayapu	3	1	3	1	3	16
Callejón El Palomar	Salitrera Asturias/200 m de Av. Henríquez	3	1	2	1	3	15
	Mitad de cuadra	3	1	1	1	3	14
	Últimos metros al llegar a Ruta5	3	1	1	1	3	14
Ruta 5	Callejón El Palomar/Av. Henríquez	3	1	2	2	3	16
	Av. La Paz/ Copayapu	3	2	1	3	3	19
Vallenar	Ruta 5/Av. La Paz	3	3	2	3	3	23
Av. La Paz	Vallenar/Ruta5	3	1	1	1	3	14

Se puede observar que las vías con mayores atributos para la habilitación de ciclovías son los ejes O'Higgins, Vallenar, el tramo central de Av. Copayapu y el tramo poniente de Av. Circunvalación, además de la Ruta 5 y Maipú.

Alternativa Seleccionada

Para la selección de la alternativa definitiva se consideraron en primer lugar los ejes con mayor puntaje ponderado de la matriz de atributos, los cuales son:

- Av. Copayapu, entre Chañarcillo y Quebrada Paipote.
- Vallenar.
- O'higgins.
- Av. Circunvalación, Entre Av. Manuel Antonio Matta y Gabriela Mistral, y entre el Pasaje Henternoff y Av. Diego de Almagro.
- Ruta 5 entre Av. La Paz y Av. Copayapu.
- Maipú.

Además, se considera recomendable incluir los tramos restantes de Ruta 5, Av. Circunvalación, y Av. Copayapu. Esto porque en el caso de la Ruta 5 y Circunvalación, le da continuidad a los ejes; y en el caso de Av. Circunvalación, se debiera considerar el tramo oriente, a pesar de no tener un buen indicador en la matriz de atributos, debido a que conecta dos de las zonas con mayor generación y atracción de viajes, como son las zonas sur y poniente.

A lo anterior, se debe agregar a la red, el tramo propuesto en Colipí, para darle continuidad a la ciclovía existente; además, de Av. La Paz y Av. Manuel Antonio Matta, para dar conectividad a la red. Se incorporar también una ciclovía en Av. Diego de Almagro, entre Av. Copayapu y Leonidas Pérez, como parte de la ciclovía de Av. Copayapu.

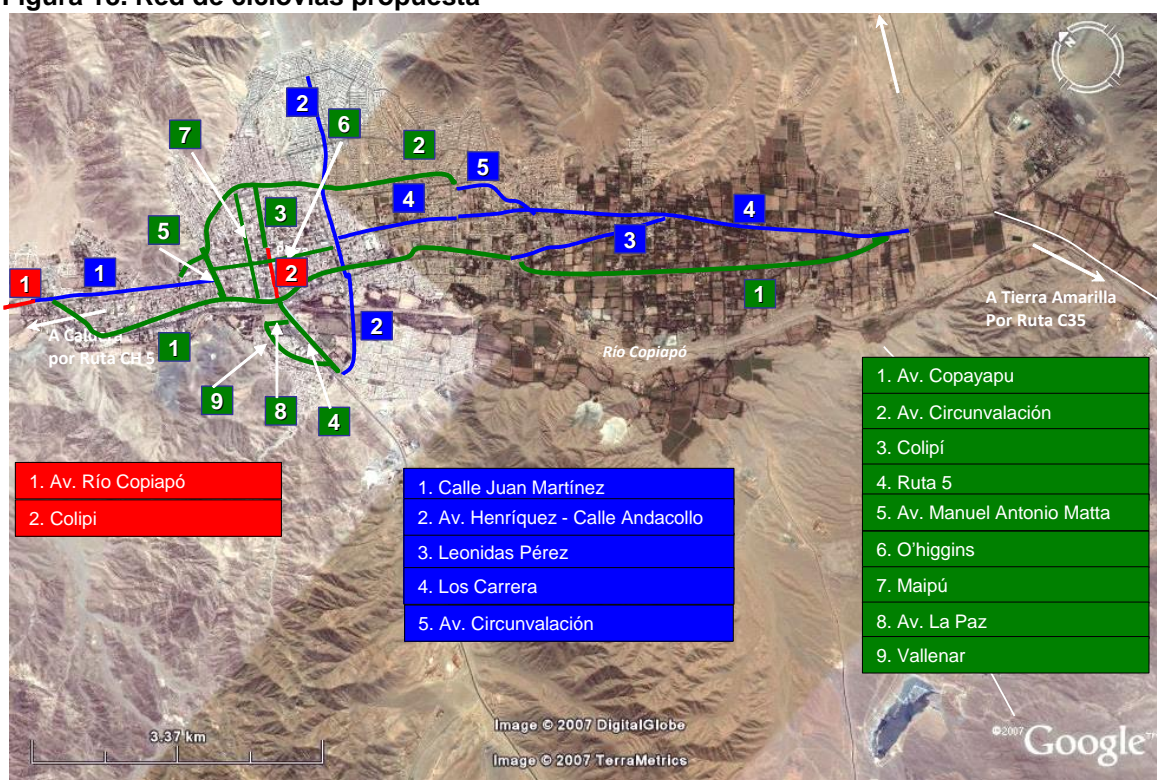
En el caso de la calle Los Carrera, se decidió no incluirlo en la red propuesta, debido a su cercanía con O'Higgins, que tiene una mayor valoración en la matriz de atributos, por lo que se estimó que su continuidad en el centro se podía hacer por este segundo eje.

Cuadro 25. Ejes que integran la propuesta de red de ciclovías en la ciudad de Copiapó

Calle	Longitud (km)
1 Av. Copayapu	10,17
2 Av. Circunvalación	4,91
3 Colipí	0,73
4 Ruta 5	1,07
5 Av. Manuel Antonio Matta	0,47
6 O'higgins	1,80
7 Maipú	1,25
8 Av. La Paz	0,28
9 Vallenar	1,03
10 Av. Diego de Almagro	0,16

En el Cuadro 25 se encuentran los ejes considerados y sus respectivas longitudes, mientras que en la Figura 18 se puede observar la ubicación de los ejes y la configuración de la red, en donde en color rojo representa las ciclovías existentes, en azul las proyectadas y en verde las propuestas. La ciclovía en Av. Diego de Almagro no se alcanza a ver reflejada, debido a su ubicación y corta extensión, pero se encuentra en el sector oriente de la ciudad y permite la conectividad de Leonidas Pérez con Av. Copayapu y, por consecuencia, con el resto de la red.

Figura 18. Red de ciclovías propuesta



La longitud total de los proyectos propuestos es de 21,87 km., los que agregado a las ciclovías existentes y proyectadas, constituyen una red de ciclovías urbanas de aproximadamente 37 km., sin considerar la ciclovía existente en Av. Río Copiapó, que tiene una característica más bien rural.

En el estudio “Construcción Red de Ciclovías Copiapó”, se estimó una inversión promedio de \$52 millones por km para la construcción de ciclovías en la ciudad. Considerando este valor, la implementación de los ejes propuestos para implementar la red alcanzaría los \$1.137 millones.

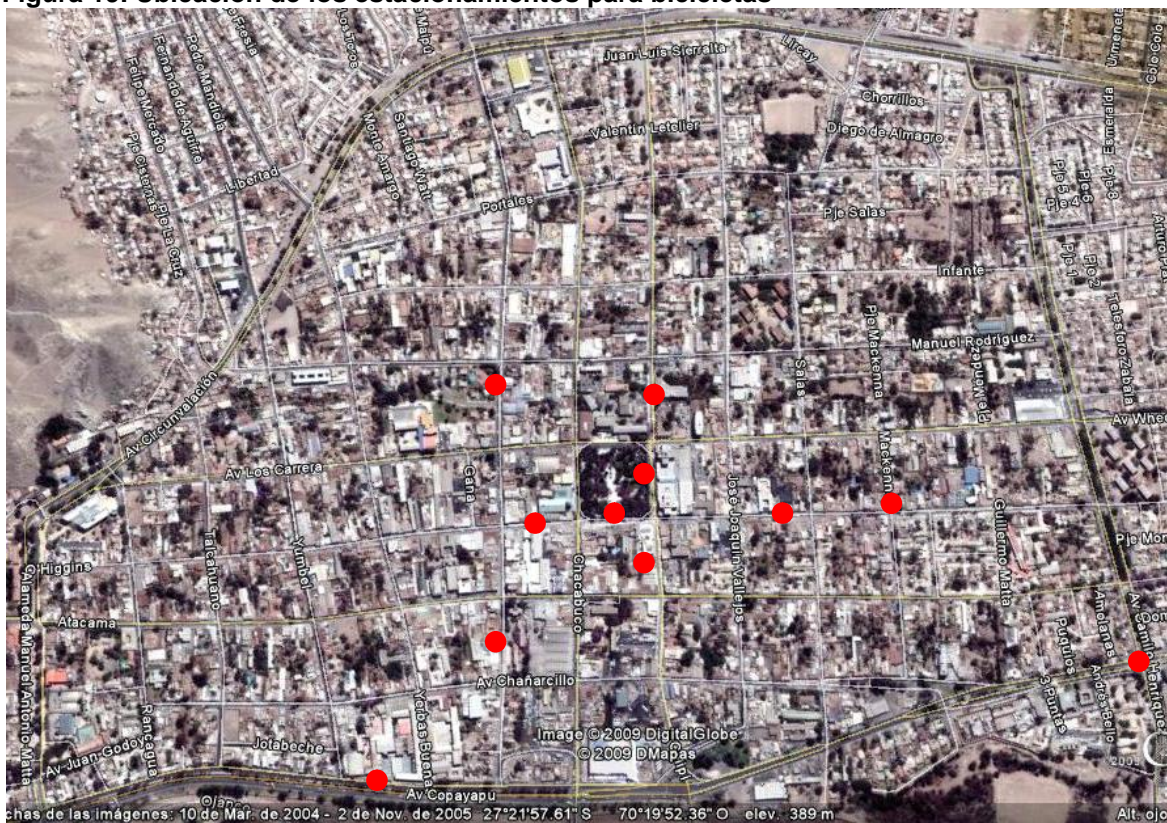
A esta alternativa se debe adjuntar lo indicado como acciones complementarias y, la incorporación de estacionamientos para bicicletas.

