



# EVALUACIÓN EX POST

## Mejoramiento Pasada por Valdivia Eje Picarte

### X Región

**Ministerio de Desarrollo Social**

División de Evaluación Social de Inversiones  
Departamento de Estudios

Agosto 2013

Por la **Ley No20.530 Título I, Art.1**: Créase el **Ministerio de Desarrollo Social** como la Secretaría de Estado encargada de colaborar con el Presidente de la República en el diseño y aplicación de políticas, planes, y programas en materia de equidad y/o desarrollo social, especialmente aquellas destinadas a erradicar la pobreza y brindar protección social a las personas o grupos vulnerables, promoviendo la movilidad e integración social y la participación con igualdad de oportunidades en la vida nacional (...)"

El presente documento, forma parte de las publicaciones que se suman a esta nueva institucionalidad.

Departamento de Estudios  
División de Evaluación Social de Inversiones,  
Ministerio de Desarrollo Social

Gobierno de Chile

Agosto de 2013

# **EVALUACION EX- POST**

**PROYECTO:  
“MEJORAMIENTO PASADA POR VALDIVIA  
EJE PICARTE – X REGION”**

2003

## 1 INTRODUCCION

El estudio “Metodología Evaluación Ex Post para Proyectos de Vialidad Urbana Estructurante. Aplicación al Proyecto Mejoramiento pasada por Valdivia – eje Picarte – X Región, tramo urbano de la conexión entre el acceso norte y sur de la ciudad” tiene como objetivo general, **realizar la evaluación ex post a un proyecto de vialidad urbana.**

El análisis de los antecedentes permitió detectar por una parte, los *errores metodológicos* de la evaluación ex ante y, por otra, *errores en los datos* utilizados para llevarla a cabo.

En el presente estudio, se realizarán las siguientes tareas: a) revisión y análisis de la evaluación ex ante del proyecto; b) revisión y análisis de la situación actual; c) análisis de los resultados de la evaluación ex ante, ex post. Además, contempla la realización de una tarea adicional de orientación general, cuyo objetivo es plantear los lineamientos de un enfoque metodológico que supere ciertas falencias detectadas a través del análisis de los antecedentes disponibles de este estudio y el desarrollo del estudio mismo.

Es importante mencionar que para la ciudad de Valdivia, con posterioridad al año en que se desarrolló el estudio de pre-Inversión, MIDEPLAN-SECTRA ha realizado varios estudios de nivel estratégico, los cuales aportan valiosa información de datos recolectados, redes especificadas y otros elementos complementarios útiles para efectos del presente estudio.

## 2 OBJETIVO DEL ESTUDIO

El objetivo general del estudio es la realización de una evaluación ex post de un proyecto de vialidad urbana (eje Picarte, Valdivia).

El objetivo específico es:

A base de una aplicación particular, **medir el impacto real generado por el proyecto**, identificando, cuantificando y explicando las posibles desviaciones que se presentan al comparar las predicciones realizadas en su momento (evaluación ex ante) con los resultados generados por la operación en estado de régimen del proyecto.

Para lograr lo anterior, se contrastarán las proyecciones asumidas en su momento (flujos, tiempos, costos de inversión, etc.) con lo observado hoy en día (medido). Para tal efecto, el estudio contempla un programa de mediciones que responde adecuadamente a este fin. Un aspecto relevante es dilucidar si los eventuales errores son de tipo metodológico o de datos utilizados en la evaluación.

### **3 REVISIÓN Y ANÁLISIS DE ANTECEDENTES DE LA EVALUACIÓN EX ANTE DEL PROYECTO**

#### **3.1 Introducción**

El objetivo de esta tarea es obtener un acabado diagnóstico de la evaluación ex ante del proyecto. Se analizó la metodología utilizada, identificando sus fortalezas y debilidades, así como también deficiencias en la información y en los datos usados en la modelación y evaluación.

Se analizaron los estudios específicos realizados para el proyecto bajo análisis, fundamentalmente el "Estudio de Pre-Inversión Mejoramiento Ruta 5 Sur Camino Longitudinal Sur Sector: Pasada por Valdivia, Xª Región" (MOP, 1996) y el estudio "Diagnóstico del Sistema de Transporte Urbano de la Ciudad de Valdivia" (SECTRA, 1998). Posteriormente, se analizó otros antecedentes como la ficha de presentación de la iniciativa de inversión y la asesoría de inspección fiscal del proyecto.

#### **3.2 Análisis de la Evaluación Ex ante del Proyecto**

##### **3.2.1 Modelación de transporte**

###### Enfoque de modelación

El enfoque de modelación utilizado para el análisis y evaluación del eje Picarte no correspondió a un enfoque de red. La justificación para ello fue básicamente que el proyecto correspondía " *típicamente* a un proyecto local, en que a lo más interactuaría con la Av. Errázuriz", la cual formaba un par con el eje Picarte como una de las alternativas de proyecto que se evaluaron.

Por otra parte, sin embargo, se reconocía que Av. Picarte era "con seguridad la más importante arteria de la ciudad de Valdivia, tanto por sus volúmenes de flujos como por su jerarquía y carácter vial, comparable a la Alameda en Santiago", lo cual justificaba con creces la

utilización de un enfoque de red en la modelación, que permitiera tomar en cuenta las reasignaciones que se produjeran como consecuencia de la implementación del proyecto. Sin embargo, no se consideró este enfoque y se utilizaron modelaciones TRANSYT del eje completo para la evaluación y selección de la alternativa de proyecto.

#### Modelación de la demanda

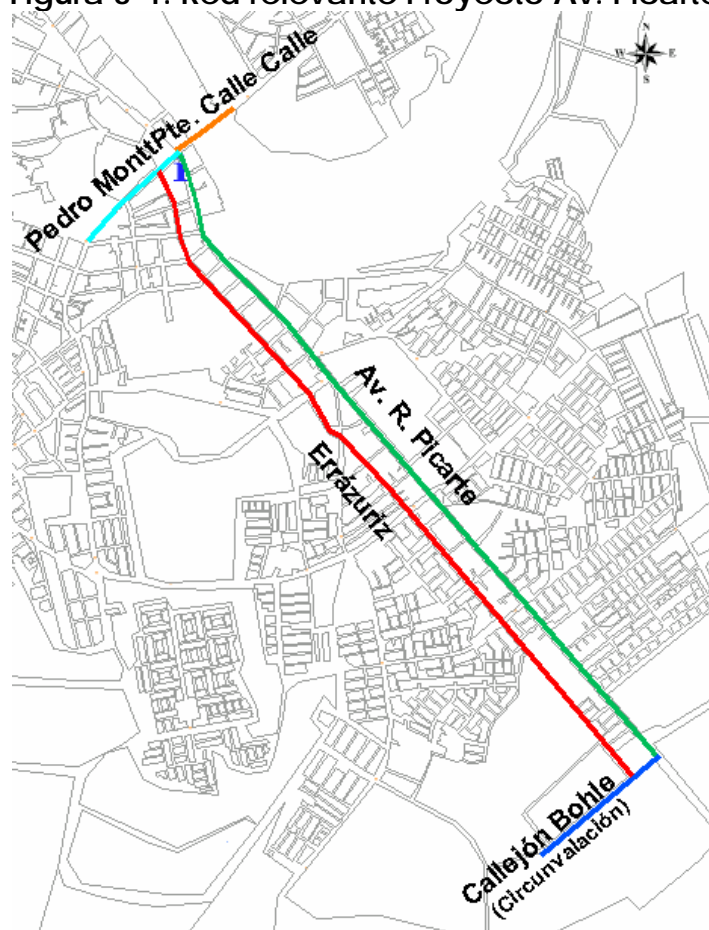
Consistentemente con el enfoque de modelación utilizado, la demanda tuvo un tratamiento muy simplificado y estuvo representada básicamente por los flujos de los distintos tipos de vehículos que utilizan el eje.

