

IV ANTECEDENTES Y ESTUDIOS DE BASE, MODELO DE TRANSPORTE

En este capítulo se detallan los antecedentes recopilados, que han sido seleccionados para utilizar en el desarrollo del presente estudio. Se destaca la recopilación y análisis de los antecedentes generados para el desarrollo del modelo Etraus, el que será utilizado para modelar el área urbana consolidada en el presente estudio. Además se ha considerado el uso de información proveniente de estudios de transporte realizados para el sector Sur-Poniente. En este sentido, se describen los estudios “Mejoramiento Ruta G-30, Cerrillos – Lonquén”, y “Estudio de Demanda para la Operación del Melitrén”.

Se debe señalar que existen dos estudios de referencia: “Análisis y Evaluación del Sistema de Transporte de la Provincia de Chacabuco”; y “Estudio Análisis e Implementación de un Modelo de Planificación para la Macrozona Central”, desarrollados por la Dirección de Planeamiento del MOP, los que se han centrado en la implementación de un modelo de equilibrio de transporte estratégico para la ciudad de Santiago, en plataforma computacional EMME/2. El presente estudio se comprende como una continuación lógica de los dos estudios mencionados, tanto en el aspecto metodológico, como en objetivo de análisis, el cual es la expansión urbana de Santiago.

Posteriormente, se presenta el desarrollo de los estudios de base, consistentes principalmente en mediciones de encuestas origen-destino y flujos vehiculares, en el eje Sur-Poniente. Esta medición constituye la información con la cual se calibró el modelo secuencial de transporte para el eje mencionado (viajes interurbanos).

Finalmente, se muestra la recopilación de antecedentes de proyectos viales y de transporte público, que se encuentran en actual fase de estudio y/o implementación, contenidos dentro del área bajo estudio.

IV.1 Recopilación de Antecedentes, Modelo de Transporte

En este capítulo se presenta los antecedentes recopilados a partir de una serie de estudios de transporte, que tienen una relación directa con el tema tratado en este trabajo, ya sea por estar éstos incluidos dentro del área de análisis, o por ser una herramienta metodológica y/o fuente de datos de terreno que tengan la posibilidad de ser aplicados al presente caso.

La idea no es presentar un resumen de cada trabajo sino más bien mostrar los aspectos que el Consultor considera que son de mediano o importante nivel de relevancia para su uso en el presente estudio. Sin embargo, la aplicación que se dará a la información recopilada se encuentra detallada en cada uno de los capítulos que presentan posteriormente, y que se refieren a la modelación de la red de transporte y de la demanda de viajes en el área bajo estudio.

IV.1.1 ESTUDIO "MEJORAMIENTO RUTA G-30 CERRILLOS - LONQUÉN"

a) Presentación

Este estudio ha sido contratado por La Subdirección de Vialidad Urbana del MOP, en el año 2000; y ha sido desarrollado por la empresa consultora Asíntota Ltda. A la fecha, el estudio aún se encuentra en etapa de desarrollo.

El objetivo del estudio es evaluar el mejoramiento de la Ruta G-30, que une a través de 30 kilómetros de vía el sector de Lonquén con la ciudad de Santiago a la altura de la comuna de Cerrillos. En efecto, en este momento dicha ruta cuenta con una calzada simple para ambos sentidos de tránsito, con todos sus cruces principales a nivel y semaforizados.

El carácter de esta vía está claramente definido como eje estructurante urbano, cuyo uso está dado en varios niveles, que van desde lo metropolitano a lo local, lo que lo hace un camino muy utilizado (de alto flujo vehicular y peatonal), por lo cual se produce sobre él variados conflictos, principalmente en los cruces con los ejes Calera de tango, Av. Lo Espejo, Av. Américo Vespucio y Camino Melipilla.

Al tema relevante en el mencionado estudio es definir el mejoramiento del Camino Lonquén, reforzando su rol y carácter urbano como eje de acceso a Santiago y eje estructurante interurbano, sin dejar de lado las realidades locales existentes.

b) Información Relevante

La principal herramienta para realizar la evaluación de las alternativas de proyecto, ha sido la construcción de un modelo de asignación vehicular, desarrollado en lenguaje Saturn. La implementación de dicho modelo requirió de la recopilación de información de base en terreno, la que se describe a continuación, y que será utilizada como parte de la información en el presente estudio.

b.1) Encuestas O/D

Se realizaron encuestas en 15 puntos de la red, principalmente a lo largo del eje, y en vías transversales a este. En la Tabla Nº IV.1.1 se detallan las intersecciones encuestadas y en la Figura Nº IV.1.1, se muestra la ubicación de los puntos.

Tabla Nº IV.1.1: Puntos de Mediciones de Encuesta Origen-Destino

INTERSECCION	MOVIMIENTOS ENCUESTADOS
Los Tilos - Av. A. Vespucio	Se encuestaron los movimientos directos por Américo Vespucio
Los Tilos - Av. Esquina Blanca	Se encuestaron los movimientos directos por Esquina Blanca
Pedro Aguirre Cerda - Camino a Lonquen	Se encuestaron los movimientos directos por Pedro Aguirre Cerda
Lo Espejo - Camino a Lonquen	Se encuestaron los movimientos directos por Américo Vespucio
Av. A. Vespucio - Camino a Lonquen	Se encuestaron los movimientos directos por Américo Vespucio
Michimalongo - Camino a Lonquen	Se encuestaron los movimientos directos por Camino a Lonquen
Camino a Melipilla - Enlace a Malloco	Se encuestaron los movimientos directos por Camino a Melipilla
Calera de Tango - Camino a Lonquen	Se encuestaron los movimientos directos por Camino a Lonquen
Calera de Tango - Autopista del Sol	Se encuestaron los movimientos directos por Calera de Tango
Loreto - Ruta G-78	Se encuestaron los movimientos directos por Loreto
El Oliveto - Ruta G-78	Se encuestaron los movimientos directos por El Oliveto
Ruta G-46 - Autopista del Sol	Se encuestaron los movimientos directos por la Ruta G-46
Ruta G-46 - Ruta G-40	Se encuestaron los movimientos de acceso y egreso por la Ruta G-40
Ruta G-30 - Ruta G-46	Se encuestaron los movimientos directos de acceso y egreso por la Ruta G-46
Calera de Tango - Ruta 5	Se encuestaron los movimientos directos por Calera de Tango

Las encuestas consultaron directamente a los conductores ruteos, el origen y destino del viaje, y fueron realizadas para dos tipos de usuarios de la red: autos y camiones, sin mayor desagregación.