En el caso de los estacionamientos, se privilegia su ubicación en el centro de la ciudad, que es donde se concentra la actividad comercial, bancos, colegios, locales comerciales y otros servicios. Además, se propone habilitar estacionamientos en algunos puntos de la ciudad que también atraen gran cantidad de viajes, como el Hospital Regional y algunas universidades.

Un aspecto importante a considerar en la propuesta de estacionamientos es que su ubicación sea cercana a vías en que exista o este proyectada una ciclovía, para asegurar un fácil acceso a ellas.

En la Figura 19 se aprecia la localización de los estacionamientos en la zona central de la ciudad. A estas 11 plazas de estacionamiento, se debe agregar uno en el Hospital Regional de Copiapó, que se encuentra en el sector oriente de la ciudad.

Figura 19. Ubicación de los estacionamientos para bicicletas



Todos los estacionamientos se justifican por su cercanía a centros de actividad comercial, financiera y de servicios. Las excepciones son el estacionamiento de Av. Copayapu, entre

Yumble y Yervas Buenas, ya que se encuentra cercano a una zona de colegios, y el de Av. Copayapu con Camilo Henríquez, cercano a la Universidad de Atacama.

Con respecto a estacionamientos en otros sectores, como industrias, supermercados y otros, se desestimó en una primera etapa la habilitación de éstos, con la idea que a futuro sean los propios empresarios quienes generen estacionamientos para sus trabajadores y, en el caso de supermercados, para sus clientes.

En cuanto al tipo de estacionamiento, se revisaron dos tipos:

- a) **Estacionamiento de Larga Estadía:** Son estacionamientos en que la bicicleta queda guardada en un *locker* con llave; está pensado para los casos en que se deja la bicicleta todo el día estacionada y para los casos en que se deben realizar transbordos desde la bicicleta hacia otro modo de transporte.

La gran ventaja de este tipo de estacionamientos es la seguridad que le otorga al vehículo. Además, por tener un sistema de *locker*, puede permitir el cobro por uso del estacionamiento, a cambio de la seguridad que se provee al vehículo, lo que implica la posibilidad de entregar en concesión la mantención y operación de estos estacionamientos.

Sus principales problemas son que requieren una mayor inversión para su implementación (\$44 millones), requieren costos de operación (guardia y servicios básicos) y ocupan un mayor espacio.

- b) **Estacionamiento de Corta Estadía:** Son estacionamientos en que la bicicleta queda “amarrada” o “encadenada” al estacionamiento; está pensado para los casos en que se deja la bicicleta por un lapso de tiempo (a lo más un par de horas).

Las grandes ventajas de este tipo de estacionamientos es que requieren una baja inversión (\$7 millones) y poco espacio. Además, no requieren mayores costos de operación, siendo sólo necesarios realizar un mantenimiento a la infraestructura.

Sus principales problemas están asociados en primero lugar a la seguridad, ya que la bicicleta queda eventualmente expuesta a un robo o actos de vandalismo, y en segundo lugar, a su baja capacidad, ya que, en general, no permiten más de 10 bicicletas de manera simultánea. Por otra parte, es más difícil plantear un negocio en base al cobro de estacionamiento, debido a la complejidad que significa al estar los estacionamientos en lugares abiertos y la duración de las estadías en ellos.

Considerando los costos, tanto de inversión como de operación, y que la utilidad de los estacionamientos de larga estadía está asociada al caso de ciudades en que por las largas distancias de los viajes se debe realizar transbordos desde la bicicleta hacia otro modo de transporte, se adoptará la opción de habilitar estacionamientos de corta estadía. Esto implica que es necesaria una inversión de \$84 millones para habilitar los 12 puntos de estacionamientos de bicicleta.

Sin perjuicio de lo anterior, se realizará un análisis y evaluación, tanto privado como social, para determinar definitivamente cual de las dos opciones de estacionamiento es la más conveniente para Copiapó.

En Conclusión, la alternativa propuesta tiene un costo total aproximado de \$1.221 millones de pesos, (Infraestructura red ciclovías \$1.137 millones y estacionamientos \$84 millones de pesos).

Estimación de la Demanda en base a la alternativa seleccionada

Como se mencionó anteriormente, en el estudio “Construcción Red de Ciclovías de Copiapó” se desarrolló una metodología simplificada para estimar el número de viajes transferidos al modo bicicleta. Esta consiste en dimensionar los viajes en caminata que se producen en la ciudad; posteriormente se estima que el 11,65% de éstos viajes se transfieren a la bicicleta para el caso que exista una red de ciclovías conexas. El porcentaje de transferencia se estimó en base a encuestas realizadas en 391 hogares de la ciudad de Copiapó.

En la metodología sólo se considera el traspaso desde la caminata y no desde los modos motorizados (automóvil y transporte público), debido a que la estimación del traspaso desde el automóvil resultó nula y desde el transporte público fue poco significativa.

La aplicación de esta metodología en la ciudad de Copiapó mostró algunos problemas, que hacen que se sobreestime el traspaso de viajes al modo bicicleta:

- Se consideran en la estimación los viajes “intrazonales” (viajes dentro de una misma zona de análisis), los cuales son viajes de corta distancia, los que no es lógico que se hagan en otro modo que no sea la caminata.
- Se consideran todas las zonas de la ciudad; esto no parece razonable, dado que los viajes cuyo origen o destino no está en una zona cercana a una ciclovía, no tiene incentivos a cambiarse de modo.
- Hay viajes que por su motivo y por el tipo de personas que lo realizan no tienen posibilidad de transferirse al modo bicicleta. Este es el caso de los viajes con motivo de estudio de alumnos de enseñanza básica; también es el caso de los viajes por motivo otros (viajes que no son de estudios ni de trabajo), mucho de los cuales (especialmente compras y trámites) se hacen caminando, a pesar de tener otros modos disponibles.

Con las consideraciones anteriores, se realizaron las siguientes correcciones a la estimación de la demanda transferida presentada en el estudio “Construcción Red de Ciclovías de Copiapó”:

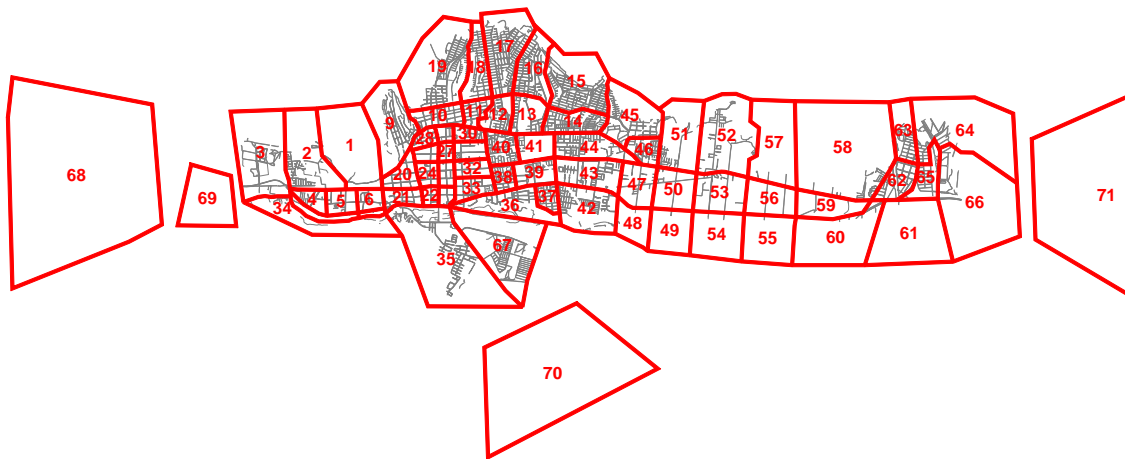
- Se eliminaron de la estimación los viajes intrazonales.
- Se eliminaron los viajes cuyo origen o destino sean zonas que no tienen fácil acceso a la red de ciclovías.
- Se eliminaron los viajes realizados por estudiantes de enseñanza básica.
- Se consideró que un porcentaje de viajes con motivo “otros” no tienen la bicicleta disponible.

Corrección por viajes intrazonales y por zonas que no tienen acceso a la red de ciclovías

De la matriz origen destino de viajes del modo caminata de la situación base, se consideró que los viajes intrazonales (origen y destino es la misma zona) no se pueden transferir.

Por otra parte, se determinaron las zonas que no tienen fácil acceso a la red de ciclovías. En la Figura 20 se aprecia la zonificación de la ciudad de Copiapó. De esta zonificación se determinó que los viajes cuyo origen o destino son las zonas 16, 19, 48, 49, 54, 55 y 60 a la 66, no se transfieren a la bicicleta, por estar fuera del área de influencia de la red de ciclovías, además de las zonas 68, 69, 70 y 71, que son las zonas externas a la ciudad.

Figura 20. Zonificación de la Ciudad de Copiapó



Corrección por propósito de viaje

De acuerdo a la Encuesta Origen Destino de Viajes de Copiapó del año 1998, el 60% de los viajes por propósito estudio son realizados por alumnos de educación básica, esto representa el 19,7% del total de viajes de la ciudad de Copiapó.

En lo que respecta al propósito “otros” (viajes que no son de estudio ni de trabajo), de acuerdo a lo revisado de la encuesta de 1998 y a recomendaciones de expertos en temas de estimación de demanda en proyectos de transporte, se determinó que un 45% de los viajes por motivo “otros” no tienen a la bicicleta como opción, lo que es equivalente al 19,4% de los viajes.

Con lo anterior, el total de viajes transferidos desde el modo caminata a la bicicleta debe ser corregido mediante la resta del 39,1% de los viajes, corrección que se considera una suficientemente buena aproximación.

Cabe destacar que la encuesta del año 1998 es la información más reciente y confiable sobre la caracterización de viajes de la ciudad de Copiapó, por lo que para la estimación de la demanda de las ciclovías se utilizó una matriz de viajes actualizada, pero

suponiendo que la estructura de viajes por propósito no ha tenido cambios significativos en los últimos 10 años.