La estimación de los flujos para los distintos períodos y cortes temporales se basó en las mediciones realizadas en terreno (flujos de diseño, situación actual) y en tasas de crecimiento estimadas (flujos futuros). Asimismo, la estimación de pasajeros, tanto en vehículos livianos como en transporte público, se estimó a partir de estos flujos y mediciones específicas de tasas de ocupación para cada período considerado.

#### Definición de la red relevante

La red de transporte relevante fue definida básicamente por el eje Picarte, entre el puente Calle-Calle y la salida desde la ciudad hacia el sur (Callejón Bohle), que constituye la definición del proyecto a evaluar. Este eje con sus correspondientes intersecciones se consideraron en las modelaciones TRANSYT realizadas.

Figura 3-1: Red relevante Proyecto Av. Picarte



### Períodos de análisis

En primer lugar, se realizó una periodización en época de verano, a partir de las mediciones continuas de flujos realizadas en esa temporada, utilizando para ello el programa PERTqt. En este caso, la definición de los períodos se realizó considerando sólo la intersección Av. Picarte/P.Montt que presentaba niveles de saturación mucho mayores en comparación con las restantes intersecciones semaforizadas.

La periodización en época normal se realizó tomando en cuenta las dos intersecciones semaforizadas más cargadas, tal como lo señalaba el Manual de SECTRA: Picarte/P.Montt y Picarte/Francia-Mackenna. Sin embargo, esta última no influyó en la determinación de los períodos por su bajo nivel de saturación en comparación con la primera intersección.

Contrariamente a lo que se pensó inicialmente, en la ciudad de Valdivia no se daba el caso que las situaciones de mayor flujo se dieran en la época de verano. La afluencia turística no alcanzaba a compensar la menor actividad en otras áreas. Por esta razón, una vez realizados los análisis de los períodos definidos, se descartó la posibilidad de modelar los períodos de verano y sólo se utilizó la periodización de temporada normal, cuya representación horaria se calculó sobre la base de 52 semanas al año.

Los períodos definidos para la época normal fueron los siguientes:

- |                            |   |
|----------------------------|---|
| 1) Período 1: Día Laboral  | (Laboral: 7:45 – 18:00, 19:30 – 20:30 hrs.)<br>(Sábado: 11:15 – 12:15 hrs.)                                 |
| 2) Período 2: Punta Tarde  | (Laboral: 18:00 – 19:30 hrs.)   |
| 3) Período 3: Punta Sábado | (9:00 – 11:15, 12:15 – 13:30 hrs.)  |
| 4) Período 4: Resto        | (Laboral: 7:00 – 7:45, 20:30 – 23:00 hrs.)<br>(Sábado: 13:30 – 23:00 hrs.)<br>(Domingo: 10:00 – 22:00 hrs.) |

La amplitud temporal de los períodos (el lapso más corto es de 4 horas, aproximadamente) es una definición que aparece como inconsistente con lo indicado en la metodología de la referencia [1], en relación con la consideración de períodos de características de operación homogéneas. Es claro que períodos como los mostrados no son operacionalmente homogéneos.

Normalmente, para efectos de la evaluación social de un proyecto en la etapa de prefactibilidad, se considera la modelación de dos períodos de análisis (período punta mañana y fuera de punta). Sin embargo, es importante señalar que, para efectos de apoyar el diseño vial y operación vial, se requiere la utilización de más de dos períodos.

#### Tasas de crecimiento de flujos

Los flujos de diseño y promedios por período se obtuvieron a partir de las mediciones realizadas en terreno. Posteriormente, las tasas de crecimiento de dichos flujos se estimaron utilizando los siguientes datos base:

- 1) Permisos de circulación emitidos año a año (por tipo de vehículo)
- 2) Censos MOP en accesos a Valdivia



- 3) Transporte de carga: afectado por fenómenos de ocurrencia más reciente al momento de la realización del estudio (por ejemplo, la entrada en operación del Puerto de Corral)
- 4) Tendencias de crecimiento demográfico
- 5) Tendencias de desarrollo económico

Las tasas de crecimiento definidas toman en cuenta básicamente la tendencia histórica relacionada con el aumento del parque automotriz en la ciudad, a través del registro de los permisos de circulación, y del crecimiento de los flujos detectados en los accesos a la ciudad de Valdivia, los cuales, por encontrarse muy cerca de la ciudad y sin que existan otros caminos alternativos u otros centros de atracción de viajes, eran representativos del crecimiento de los flujos que acceden o cruzan la ciudad.

Las tasas de crecimiento supuestas sólo reflejan una tendencia de crecimiento global de los flujos, basado fundamentalmente en la tendencia histórica, pero nada se dice respecto de la evolución del uso del suelo en el ámbito geográfico del proyecto bajo análisis. No se consideró ningún tipo de análisis de escenarios de desarrollo urbano y usos de suelo en el área de entorno del eje, de tal forma de reflejarlo en el crecimiento de los flujos.

En la Tabla 3-1 se entregan las tasas de crecimiento finalmente propuestas para el estudio.

**Tabla 3-1: Tasas de Crecimiento de Flujos**

TIPO VEHÍCULO	TASA ANUAL
Vehículos livianos	5,0%
Transporte Público	3,0%
Camiones:	
Año 1994	47% (*)
Año 1995 y siguientes	7,0%

Fuente: Estudio de Pre-Inversión Mejoramiento Ruta 5 Sur, Camino Longitudinal Sur, Sector Pasad por Valdivia, X Región, MOP 1996.

(\*): Esta alta tasa de crecimiento se adoptó considerando el efecto de la entrada en operación del Puerto de Corral.

### 3.2.2 Análisis de alternativas y situación base

Un primer criterio que se consideró para la definición y evaluación de las alternativas de proyecto decía relación con la intersección de Av. Picarte con P. Montt. Por su mayor grado de saturación, su importancia dentro de la red vial de la ciudad y la inadecuada gestión existente en el momento que se realizó el estudio, resultaría determinante, a juicio del Consultor (INTRAT, 1996), en la estimación de los beneficios de las alternativas que se plantearan y los resultados de rentabilidad de las alternativas quedarían determinados fundamentalmente por la resolución de ese nudo vial, independientemente de cuán adecuadas fueran las soluciones para todo el resto del recorrido del eje Picarte.

Por este motivo, en primer lugar se definieron esquemas alternativos para dicha intersección, los que fueron modelados con SIDRA. Dado que este modelo trabaja con semáforos aislados, sólo se utilizó para analizar distintas alternativas para el nudo, cuyos resultados se usaron posteriormente para la definición de las alternativas del eje en su conjunto. El análisis se realizó considerando dos cortes temporales futuros, a saber: año 2000 y año 2010. Para cada uno de ellos, se realizaron modelaciones para dos períodos: Día Laboral (Período 1) y Punta Tarde (Período 2).

En segundo lugar, se plantearon alternativas preliminares para el eje Picarte, relacionadas con opciones de operación básicas del eje: bidireccional o formando un par con Av. Errázuriz. Las modelaciones incorporaron las mejores soluciones para el nudo Picarte/P.Montt, analizadas anteriormente. Se realizaron modelaciones con TRANSYT para el año 1997, que correspondía al primer año de operación del proyecto, para lo cual se proyectaron los flujos a ese año. Se modeló para los cuatro períodos definidos.

Basándose en estimaciones preliminares de montos de inversión, se determinaron las rentabilidades de las distintas alternativas y se hizo una selección preliminar. Posteriormente, para las alternativas seleccionadas se realizó el diseño geométrico a nivel de anteproyecto. De acuerdo con los resultados obtenidos y los análisis realizados por el Consultor (INTRAT, 1996), se estimó que la mejor alternativa, que debía desarrollarse a nivel de anteproyecto, era la operación de Picarte formando un par con Av. Errázuriz hasta Rubén Darío.