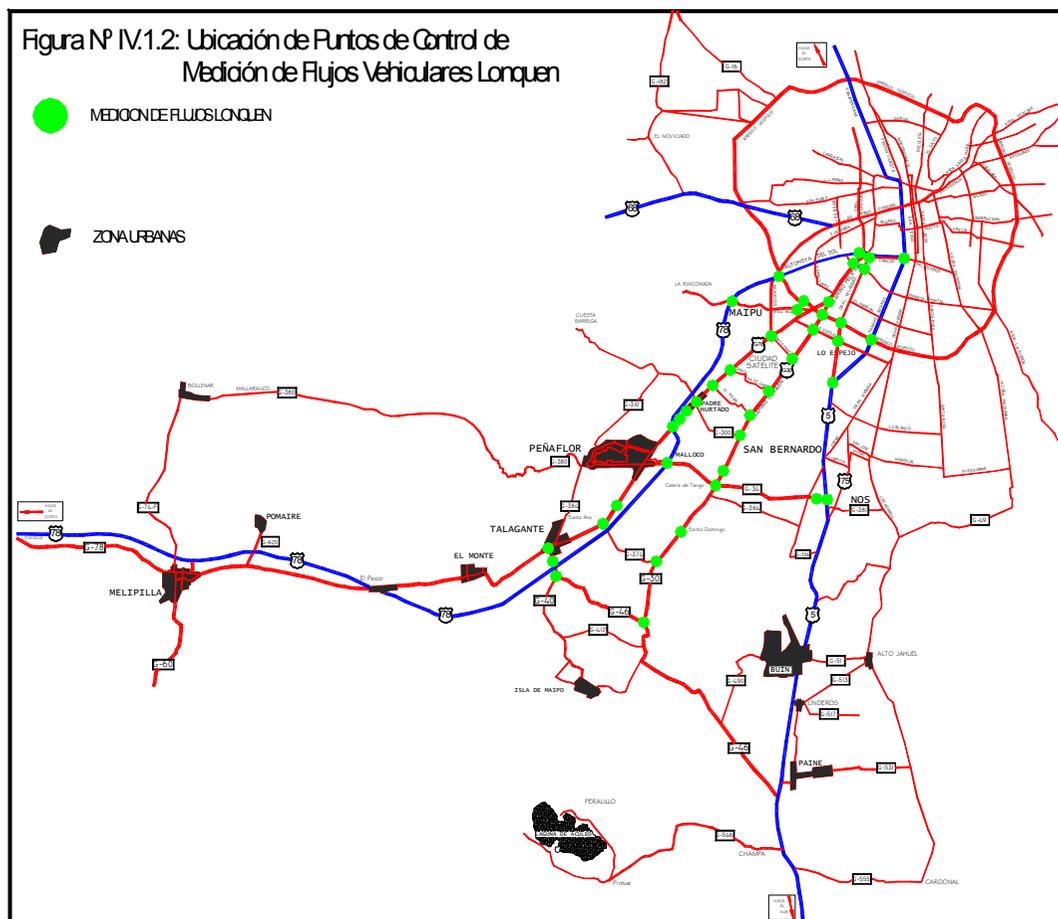
Además, se realizaron mediciones de flujo simultaneas con las encuestas O/D en los mismos puntos.

b.2)Flujos Vehiculares

Se realizaron mediciones de flujo vehicular de 2 tipos: Mediciones continuas y periódicas. Las mediciones continuas se realizaron con el objeto de determinar los períodos representativos del día, mientras que las mediciones periódicas se utilizaron el proceso de calibración de la red de modelación, para el programa de ajuste de matrices con SATME2. En la Figura N° IV.1.2, Se presenta un diagrama con la ubicación de los puntos de medición.



Figura Nº IV.1.2: Diagrama de los Puntos de Medición de Flujos Vehiculares



b.3)Velocidades

Se realizaron mediciones de velocidad en los principales ejes de la red en estudio. La medición corresponde a la velocidad media de los vehículos, bajo las condiciones de tráfico existentes en los períodos en que se tomó la muestra.

b.4)Características de la Red

La red queda delimitada por las siguientes vías y rutas: Autopista del Sol, Ruta 5 Sur, Av. Calera de Tango, camino Lonquén y la Ruta G-46.

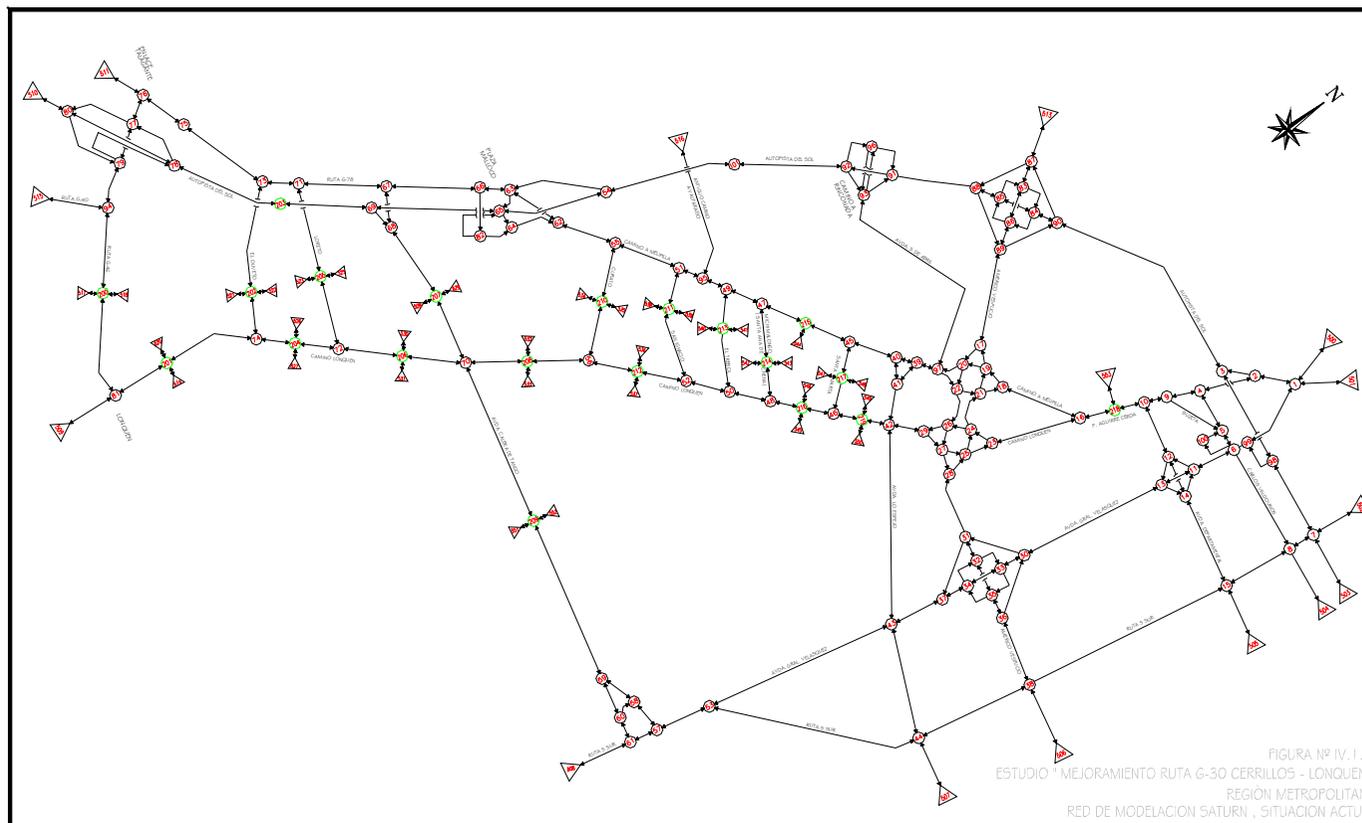
De las vías que componen la zona definida, se seleccionaron sólo aquellas donde existe demanda vehicular relevante, excluyendo de la red aquellas vías de bajo flujo que no repercuten en el análisis de la red.

A pesar de las características del eje camino a Lonquén y su ubicación con respecto al resto de los ejes que la rodean, por las grandes distancias entre los cruces, la modelación de la red se realizó completamente en red interna, donde la mayoría de los cruces se codificó detalladamente.

En la Figura N° IV.1.3 se muestra de red de modelación Saturn. Situación Actual



Figura Nº IV.1.3: Red de Modelación Saturn. Situación Actual



b.5) Períodos de Medición y Tasas de Ocupación

Se realizó un análisis de periodización en base a las mediciones continuas (24 horas del día), en los siguientes puntos:

- Camino a Lonquén - Av. Américo Vesputio
- Camino a Lonquén - Santa Marta
- Camino a Lonquén - San Ignacio
- Camino a Lonquén - Calera de Tango
- Camino a Melipilla - Santa Marta
- Camino a Melipilla - San Ignacio
- Ruta 5 - Autopista del Sol

Finalmente, se contemplo la medición de tasa de ocupación vehicular en algunos tramos del eje Lonquén, para los modos buses y vehículos livianos.

b.6) Evaluación Económica: Definición de Alternativas

Debido a la magnitud del proyecto, donde el Camino Lonquén presenta una longitud aproximada de 28 mts. y considerando la significativa variación en los niveles de flujo que transitan por él, se han propuesto variadas alternativas para los 3 tramos definidos en la etapa de diagnóstico.