Estimación de la Demanda de la Red de Ciclovías

Aplicando la metodología simplificada determinada en el estudio “Construcción Red de Ciclovías de Copiapó” y realizando las correcciones mencionadas anteriormente, se obtiene que un 7% de los viajes en caminata se podrían transferir al modo bicicleta (Cuadro 26)

Cuadro 26. Cantidad de viajes por hora en modo caminata y transferidos a modo bicicleta, Situación base 2010 y 2020, Ciudad de Copiapó

Período	Caminata Base 2010	Caminata Base 2020	Transferidos a Bicicleta 2010	Transferidos a Bicicleta 2020
Punta			698	889
Mañana	11.912	15.174		
Fuera de Punta			747	952
Punta	12.922	16.460		
Punta Mediodía	13.019	16.584	762	971
Punta Tarde	13.177	16.785	772	983

En el Cuadro 27 y Cuadro 28 se aprecia los viajes en la situación base, estimados en el estudio “Construcción Red de Ciclovías de Copiapó” y los viajes en la situación con proyecto, estimados como parte de este trabajo.

Cuadro 27. Cantidad de viajes por hora en modo bicicleta, Situación base, Ciudad de Copiapó

Período	Base 2010	Base 2020
Punta Mañana	533	679
Fuera de Punta	329	419
Punta Mediodía	502	639
Punta Tarde	563	717

Cuadro 28. Cantidad de viajes por hora en modo bicicleta, Situación con proyecto, Ciudad de Copiapó.

Período	Situación con Proyecto 2010	Situación con Proyecto 2020
Punta Mañana	1.231	1.568
Fuera de Punta	1.076	1.371
Punta Mediodía	1.264	1.610
Punta Tarde	1.335	1.700

Con la información antes mencionada y la expansión de los viajes por la cantidad de horas de cada período, se obtienen los totales de viaje para la situación con proyecto que se presenta en el Cuadro 29. La duración de cada período es:

- Punta mañana: 1,5 horas
- Fuera de Punta: 9.75 horas
- Punta mediodía: 1,5 horas
- Punta tarde: 3,25 horas

Cuadro 29. Cantidad de viajes por día en modo bicicleta, ciudad de Copiapó

Período	Año 2010	Año 2020
Situación Base	6.590	8.395
Situación con Proyecto	18.572	23.659

De acuerdo a la estimación de viajes con proyecto, la partición modal de la bicicleta aumentaría de un 2,7% a un 7,6%, lo cual, considerando la dimensión del proyecto, es un aumento muy probable en el uso de la bicicleta.

IV. EVALUACIÓN PRIVADA DEL PROYECTO

1. Criterios y supuestos para la evaluación

Previo a la evaluación privada se debe definir el esquema de gestión, tanto para la ejecución como para la operación de la red y sus obras complementarias. Lo anterior para definir los costos y beneficios relevantes desde la perspectiva de los respectivos inversionistas y/u operadores previstos para el sistema.

La red puede ser construida y operada bajo un esquema de concesión a inversionistas y operadores privados de sistema de transporte público, complementando o integrándose con otros modos de transporte como buses y taxis colectivos, además de poder usarse para desplazamientos exclusivos en bicicleta entre algunos pares de origen destino de menor distancia. Asimismo los usuarios podrán usarla con diferentes fines, como trabajo, estudio, trámites o compras de bienes o servicios o con fines de deporte y recreación.

La evaluación se limitará a la construcción y operación de la infraestructura de la red, es decir, al conjunto de ciclovías, ciclobandas, ciclocalles y de los estacionamientos requeridos para permitir la guardería de las bicicletas en períodos de corta estadía, relacionados con los trámites y servicios asociados al sistema de actividades que sirve.

Se descarta la utilización de bicicletas “públicas”-de propiedad fiscal o del concesionario- no considerándose por lo tanto ingresos por el cobro de uso de las mismas. Lo anterior implicaría una inversión concomitante en tecnología de última generación en dispensadores automáticos de boletos o tickets que permita el registro de los usuarios y sus tiempos de uso. Alternativamente, existen otros sistemas para proveer estos servicios cuyo financiamiento proviene de la venta o arriendo de paneles publicitarios en las estaciones o una mezcla de ambos.

Por lo tanto en el contexto de una situación de evaluación privada en los términos señalados, la inversión en bicicletas no es relevante para la evaluación, ya que serán de propiedad de los usuarios de la red. De la misma forma, todas las acciones de promoción y difusión, tanto para la puesta en marcha como para la operación del sistema, necesarias para capturar los beneficios, se asumirán de cargo de las instituciones públicas en el marco del fomento del uso de la bicicleta como medio de transporte, además del deporte y la recreación. Esto sin perjuicio del interés de los concesionarios de promover su negocio, monto que por ahora se considerará menor y no se tomará en cuenta, sino eventualmente en la sensibilización que pudiera requerirse de los parámetros de la evaluación.

Dadas las circunstancias y supuestos anteriores y sobre la base del interés social-supuesta la evaluación social positiva- se ha optado por simular una situación de concesión a empresas constructoras-operadoras del sistema, en que el Gobierno Central, Gobierno Regional y Gobierno Local puedan concurrir al financiamiento de la construcción y operación en partes a convenir en función de los intereses compartidos que les asisten en el tema. De esta forma se podrá establecer parámetros para otras evaluaciones en otras ciudades y sistemas comparables.

Lo anterior significa, que para una evaluación a nivel de perfil debe determinarse en primer término, una aproximación del costo de oportunidad del capital para una empresa

constructora y operadora, característica para este tipo de obras. Luego establecer los montos de inversión, a precios de mercado, para la construcción de la red y obras complementarias, así como los costos de operación y mantenimiento de las mismas.

A continuación se construirán los flujos a diferentes plazos de concesión a objeto de determinar los montos a pagar a nivel global a la empresa adjudicataria, de modo de equilibrar los costos de inversión, operación, mantenimiento y el costo de capital.

2. Costo del capital

Para determinar el costo del capital propio se tomara como referencia el modelo CAPM. Para este efecto se requiere estimar los valores representativos de los parámetros del modelo $-r_m, r_f \text{ y } \beta-$ sobre series históricas de las tasas libres de riesgo y de las variaciones de los valores de mercado de las acciones promedio del mercado así como de aquellas representativas del rubro de que trate el proyecto.

Hecha la aclaración anterior y sólo para efectos de mostrar la relación entre dichas variables en el modelo, se realizará una estimación de una tasa de costo del capital propio con base en valores únicos para cada parámetro de la ecuación de cálculo. De esta forma se considerará una tasa promedio de mercado equivalente a la variación anual del Índice General de Precios de las Acciones al 22 de julio del 2009 y una tasa libre de riesgo representativa equivalente a la tasa BCU a 5 años vigente al mes de mayo. El parámetro Beta, que representa la volatilidad relativa de las empresas representativas del rubro respecto de la variabilidad del mercado, se determinó en 1,40 en base a una referencia del mercado norteamericano. El cálculo y resultado obtenido se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro 30.

Índice	Valor
Rentabilidad del mercado	10,26%
Tasa libre de riesgo	2,43%
Beta	1,40
Costo de capital	13,39%

2.1. Inversiones

Las inversiones que consideran la red de ciclovías, excluyendo las expropiaciones que se consideran de cargo previo del Estado, además de la inversión en los estacionamientos, arroja un valor total de \$ 1.828.015.222, de acuerdo al siguiente detalle:

Cuadro 31. Inversiones a realizar

Inversión	Pesos(sin IVA)
Red Ciclovías:	
infraestructura	1.421.529.472
paisajismo	335.897.515
expropiaciones	179.875.938
Sub total	1.937.302.925
Sub total sin expropiaciones	1.757.426.987
Estacionamientos:	
global	70.588.235
TOTAL (sin expropiaciones)	1.828.015.222

3. Costos de Explotación

Considera los costos de mantención de las ciclovías y estacionamientos, así como los gastos de operación de los estacionamientos, de acuerdo al siguiente detalle:

Cuadro 32. Costos de explotación

	(\$/ mes)	Pesos/año (sin IVA)
Mantención Ciclovías		71.076.474
Mantención estacionamientos		3.529.412
OPERACIÓN ESTACIONAMIENTOS:		
Sueldos (\$750.000/mes)*10 puntos	7.500.000	90.000.000
Administración	1.300.000	15.600.000
gastos generales	500.000	6.000.000
Total Operación estacionamientos		111.600.000
Total costos explotación		186.205.886

4. Determinación de la cuota o pago anual de la concesión.

El concesionario debe finalmente, con los flujos operacionales, descontados los impuestos a la renta y la depreciación del contrato (amortización de intangibles, AI), obtener un flujo anual equivalente (Costo Anual Equivalente de la Inversión realizada), calculado sobre el número de años que se realice el contrato de concesión. De esta forma se está recuperando la inversión y obteniendo una rentabilidad equivalente al costo de capital.

La cuota a pagar al concesionario debe cubrir los gastos de explotación (Cuadro 32), la depreciación del contrato, el CAUE de la Inversión y los impuestos a la renta a pagar.

$$(CUOTA - GE - AI) \cdot (1 - T) + AI = CAUE_{Inversión}$$

$$CUOTA = GE + AI + (CAUE_{Inversión} - AI)/(1 - T)$$

Donde:

- GE: Gastos de explotación (mantención y operación)
- AI: Amortización de intangibles
- t : Tasa de impuesto a la renta (17 %)
- CAUE INVERSIÓN : Monto de inversión (ciclorutas y estacionamientos) * F
- F: $r * (1 + r)^n / ((1 + r)^n - 1)$
- r : Costo de capital propio (13,39%)
- n : Duración de la concesión en años.

5. Resultados de la evaluación sin deuda para diferentes períodos.

De la aplicación de la fórmula anterior y los datos de la inversión, gastos de explotación y costo del capital se obtiene la cuota para diferentes períodos de concesión:

Cuadro 33. Cálculo de Cuota de Concesión, sin deuda

Inversión(\$)	1.828.015.222
Gastos de explotación(\$)	186.205.885
Costo de capital	13,39%
Tasa de impuestos	17%

Duración (Años)	CAUE _{INVERSIÓN} (\$)	Amortización Contrato	Cuota (\$)
5	524.725.484	365.603.044	743.522.712
10	342.193.670	182.801.522	561.046.139
15	288.635.809	121.867.681	508.999.021
20	266.395.315	91.400.761	488.443.458

6. Apalancamiento Financiero.

En este caso corresponde calcular un costo de capital promedio ponderado entre el costo del capital propio y el costo del préstamo, según la proporción en que se use una u otra fuente.