Paralelamente al desarrollo del estudio se fueron adoptando diversas medidas y decisiones que fueron afectando la definición del proyecto y sus soluciones. "Las autoridades adoptaron decisiones que van más allá de las consideraciones técnicas, tratando de reflejar la voluntad y

las inquietudes de la ciudadanía”, según explica textualmente el Consultor (INTRAT, 1996) en el informe del estudio. Todo esto trajo como consecuencia que distintos aspectos del estudio de pre-inversión se vieran afectados por decisiones tomadas en otras instancias y la decisión de qué alternativa desarrollar a nivel de anteproyecto no obedeció sólo a consideraciones técnicas, si no también a la decisión de la autoridad basada en aspectos urbanos e inquietudes de la ciudadanía.

De esta forma, la I. Municipalidad de Valdivia estableció que por diversas consideraciones urbanas debía optarse por mantener la bidireccionalidad de Av. Picarte. Esto hizo que se descartara la solución de par y que, como proyecto final, se adoptara el que considera esta operación del eje, completándolo y mejorándolo en aspectos puntuales (Referencia [2]).

De esta forma, la **situación base de análisis** se definió como la operación del eje en forma bidireccional, que mantenía el criterio general de operación de la red vial de la ciudad, disponiendo demarcaciones, señales de regulación de prioridad y definiendo los paraderos para el transporte público. Otros aspectos como regularizar anchos de calzada, pavimentar los cuellos de las calles que acceden al eje o completar soleras, no se consideraron. El planteamiento de una situación base con mejoras mínimas y de bajo costo fue motivado por el hecho de contar con una base de evaluación adecuada a la solución de proyecto definida. Esto debido a que, por lo explicado anteriormente, las posibilidades del proyecto fueron bastante restringidas.

El **proyecto** consistió finalmente en:

- 1) Regularizar y homogeneizar los anchos de calzada
- 2) Mejoramientos puntuales a lo existente en sectores donde podrían presentarse situaciones de congestión
- 3) Dar mayor fluidez a los flujos directos, sacrificando incluso ciertos virajes que estaban permitidos
- 4) Sistematizar la actividad peatonal y del transporte público (vallas peatonales y bus- bay)
- 5) Reemplazo de pavimentos existentes

Se realizaron modelaciones TRANSYT de la situación base y situación con proyecto para tres cortes temporales (1997, 2001 y 2006), en cada uno de los cuatro períodos considerados.

### 3.2.2.1 Estimación de costos de inversión

En el anteproyecto definitivo se consideraron los siguientes ítemes de costos:

- Expropiaciones.
- Anteproyecto geométrico (diseño vial, señalizaciones, demarcaciones, paraderos y refugios, etc.).
- Reemplazo de pavimentos.
- Reposición de servicios públicos.
- Semaforizaciones.

En la Tabla 3-2 se presentan los costos de inversión considerados para el anteproyecto.

**Tabla 3-2: Montos de Inversión Etapa de Prefactibilidad  
(miles de \$ de Abril de 1995)**

ITEM	PRECIOS PRIVADOS		PRECIOS SOCIALES	
	(miles \$)	(%)	(miles \$)	(%)
<b>SITUACIÓN BASE:</b>	<b>20.329,6</b>		<b>16.243,2</b>	
Geometría	20.329,6		16.243,2	
<b>ANTEPROYECTO:</b>	<b>1.673.964,8</b>		<b>1.332.785,2</b>	
Geometría	424.357,5	25,4%	339.127,9	25,4%
Reposición de Servicios	63.343,6	3,8%	50.764,9	3,8%
Semaforizaciones	80.702,0	4,8%	56.491,0	4,2%
Reemplazo de Pavimento	1.105.561,7	66,0%	886.401,4	66,5%

Fuente: Estudio de Pre-inversión Mejoramiento Ruta 5 Sur, Camino Longitudinal Sur, Sector Pasada por Valdivia, X Región. MOP, 1996.

Cabe señalar que lo referente a pavimentos es la partida más importante de los costos de inversión, al considerar el reemplazo de la carpeta de rodadura.

### 3.2.2.2 Evaluación social

A partir de las modelaciones TRANSYT, se estimaron los consumos de tiempo y combustible, por arco y por tipo de vehículo (vehículos livianos, buses y taxibuses, camiones), los cuales fueron valorados de acuerdo con los precios sociales establecidos por MIDEPLAN para el año 1995.

Se utilizaron dos criterios diferentes respecto de la evolución de los beneficios: en un caso se asume que del año 2006 hacia adelante éstos continuarían creciendo en el mismo monto anual que entre los años 2001 y 2006; y en el otro caso, se considera que dejan de crecer y se mantienen los beneficios del año 2006 hasta el final del horizonte de evaluación.

Adicionalmente, los otros costos de operación se determinaron tanto para la carpeta de rodadura existente como para las soluciones asfálticas y de hormigón diseñadas, para lo cual se realizó la modelación del deterioro de pavimentos, que permite determinar el valor de la rugosidad del pavimento para cada año en el horizonte de evaluación del proyecto. Posteriormente, los otros costos de operación son calculados a base de dichos valores de la rugosidad.

Se evaluó el proyecto geométrico separadamente de las repavimentaciones y también considerando ambos en conjunto. En todos los casos, los proyectos fueron rentables. En la Tabla 3-3 se entrega un resumen de los beneficios anuales asociados al proyecto. El año 1997 correspondió al año base de análisis, mientras que los años 2001 y 2006 fueron los cortes temporales futuros considerados en la evaluación ex ante del proyecto. En la Tabla 3-4 se presentan los indicadores de rentabilidad del proyecto.

**Tabla 3-3: Beneficios Anuales Asociados al Proyecto Av. Picarte  
(Millones de \$ de 1995)**

Corte Temporal	Ahorros de Tiempo	Ahorros de Costos de Operación	Total de Beneficios
1997	29,84	166,7	196,54
2001	35,66	239,4	275,06
2006	156,71	286,1	442,81

Fuente: Estudio de Pre-inversión Mejoramiento Ruta 5 Sur, Camino Longitudinal Sur, Sector Pasada por Valdivia, X Región. MOP, 1996

**Tabla 3-4: Indicadores de Rentabilidad del Proyecto Av. Picarte (Millones \$ de Abril de 1995)**

Indicador	Anteproyecto Geométrico		Repavimentación	Proyecto Completo	
	Manteniendo Benef. Año 1996	Proyección Lineal de Benef.		Manteniendo Benef. Año 1996	Proyección Lineal de Benef.
VAN (M\$)	162,61	342,92	775,99	938,6	1.118,91
TIR	16,1%	18,8%	25,0%	21,7%	22,4%

Fuente: Estudio de Pre-inversión Mejoramiento Ruta 5 Sur, Camino Longitudinal Sur, Sector Pasada por Valdivia, X Región. MOP, 1996

### **3.3 Análisis del reporte "Asesoría Inspección Fiscal Proyecto Mejoramiento pasada por Valdivia (Eje Picarte)", MOP, 2001**

#### **3.3.1 Generalidades**

El Proyecto "Mejoramiento Pasada por Valdivia (Eje Picarte), Xª Región" comprendió las obras en la Av. Picarte, en el tramo comprendido entre la Av. Pedro Montt y el Callejón Bohle, en una longitud de 3.864 metros.

El proyecto consideró los siguientes trabajos:

- 1) Mejoramiento y ampliación de la Av. Picarte
- 2) Repavimentación del eje
- 3) Proyectos complementarios:
  - i. Iluminación
  - ii. Paisajismo
  - iii. Semaforización
  - iv. Elementos de control y seguridad
  - v. Desvíos de tránsito
  - vi. Aguas lluvia
- 4) Modificación de los servicios de agua potable y alcantarillado de aguas servidas

### 3.3.2 Montos de inversión del proyecto

El monto inicial del contrato para la ejecución del proyecto Mejoramiento Pasada por Valdivia - Eje Picarte fue de **\$2.693.073.996**, el cual se desglosaba de acuerdo con el detalle mostrado en la Tabla 3-5.