Los tramos con sus respectivas alternativas quedan definidas de la siguiente forma:

- **Tramo 1:** Delimitado entre la bifurcación de camino a Melipilla con Camino a Lonquén hasta Santa Marta. Con una longitud del orden de los 5 km.

Alternativa 1 (T1-A1): En la bifurcación del Camino a Melipilla con Camino a Lonquén, se diseñó una solución a desnivel, donde se considera desnivelar el movimiento que viene desde el norte por Pedro Aguirre Cerda y que se dirige al Camino Lonquén. El movimiento contrario se contempla realizarlo a nivel. El flujo proveniente desde el Sur por Camino a Lonquén, ingresa a Pedro Aguirre Cerda, de manera que no interfiera significativamente con los vehículos provenientes desde el Camino a Melipilla, además se considera la instalación de un semáforo peatonal.

Para el cruce de Camino a Lonquén con Lo Espejo, se plantea una solución a nivel, regulada por un semáforo de dos fases. Además se considera la construcción de pistas exclusivas de virajes para los movimientos Norte - Oriente, Oriente - Sur y Poniente - Norte.

Alternativa 2 (T1-A2): Es similar a la alternativa 1, en el cruce de Camino a Lonquén con Lo Espejo se presenta otra solución, que considera la implementación de un desnivel. Donde quedaría en superficie Lo Espejo y los virajes de Camino a Lonquén, siendo regulados por semáforo.

En Lo Espejo se considera un ensanche a tres pistas, donde las dos primeras serán para el movimiento directo y el viraje a la derecha y la tercera queda para viraje exclusivo a la izquierda.

Alternativa 3 (T1-A3): Es similar a la alternativa 1, con la diferencia de que el Camino a Lonquén queda con 3 pistas por sentido.

Alternativa 4 (T1-A4): Es similar a la alternativa 2, con la diferencia de que el Camino a Lonquén queda con 3 pistas por sentido.



- **Tramo 2:** Delimitado entre Santa Marta y Loreto, con una longitud aproximada de 15 Km

Alternativa 1 (T2-A1): Se considera 1 pista por sentido en el Camino a Lonquén, con una solución a nivel para el cruce de Calera de Tango con Camino a Lonquén. Se contempla una pista exclusiva para los virajes a la izquierda. La intersección queda regulada por un semáforo de 2 fases.

Alternativa 2 (T2-A2): Es similar a la alternativa 1, con la diferencia de que el Camino a Lonquén se consideran 2 pistas por sentido.

- **Tramo 3:** Delimitado entre Loreto y Ruta G-46, con una longitud aproximada de 7 km.

Alternativa 1 (T3-A1): Se considera una pista por sentido para el Camino a Lonquén, con una solución a nivel para el cruce de Lonquén con la Ruta G-46. Con este diseño se desea liberar los virajes a la derecha y mejorar el movimiento que llega por el camino a Lonquén y vira hacia la izquierda. Con esto se mejora la capacidad del acceso poniente de la Ruta G-46, generando una pista de viraje a la izquierda.

Alternativa 2 (T3-A2): Es similar a la alternativa 1, con la diferencia de que el Camino a Lonquén se consideran 2 pistas por sentido.

Alternativa 3 (T3-A3): Es una combinación entre T2-A1 y T3-A1. Esto se hizo con la idea de generar una alternativa de bajo costo para este tramo.

IV.1.2 ESTUDIO DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO RUTA 66, RUTA DE LA FRUTA

El objetivo principal del estudio es la evaluación social de las distintas alternativas de mejoramiento del corredor que une Pelequén con San Antonio, así como la recolección de información de tránsito variada y fidedigna del sector de interés, con el fin de entregar abundantes antecedentes a los potenciales interesados en la concesión de la ruta estudiada.

Se realizó encuestas de origen/destino de viajes y de carga, donde se sondearon a los usuarios de vehículos livianos y camiones que circulan por distintos sectores del área de influencia directa del corredor. Además se consideró el desarrollo de conteos de tránsito en los mismos puntos y períodos de encuestas.

La tipología de vehículos involucrada, incluye a los cinco modos especificados en las bases técnicas, incorporándose además al modo taxicolectivo, los tipos de vehículos encuestados son: Automóviles, furgones y camionetas, taxicolectivo, buses de 2 ejes, buses de más de 2 ejes, camiones de 2 ejes y camiones de más de 2 ejes.

IV.1.2.1 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE CONTROL Y FECHAS DE MEDICIÓN

a) Encuestas en la Ruta 66: En las Tres Temporadas

Tabla Nº IV.1.2: Ubicación Encuestas Troncales Ruta 66 y Fechas de Medición

Punto Control	Localización del Punto	Sentido	Fechas de Medición		
			T. Normal	T. Alta	T. Fruta
101-1	Al Poniente del Enlace Pelequén	O-P	MA 09/Nov/99 MI 10/Nov/99 JU 11/Nov/99 SA 13/Nov/99 DO 14/Nov/99	MA 01/Feb/00 MI 02/Feb/00 JU 03/Feb/00 SA 05/Feb/00 DO 06/Feb/00	
110-1 111-1	Al Oriente de Las Cabras Al Poniente de Las Cabras	P-O O-P	MA 16/Nov/99 MI 17/Nov/99 JU 18/Nov/99 SA 20/Nov/99 DO 21/Nov/99	MA 08/Feb/00 MI 09/Feb/00 JU 10/Feb/00 SA 26/Feb/00 DO 13/Feb/00	
121-1	Al Sur de Las Rocas de Sto. Domingo	N-S	MA 23/Nov/99 MI 24/Nov/99 JU 25/Nov/99 SA 27/Nov/99 DO 28/Nov/99	MA 15/Feb/00 MI 16/Feb/00 JU 17/Feb/00 SA 19/Feb/00 DO 20/Feb/00	
1211-1 1212-1	Al Sur de Las Rocas de Sto. Domingo Al Sur de Las Rocas de Sto. Domingo	N-S N-S			MA 11/Abr/00 MI 12/Abr/00 JU 18/Abr/00 SA 08/Abr/00 DO 09/Abr/00

Fuente: Estudio Ingeniería de Tránsito Ruta 66

Tabla Nº IV.1.3: Ubicación Encuestas de Acceso a la Ruta 66 y Fechas de Medición

Punto Control	Ruta	Localización del Punto	Sentido	Fechas de Medición	
				T. Normal	T. Alta
102-1	Ruta 66	Acceso desde Malloa	N-S	MA 09/Nov/00	MA 01/Feb/00
103-1	Ruta 66	Acceso desde San Vicente	S-N	MI 10/Nov/99	MI 02/Feb/00
104-1	Ruta 66	Acceso desde Zúñiga	N-S	SA 13/Nov/99	SA 05/Feb/00
105-1	Ruta 66	Acc. Desde San Vicente Poniente	S-N	DO 14/Nov/99	DO 06/Feb/00
106-1	Ruta 66	Acc. Desde Rancagua por Ruta H-30	N-S		
107-1	Ruta 66	Acceso desde Pichidehua	S-N	MA 09/Nov/00 MI 10/Nov/99 SA 13/Nov/99 DO 14/Nov/99	MA 08/Feb/00 MI 09/Feb/00 SA 26/Feb/00 DO 13/Feb/00
112-1	Ruta 66	Acceso desde El Carmen	P-O	MA 16/Nov/99	MA 08/Feb/00
113-1	Ruta 66	Acceso desde El Manzano	P-O	MI 17/Nov/99	MI 09/Feb/00
114-1	Ruta 66	Acceso desde Villa Alhué	O-P	SA 20/Nov/99 DO 21/Nov/99	SA 26/Feb/00 DO 13/Feb/00
115-1	G-60	Enlace El Crucero–Acc. Desde Melipilla	N-S	MA 16/Nov/99	MA 15/Feb/00
116-1	G-60	Enlace Central Rapel – Acc. Central	S-N	MI 17/Nov/99 SA 20/Nov/99 DO 21/Nov/99	MI 16/Feb/00 SA 19/Feb/00 DO 20/Feb/00
119-1	Ruta 66	Acceso desde San Pedro	O-P	MA 23/Nov/99	MA 15/Feb/00
120-1	Ruta 66	Acceso desde Rapel (G-80-I)	S-N	MI 24/Nov/99 SA 27/Nov/99 DO 28/Nov/99	MI 16/Feb/00 SA 19/Feb/00 DO 20/Feb/00