Se considera un porcentaje de financiamiento con deuda a un costo promedio de 7,68%, lo que ponderado con el porcentaje de capital propio a un costo de 13,39% anual, resulta un costo de capital promedio ponderado, considerado el efecto sobre el pago de impuestos, según la siguiente ecuación:

$$WACC = 13,39\% \cdot \frac{Cap. Propio}{Inversion} + 7,68\% \cdot \frac{Deuda}{Inversion} \cdot (1 - 17\%)$$

El flujo de caja anual para la evaluación del inversionista se obtiene de la siguiente expresión:

$$F_{ij} = (Cuota_j - GE_i - AI_{ij} - Intereses_{ij}) \cdot (1 - 17\%) + AI_{ij} - Amortizaciones_{ij}$$

Donde:

- i : año dentro del plazo de concesión o préstamo
- j : alternativa de plazo de la concesión o préstamo
- $CUOTA_j$: cuota correspondiente a la alternativa de concesión de plazo j
- GE_i : Gastos de explotación del año i
- $Intereses_{ij}$: Intereses a pagar el año i del préstamo a plazo j
- $Amortizaciones_{ij}$: Amortizaciones del préstamo a plazo j , a pagar el año i , $i=1, \dots, j$
- FC_{ij} : Flujo de caja del año i en la alternativa de plazo j , $i=1, \dots, j$
- AI_{ij} : Depreciación o amortización del activo(contrato) en el año i en la alternativa de plazo j , $i=1, \dots, j$

El Valor Actual Neto, para diferentes relaciones deuda/capital propio, se calcula de la relación siguiente:

$$VAN_j = Inversion \cdot \left(1 - \frac{Prestamo_j}{Inversion}\right) + \sum_{i=1}^n \frac{FC_{ij}}{(1 + WACC)^i}$$

Donde:

- Préstamoj/Inversión :Fracción de la Inversión financiada con préstamo a plazo j
- Préstamoj : Monto de préstamo a plazo j para la relación Préstamoj/Inversión
- Σ : Suma de los i valores actuales de los flujos de caja anuales del inversionista dado el préstamo de plazo j, igual al horizonte de evaluación del proyecto.
- VANj : Valor Actual Neto del proyecto financiado con un préstamo de plazo j
- WACC : Tasa de costo de capital ponderado por los aportes de capital propio y crédito

De esta manera, si se fija la cantidad a financiar con el crédito en un 50%, se puede obtener la siguiente tabla de pagos de intereses y de amortizaciones de la deuda según los plazos de la misma a 5, 10, o 20 años a un interés de 7,68% anual.

Cuadro 34. Tabla de Amortizaciones e intereses para distintos plazos de crédito

Año	5 años		10 años		20 años	
	Amortización	Interés	Amortización	Interés	Amortización	Interés
1	156.795.913	70.195.785	64.058.760	70.195.785	20.692.130	70.195.785
2	168.837.839	58.153.858	68.978.472	65.276.072	22.281.286	68.606.629
3	181.804.585	45.187.112	74.276.019	59.978.525	23.992.489	66.895.426
4	195.767.177	31.224.520	79.980.417	54.274.127	25.835.112	65.052.803
5	210.802.097	16.189.601	86.122.914	48.131.631	27.819.248	63.068.667
6			92.737.153	41.517.391	29.955.766	60.932.148
7			99.859.367	34.395.178	32.256.369	58.631.545
8			107.528.566	26.725.978	34.733.658	56.154.256
9			115.786.760	18.467.784	37.401.203	53.486.711
10			124.679.183	9.575.361	40.273.616	50.614.299
11					43.366.630	47.521.285
12					46.697.187	44.190.728
13					50.283.531	40.604.384
14					54.145.306	36.742.609
15					58.303.665	32.584.249
16					62.781.387	28.106.528
17					67.602.997	23.284.917
18					72.794.908	18.093.007
19					78.385.556	12.502.358
20					84.405.567	6.482.348

Nota: Financiamiento del 50% de la inversión a una tasa de interés de 7,68%

De esta misma forma se pueden obtener las tablas de amortizaciones e intereses para diferentes estructuras de financiamiento, calculando la sensibilidad de la rentabilidad frente al grado de apalancamiento financiero del proyecto.

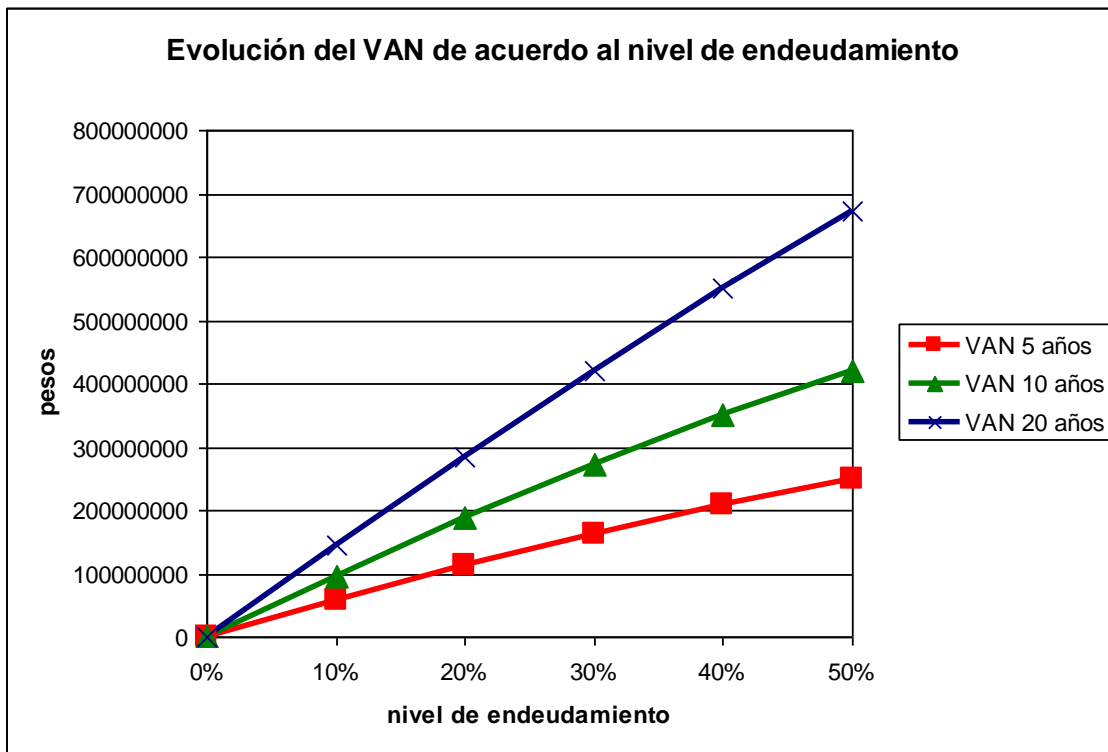
Se establecieron los flujos y se calcularon los indicadores de rentabilidad para aportes de crédito de 10%, 20%, 30%, 40% y 50% para financiamiento de la inversión. Los resultados se muestran en el Cuadro 35, para los tres plazos de concesión determinados.

Cuadro 35. Tabla de Indicadores de Rentabilidad. Rentabilidad en función del plazo de la concesión y relación deuda/capital propio.

Préstamo/ Inversión	VAN 5 años	VAN 10 años	VAN 20 años	TIR 5 años	TIR 10 años	TIR 20 años
0%	0	0	0	13,39%	13,39%	13,39%
10%	59.178.987	96.431.100	145.058.465	14,15%	14,13%	14,12%
20%	113.793.976	187.137.847	285.444.488	15,09%	15,05%	15,03%
30%	163.644.012	271.688.693	420.505.423	16,29%	16,21%	16,17%
40%	208.517.902	349.616.122	549.490.299	17,87%	17,74%	17,69%
50%	248.193.618	420.413.391	671.534.088	20,07%	19,84%	19,77%

En la Figura 21 se presenta la conveniencia para el inversionista de financiar la mayor proporción posible de la inversión con deuda. Esto se explica principalmente por el menor costo de la deuda, (7,68%) en relación al costo del capital propio (13,39%). También es posible observar como el proyecto aumenta su VAN a medida que aumenta su duración.

Figura 21. Evolución del VAN de acuerdo al nivel de endeudamiento



V. EVALUACIÓN SOCIAL DEL PROYECTO

1. Identificación de Beneficios

Los beneficios de la implementación de las ciclovías se han clasificado en tres grupos. El primero de ellos son los Beneficios Directos, que se asocian a los beneficios percibidos por los usuarios del proyecto. El segundo grupo lo constituyen los beneficios indirectos, que corresponden a los beneficios que produce el proyecto a los usuarios de los otros modos de transporte, principalmente modos motorizados. El tercer grupo lo constituyen las externalidades positivas del proyecto, que no son cuantificables.

1.1. Beneficios Directos

Ahorros de tiempo en actuales usuarios de bicicleta

La interacción entre los diferentes modos de transporte que comparten el mismo espacio en la red vial se denomina fricción. Este efecto produce pequeñas demoras al interactuar modos más lentos, como la bicicleta, con modos más veloces, como los automóviles y buses.

Con las ciclovías, se segrega el flujo de ciclistas con respecto a los otros modos, lo que produce pequeñas disminuciones en los tiempos de viaje de este modo. De acuerdo a la revisión de los modelos de fricción determinados en el análisis de diferentes proyectos de transporte, se estima que el ahorro en los tiempos de viaje para la bicicleta es de aproximadamente un 2%.

Ahorros de tiempo en usuarios que retransfieren desde otros modos

En el caso de personas que realizan sus viajes en caminata y se traspan a la bicicleta, se producen importantes disminuciones en los tiempos de viaje, ya que pasan de una velocidad promedio de 5km/h a una velocidad de 12 km/h.