**Tabla 3-5: Montos de Inversión del Proyecto (miles de \$ 2001)**

ITEM	MONTO	
	(miles \$)	(%)
Proyecto Vial	1,640,039.9	74.3%
Proyecto de Iluminación	114,745.2	5.2%
Proyecto de Paisajismo	25,045.7	1.1%
Proyecto modificación red de alcantarillado	14,408.1	0.7%
Proyecto modificación red de agua potable	354,253.9	16.1%
Proyecto de Semaforización	40,570.7	1.8%
Proyecto Desvíos de Tránsito	16,928.1	0.8%
<b>SUB TOTAL</b>	<b>2,205,991.6</b>	
Partida de Compensación <sup>(1)</sup>	3.3	
<b>SUB TOTAL NETO</b>	<b>2,205,994.9</b>	
IVA (18%)	397,079.1	
<b>TOTAL</b>	<b>2,603,074.0</b>	
VALORES PROFORMA <sup>(2)</sup>	90,000.0	
<b>TOTAL CONTRATO</b>	<b>2,693,074.0</b>	

Fuente: Asesoría Inspección Fiscal Proyecto Mejoramiento Pasada por Valdivia (Eje Picarte), X Región. MOP, 2001.<sup>12</sup>

Posteriormente, durante la ejecución del proyecto, se aprobaron cuatro modificaciones al Contrato del Proyecto de Obras Viales y dos al Proyecto de Agua Potable. La última modificación, en ambos casos, se encontraba en trámite de aprobación al momento de concluir la Asesoría Inspección Fiscal (Mayo, 2001). Las modificaciones de contrato contemplaron, en general, aumentos de obra, obras extraordinarias y disminución de obras.

<sup>1</sup> No se dispone de información respecto del ítem "Partida de Compensación".

<sup>2</sup> "Se considera en el proyecto un valor proforma para la construcción de obras de ornamentación y la construcción de una pasarela peatonal o semaforización, en la Escuela El Laurel. Finalmente, la solución adoptada corresponde a un semáforo peatonal con botoneras, la obra de ornamentación no fue realizada" (Fuente: Asesoría de Inspección Fiscal Proyecto Mejoramiento Pasada por Valdivia (Eje Picarte), X Región. MOP, 2001).

Lo anterior significó que el nuevo monto total del contrato, después de todas las modificaciones sufridas, fuera de **\$3.146.602.019**. El detalle se muestra en la Tabla 3-6.

**Tabla 3-6: Montos de Inversión Final del Proyecto (miles de \$ 2001)**

ITEM	MONTO	
	(miles \$)	(%)
Proyecto Vial	2.060.846,5	77,5%
Proyecto de Iluminación	125.600,8	4,7%
Proyecto de Paisajismo	29.671,7	1,1%
Proyecto modificación red de alcantarillado	5.790,4	0,2%
Proyecto modificación red de agua potable	0,0	0,0%
Proyecto de Semaforización	54.320,5	2,0%
Proyecto Desvíos de Tránsito	116.321,2	4,4%
Proyecto Aguas Lluvia	266.009,0	10,0%
<b>SUB TOTAL</b>	<b>2.658.560,2</b>	
Partida de Compensación	3,3	
<b>SUB TOTAL NETO</b>	<b>2.658.563,5</b>	
IVA (18%)	478.541,4	
<b>TOTAL</b>	<b>3.137.105,0</b>	
VALORES PROFORMA	9.497,0	
<b>TOTAL CONTRATO</b>	<b>3.146.602,0</b>	

Fuente: Asesoría Inspección Fiscal Proyecto Mejoramiento Pasada por Valdivia (Eje Picarte), X Región. MOP, 2001.

Observando las Tabla 3-5 y Tabla 3-6 se puede notar que el principal incremento en los costos de inversión entre la etapa de diseño y la ejecución del proyecto se debió a aumentos de obras en el proyecto vial, seguido por los aumentos de obra en los proyectos de desvíos de tránsito y semaforización. En relación con la modificación de la red de agua potable, ésta se consideró en un nuevo proyecto (Trato directo), modificando así los montos de inversión originales en esta partida. Los trabajos considerados en el Trato Directo se refieren a las obras de modificación de la red de agua potable con motivo de la repavimentación del eje Picarte.

Por otra parte, el proyecto de aguas lluvia originalmente contratado consideraba sólo la modificación de las instalaciones existentes, producto de los cambios geométricos que introducía el proyecto. Sin embargo, esto no fue posible realizar, por lo cual se debió proyectar un sistema de aguas lluvia totalmente independiente, lo que explica la nueva partida incluida en los montos de inversión final del proyecto.



Analizando los montos de inversión considerados en las distintas etapas del proyecto, a saber: *evaluación a nivel de prefactibilidad, etapa de diseño y ejecución* (costos de inversión reales), se puede apreciar que hubo variaciones muy importantes, la mayor parte de ellas atribuidas a cambios de volúmenes de obra más que cambios en los valores unitarios.

Entre las etapas de prefactibilidad y diseño, la partida que mayores cambios presentó fue la de **Reposición de Servicios**, aumentando en un **69%**. Algunas partidas presentaron importantes disminuciones en sus costos, como la semaforización (cabe señalar que el anteproyecto consideraba una intersección más que el proyecto) y el reemplazo de pavimentos.

Por otra parte, existe una serie de costos que no fueron considerados en la evaluación ex ante del proyecto como son paisajismo, proformas, costos de modificación del servicio de agua potable y costos asociados a los desvíos de tránsito durante la ejecución del proyecto. Cabe señalar, sin embargo, que los dos primeros se pueden asociar básicamente a aumentos de estándar del proyecto.

Todo lo anterior explica que los costos totales del proyecto presenten un aumento global del **18,8%** entre la estimación realizada en el estudio de preinversión y la inversión estimada en la etapa de diseño.

Por su parte, las partidas que sufrieron los mayores cambios en la ejecución con respecto a la etapa de diseño fueron los costos asociados a los desvíos de tránsito y movimiento de tierras. Estas variaciones se debieron principalmente a obras que no estaban contempladas en el proyecto original. Por ejemplo, se hizo necesario pavimentar el callejón Bohle y reparar el pavimento de la Av. Errázuriz de tal forma de desviar el tránsito por esas vías.

**En síntesis**, todo lo anterior significó que los costos de inversión del proyecto Picarte aumentarían un **16,8%** con respecto a lo estimado en la etapa de diseño y un **38,7%** con respecto a lo considerado en la etapa de evaluación del estudio de preinversión. Cabe señalar que el aumento de 39% cabe dentro del rango de variación considerado en la sensibilización de los indicadores de evaluación del proyecto.

El aumento de costos en Reposición de Servicios se debió a que las obras que finalmente hubo que realizar superaron con creces lo contemplado inicialmente. Según los antecedentes obtenidos en entrevistas con los distintos actores involucrados en el proyecto, esto fue motivado por la falta de información respecto de los servicios existentes en

el eje Picarte y a las excesivas exigencias por parte de las empresas correspondientes para la reposición de los servicios durante la construcción del proyecto.

Respecto del ítem Desvíos de Tránsito durante la ejecución del proyecto, que no fueron contemplados en la evaluación realizada en el estudio de preinversión, si bien esto constituye un error de estimación de los montos de inversión, en este caso en particular, las obras realizadas como parte de los desvíos de tránsito pueden considerarse una compensación a la ciudad y sus habitantes dado que significó la pavimentación y el mejoramiento de otras calles adicionales al eje del proyecto propiamente tal.

### 3.4 Análisis de la ficha de presentación de la iniciativa de inversión

El objetivo de esta actividad es analizar el contenido de la Ficha EBI de tal forma de detectar diferencias con respecto al proyecto efectivamente evaluado en el estudio de pre-inversión y a lo reportado en la Inspección Fiscal de la ejecución del mismo.

La **Ficha EBI** del Proyecto Picarte correspondiente al Proceso Presupuestario 2001, el **Historial Solicitud EBI** y el **Historial Asignaciones, Contratos y Gastos** fueron puestos a disposición del Consultor por parte de MIDEPLAN. En la Ficha EBI se reporta la ejecución presupuestaria del proyecto que se detalla en la Tabla 3-7.