Fuente: Estudio Ingeniería de Tránsito Ruta 66

b) Encuestas en la Ruta 78: Temporadas Normal y Alta

Tabla N° IV.1.4: Ubicación Encuestas Troncales Ruta 78 y Fechas de Medición

Punto Control	Localización del Punto	Sentido	Fechas de Medición	
			Temporada Normal	Temporada Alta
122-1	Poniente de Enlace Melipilla	O-P	MA 23/Nov/99	MA 15/Feb/00
123-1	Poniente de Enlace Melipilla	P-O	MI 24/Nov/99	MI 16/Feb/00
			JU 25/Nov/99	JU 17/Feb/00
			SA 27/Nov/99	SA 19/Feb/00
			DO 28/Nov/99	DO 20/Feb/00

Fuente: Estudio Ingeniería de Tránsito Ruta 66

c) Encuestas en la Ruta 5: Temporada de la Fruta

Tabla N° IV.1.5: Ubicación Encuestas Troncales Ruta 5 y Fechas de Medición

Punto Control	Localización del Punto	Sentido	Fechas de Medición
			T. de la Fruta
1001-1	Plaza de Peajes Angostura	N-S	MA 11/Abr/00
1002-1	Plaza de Peajes Angostura	S-N	MI 12/Abr/00
			JU 18/Abr/00
			SA 08/Abr/00
			DO 09/Abr/00

Fuente: Estudio Ingeniería de Tránsito Ruta 66

d) Encuestas en Otras Vías de Interés: Temporadas Normal y Alta

Tabla N° IV.1.6: Ubicación Encuestas Troncales Ruta H-80-I y H-76 y Fechas de Medición

Punto Control	Ruta	Localización del Punto	Sentido	Fechas de Medición	
				Temporada Normal	Temporada Alta
108-1	H-80-I	Al Poniente de El Tambo	O-P	MA 09/Nov/99	MA 01/Feb/00
109-1	H-80-I	Al Poniente de El Tambo	P-O	MI 10/Nov/99	MI 02/Feb/00
				SA 13/Nov/99	SA 05/Feb/00
				DO 14/Nov/99	DO 06/Feb/00
117-1	H-76	Poniente de Pichidehua	O-P	MA 16/Nov/99	MA 08/Feb/00
118-1	H-76	Poniente de Pichidehua	P-O	MI 17/Nov/99	MI 09/Feb/00
				SA 20/Nov/99	SA 26/Feb/00
				DO 21/Nov/99	DO 13/Feb/00

Fuente: Estudio Ingeniería de Tránsito Ruta 66

IV.1.2.2 CONTEOS PARA LA CALIBRACIÓN DEL MODELO DE ASIGNACIÓN

Tabla N° IV.1.7: Ubicación de los Puntos de Control de Flujos de Calibración

P. Control	Ruta	Localización del Punto de Control	Sentido	Días de Medición
201 y 202	Ruta 66	Límite Comunal de Malloa y San Vicente	O-P y P-O	T. Normal: 03, 04, 06 y 07 de Nov. T. Verano: 26, 27, 29 y 30 de Ene.
203 y 204	Ruta 66	Límite Comunal de San Vicente y Peumo	O-P y P-O	T. Normal: 03, 04, 06 y 07 de Nov. T. Verano: 26, 27, 29 y 30 de Ene.
205 y 206	Ruta 66	Límite Comunal de Peumo y Las Cabras	O-P y P-O	T. Normal: 03, 04, 06 y 07 de Nov. T. Verano: 26, 27, 29 y 30 de Ene.
207 y 208	Ruta 66	Límite Comunal de San Pedro y Santo Domingo	S-N y N-S	T. Normal: 03, 04, 06 y 07 de Nov. T. Verano: 15, 16, 19 y 20 de Feb.
209 y 210	I-80-G	Entre Litueche y Localidad de Rapel	S-N y N-S	T. Normal: 03, 04, 06 y 07 de Nov. T. Verano: 15, 16, 19 y 20 de Feb.
211 y 212	I-80-G	Entre La Estrella y Litueche	S-N y N-S	T. Normal: 03, 04, 06 y 07 de Nov.
213 y 214	H-80-I	Límite Comunal de San Vicente y Peumo	O-P y P-O	T. Normal: 03, 04, 06 y 07 de Nov. T. Verano: 26, 27, 29 y 30 de Ene.
215 y 216	H-30	Entre Rancagua y Doñihue	S-N y N-S	T. Normal: 03, 04, 06 y 07 de Nov. T. Verano: 26, 27, 29 y 30 de Ene.
217 y 218	H-38	Entre Coinco y Quinta de Tilcoco	O-P y P-O	T. Normal: 03, 04, 06 y 07 de Nov. T. Verano: 26, 27, 29 y 30 de Ene.
219 y 220	H-40	Entre Olivar y Coinco	O-P y P-O	T. Normal: 03, 04, 06 y 07 de Nov. T. Verano: 26, 27, 29 y 30 de Ene.
221 y 222		Cruce Q. De Tilcoco–Malloa–Rengo	O-P y P-O	T. Verano: 26, 27, 29 y 30 de Ene.

Fuente: Estudio Ingeniería de Tránsito Ruta 66

IV.1.2.3 RESUMEN DE LA PERIODIZACIÓN ADOPTADA

A continuación en la Tabla N° IV.1.8 y en la Tabla N° IV.1.9 se resume la periodización adoptada para las tres temporadas en estudio.

Tabla N° IV.1.8: Periodización Adoptada

Hora	Temporada Normal				Temporada Alta				Temporada de la Fruta			
	LU-JU	VI	SA	DO	LU-JU	VI	SA	DO	LU-JU	VI	SA	DO
00-01	1	1	4	1	6	6	9	6	11	11	14	11
01-02	1	1	1	1	6	6	6	6	11	11	11	11
02-03	1	1	1	1	6	6	6	6	11	11	11	11
03-04	1	1	1	1	6	6	6	6	11	11	11	11
04-05	1	1	1	1	6	6	6	6	11	11	11	11
05-06	1	1	1	1	6	6	6	6	11	11	11	11
06-07	1	1	1	1	6	6	6	6	11	11	11	11
07-08	2	2	4	1	7	7	9	6	12	12	14	11
08-09	2	3	4	1	7	7	9	6	12	13	14	11
09-10	2	3	4	1	7	7	9	6	12	13	14	11
10-11	3	3	5	4	8	8	10	9	13	13	15	14
11-12	3	3	5	4	8	8	10	9	13	13	15	14
12-13	3	3	5	4	8	8	10	9	13	13	15	14
13-14	3	3	5	4	7	8	10	9	13	13	15	14
14-15	3	3	5	4	7	8	10	9	13	13	15	14
15-16	3	5	5	4	8	10	10	9	13	15	15	14
16-17	3	5	5	5	8	10	10	9	13	15	15	15
17-18	3	5	5	5	8	10	10	9	13	15	15	15
18-19	3	5	5	5	8	10	10	10	13	15	15	15
19-20	3	5	5	5	8	10	10	10	13	15	15	15
20-21	3	5	4	5	8	10	10	10	13	15	14	15
21-22	2	5	4	4	8	10	9	10	12	15	14	14
22-23	2	4	1	4	7	10	6	10	12	14	11	14
23-24	2	4	1	1	7	9	6	9	12	14	11	11