En el caso de usuarios de modos motorizados que se traspan al modo bicicleta, se producen pérdidas por aumento de los tiempos de viaje. Sin embargo, en el estudio “Construcción Red de Ciclovías en Copiapó”, se determinó que los usuarios de automóvil no se transfieren a la bicicleta, mientras que los usuarios de transporte público que se traspan a bicicleta son muy pocos (alrededor de 500 viajes diarios), por lo que para efectos de la evaluación social no se considerará este efecto.

1.2. Beneficios Indirectos

Ahorros en el tiempo de viaje de modos motorizados

Al segregar al modo bicicleta a través de ciclovías, se elimina el efecto de fricción entre los modos, por lo que autos y buses experimentan pequeños aumentos de velocidad. En el estudio “Construcción de una red de Ciclovías en Copiapó” se determinó que estos ahorros de tiempo son en general entre 1% y 2%, dependiendo del carácter de la vía, el flujo vehicular y el flujo de bicicletas.

Ahorro de consumos de recursos en modos motorizados

Por la eliminación del efecto de fricción entre los modos motorizados y la bicicleta, se producen ahorros de recursos para los primeros, básicamente en combustibles y otros costos de operación (lubricantes, neumáticos, etc.). Estos beneficios son aún menores que en el caso del ahorro de tiempo de viaje de los vehículos motorizados.

Ahorro de consumos de recursos de usuarios que se traspasan de modos motorizados a la bicicleta

En el caso de los usuarios del automóvil que se traspasan al modo bicicleta, se produce una disminución en el consumo de combustibles y otros costos de operación. Sin embargo, como se explicó anteriormente, se estima que no se traspasarán usuarios del automóvil, por lo que este beneficio es nulo.

En el caso del transporte público, se puede producir una readecuación de la flota por la disminución de usuarios que se traspasan al modo bicicleta, con el consiguiente ahorro de recursos. Pero, como se explicó anteriormente, este efecto es muy bajo.

Disminución de accidentes de tránsito

Por la segregación del modo bicicleta que produce la ciclovía, se reduce al mínimo la interacción con otros modos, la que sólo se daría en las intersecciones o cruces de calles. Esto produce también la disminución significativa de la probabilidad de ocurrencia de accidentes.

Los costos de los accidentes de tránsito están asociados a daños materiales, costos médicos, pérdida de producción por lesiones o fallecimiento, entre otros, además de costos subjetivos por sufrimiento y daño a víctimas y familiares.

La cuantificación de accidentes no es muy complicada, dado que existe estadística de ellos en Carabineros, pero no existe una metodología de valoración aceptada en Chile para los costos de los accidentes en zonas urbana.

1.3. Externalidades del Proyecto

En este grupo están consideradas las disminuciones de las externalidades negativas producidas por el sistema de transporte de la ciudad, que están asociadas al proyecto de ciclovías. Estos beneficios, además de ser externalidades propias de proyectos de esta naturaleza, se consideran no cuantificables, debido a que en Chile no existen metodologías aceptadas para su cuantificación y valoración.

Disminución de emisiones

Al producirse un traspaso de usuarios desde modos motorizados a la bicicleta, se produce una disminución de emisiones de gases y material particulado. Dentro de los principales contaminantes emitidos por los motores de combustión destacan los óxidos nitrosos (NO_x), óxido sulfuroso (SO₂), ozono (O₃), monóxido de carbono (CO), material particulado (PM_{2,5} y PM₁₀) y componentes orgánicos volátiles, entre los más relevantes, los que tienen impacto en la salud de las personas y producen pérdidas en la agricultura.

Como se mencionó anteriormente, el traspaso de viajes desde modos motorizados a la bicicleta es bastante menor, por lo que el impacto presente en la reducción de emisión de contaminantes es mínimo. Sin embargo, en conjunto con una política de difusión de los beneficios del uso de la bicicleta, en el futuro la implementación de ciclovías puede tener un impacto significativo en las emisiones del sistema de transporte, lo cual debiera ser objeto de un análisis más profundo, que escapa a los alcances de este trabajo.

Disminución de ruido

El traspaso de usuarios desde modos motorizados produce una disminución en la emisión del ruido producido por los motores de combustión. La emisión de ruido del sistema de transporte tiene asociado un costo por sus efectos en la salud y en el nivel de tensión de los habitantes de la ciudad.

Al igual que en el caso de la emisión de contaminantes, el impacto presente de las ciclovías en la emisiones de ruido del sistema de transporte es mínimo, pero puede ser significativo en el futuro.

Impacto urbano

La implementación de una red conexas de ciclovías y la promoción del uso de la bicicleta como modo de transporte, produce un impacto positivo en la imagen de la ciudad.

Impacto en la salud de los habitantes

El uso de la bicicleta produce una mejora en el estado físico y la salud de la población.

2. Identificación de Costos

2.1. Costos Directos

En el caso de los costos a considerar en la evaluación social del proyecto de ciclovías en Copiapó, éstos son los mismos considerados en la evaluación privada:

- Mantenimiento de la ciclovía.
- Mantenimiento de los estacionamientos.
- Costos de operación de la ciclovía y los estacionamientos.

La diferencia en este caso es que se valorizarán socialmente, es decir, se corregirán las distorsiones producidas por impuestos, aranceles y precio de la mano de obra.

3. Estimación de la Inversión Social

Para la estimación de la inversión, fue necesario desagregar la inversión privada en bienes transables (provenientes del mercado internacional), bienes no transables (provenientes del mercado nacional), mano de obra (subdividida en mano de obra no calificada, semi calificada y calificada) e impuestos.

Dado que el presupuesto con el que se contaba estaba detallado por tipo de obra, fue necesario descomponer cada ítem en los elementos antes mencionados, para lo cual se

utilizaron los factores de corrección publicados en la actualización realizada por Sectra en el año 2009 a los factores determinados en el estudio “Cálculo de parámetros de costos de inversión utilizados en la Evaluación Económica de Proyectos de Transporte” (Ministerio de Planificación, 2003). Con ello se obtuvieron los valores que se presentan en el Cuadro 36.

Cuadro 36. Inversión en Proyecto de Red de Ciclovías de Copiapó (U.F.)

Componente	Ciclovías	Estacionamientos	Expropiaciones	Total
Mano de Obra No Calificada	17.117,81	429,93	-	17.547,74
Mano de Obra Semi Calificada	5.895,59	258,04	-	6.153,63
Mano de Obra Calificada	7.027,50	171,90	-	7.199,40
Bienes Transables	25.207,86	596,35	-	25.804,20
Bienes No Transables	25.824,55	1.826,63	8.384,82	36.036,00
Impuestos	16.421,11	633,15	-	17.054,27
Total	97.494,42	3.916,00	8.384,82	109.795,24

Posteriormente, a los valores presentados en el Cuadro 36 se le aplicaron los factores de corrección de precios sociales determinados por el Ministerio de Planificación. El resultado de esta operación se presenta en el Cuadro 37.

Finalmente, para obtener el valor de la inversión social a utilizar en la evaluación, se debe descontar la inversión de la situación base, ya que esta inversión se debiera hacer tanto en la situación con proyecto como en la situación sin proyecto. Como se mencionó anteriormente, la situación base consiste en el mejoramiento de la ciclovía existente en la calle Colipí, lo que tiene un valor de 1.300,97 U.F., lo que llevado a precios sociales, tiene una valorización de 973,96 U.F.

Cuadro 37. Estimación de la Inversión Social del Proyecto de Red de Ciclovías de Copiapó (U.F.)

Componente	Factor	Valor Privado	Valor Social
Mano de Obra No Calificada	0,62	17.547,74	10.879,60
Mano de Obra Semi Calificada	0,68	6.153,63	4.184,47
Mano de Obra Calificada	0,98	7.199,40	7.055,41
Bienes Transables	1,01	25.804,20	26.062,24
Bienes No Transables	1,00	36.036,00	36.036,00
Impuestos	0,00	17.054,27	-
Total		109.795,24	84.217,72

En los Cuadro 38 y Cuadro 39 se aprecia un resumen de la inversión en el proyecto de Red de Ciclovías de Copiapó.

Cuadro 38. Resumen de Inversiones (U.F.)

	Inversión Privada (con IVA)	Inversión Privada (sin IVA)	Inversión Social
Proyecto	109.795,24	92.264,91	84.217,72
Situación Base	1.300,97	1.093,25	973,96
Total	108.494,27	91.171,66	83.243,76

Cuadro 39. Resumen de Inversiones (miles de pesos a Dic. 2008)

	Inversión Privada (con IVA)	Inversión Privada (sin IVA)	Inversión Social
Proyecto	2.355.390	1.979.319	1.806.687
Situación Base	27.909	23.453	20.894
Total	2.327.481	1.955.866	1.785.793

4. Estimación de Costos

Al igual que en el caso de los costos privados, para la estimación de los costos sociales de mantención de las ciclovías y estacionamientos se consideró que éstos corresponden a un 5% de la inversión en infraestructura (sin considerar las expropiaciones y obras de paisajismo). Con ello, se obtiene que el costo de mantención de las ciclovías y estacionamientos es de \$70.346.256 al año. En el caso que se realice una correcta mantención a la infraestructura asociada a la red de ciclovías, no se debiera realizar mayores inversiones durante la vida del proyecto, por lo que se puede suponer que el costo de mantención es constante en el tiempo.

Para la estimación del valor social de los costos de operación de la ciclovía, se consideraron los costos anuales que se detallan en el Cuadro 40.

Cuadro 40. Costos de Operación de la Red de Ciclovías de Copiapó

Ítem	Componente	Factor	Valor Privado	Valor Social
Mano de Obra No Calificada	Guardias de estacionamientos	0,62	\$ 90.000.000	\$ 55.800.000
Mano de Obra Semi Calificada	Administración	0,68	\$ 15.600.000	\$ 10.608.000
Bienes No Transables	Insumos de oficina y pago de servicios	1,00	\$ 6.000.000	\$ 6.000.000
Total			\$ 111.600.000	\$ 72.408.000

Con lo anterior, el costo social de mantención y operación de la ciclovía es de \$ 153.748.528.

5. Estimación de Beneficios

Como se mencionó en la sección IV.1 de este capítulo, los beneficios de la implementación de las ciclovías se han clasificado en tres grupos: beneficios directos, beneficios indirectos y las externalidades positivas del proyecto.