**Tabla 3-7: Ejecución Presupuestaria del Proyecto Av. Picarte  
(Miles de \$ de Diciembre de 1999)**

Año	Etapa	Asignado	Gastado
1993	Factibilidad	20.824	20.824
1994	Factibilidad	71.366	71.366
1995	Diseño	20.989	20.875
1996	Diseño	79.194	79.035
1997	Ejecución	465.613	465.220
1999	Ejecución	1.882.504	1.881.214
2000	Ejecución	2.350.000	2.328.252

Fuente: Proceso Presupuestario 2001, MIDEPLAN

Según lo reportado en la ficha y en el Historial EBI, la ejecución del proyecto había significado un gasto total de \$4.674.686.000, anterior al

31 de Diciembre de 2000. El monto solicitado para el año 2001 fue de \$1.019.158.000. Sin embargo, el monto asignado y el monto finalmente gastado durante ese año ascendieron a \$2.022.683.000 y \$2.021.019.000, respectivamente, de acuerdo con los antecedentes contenidos en el Historial Asignaciones, Contratos y Gastos. De esta forma, el gasto total en la ejecución del proyecto alcanza a **\$6.695.705.000**.

Es importante señalar que, según lo observado en la propia ficha del proyecto, "para los procesos presupuestarios 1997 y 1999, la etapa de ejecución ha registrado asignación y gasto, sin contar con la recomendación favorable de MIDEPLAN". Es decir, hubo autorización de gastos para la ejecución del proyecto Picarte sin que MIDEPLAN recomendara esta etapa, a la espera de los antecedentes del estudio de ingeniería para el correspondiente análisis. Este hecho significó que no hubo un seguimiento de las distintas etapas del proyecto ni de las asignaciones y gastos asociadas a ellas por parte de MIDEPLAN.

Con el objeto de obtener mayor información respecto de los costos reales de ejecución del proyecto Picarte y contrastar los antecedentes respecto del monto total gastado en la etapa de ejecución del mismo, se consultó al Asesor de la Inspección Fiscal, a través del cual se obtuvo la información que se presenta en la siguiente tabla.

**Tabla 3-8: Montos de Inversión Proyecto Picarte (\$ de Mayo de 2001)**

<b>Obra</b>	<b>Cambio de Servicio</b>	<b>Monto</b>
Mejoramiento Pasada por Valdivia, Eje Picarte		3.144.656.066
Asesoría a la Inspección Fiscal		408.044.045
	Modificación del Servicio de Agua Potable para la repavimentación del Eje Picarte	1.898.727.316
	Traslado de instalaciones ubicadas en Av. Picarte, entre las calles Huemul y Rubén Darío (Sociedad Austral de Electricidad)	17.225.996
	Traslado de Redes de Teléfonos (CTC)	16.163.900
	ENTEL	8.300.734
	Metrópolis Intercom	10.420.711
	VTR Cable Express	3.588.838
	Telefónica del Sur	8.975.996
<b>Total</b>		<b>5.516.103.602</b>

Fuente: Departamento de Obras Urbanas, Dirección de Vialidad, MOP, y Asesoría Inspección Fiscal Proyecto Mejoramiento Pasada por Valdivia (Eje Picarte), X Región. MOP, 2001.

## 4 ENTREVISTAS INSTITUCIONALES

### 4.1 Generalidades

El objetivo fundamental de las entrevistas institucionales era conocer la apreciación de los distintos actores involucrados en el proceso de evaluación de un proyecto de vialidad urbana estructurante, respecto de las metodologías aplicadas, sus principales falencias, los errores cometidos en el proceso y los aspectos que a su juicio son susceptibles de mejorar.

Las instituciones con las cuales se sostuvo entrevistas fueron las siguientes:

- **MIDEPLAN** (División de Planificación, Estudios e Inversión)
- **MOP** (Subdirección de Vialidad Urbana)
- **SECTRA-Sur**
- **SERPLAC** (Delegación Regional y Provincial)
- **MOP** (Delegación Provincial)
- **SERVIU** (Delegación Provincial)
- **Dirección de Obras de la I. Municipalidad de Valdivia**
- **MOP** (Asesoría a Inspección Fiscal)

### 4.2 Análisis de las Entrevistas

Las entrevistas institucionales que se sostuvieron permitieron obtener una visión acabada de la apreciación de los distintos actores involucrados respecto del proceso de evaluación de un proyecto de vialidad estructurante y, en particular, del proyecto de Av. Picarte.

A continuación, se entrega un resumen de los principales aspectos tratados en las entrevistas y que constituyen los aspectos más relevantes a ser considerados en el planteamiento de mejoras al proceso de evaluación de un proyecto.

- i. Conocimiento y apego a la metodología existente: uno de los aspectos fundamentales y punto de partida para el buen desarrollo del proceso de evaluación de un proyecto, lo constituye el adecuado conocimiento de la metodología existente para realizar dicho proceso. Siendo un aspecto fundamental, existen muchas falencias a

- este respecto, tanto por parte de los consultores que realizan los estudios como por parte de las contrapartes técnicas de los mismos.
- ii. Enfoque de modelación: dada la jerarquía de un proyecto de vialidad urbana estructurante, se hace imperativo que este tipo de proyectos sea analizado bajo un enfoque de red, considerando que existirán reasignaciones como consecuencia de la ejecución y operación del proyecto bajo análisis. Esto implica, además, considerar un tratamiento adecuado de la demanda y su crecimiento a futuro.
  - iii. Estimación de los costos de inversión: el mayor problema detectado en la evaluación de los proyectos dice relación con la estimación de los costos de inversión en sus distintas etapas (pre-factibilidad, diseño, ejecución). La magnitud de los errores cometidos es tan grande que, en muchos casos, la sensibilización de los indicadores de rentabilidad del proyecto es insuficiente para cubrir los rangos de variación de los costos. Por lo general, uno de los ítemes que mayores errores presenta en su estimación es "Expropiaciones", seguido del ítem "Cambio y Reposición de Servicios". A la luz de estos antecedentes, se hace necesario introducir mejoras sustanciales en la estimación de las inversiones o, en su defecto, considerar un adecuado análisis de sensibilidad de los resultados de la evaluación de los proyectos con respecto a los montos de inversión. En el caso específico del proyecto Picarte, el ítem cuyo monto de inversión experimentó mayores variaciones fue "Reposición de Servicios".
  - iv. Impactos negativos durante la construcción del proyecto: estos impactos pueden llegar a ser muy significativos en algunos casos, razón por la cual, es necesario hacer una adecuada estimación de los costos asociados de tal forma de incorporarlos a los costos del proyecto. En el caso particular del proyecto Picarte, los impactos durante la construcción del proyecto, especialmente en materia de desvíos de tránsito, fueron muy significativos y constituyeron una parte importante de los costos reales de ejecución del proyecto. Sin embargo, estos costos no fueron considerados en la etapa de anteproyecto y evaluación ex ante.
  - v. Participación en el proceso de evaluación del proyecto: la principal crítica recibida por parte de las autoridades locales dice relación con la falta de participación en el proceso de evaluación de los proyectos. A opinión de ellas, el proceso es extremadamente centralizado y, en este caso en particular, su participación en la evaluación del proyecto Picarte fue nula. No obstante lo anterior, la participación de las autoridades regionales en los estudios de pre-factibilidad y diseño ha ido cambiando en los últimos años, lo que ha

significado que ellas están más involucradas en la evaluación de los proyectos relacionados con la región y provincia.