Donde: Nocturno Bajo Laboral Alto Laboral Bajo Fin Semana Alto Fin Semana

Fuente: Estudio Ingeniería de Tránsito Ruta 66

Tabla N° IV.1.9: Horas por Período en Cada Semana Tipo

Temporada	Período	Descripción	Semanas por Año	Horas por Semana	Horas por Año
Normal	1	Nocturno	36,1	54	1.952
	2	Baja de día laboral		25	904
	3	Alta de día laboral		51	1.843
	4	Baja de fin de semana		16	578
	5	Alta de fin de semana		22	795
Alta	6	Nocturno	11,0	53	583
	7	Baja de día laboral		31	341
	8	Alta de día laboral		45	495
	9	Baja de fin de semana		15	165
	10	Alta de fin de semana		24	264
De la Fruta	11	Nocturno	5,0	54	270
	12	Baja de día laboral		25	125
	13	Alta de día laboral		51	255
	14	Baja de fin de semana		16	80
	15	Alta de fin de semana		22	110
Total			52,1	--	8.760

Fuente: Estudio Ingeniería de Tránsito Ruta 66

IV.1.3 ESTUDIO MELITREN

IV.1.3.1 OBJETIVOS

El objetivo del estudio consistió en determinar en una primera etapa la demanda de viajes en el corredor Santiago-Melipilla, tanto de viajes en transporte privado como en transporte público. En una segunda etapa se planteó la tarea de calibrar modelos de elección para determinar la demanda del tren suburbano planteado. Esta tarea determinará la rentabilidad del proyecto de concesión analizado y la conveniencia o no de desarrollarla.

IV.1.3.2 ESTUDIOS DE BASE

Para realizar el estudio se efectuaron mediciones de flujos vehiculares, tasas de ocupación, encuestas origen-destino en diversos puntos de la vialidad en el corredor Santiago-Melipilla. Se listan a continuación los puntos de control utilizados para este efecto:

Tabla N° IV.1.10: Ubicación de Puntos de Medición Continua

Punto de Control	Tipo de Medición	Ruta	Localización del Punto	Sentido	Época de Medición
01	Directo	Ruta G-78	Al Oriente del Acceso Oriente a Malloco	Ambos	Resto del año y Verano
02	Directo	Ruta G-78	Al Poniente del Acceso Poniente a Malloco	Ambos	Resto del año y Verano
03	Directo	Ruta G-78	Fin Zona Urbana al Poniente de Talagante	Ambos	Resto del año y Verano
04	Acceso	Autopista del Sol	Enlace Malloco	Directo y Todos los Accesos	Resto del año y Verano
05	Acceso	Autopista del Sol	Enlace Melipilla	Directo y Todos los Accesos	Resto del año y Verano
101	Directo	Ruta G-78	El Paico, Fin Zona Urbana	Ambos	Sólo Verano
102	Directo	Ruta G-78	El Paico, pasado paso nivel Salida Autopista	Ambos	Sólo Verano

Tabla N° IV.1.11: Ubicación de Puntos de Mediciones Periódicas

Punto de Control	Ruta	Localización del Punto
1	Ruta G-78	Al Oriente del Acceso Oriente a Malloco
2	Ruta G-78	Al Poniente del Acceso a Peñaflor
3	Ruta G-78	Fin Zona Urbana al Poniente de Talagante
4	Autopista del Sol R-78	Enlace Malloco
5	Autopista del Sol R-78	Enlace Melipilla
6	Acceso a Talagante	21 de Mayo frente a Copec
7	Camino a Melipilla	Ciudad Satélite
8	Camino a Melipilla	100 m al poniente de Pajaritos
10	G-46 con G40	Cruce Carampange al sur de Talagante
11	O'Higgins	A 200 m de plaza de Talagante
100	Camino a Melipilla	El Monte, inicio zona urbana
101	Camino a Melipilla	El Paico, fin zona urbana
102	Camino a Melipilla	El Paico, pasado paso nivel salida Autopista
103	Autopista del Sol R-78	Salida y Acceso a Pomaire
15	21 de Mayo	Entre Talagante y acceso de Autopista del Sol

IV.1.3.3 PERIODIZACIÓN

Uno de los aspectos importantes de determinar en todo estudio de transporte es lo referente a la periodización del estudio. Para este efecto se definieron a partir de las mediciones de tránsito tres períodos en la época normal laboral, correspondiendo éstos al Período Punta Mañana, Fuera de Punta y Punta Tarde, los que se definen a continuación en el siguiente cuadro:

Tabla Nº IV.1.12: Periodización Adoptada

Período de Modelación	Situación - Día - Época	Período
1	Punta Mañana - Laboral Típico - Normal	07:00-09:00
2	Fuera de Punta - Laboral Típico - Normal	09:00-15:30; 20:00-23:00
3	Punta Tarde - Laboral Típico - Normal	15:30-20:00

El cuadro siguiente muestra la hora de modelación de cada período definido y sus correspondientes factores de expansión a nivel anual.

Tabla Nº IV.1.13: Hora de Modelación y Factores de Expansión

Período	Hora de Modelación	Período día Típico Época Normal	Factor Anual
1	07:30-08:30	07:00-09:00	1007.50
2	12:00-13:00	09:00-15:30; 20:00-23:00	2999.75
3	17:00-18:00	15:30-20:00	1816.75
TOTAL			5824.00

IV.1.3.4 MODELOS DE PREFERENCIAS

El objetivo de determinar modelos de preferencias consiste en determinar las particiones modales que determinarán la captura del nuevo modo de transporte analizado. Dentro de este contexto se desarrollaron dos modelos separados, el primero de ellos determinando la elección entre automóvil y tren y el segundo de ellos determinando la elección entre bus y tren. Para estos efectos se utiliza la técnica de preferencias declaradas bajo las cuales se le consulta a un usuario (ya sea de auto o bus) qué es lo que haría bajo una situación ficticia como lo es la implementación del tren suburbano. A partir de esta información se determinan modelos de elección que especifican a través de funciones de utilidad de cada modo en competencia la probabilidad de uso por cada modo. La expresión más sencilla de este tipo de modelos la constituye el modelo Logit Multinomial, según el cual la probabilidad de usar un modo k entre varios modos de transporte tiene la siguiente especificación:

$$P_k = \frac{\exp(U_k)}{\sum_{m \in M} \exp(U_m)}$$

donde U_k corresponde a la utilidad del modo k expresada como una combinación lineal de los atributos relevantes del modo, como lo son, tiempo de viaje, tiempo de espera, tarifa o costo, etc. y M corresponde al conjunto total de alternativas disponibles.