De estos beneficios, a continuación se presenta la cuantificación y valorización de los todos los beneficios directos y de los beneficios indirectos asociados a al ahorro de tiempo de los usuarios de los modos motorizados por la segregación de los ciclistas. La estimación de beneficios fue realizada para los años 2010 y 2020, para los cuales se

cuenta con una matriz estimada de viajes por modo y por período para la ciudad de Copiapó.

El resto de los beneficios, como se mencionó anteriormente, no es posible de cuantificarlos y valorizarlos, ya que no existen metodologías de cuantificación ni precios sociales adaptados al caso chileno.

5.1. Beneficios Directos

Ahorros de tiempo en actuales usuarios de bicicleta

El beneficio por ahorro de tiempo se produce básicamente por una pequeña mejora en la velocidad de viaje de los ciclistas, que se estimó en un 2%. Con la información de la matriz de viajes origen – destino de los actuales usuarios de bicicleta y las distancias entre zonas, se estimó el ahorro de tiempo por período, el que posteriormente fue expandido a un valor anual, considerando la cantidad de horas anuales de cada período. En los Cuadro 41 y Cuadro 42 se puede apreciar la cuantificación de los ahorros de tiempo para los años 2010 y 2020.

Cuadro 41. Cuantificación de Ahorros de Tiempo de Actuales Usuarios de Bicicleta para el Año 2010 (horas)

Período	Ahorro de tiempo de viaje	Horas anuales por período	Ahorro de tiempo anual
Punta Mañana	2,18	390	850,33
Fuera de Punta	1,08	3.887	4.187,58
Punta Mediodía	1,64	390	641,36
Punta Tarde	2,10	845	1.773,44
Total		5.512	7.452,71

Cuadro 42. Cuantificación de Ahorros de Tiempo de Actuales Usuarios de Bicicleta para el Año 2020 (horas)

Período	Ahorro de tiempo de viaje	Horas anuales por período	Ahorro de tiempo anual
Punta Mañana	2,53	390	986,85
Fuera de Punta	1,25	3.887	4.859,86
Punta Mediodía	1,91	390	744,33
Punta Tarde	2,44	845	2.058,14
Total		5.512	8.649,18

Utilizando el valor del tiempo para la evaluación de proyectos urbanos definido por el Ministerio de Planificación, que es de \$981 por hora, se obtiene que los beneficios para los actuales usuarios de bicicleta son:

- Año 2010: \$ 7.311.109
- Año 2020: \$ 8.484.841

Ahorros de tiempo en usuarios que se transfieren desde otros modos

En el caso de personas que realizan sus viajes en caminata y se traspasan a la bicicleta, se producen importantes disminuciones en los tiempos de viaje, ya que pasan de una velocidad promedio de 5km/h a una velocidad de 12,24 km/h.

Para la estimación de los viajes que se traspasan del modo caminata al modo bicicleta, lo primero fue considerar en la matriz origen – destino de viajes en caminata, sólo los pares origen destino que cuentan con una conexión mediante ciclovías y se estimó que en estos pares un 7,095% de los viajes en caminata se transfieren a la bicicleta, de acuerdo a lo explicado en la sección “Alternativa Seleccionada” del presente documento, sobre estimación de la demanda de la alternativa seleccionada.

Posteriormente, se estimó el ahorro de tiempo por período, el que fue expandido a un valor anual, considerando la cantidad de horas anuales de cada período. En los Cuadro 43 y Cuadro 44 se puede apreciar la cuantificación de los ahorros de tiempo para los años 2010 y 2020.

Cuadro 43. Cuantificación de Ahorros de Tiempo de Viajes transferidos a la Bicicleta para el Año 2010 (horas)

Período	Ahorro de tiempo de viaje	Horas anuales por período	Ahorro de tiempo anual
Punta Mañana	57,55	390	22.444,01
Fuera de Punta	74,31	3.887	288.843,76
Punta Mediodía	62,89	390	24.528,91
Punta Tarde	63,66	845	53.792,25
Total		5.512	389.608,93

Cuadro 44. Cuantificación de Ahorros de Tiempo de Viajes transferidos a la Bicicleta para el Año 2020 (horas)

Período	Ahorro de tiempo de viaje	Horas anuales por período	Ahorro de tiempo anual
Punta Mañana	73,31	390	28.590,39
Fuera de Punta	94,66	3.887	367.944,75
Punta Mediodía	80,12	390	31.246,25
Punta Tarde	81,09	845	68.523,47
Total		5.512	496.304,86

Utilizando el valor del tiempo para la evaluación de proyectos urbanos, se obtiene que los beneficios para los nuevos usuarios de bicicleta son:

- Año 2010: \$ 382.206.360
- Año 2020: \$ 486.875.069

5.2. Beneficios Indirectos

Ahorros en el tiempo de viaje de modos motorizados

Al segregar al modo bicicleta a través de ciclovías, se elimina el efecto de fricción entre los modos, por lo que autos y buses experimentan pequeños aumentos de velocidad.

Para la estimación de este beneficio se utilizaron los ahorros de tiempo estimados en el estudio “Construcción de una red de Ciclovías en Copiapó”, aprovechando las similitudes entre la red definida en ese estudio y la que se definió en este trabajo.

Al igual que en los casos anteriores, con la estimación de ahorros de tiempo por período, se estimaron los ahorros de tiempo anuales, para los años 2010 y 2020, los que se presentan en el Cuadro 45.

Cuadro 45. Cuantificación de Ahorros de Tiempo de Viajes de Modos Motorizados (horas)

Modo	Ahorro de Tiempo de Viaje Año 2010	Ahorro de Tiempo de Viaje Año 2020
Automóvil	33.222,17	48.632,47
Taxi Colectivo	16.567,07	86.382,35
Taxibus	23.177,46	47.341,87
Total	72.966,70	182.356,69

Utilizando el valor del tiempo para la evaluación de proyectos urbanos, se obtiene que los beneficios para los actuales usuarios de modos motorizados son:

- Año 2010: \$ 71.580.341
- Año 2020: \$ 178.891.917

6. Evaluación Social del Proyecto

6.1. Horizonte de Evaluación y Tasa de Descuento

El horizonte de evaluación del proyecto de red de ciclovías de Copiapó es de 20 años, que es el recomendado por el Ministerio de Planificación para proyectos de transporte urbano. Se asumió como año cero (año en que se realiza la inversión) el año 2010, por lo que el último año en que se perciben beneficios es el año 2030.

La tasa de descuento utilizada es del 6% anual, que es la definida por el Ministerio de Planificación para el año 2010.

6.2. Proyección de Beneficios y Estimación del Valor Residual

Para la estimación de beneficios entre el año 2010 y 2020 se realizó una interpolación lineal de éstos entre los años 2010 y 2020, dado que se contaba con la información en estos dos años. Para la proyección de los beneficios más allá del año 2020, se asumió una posición conservadora y se dejaron los beneficios constantes.

En lo que respecta a los costos de mantención y operación, se mantienen constantes durante todo el horizonte de evaluación.

En lo que respecta al valor residual, se asumió que al final del horizonte de evaluación la infraestructura tiene un valor equivalente al 20% de la inversión inicial, mientras que la inversión en expropiaciones se puede recuperar completamente, por el costo de oportunidad del terreno. Con ello, el valor residual del proyecto alcanza los \$ 505.238.052 (23.551,4 U.F.)

6.3. Flujo de Caja para la Evaluación Social

Con los datos expuestos en este capítulo, se construyó el flujo de caja para la evaluación social. En el Cuadro 46 se presenta un resumen del flujo de caja para los años 0, 1, 5, 10 y 20 (años 2010, 2011, 2015, 2020 y 2030) como los años más representativos.

Cuadro 46. Flujo de Caja (miles de pesos dic. 2008)

Ítem	Año				
	2010	2011	2015	2020	2030
Inversión (-)	1.785.793				
Beneficios directos (+)		400.102	442.439	495.360	495.360
Beneficios indirectos (+)		82.311	125.236	178.892	178.892
Costos (-)		142.754	142.754	142.754	142.754
Valor Residual (+)					505.238
Total	-1.785.793	320.838	399.386	498.921	1.004.159

6.4. Indicadores de Rentabilidad

Se realizó una evaluación social del proyecto, obteniéndose los indicadores de rentabilidad, Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR), que se muestran en el Cuadro 47. Además, se realizó una evaluación sin considerar los beneficios indirectos, provenientes de los beneficios percibidos por los modos motorizados, cuyo resultado se muestran en el mismo cuadro.

Cuadro 47. Indicadores de Rentabilidad del Proyecto de Red de Ciclovías en Copiapó (Miles de pesos dic. 2008)

Evaluación	VAN (miles)	TIR
Considerando Todos los beneficios	\$ 3.687.015	23,0 %
Sin Considerar Beneficios Indirectos	\$ 2.028.312	16,4 %

Se puede apreciar que en ambos casos el proyecto es rentable. Esto se debe a que la fuente principal de beneficios son los ahorros de tiempo de los viajes que se traspasan del modo caminata al modo bicicleta.

VI. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LA EVALUACIÓN DEL PROYECTO

1. Selección de Variables a Sensibilizar

Para el análisis de sensibilidad de la evaluación del proyecto de red de ciclovías en la ciudad de Copiapó se realizó un análisis de riesgo considerando los ítems más relevantes en la evaluación, y que se consideró con una mayor probabilidad de variación.

Para el análisis de riesgo se contó con el software Crystal Ball, el que permite analizar los indicadores de rentabilidad de la evaluación considerando variaciones de los diferentes ítems que componen el flujo de caja. Para ello, es necesario conocer la distribución de probabilidades de los parámetros que se desea variar.