- vi. Disociación de las distintas etapas del proceso: otro aspecto relacionado también con falencias a nivel institucional, dice relación con un desconocimiento de las etapas del proceso de evaluación de un proyecto con respecto a los resultados y decisiones tomadas en las etapas anteriores. Entre otras cosas, esto se debe a los distintos equipos (consultores, contrapartes) que participan en cada una de ellas. En la mayoría de los casos, esto se traduce en modificaciones no contempladas de los proyectos con el consiguiente aumento de los costos de inversión.
- vii. Lapsos extremadamente largos entre las distintas etapas del proceso: el tiempo transcurrido entre una etapa y otra (anteproyecto e ingeniería, ingeniería y ejecución) suele ser demasiado largo. De esta forma, el escenario en el cual se evalúa un proyecto y el que existe al momento de la ejecución del mismo pueden ser muy distintos, trayendo como consecuencia la introducción de modificaciones al proyecto, encareciendo su ejecución. Se hace necesaria la existencia de una mayor correspondencia entre la capacidad de estudiar y de ejecutar los proyectos.
- viii. Contraparte Técnica de los estudios: existe una opinión generalizada respecto de la falta de una mayor supervisión y apoyo de la contraparte técnica de los estudios de un proyecto. Este problema se refleja normalmente en la baja calidad de los estudios y poca correspondencia con la metodología existente.

## 5 RE-EVALUACIÓN DEL PROYECTO

### 5.1 Metodología de re-evaluación

Como es sabido, la evaluación ex post de proyectos se basa, en términos generales, en la utilización de flujos de beneficios netos *efectivos* (ya ocurridos), en lugar de flujos de beneficios *estimados* (futuros). Por este motivo, permite obtener una estimación de la rentabilidad efectiva del proyecto y establecer la diferencia con respecto a la rentabilidad estimada, con la cual se decidió la ejecución del mismo.

Es importante recordar que la evaluación ex ante, se realizó a base de un enfoque sin reasignación. Para efectos de dilucidar el impacto de usar una metodología poco adecuada, la presente re-evaluación se realizó bajo 2 enfoques alternativos:

- i. Sin reasignación
- ii. Con reasignación

Específicamente, en el enfoque **sin reasignación**, a partir de la información recogida en terreno, es posible estimar los costos asociados a la operación del proyecto en una hora representativa del período punta de la mañana, situación que denominamos *con proyecto* y que es factible de observar y medir. De esta forma, para uno de los cortes temporales considerados en la evaluación ex ante (2001), se dispone de una estimación de los consumos de recursos medidos en el período punta de la mañana.

Por su parte, la *situación base*, necesaria para comparar los consumos de recursos y estimar los beneficios netos correspondientes a dicho corte temporal, no es posible de observar, puesto que ya no existe como tal. En una primera instancia, se consideró que la Situación Base correspondería a la misma que la asumida en su momento en la evaluación ex ante del proyecto. Sin embargo, análisis detallados de la información que se desprende de ese estudio, permiten concluir que su confiabilidad es limitada, asunto que obligó a variar el enfoque para estimar el consumo de recursos para la Situación Base.

Una vez obtenidos los consumos de recursos para la hora representativa del período punta mañana, se determina el consumo total anual para el período utilizando el factor de expansión correspondiente.

Dado que se dispone de mediciones en terreno para el período punta mañana, fue necesario expandir los resultados obtenidos de tal forma de obtener los beneficios netos totales anuales para el corte temporal considerado. Esta expansión se realizó determinando la representación de los beneficios netos del período punta en el total anual, para lo cual se utilizó la información proveniente de la evaluación ex ante. El análisis detallado de esas relaciones también permiten orientar mejoras metodológicas posteriores.

En el enfoque **con reasignación**, se realizaron simulaciones del sistema de transporte de la ciudad de Valdivia tanto para la situación base como para la situación con proyecto (mejoramiento del Eje Picarte), en el período punta mañana, para dos cortes temporales (años 2000 y 2010). Estas simulaciones se efectuaron utilizando la implementación del modelo VIVALDI para la ciudad de Valdivia y los datos que lo alimentan provenientes de los estudios estratégicos existentes.

A partir de las corridas del modelo VIVALDI se obtuvo la información necesaria para estimar los consumos de recursos para cada una de las situaciones modeladas y, a partir de ellas, los beneficios netos anuales para los cortes temporales considerados. La estimación de consumos de combustible y otros costos de operación se realizó utilizando las funciones incorporadas en los módulos VERDI y ORREGO, que forman parte del modelo VIVALDI.

Dado que las modelaciones consideran el sistema de transporte urbano en su totalidad, y no sólo el eje Picarte, este enfoque permite incorporar el efecto de reasignación que se produce con la entrada en operación del proyecto de mejoramiento de dicho eje y, por consiguiente, los consumos de recursos para las distintas situaciones son consistentes con la operación del sistema en su conjunto.

Por otra parte, este enfoque tiene dos ventajas adicionales con respecto al anterior. En primer lugar, es posible definir y, posteriormente modelar, una situación base de análisis consistente con la situación con proyecto, de tal forma que los beneficios obtenidos al comparar ambas resulten razonables para el proyecto analizado. En segundo lugar, bajo este análisis es posible modelar un corte temporal futuro que permitirá obtener mayor información respecto del crecimiento de los beneficios del proyecto en el horizonte de evaluación.

## **5.2 Re-evaluación ex post considerando enfoque sin reasignación**

En la Tabla 5-1 se muestran los resultados de la re-evaluación del proyecto bajo el enfoque sin reasignación.

El primer resultado corresponde a la evaluación ex ante del proyecto Picarte, cuyos indicadores de rentabilidad resultaron ser MM\$1.118,86 y 22,4% de VAN y TIR, respectivamente. Los resultados de la columna que sigue corresponden a la primera re-evaluación del proyecto considerando los beneficios calculados a partir de los consumos para la situación observada, y la situación base corregida. En este caso, la forma de crecimiento de los beneficios en el horizonte de evaluación corresponde a la misma considerada en la evaluación ex ante y la forma de expandir los beneficios de la hora punta al total anual es la que se detalló en la sección anterior.

Posteriormente, las evaluaciones Ex post 2 y 3 consideran, además de lo indicado en el párrafo anterior, los montos reales de inversión. En el primer caso, la inversión no considera lo relativo al proyecto



de aguas lluvias y en el segundo caso sí está incluido como parte del monto de inversión del proyecto. En las últimas dos columnas se entregan los resultados de evaluaciones ex post donde la diferencia con respecto a lo anterior son los factores de expansión utilizados. En este último caso, se usó el factor de expansión para llevar los beneficios de la hora punta al año definidos en el estudio estratégico SECTRA-CIS-1996, el cual considera que el número de horas representativas del periodo punta en el año corresponde a 2.054, y no 3.367 como se desprende del estudio ex ante. Asimismo, las evaluaciones ex post 4 y 5 consideran que los beneficios en una hora fuera de punta corresponden a un 27% de los beneficios de una hora punta, tal como se desprende de los análisis y resultados obtenidos en las evaluaciones de planes realizadas como parte del mencionado estudio estratégico.

### 5.3 Re-evaluación ex post considerando enfoque con reasignación

Consistente con lo indicado anteriormente, este análisis tiene por objeto cuantificar el impacto sobre la evaluación del proyecto (positivo o negativo), al considerar un enfoque que considera reasignación. Para tal efecto, se usó las redes construidas para Valdivia en el marco del estudio SECTRA-CIS-1996, posteriormente mejoradas en estudio "Diagnóstico del STU de la ciudad de Valdivia, IV Etapa" (SECTRA-TRASA-2000) y afinadas localmente en el eje Picarte por esta empresa, con el objeto de lograr una aproximación lo más realista posible a la operación actual del eje. Para ello se usó la información recopilada en el presente estudio.

En la Tabla 5-2 se muestran los resultados de la re-evaluación del proyecto bajo el enfoque con reasignación.

El primer resultado corresponde a la evaluación ex ante del proyecto Picarte, cuyos indicadores de rentabilidad resultaron ser MM\$1.118,86 y 22,4% de VAN y TIR, respectivamente (INTRAT-1994). Los datos de las columnas que siguen corresponden a las re-evaluaciones del proyecto considerando los beneficios calculados a partir de los resultados de las simulaciones con el modelo VIVALDI. En estos casos, la forma de crecimiento de los beneficios en el horizonte de evaluación corresponde a una interpolación a tasa constante entre los dos cortes temporales (2000 y 2010) y a una tasa anual de crecimiento constante (5%) a partir del último corte temporal (extrapolación).