Se presentan a continuación las especificaciones de modelos para las elecciones auto-tren y bus-tren:

Tabla Nº IV.1.14: Modelos de Elección entre Transporte Privado y Tren

ATRIBUTOS	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
Tiempo Auto Autopista del Sol	-0.0580		-0.0497	
T (Significancia del Parámetro)	-12.9		-10.59	
Tiempo Auto Ruta Antigua	-0.0429		-0.0443	
T	-18.76		-18.76	
Tiempo Tren	-0.0197		-0.0251	
T	-7.83		-10.41	
Tiempo Global		-0.0340		-0.0356
T		-14.73		-14.85
Tiempo Transbordo	-0.0242	-0.0358	-0.0275	-0.0358
T	-8.63	-12.51	-10.67	-11.45
Costo Estrato Socioeconómico 1 (I. Fam < \$303.840)	-0.0019	-0.0019		
T	-17.12	-16.50		
Costo Estrato Socioeconómico 2 (I. Fam > \$303.840)	-0.0015	-0.0015		
T	-15.44	-14.98		
Costo Todos los Estratos Socioeconómicos			-0.0022	-0.0021
T			-22.24	-21.36
Constante Autopista del Sol		-1.3040		-0.8337
T		-12.56		-7.04
Constante Ruta Antigua		-1.1350		-0.9105
T		-13.51		-9.82
Rho Squared	0.396	0.397	0.433	0.430

Tabla Nº IV.1.15: Modelos de Elección entre Transporte Público y Tren

ATRIBUTOS	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
Costo Estrato Socioeconómico 1 (I. Fam < \$303.840)	-0.00321	-0.00313	
T	-23.26	-22.80	
Costo Estrato Socioeconómico 2 (I. Fam > \$303.840)	-0.00258	-0.00254	
T	-14.69	-14.64	
Costo Todos los Estratos			-0.00359
T			-28.91
Tiempo Genérico		-0.0356	
T		-21.38	
Tiempo en Bus			-0.0362
T			-19.25
Tiempo Bus Autopista del Sol	-0.05042		
T	-7.44		
Tiempo Bus Ruta Antigua	-0.03201		
T	-17.49		
Tiempo Tren	-0.03853		-0.04658
T	-14.44		-15.04
Tiempo Taxicolectivo	-0.05188		-0.05876
T	-12.85		-13.02
Tiempo de Transbordo	-0.05178	-0.0438	-0.05924
T	-14.58	-12.02	-15.52
Estándar	0.00239	0.00215	0.00263
T	3.78	3.48	3.89
Intervalo Bus y Taxicolectivo			-0.0290
T			-3.36

Intervalo Bus	-0.03042	-0.0183	
T	-3.85	-2.55	
Intervalo Taxicolectivo	-0.05493	-0.08497	
T	-1.49	-2.56	
Intervalo Tren	-0.00909	-0.01232	-0.0132
T	-2.35	-3.35	-2.90
Constante Tren	0.7851	0.6408	1.1579
T	7.29	6.82	6.15
Constante Bus Autopista del Sol	-2.0996	-2.26778	
T	-5.77	-6.79	
Constante Bus Ruta Antigua	-0.7400	-0.5799	
T	-6.70	-6.06	
Constante Bus			-0.6703
T			-7.36
Factor de Escala Bus por Autopista del Sol	1.100	1.207	
T	12.15	13.03	
Factor de Escala Bus y Tren	1.356	1.451	1.0376
T	14.21	14.46	10.35
Factor de Escala Taxicolectivo	1.236	1.381	0.966
T	13.41	13.79	10.46
Rho Squared	0.77	0.78	0.77

IV.1.4 ESTUDIOS DESARROLLADOS PARA EL MODELO ESTRAUS II

Se recopiló toda la información posible relacionada con los desarrollos de modelos realizados por Sectra para su aplicación Etraus, versión II (Etraus II). Como es conocido, Etraus-II es un programa computacional que simula la operación de una red de transporte de nivel estratégico multimodal, incorporando la partición modal y distribución de viajes como funciones endógenas al modelo, que se retroalimentan de los resultados de costos de viajes en la red. La aplicación más conocida de Etraus-II es la modelación de la red urbana de Santiago a nivel estratégico, (410 zonas, aproximadamente 4000 arcos viales y 11 modos).

Originalmente el programa Etraus fue calibrado en base a la Encuesta Origen-Destino realizada para Santiago el año 1986. Sin embargo, el modelo presentaba problemas tanto en sus algoritmos, como en su fase predictiva para la aplicación en Santiago. En base a una “nueva” encuesta realizada el año 1991, se han desarrollado numerosos estudios, que han permitido actualizar tanto el algoritmo (ahora Etraus-II), como los modelos que alimentan la aplicación para la ciudad de Santiago. Dicha versión está operativa desde el año 1999.

A continuación, se describe los alcances y resultados de los estudios que se ha logrado recopilar a la fecha, que documentan las transformaciones realizadas. Se insiste en la idea de que Etraus-II se conceptualiza como un programa computacional de carácter paramétrico, vale decir, aplicable a otros casos que presente similitudes en la representación de la operación del transporte de una ciudad (o sector). Otro tema lo constituye la actualización de la información y modelos que constituyen el input para la aplicación “Santiago” de Etraus-II. Sin embargo, existe una tendencia a asociar Etraus-II como un modelo desarrollado exclusivamente para la ciudad de Santiago, ya que todos los avances realizados con el programa se basan en las aplicaciones realizadas para la red de Santiago.

Cabe destacar, que además de los antecedentes mencionados, se posee la información de las corridas realizadas con Etraus para las siguientes aplicaciones en Santiago:



- a. Estudio para la Concesión de Américo Vespucio, Tramo Sur-Oriente: 7 CD's conteniendo las corridas de las situaciones Base y Con Proyecto, para los cortes temporales 2005 y 2010.
- b. Corridas Red 2001, para la evaluación de las vías exclusivas de Santiago, realizada por Sectra.

IV.1.4.1 ANÁLISIS Y RECALIBRACIÓN DEL MODELO ESTRAUS (1994, FERNÁNDEZ Y DE CEA)

En este estudio se presenta la recalibración de los modelos de Etraus, tanto en su algoritmo computacional, como en su aplicación para la red de Santiago en base a la EOD 1991. El estudio fue separado en 6 partes:

Volumen I	: Antecedentes
Volumen II	: Calibración Modelos de Generación y Atracción de Viajes
Volumen III	: Calibración Modelos de Redes
Volumen IV	: Calibración Modelos de Partición Modal
Volumen V	: Calibración Modelos de Distribución
Volumen VI	: Actualización y Validación

De los anteriores, en este documento se describen los Volúmenes I, III, IV, V por considerarlos relevantes. El volumen II no se presenta, ya que los vectores de Generación y Atracción de viajes han sufrido una serie de cambios tanto en sus valores como en los criterios para su cálculo, con respecto a lo realizado en el estudio revisado. Sin embargo en el acápite siguiente se revisa un estudio realizado en el año en curso, donde se encuentra la nueva versión de los vectores de Generación y Atracción de Viajes que se utilizan para simular el modelo Etraus para Santiago.

Por otro lado, el Volumen VI contienen una serie de antecedentes que son nuevamente revisados en el estudio "Análisis Desarrollo y Mantenimiento de Modelos de Transporte Urbano", que se detalla más adelante.

1. Antecedentes (Vol I)

Se presenta un documento con un análisis de los submodelos que integran el modelo de equilibrio Etraus. Se detalla el conocido modelo de distribución del tipo gravitacional (entrópico doblemente acotado) para calcular matrices de viaje por propósito (trabajo, estudio, otros) y categoría (13 cruces entre nivel de ingreso y posesión de automóvil). Se presenta el modelo logit utilizado para el cálculo de matrices por modo (11 modos). Para la modelación de la oferta, se detalla las funciones de tiempo y costo generalizado que se asocian a cada uno de los arcos de la red, tanto para los modos públicos como para los privados.

Se presenta además un completo análisis de la Encuesta Origen y Destino para el Gran Santiago (EOD 1991), la que constituye la información fundamental en la recalibración del modelo.

2. Modelo de Partición Modal (Vol IV)

En este documento se describe el análisis del antiguo modelo Etraus, sus principales falencias, y las proposiciones para la calibración de nuevos modelos. Los principales aspectos a destacar en la calibración de estos modelos son:

- ➔ La estructura del modelo de partición modal es equivalente a la del modelo anterior, dado que se trabaja con una función de utilidad para cada uno de los 11 modos relevantes, los que



resultan ser los mismos 11 modos del modelo antiguo, y en cada uno de los propósitos (trabajo, estudio y otros), equivalentes a los antiguos.