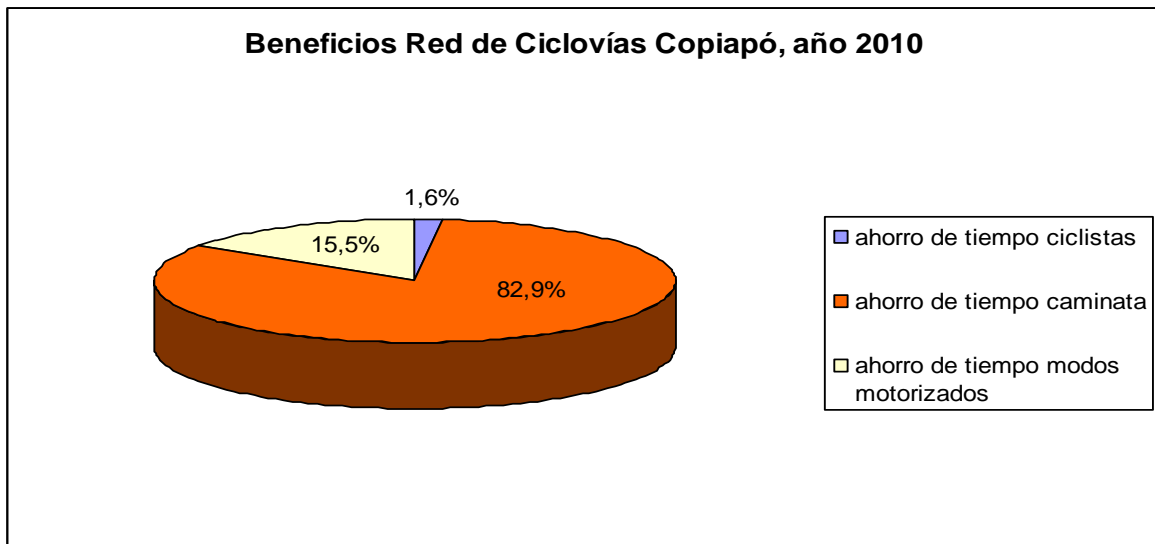
Se analizaron preliminarmente los siguientes ítems:

1.1. Beneficios

Se consideró con más probabilidades de variación los ahorros de tiempo de los usuarios transferidos al modo bicicleta y los ahorros de tiempo de los usuarios de los modos motorizados. El primero de ellos se considera por la incertidumbre del número real de personas que se trasladan al modo bicicleta, mientras que los segundos fueron considerados porque no existe certeza de los reales ahorros de tiempo de los usuarios de automóvil y transporte público.

En lo que respecta a los ahorros de tiempo en actuales usuarios de bicicleta, se considera que este beneficio tiene poca probabilidad de variación; además, pesa muy poco en el total de beneficios, como se puede apreciar en la Figura 22.

Figura 22. Composición de los Beneficios de la Red de Ciclovías de Copiapó

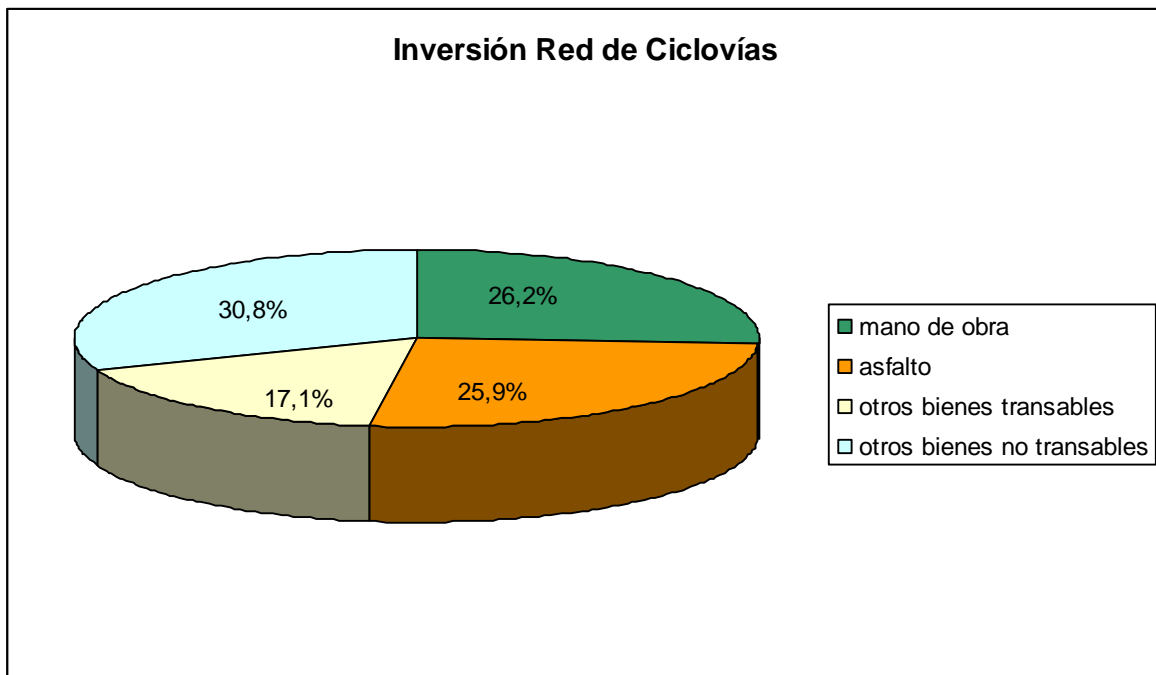


Finalmente se sensibilizó sólo el ahorro de tiempo de los usuarios traspasados desde la caminata, dado que representa más del 80 % de los beneficios totales.

1.2. Inversión

En lo que respecta a la inversión, se contó con información de variación del tipo de cambio (\$CL/\$US), lo que permite sensibilizar los bienes no transables. Además, se contaba con una serie de precios del asfalto, por lo que se determinaron todas las partidas de la inversión que dependieran del precio del asfalto, las que fueron agrupadas para determinar su valor. El Figura 23 se aprecia la composición de la inversión con respecto a bienes transables, no transables, mano de obra y asfalto. Dentro del ítem asfalto, se incluyen tanto bienes considerados transables como no transables, los cuales no están considerados como tales, para evitar problemas por doble efecto.

Figura 23. Composición de los Beneficios de la Red de Ciclovías de Copiapó



Se puede apreciar que se estaría sensibilizando alrededor del 43% de la inversión.

1.3. Costos

En el caso de los costos, no se consideró analizarlos como un factor relevante, debido a su bajo valor con respecto a los beneficios. Sin embargo, en el caso de los costos de mantenimiento, para mantener la consecuencia con su forma de estimación, como proporción de la inversión, estos se varían de la misma forma en que varía la inversión.

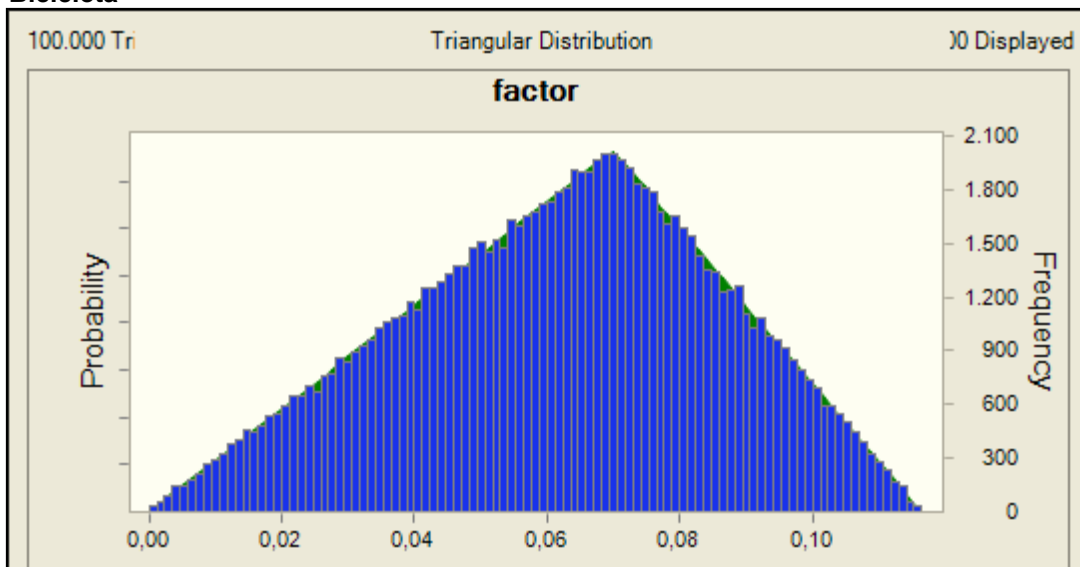
En resumen, el análisis de sensibilidad se realizará variando los beneficios por ahorro de tiempo de usuarios transferidos desde la caminata, la inversión y costos de mantenimiento asociada al asfalto, y la inversión y costos de mantenimiento asociados a los bienes no transables.

2. Distribución de Probabilidades de Variables a Sensibilizar

2.1. Ahorros de Tiempo de Usuarios Transferidos a la Bicicleta

Dado que no se cuenta con información histórica de cómo se transfieren viajes al modo bicicleta, se asume que esta transferencia distribuye triangular. Para determinar esta distribución, se asumió que el valor más probable es que el 7% de los usuarios del modo caminata se transferían al modo bicicleta, tal como se definió en la sección “Alternativa Seleccionada”. Asumiendo que el peor caso es que no se transfieran viajes al modo bicicleta (0%) y que la mayor cantidad de viajes transferidos es equivalente al 11,65% de los viajes en bicicleta (ver sección Alternativa Seleccionada), se obtiene la distribución que se presenta en la Figura 24.

Figura 24. Distribución de la Proporción de Viajes Transferidos desde el Modo Caminata a la Bicicleta

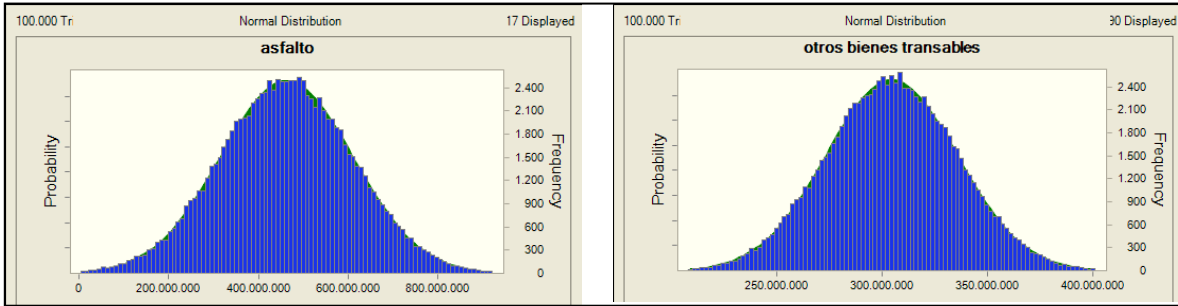


2.2. Inversión

Para los dos parámetros considerados de la inversión, se determinó que estas distribuyen normal. En el caso particular del asfalto se contaba con una serie de precios mensuales de sólo cuatro años, lo cual no es suficiente para determinar la distribución de precios; sin embargo, se utilizó de todas maneras esta serie, para realizar el ejercicio de análisis de riesgo de la inversión. En el anexo 5.1 se pueden encontrar las series de precio del asfalto y de la tasa de cambio utilizadas.