En primer lugar, se utilizaron los factores de expansión definidos en el estudio ex ante para llevar los beneficios de la hora punta al año (evaluaciones ex post 1, 2 y 3). Posteriormente, se utilizó el factor de

expansión definido en el estudio estratégico SECTRA-CIS-1996, el cual considera que el número de horas representativas del período punta en el año corresponde a 2.054. Asimismo, estas re-evaluaciones (4, 5 y 6) consideran que los beneficios en una hora fuera de punta corresponden a un 27% de los beneficios de una hora punta.

Tabla 5-1: Indicadores de Rentabilidad Re-evaluación sin reasignación (Millones de \$ de Abril de 1995)

Beneficios corregidos		X	X	X	X	X
Tasa crec. evaluación ex ante		X	X	X		
Factores expansión CIS					X	X
Inversión real sin aguas lluvias			X		X	
Inversión real total				X		X
AÑO	EVALUACIÓN EX ANTE	EVALUACIÓN EX POST 1	EVALUACIÓN EX POST 2	EVALUACIÓN EX POST 3	EVALUACIÓN EX POST 4	EVALUACIÓN EX POST 5
1996	-1316.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1997	196.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1998	239.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1999	251.0	0.0	-303.2	-331.5	-303.2	-331.5
2000	262.8	-1316.6	-1381.3	-1510.1	-1381.3	-1510.1
2001	275.1	412.3	412.3	412.3	213.8	213.8
2002	310.7	503.1	503.1	503.1	260.9	260.9
2003	346.8	526.6	526.6	526.6	273.0	273.0
2004	382.4	551.4	551.4	551.4	285.9	285.9
2005	413.8	577.2	577.2	577.2	299.3	299.3
2006	442.8	651.9	651.9	651.9	338.0	338.0
2007	470.4	727.6	727.6	727.6	377.2	377.2
2008	495.9	802.3	802.3	802.3	416.0	416.0
2009	518.8	868.2	868.2	868.2	450.1	450.1
2010	537.9	929.0	929.0	929.0	481.7	481.7
2011	552.0	986.9	986.9	986.9	511.7	511.7
2012	558.9	1040.4	1040.4	1040.4	539.4	539.4
2013	556.2	1088.5	1088.5	1088.5	564.4	564.4
2014	539.1	1128.5	1128.5	1128.5	585.1	585.1
2015	501.2	1158.1	1158.1	1158.1	600.5	600.5
2016	463.2	1172.6	1172.6	1172.6	608.0	608.0
2017		1166.9	1166.9	1166.9	605.0	605.0
2018		1131.1	1131.1	1131.1	586.4	586.4
2019		1051.5	1051.5	1051.5	545.2	545.2
2020		971.8	971.8	971.8	503.9	503.9
<b>VAN</b>	<b>1,118.86</b>	<b>3,638.20</b>	<b>2,926.10</b>	<b>2,798.15</b>	<b>856.55</b>	<b>728.61</b>
<b>TIR</b>	<b>22.4%</b>	<b>41.3%</b>	<b>32.2%</b>	<b>30.0%</b>	<b>18.9%</b>	<b>17.5%</b>
<b>TRI</b>	<b>14.9%</b>	<b>31.3%</b>	<b>24.5%</b>	<b>22.4%</b>	<b>12.7%</b>	<b>11.6%</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 5-2: Indicadores de Rentabilidad Re-evaluación con reasignación (Millones de \$ de Abril de 1995)

Beneficios corregidos (con reasignación)		x	x	x	x	x	x
Factores expansión INTRAT		x	x	x			
Factores expansión CIS					x	x	x
Inversión real sin aguas lluvias			x		x		x
Inversión real total				x		x	
Inversión en un solo año							x
AÑO	EVALUACIÓN EX ANTE	EVALUACIÓN EX POST 1	EVALUACIÓN EX POST 2	EVALUACIÓN EX POST 3	EVALUACIÓN EX POST 4	EVALUACIÓN EX POST 5	EVALUACIÓN EX POST 6
1996	-1316.6					0.0	0.0
1997	196.5					0.0	0.0
1998	239.8					0.0	0.0
1999	251.0			-303.2	-331.5	-303.2	-331.5
2000	262.8	-1316.6	-1381.3	-1510.1	-1381.3	-1510.1	-1684.5
2001	275.1	376.1	376.1	376.1	195.0	195.0	195.0
2002	310.7	409.4	409.4	409.4	212.3	212.3	212.3
2003	346.8	445.8	445.8	445.8	231.1	231.1	231.1
2004	382.4	485.7	485.7	485.7	251.8	251.8	251.8
2005	413.8	529.3	529.3	529.3	274.4	274.4	274.4
2006	442.8	577.2	577.2	577.2	299.3	299.3	299.3
2007	470.4	629.6	629.6	629.6	326.5	326.5	326.5
2008	495.9	687.2	687.2	687.2	356.3	356.3	356.3
2009	518.8	750.3	750.3	750.3	389.0	389.0	389.0
2010	537.9	819.8	819.8	819.8	425.1	425.1	425.1
2011	552.0	860.8	860.8	860.8	446.3	446.3	446.3
2012	558.9	903.9	903.9	903.9	468.6	468.6	468.6
2013	556.2	949.1	949.1	949.1	492.1	492.1	492.1
2014	539.1	996.5	996.5	996.5	516.7	516.7	516.7
2015	501.2	1046.3	1046.3	1046.3	542.5	542.5	542.5
2016	463.2	1098.7	1098.7	1098.7	569.6	569.6	569.6
2017		1153.6	1153.6	1153.6	598.1	598.1	598.1
2018		1211.3	1211.3	1211.3	628.0	628.0	628.0
2019		1271.8	1271.8	1271.8	659.4	659.4	659.4
2020		1335.4	1335.4	1335.4	692.4	692.4	692.4
<b>VAN</b>	<b>1,118.86</b>	<b>2,618.20</b>	<b>2,015.38</b>	<b>1,887.44</b>	<b>637.18</b>	<b>509.24</b>	<b>666.19</b>
<b>TIR</b>	<b>22.4%</b>	<b>36.5%</b>	<b>28.4%</b>	<b>26.4%</b>	<b>17.1%</b>	<b>15.8%</b>	<b>17.6%</b>
<b>TRI</b>	<b>14.9%</b>	<b>28.6%</b>	<b>22.3%</b>	<b>20.4%</b>	<b>11.6%</b>	<b>10.6%</b>	<b>11.6%</b>

Fuente: Elaboración Propia.

## 5.4 Análisis y Conclusiones

El enfoque de re-evaluación sin reasignación es consistente con lo realizado en la evaluación ex ante. El enfoque con reasignación resulta más adecuado en virtud de las características del proyecto a evaluar, dado que se trata del mejoramiento del eje más importante de la ciudad de Valdivia y, por lo tanto, es necesario y metodológicamente correcto, tomar en cuenta la reasignación de flujos producto de la entrada en operación del proyecto.

Del análisis del estudio de prefactibilidad, se detectó importantes inconsistencias en los resultados de la evaluación ex ante, fundamentalmente en la cuantificación de los beneficios para el período de modelación (punta mañana): subestimación en los ahorros de tiempo y sobreestimación en los ahorros de costo. Estas inconsistencias se traducen en que los mayores beneficios del proyecto provienen de los ahorros en otros costos de operación, siendo los beneficios por ahorros de tiempo muy poco importantes (de hecho, son prácticamente despreciables). Este resultado es inconsistente con lo obtenido habitualmente en el análisis de proyectos de transporte, lo que le otorga baja confiabilidad.

Debido a lo anterior, en este caso en particular, no es recomendable utilizar directamente la situación base de análisis, considerada en su momento en la evaluación ex ante, para contrastar los consumos de recursos observados en la situación con proyecto, tal como estaba planteado originalmente en la metodología a aplicar en el presente estudio. Se estimó, entonces, consumos de recursos para una *situación base corregida*, utilizando la mejor información y metodologías disponibles, con lo cual se realizó la re-evaluación del proyecto bajo enfoque sin reasignación.