- ➔ Sin embargo, los modelos en sí tienen variaciones con respecto a los antiguos, ya que las variables explicativas de las funciones son diferentes, y en algunos casos se adoptaron formas distintas a las lineales, optándose por expresiones del tipo Box-Cox.

Los modelos calibrados son del tipo Logit Multinomial, y se utilizó el software ALOGIT para calibrar los modelos Logit jerárquicos y el software TRIO para los modelos Logit del tipo Box-Cox. Las variables finalmente utilizadas fueron las siguientes:

TVIA_i: Tiempo de viaje en vehículo en minutos, existe para todos los modos, excepto caminata.

TCAM_i: Tiempo de caminata en minutos. Considera a las distancias de caminata en el ingreso y egreso de los modos puros y en el ingreso, transbordo y egreso de los modos combinados. Rige para todos los modos, excepto Auto chofer Auto acompañante.

TESP_i: Tiempo de espera en minutos. Todos los modos poseen TESP excepto auto chofer, auto acompañante y caminata.

TGEN_i: Tiempo generalizado de viaje. Corresponde a una combinación lineal del tiempo de viaje en vehículo, tiempo de caminata y tiempo de espera. Se utiliza cuando el parámetro asociado a alguna de las variables anteriores (usualmente *TVIA*) resulta con signo de positivo. Tiene la ventaja de que presenta menor multicolinealidad con el costo total del viaje respecto a cualquiera de las otras componentes del tiempo. Todos los modos de viaje poseerán tiempo generalizado de viaje. *TGEN* es equivalente a una combinación lineal de las tres variables de servicio: *TVIA*, *TCAM* y *TESP*. Es decir:

$$TGEN = \alpha \cdot TVIA + \beta \cdot TCAM + \delta \cdot TESP$$

Donde los coeficientes α , β y δ son los ponderadores de las distintas etapas del viaje. Estos coeficientes adoptan valores resultantes de las fases de calibración de los modelos de asignación de viajes.

COST_i: Costo total de viaje(\$ mayo de 1991). Los únicos modos que no poseen *COST* son Auto acompañante y caminata.

Frente a la necesidad de introducir el ingreso en la especificación de los modelos de partición modal, fue necesario definir a la variable *COSING* y a las "dummies" de ingresos:

COSING_i: Costo total del viaje dividido por ingreso familiar líquido del hogar del viajero. Como el ingreso líquido familiar se expresa en pesos por minuto, esta variable tiene dimensiones de minutos.

D2_i: Variable "dummy" de ingreso, que toma un valor igual a *COST*, si el individuo pertenece al segundo estrato de ingreso o cero en otro caso.

D3_i: Variable "dummy" de ingreso, que toma un valor igual a *COST*, si el individuo pertenece al tercer estrato de ingreso o cero en otro caso.

D4_i: Variable "dummy" de ingreso, que toma un valor igual a *COST*, si el individuo pertenece al cuarto estrato de ingreso o cero en otro caso.



D5: Variable “dummy” de ingreso, que toma un valor igual a COST, si el individuo pertenece al quinto estrato de ingreso o cero en otro caso.

D45: Variable “dummy” de ingreso, que toma un valor igual a COST, si el individuo pertenece al cuarto o quinto estrato de ingreso o cero en otro caso. La necesidad de definir esta variable, radicó en que por existir pocas observaciones en el quinto estrato de ingreso, para algunos propósitos - periodos el parámetro de calibración resultó inadecuado. Por la razón anterior, fue necesario fusionar, en algunos casos, el quinto estrato con el cuarto.

AUTOS: Número de autos existentes en hogar.

En las siguientes tablas se presentan los modelos elegidos, de donde se puede deducir las variables seleccionadas, y la función que cumple (Lineal o Box-Cox).

Tabla N° IV.1.16: Coeficientes y Estadígrafos, Modelos Elegidos.

Período Punta Mañana (07:30 a 08:30 hrs.)

Variables	Trabajo			Estudio			Otros		
	Theta	(t)	Lambda	Theta	(t)	Lambda	Theta	(t)	Lambda
Autos	0,97	(8,72)		0,99	(10,94)				
Tvia	-0,01	(-4,80)							
Tcam	-0,69	(-18,54)	0,258						
Tesp	-0,024	(-2,17)							
Tgen*				-0,56	(-21,56)	0,232	-0,12	(-6,52)	0,494
Costo	-0,020	(-9,75)	0,782	-0,005	(-5,56)		-0,03	(-5,03)	0,740
δ_2	0,0018	(3,29)		0,0025	(3,40)		0,0029	(2,55)	
δ_3	0,0032	(6,28)		0,0027	(3,48)		0,0036	(3,17)	
δ_4									
δ_5									
δ_{4-5}	0,0038	(6,65)		0,0038	(4,34)		0,0058	(5,67)	
Ach	-1,20	(-7,30)		-3,10	(-16,08)		-1,70	(8,61)	
Aac	-5,30	(-26,39)		-3,60	(-21,65)		-2,70	(-8,68)	
Tcol	-1,50	(-14,87)		-2,90	(-21,02)		-1,90	(-9,02)	
Metro	1,10	(7,99)		0,94	(8,84)		-0,19	(-0,71)	
Caminata	1,80	(11,21)		2,20	(18,39)		1,00	(3,52)	
Taxi	-3,60	(-16,05)		-5,20	(-14,78)		-1,90	(-4,50)	
Ach-Metro	-0,65	(-1,77)		-3,80	(-3,76)		-22,00	(-0,00)	
Aac-Metro	-1,90	(-5,57)		-2,60	(-8,78)		-2,30	(-2,21)	
Bus-Metro	-1,60	(-14,58)		-1,90	(-16,64)		-2,50	(-7,23)	
Tcol-Metro	-1,50	(-10,15)		-2,50	(-13,24)		-4,30	(-4,27)	
Bus	0,00			0,00			0,00		

δ_i : Desplazamiento del costo corresponde a personas de nivel de ingreso i .

(*): Para el tiempo generalizado (tgen) se considera la siguiente función:

$$Tgen = tvia + 2tesp + 4tcam$$

En negrilla se presentan las variables que funcionan con transformada Box-Cox.

Tabla N° IV.1.17: Coeficientes y Estadígrafos, Modelos Elegidos.

Período Fuera de Punta (10:00 a 12:00 hrs.)

Variables	Trabajo			Estudio			Otros		
	Theta	(t)	Lambda	Theta	(t)	Lambda	Theta	(t)	Lambda
Autos	0,68	(3,6)		1,60	(4,72)		1,000	(7,18)	
Tvia	-0,0022	(-1,97)							
Tcam	-0,65	(-8,26)	0,333						
Tesp	-0,055	(-1,94)							
Tgen*				-0,48	(-3,59)	0,285	-0,17	(-16,52)	0,528
Costo	-0,029	(-5,07)	0,725	-0,015	(-2,93)		-0,04	(-7,17)	0,885
δ_2	0,001	(1,29)		0,013	(2,54)		0,005	(5,22)	
δ_3	0,002	(2,21)		0,012	(2,48)		0,005	(5,66)	
δ_{4-5}	0,003	(3,81)		0,011	(2,11)		0,006	(6,63)	
cosing				-0,021	(-2,66)				
**									
Ach	-1,30	(-3,74)		-4,10	(-5,41)		-1,90	(8,70)	
Aac	-5,70	(-11,6)		-6,30	(-7,75)		-4,60	(-19,34)	
Tcol	-1,50	(-5,42)		-3,30	(-5,28)		-1,60	(-14,11)	
Metro	0,89	(2,72)		0,56	(1,13)		0,48	(3,16)	
Caminata	1,90	(4,80)		1,60	(2,10)		2,40	(13,95)	
Taxi	-2,20	(-5,16)		-20,00	(-0,01)		-2,70	(-11,16)	
Ach-Metro	-4,00	(-4,83)		-26,00	(-0,000)		-4,10	(-7,37)	
Aac-Metro	-19,0	(-0,06)		-27,00	(-0,000)		-7,60	(-7,41)	
Bus-Metro	-1,60	(-4,49)		-2,10	(-4,14)		-2,40	(-11,07)	
Tcol-Metro	-1,60	(-3,66)		-2,90	(-3,68)		-3,50	(-8,41)	
Bus	0,00			0,00			0,00		

δ_i : Desplazamiento del costo corresponde a personas de nivel de ingreso i .