En la Figura 25 se puede apreciar la distribución de probabilidades de las componentes de la inversión correspondientes al asfalto y a los bienes no transables.

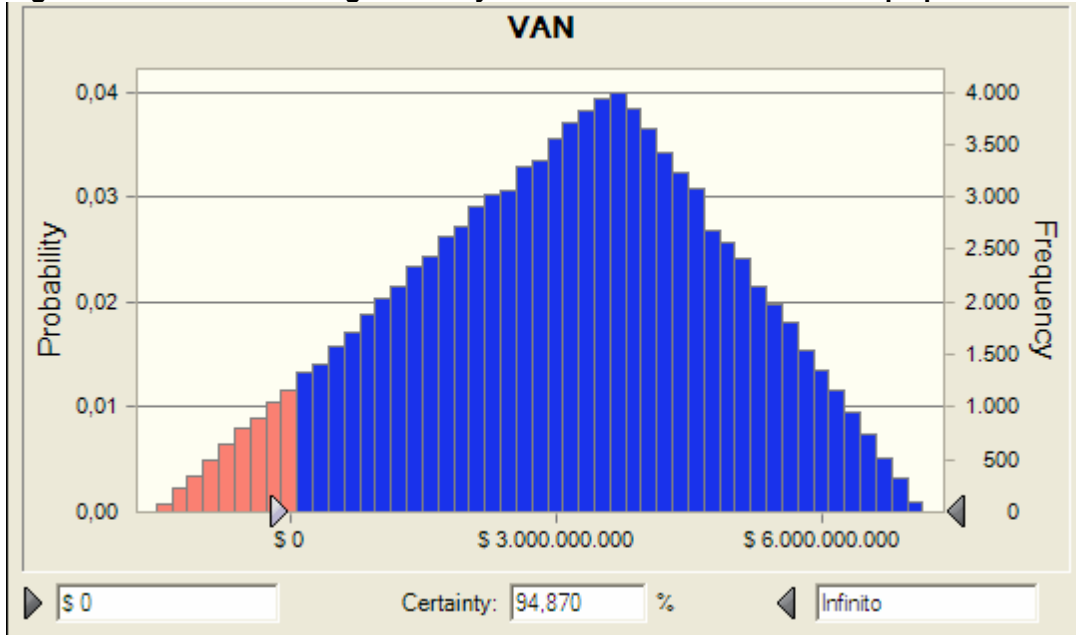
Figura 25. Distribución de Valores del Asfalto y de Bienes no Transables



3. Análisis de Riesgo de la Red de ciclovías de Copiapó

Considerando lo expuesto en el punto anterior, se realizaron varias corridas del software Crystal Ball, cada una con 100.000 simulaciones, obteniéndose que el proyecto es rentable con una confianza cercana al 95% (el 95% de los casos, el VAN es mayor que cero). En la Figura 26 se puede apreciar el resultado de una corrida del software.

Figura 26. Análisis de Riesgo del Proyecto de Red de Ciclovías de Copiapó



En la Figura 26 se aprecia que la distribución del VAN es similar a la de los beneficios. Esto se debe al peso que tienen los beneficios producidos por el traspaso de viajes a la bicicleta con respecto a los otros ítems considerados en el flujo de caja para la evaluación social; como ejemplo, el valor presente de los beneficios es prácticamente el triple de la inversión.

4. Conclusión del análisis de riesgo

Como se puede apreciar en el desarrollo de este capítulo, el proyecto de red de ciclovías es rentable, con un VAN del proyecto de \$3.687 millones y una TIR de 23%, siendo la principal fuente de beneficios el ahorro de tiempo de los viajes transferidos desde la caminata a la bicicleta. Además, el proyecto es rentable con un 95% de confianza.

VII. PROGRAMACIÓN DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

1. Programación de la Ejecución del proyecto – actividades – Ruta crítica

La programación de actividades se realizó enfocada en las tareas propias que realiza cada uno de los participantes de este grupo, es decir el enfoque en la gestión del proyecto previo a su ejecución.

La programación tiene una duración total de 663 días y la que se encuentra separada en 3 etapas:

- **Etapas de Factibilidad**, con una duración de 211 días y 27 actividades a realizar.
- **Etapas de Diseño**: con una duración de 184 días y 25 actividades a realizar.
- **Etapas de Ejecución**: con una duración de 290 días y 25 actividades a realizar.

VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Tal como se puede apreciar en el capítulo IV y V, el proyecto de red de ciclovías de Copiapó evaluado en este trabajo es rentable, con un VAN de \$3.687 millones. Además, al realizar el análisis de sensibilidad a través de experimentos de Montecarlo, el proyecto resultó rentable en cerca del 95% de los casos.

Del desarrollo de este trabajo surgen un conjunto de recomendaciones con el objeto de mejorar el análisis de proyectos de esta naturaleza, las cuales son:

- a) En la definición de un proyecto de ciclovías se debe tener como objetivo final la implementación de una red, de manera que sea de real utilidad para el desplazamiento expedito de los ciclistas.
- b) Dentro del diseño de una red de ciclovías necesariamente hay que considerar la infraestructura complementaria, especialmente la provisión de estacionamientos de bicicletas. Esto permite facilitar los viajes a los usuarios de la bicicleta, debido a que cuentan con un lugar habilitado para dejar su vehículo, y que la gente perciba a la bicicleta como un modo de transporte válido y de fácil uso.
- c) En lo que respecta a la metodología de selección de ejes, si bien se considera que ésta es adecuada para el cumplimiento de sus objetivos, se debe revisar el análisis multicriterio planteado, en particular lo que se refiere a las ponderaciones de los criterios y subcriterios considerados.
- d) El Ministerio de Planificación debiera desarrollar metodologías para la cuantificación y valorización para el caso de Chile, de algunos beneficios indirectos y externalidades de proyectos de esta naturaleza, tales como los beneficios por reducción de accidentes y por disminución de emisiones de gases y ruido.
- e) Es necesario seguir analizando la estimación de beneficios por el traspaso de viajes desde la caminata a los modos motorizados. En este sentido, se debe afinar la estimación de la demanda transferida de acuerdo al origen y destino de viajes y, especialmente, de acuerdo al motivo de los viajes. Existe claridad sobre el traspaso de viajes con motivo trabajo y motivo estudio, pero no está claro los criterios para el traspaso de viaje por otros motivos.
- f) Es recomendable analizar la posible transferencia de viajes desde el transporte público a la bicicleta. Si bien el tiempo de viaje en bicicleta es mayor que en bus o en taxi colectivo, hay que considerar también los tiempos de acceso y espera asociados al transporte público, con lo que la bicicleta se convierte en un modo competitivo con respecto al transporte público.
- g) Además, se debe seguir analizando la existencia de beneficios por reducción de tiempos de viaje de modos motorizados, debido a que no es tan intuitivo su existencia en la realidad.
- h) Relacionado con las recomendaciones descritas en las letras e, f y g, una vez implementado un proyecto de red de ciclovías, es recomendable realizar una evaluación ex post que aporte información para mejorar la estimación de los

beneficios directos, como la transferencia de viajes desde otros modos a la bicicleta, y verificar la existencia de los beneficios indirectos, como el ahorro de tiempo de viaje de los usuarios de los modos motorizados.

En lo que se refiere a la evaluación ex post, se plantea que ésta se debiera realizar considerando un levantamiento periódico de información (dos veces al año) durante los primeros años de operación del proyecto, lo que permitiría medir los impactos del proyecto, mejorar la estimación de beneficios y costos del proyecto, y observar la evolución en el uso de las ciclovías. Para ello es fundamental que el proyecto implementado sea el mismo, o al menos similar, al proyecto analizado en los estudios de preinversión.

Las actividades mínimas a realizar en la evaluación ex post debieran ser:

- a) Estimación de costos: comparar los costos estimados en el estudio de pre inversión con los costos reales del proyecto. Esta comparación se tiene que realizar para cada partida de inversión.
- b) Estimación de beneficios directos:
 - b.1. Realizar mediciones de flujos de bicicleta en ciclovías, comparando con los flujos proyectados en los estudios de preinversión y los flujos antes de la existencia del proyecto, los cuales se midieron durante la realización del citado estudio.
 - b.2. Realizar mediciones de flujos de bicicletas en ejes sin ciclovías, comparado con situación ex ante, los cuales se midieron durante la realización del estudio de preinversión.
 - b.3. Con los datos recogidos para la evaluación ex post e información de otros estudios, es posible estimar la demanda real de las ciclovías, lo que se debe comparar con la demanda proyectada en el estudio de preinversión
- c) Estimación de beneficios indirectos:
 - c.1. En lo que se refiere a los beneficios por ahorros de tiempo de viaje de los modos motorizados, es recomendable realizar mediciones de velocidad de automóviles y buses en los ejes que cuentan con ciclovías, comparándolo con las velocidades proyectada en el estudio de preinversión y con las velocidades de los modos motorizados antes de la existencia del proyecto, las que debieran haberse medido en el citado estudio. Esto permitirá determinar la existencia y dimensión de este beneficio.
 - c.2. Para estimar el impacto sobre la reducción de accidentes, se debe comparar en un horizonte prolongado de tiempo (2 a 3 años) el número de accidentes producidos antes de la existencia del proyecto con los producidos con el proyecto en operación. Se deben considerar no sólo los accidentes que involucren ciclistas, si no todos los accidentes viales en el área de influencia del proyecto, ya que se pueden producir, por ejemplo, más accidentes con ciclistas por el aumento de viajes en este modo, pero menos accidentes con peatones.