La nueva estimación de beneficios a partir de lo observado en la situación con proyecto (medido) y la situación base corregida, significó un mejor resultado en términos de los indicadores de rentabilidad del proyecto. La TIR pasó de 22.4%, en la evaluación ex ante, a 41.3% en la evaluación ex post, considerando los mismos montos de inversión estimados en el estudio de prefactibilidad. Por su parte, el VAN varió de MM\$ 1.119 a MM\$ 3.638. Sin embargo, se debe consignar que este resultado es esencialmente incorrecto porque adolece de un error metodológico.

Los resultados obtenidos con el enfoque con reasignación, en términos de los beneficios del proyecto, son mucho más consistentes con lo

observado en proyectos de transporte. En efecto, los beneficios por ahorros de tiempo varían entre 1,4 y 2,1 veces los beneficios por ahorros de costos (combustible y otros costos de operación).

Los resultados obtenidos en términos de la rentabilidad del proyecto bajo el enfoque con reasignación variaron entre 17,1% y 15,8%, considerando los montos de inversión real, sin y con el proyecto de aguas lluvias, respectivamente. Dado lo anterior, el proyecto seguiría siendo socialmente rentable, aunque con indicadores menores que los que resultan de la evaluación sin reasignación.

En síntesis, del análisis de evaluación ex post se pueden identificar y cuantificar las principales fuentes de error, que son las siguientes:

- i. Error en metodología (se usó enfoque sin reasignación cuando correspondía con reasignación). El impacto en el valor de la TIR fue de 14 puntos porcentuales (de 22,4% a 36,5%) y el error en el valor del VAN fue de un 134% (de MM\$ 1.119 a MM\$ 2.618).
- ii. Error en cálculo de costos de inversión. Su impacto en los resultados de la evaluación fue de 8 puntos porcentuales en el valor de la TIR (varió de 36,5% a 28,4%) y una disminución de un 23% en el valor del VAN (de MM\$ 2.618 a MM\$ 2.015).
- iii. Error en factores de expansión de beneficios (de valores por períodos a totales anuales). El impacto en la rentabilidad del proyecto fue de 11,3 puntos (la TIR varió de 28,4% a 17,1%) y en el valor del VAN la diferencia fue del 68% (variación de MM\$ 1.378).
- iv. La consideración de la inversión sin y con el proyecto de aguas lluvias no tuvo un impacto muy importante. La variación del valor de la TIR fue de 1,3 puntos (de 17,1% a 15,8%) y el impacto en el valor del VAN fue de un 20% (de MM\$ 637 a MM\$ 509).
- v. Error metodológico por no considerar que la inversión se realiza en dos años. El impacto sobre la rentabilidad del proyecto no fue importante, alcanzando a medio punto porcentual (el valor de la TIR varió de 17,1% a 17,6%). El impacto en el valor del VAN fue de un 4,5%, pasando de MM\$ 637 a MM\$ 666.

## 6 MICROSIMULACIÓN DEL EJE PICARTE

### 6.1 Introducción

Esta sección reporta un análisis de un tramo del eje Picarte utilizando un Microsimulador de tráfico. Su objetivo básico es dilucidar de una manera fundamentada, si este tipo de herramienta podría ser atractiva de considerarse para el análisis operacional ex ante, a un proyecto de vialidad urbana, bajo el marco de un estudio de Pre-Inversión.

Efectivamente, el uso de Microsimuladores de tráfico es una técnica que se ha ido extendiendo en el mundo y en el país, como apoyo a las tareas relativas al análisis de situaciones puntuales de tráfico. Sin embargo, su uso aún no está formalmente considerado en las distintas metodologías existentes (salvo a nivel de SEISTU) y por lo tanto, su uso hoy en día es más bien de tipo discrecional.

Para esta aplicación de prueba se considera el uso del software **GETRAM**, desarrollado por la empresa TSS (Transport Simulation Systems). Se consideró un único período (el de mayor nivel de flujo), correspondiente a la Punta Mañana (07:45 - 08:45 hrs.) de un día laboral. Las redes codificadas abarcan el tramo del eje Picarte comprendido entre Pedro Montt y Simpson.

#### 6.1.1 Resultados de las Simulaciones

Los resultados que a continuación se exponen, representan el promedio de 10 simulaciones realizadas, considerando distintas semillas.

##### Resultados Cualitativos

- Hay una cola en Picarte (sentido Sur - Norte), al llegar a la intersección con Pedro Montt. Ésta se alcanza a disipar, holgadamente, con el tiempo de verde que tiene.
- Esta situación es consistente con las observaciones y registro filmico realizado en terreno en dicha intersección.
- No se presentan colas significativas (que no se disipen) en ninguna de las demás intersecciones del eje Picarte. Lo cual, nuevamente, es consistente con lo observado en terreno y registrado en las filmaciones.

- Los vehículos se desplazan con fluidez en condiciones de baja o nula congestión. Aspecto también consistente con lo observado en terreno.

En síntesis, se puede señalar que la simulación de la situación actual (con proyecto) reproduce las condiciones de tráfico cualitativas observadas en el eje Picarte durante el trabajo en terreno. Específicamente, no se observan colas y los vehículos circulan en condiciones sin congestión. Además y muy importantemente, se reproducen las velocidades medidas de operación en el eje aspecto que se trata en la sección siguiente.

### Resultados Cuantitativos

Los indicadores globales, han sido calculados como el promedio de los resultados obtenidos en las 10 simulaciones. A continuación se presentan tablas con los resultados obtenidos a nivel de todo el sistema (es decir, el eje Picarte y las calles que permiten el acceso o la salida de él).

**Tabla 6-1: Resultados a nivel del Sistema para cada tipo de vehículo**

Vehiculo	Flujo (Veh/hr)	Tiempo de Viaje (hrs)	Consumo Combustible (litros)
Bus Urbano	425	13	81
Bus Interprovincial	61	1	8
Auto	1,706	31	166
Camioneta	443	8	40
Camión Pesado	38	1	5
Taxi Colectivo	863	22	86
Camión Liviano	117	2	13

Fuente: resultados GETRAM.

**Tabla 6-2: Resultados a nivel del Sistema para todos los vehículos**

	Proyecto
Flujo (Veh/hr)	3,654
Tiempo (hrs)	78
Consumo Combustible (litros)	398

Fuente: resultados GETRAM.



**Tabla 6-3: Resultados de Simulaciones a nivel del eje Picarte (ambos sentidos) para todos los vehículos**

	Picarte N-S	Picarte S-N
Densidad (Veh/Km)	4.01	7.33
Velocidad Promedio (Km/hr)	53.25	53.45
Tiempo Viaje (seg)	104.00	119.00
Demora promedio (seg)	26.00	42.00
Tiempo Promedio Paradas (seg)	13.00	24.00
Nº Paradas	1.09	1.74
Cola Promedio	0.75	2.32

Fuente: Salidas GETRAM

### 6.1.2 Análisis y Conclusiones

En la presente aplicación se verificó que el microsimulador **reproduce las condiciones de tráfico observadas en el eje Picarte durante el trabajo en terreno**. Ello a un nivel tanto cuantitativo como cuantitativo. Nótese que los flujos son en este caso un dato, pero lo relevante es que la Microsimulación reproduce sin necesidad de ningún tipo de ajuste, las características más importantes del eje:

Es importante notar que el uso de un Microsimulador no reemplaza el uso de un optimizador de semáforos como TRANSYT. El Microsimulador es una herramienta de apoyo que permite realizar análisis visuales y cuantitativos, para detectar problemas puntuales (como colas).

El uso de la herramienta de microsimulación para efectos de determinar con exactitud costos operacionales del sistema, requiere de un proceso previo de ajuste de parámetros específicos de consumos unitarios para la realidad nacional (consumos unitarios con el nivel de detalle exigido por el Microsimulador). Cuando éstos y otros resultados estén disponibles, el ámbito de aplicación del modelo se extenderá.