(*): Para el tiempo generalizado (t_{gen}) se considera la siguiente función:

$$T_{gen} = t_{via} + 2t_{esp} + 4t_{cam}$$

(**): Costo partido por ingreso.

3. Calibración de Modelo de Distribución (Vol V)

En este tomo se describe el trabajo realizado para recalibrar el modelo de distribución existente en la versión antigua de Etraus. El texto comienza describiendo el modelo calibrado, y las bases de datos utilizadas en el modelo antiguo (EOD1986). Posteriormente se realiza un análisis de las matrices que arroja el modelo, destacándose, los grandes errores que se producen en los viajes entregados para el período “Fuera Punta”, observándose inconsistencias entre los viajes, y los conteos observados en las líneas de pantalla.

Se plantea un nuevo procedimiento de calibración, el cual consiste en realizar corridas de equilibrio para ciertos conjuntos de parámetros Beta preestablecidos, de tal manera de encontrar aquel conjunto en particular que permita igualar los valores de la entropía de las matrices simuladas con respecto a las matrices surgidas de la EOD y corregida mediante el método ACM (matrices observadas).

De, esta manera, se realizó la calibración de los nuevos valores de los parámetros Beta, obteniéndose los siguientes resultados, denominados “Betas Precalibrados”:

Tabla N° IV.1.18: Betas Precalibrados Propósito Trabajo, Según Categorías

ESTRAUS (264 zonas). Período Punta Mañana, Año 1991

Rango de Ingreso (\$ de mayo de 1991)	Sin Auto	1 Auto	2 o más autos
0 a 41.000	2,65	4,95	
41.100 a 110.400	2,69	5,10	
110.500 a 405.000	3,40	6,00	8,18
405.100 a 1.000.000	5,00	6,87	8,24
Más a 1.000.000	6,08	10,36	11,41

Tabla N° IV.1.19: Betas Precalibrados Propósito Estudio, Según Categorías

ESTRAUS (264 zonas). Período Punta Mañana, Año 1991

Rango de Ingreso (\$ de mayo de 1991)	Sin Auto	1 Auto	2 o más autos
0 a 41.000	2,75	4,10	
41.100 a 110.400	2,79	4,14	
110.500 a 405.000	3,04	4,20	4,68
405.100 a 1.000.000	5,54	5,64	5,70
Más a 1.000.000	5,64	7,80	8,00

Posteriormente se comparan los valores de entropía “observada” (EOD 1991) y “Modelada” (Betas precalibrados), obteniéndose diferencias bastante razonables. Para el caso de Trabajo, Punta Mañana se obtuvo una diferencia máxima de un 9,58%, y para el propósito Estudio, Punta mañana, dicha diferencia alcanza un valor de un 17,19%. Sin embargo, las particiones modales globales obtenidas con los “Betas Precalibrados” presentan graves inconsistencias, no coincidiendo con los totales por modos observados.

Lo anterior se explicó por un error en la interpretación del modelo de demanda, ya que la considerar el caso particular $\beta_{pn} = \lambda_{pn}$ (actualmente implementado), se deduce que cualquier

valor de Beta distinto de la unidad, es inconsistente con el modelo planteado. En efecto, lo que se está calibrando es la siguiente expresión:

$$T_{ij}^{p,n,m} = A_i^{p,n} \cdot O_i^{p,n} \cdot B_j^p \cdot D_j^p \cdot \exp(-\beta^{p,n} u_{ij}^{p,n,m})$$

Pero lo que se obtiene en la calibración del modelo de utilidad en la etapa de partición modal es la siguiente expresión:

$$(\tilde{u}_{ij}^{p,n,m} = \lambda u_{ij}^{p,n,m} = \lambda \theta_0^m + \sum_r x_r^m \lambda \theta_r^m)$$

Dada la naturaleza del modelo de partición modal, este considera la incorporación implícita de un multiplicador λ_{pn} que representa un factor de escalamiento de la muestra. Este ponderador no puede ser deducido, por lo cual no es posible obtener la función u_{ij} en forma explícita, tal como lo requiere la expresión. Luego si se utiliza \tilde{u}_{ij} , se esta ponderando doblemente la función de utilidad, lo que es incorrecto. Posteriormente, el modelo fue planteado mediante la siguiente expresión:

$$T_{ij}^{p,n,m} = A_i^{p,n} \cdot O_i^{p,n} \cdot B_j^p \cdot D_j^p \cdot \exp\{\phi^{p,n} EMU_{ij}^{p,n}\} \cdot \left\{ \frac{\exp \tilde{u}_{ij}^{p,n,m}}{\sum_k \exp \tilde{u}_{ij}^{p,n,k}} \right\}$$

donde: $EMU_{ij}^{p,n} = \ln(\sum_k \exp \lambda u_{ij}^{p,n,k})$, y $\phi = \beta/\lambda$

En donde ahora el parámetro relevante a calibrar es ϕ . Nótese que en esta expresión no es necesario deducir el valor de λ_{pn} , por lo cual se puede trabajar con \tilde{u}_{ij} .

Para obtener los valores de ϕ , se procedió con la metodología de obtención de entropías del modelo y de EOD 1991. Se observó que los valores de ϕ que reproducen la entropía esperada fluctúan entre 0.1 y 1.0, lo cual es consistente con la teoría de elección de destino-modo.

Finalmente, por simplicidad se impuso para todos los propósitos y períodos un valor de $\phi=1.0$, ya que al escoger este valor, el modelo de distribución es compatible con la formulación adoptada originalmente en Etraus ($\beta_{pn} = \lambda_{pn}$), en el cual se supone una elección simultanea de destino y modo.

En conclusión, el nuevo modelo Etraus, en su aplicación para Santiago, adopta los valores $\beta_{pn} = 1.0$ y $\phi_{nido} = 1.0, \forall \beta, \phi$. Vale decir, no se utiliza un modelo de distribución propiamente tal.

4. Calibración de Modelos de Red (Vol III)

En este tomo se describe las tareas de análisis y recalibración de los parámetros de la red de modelación de Santiago, a implementar en Etraus.

a. Calibración y validación de redes de transporte privado

Se calibraron redes de transporte privado para los períodos punta mañana, fuera de punta y punta tarde. Se calibró con el modelo de asignación a redes de transporte privado SATASS y el módulo de estimación de matrices SATME2 (ambos de SATURN). La red base incluyó la red vial primaria, considerando los arcos con estaciones de conteo de flujos vehiculares. Con esta red y los arcos usados por los recorridos de locomoción colectiva, se obtuvo la red final. Las características de cada arco se obtuvo del Censo de Infraestructura Vial de Intrat.

Antes de realizar la calibración final, se pre-calibró la red, proceso necesario para calibrar los modelos de distribución y partición modal. La calibración se compone de iteraciones entre los modelos SATASS y SATME2. Al comparar los resultados, flujos y velocidades observados v/s modelados, se realizan cambios en la red y se inicia una nueva iteración SATASS-SATME2, hasta que los deltas entre los valores observados y modelados de flujos y velocidades sean aceptables. A continuación en la Tabla N° IV.1.20 se presenta las características de las 2 redes seleccionadas para el proceso de calibración.

Tabla N° IV.1.20: Características de las redes

Red	Zonas	Conectores	Nodos	Arcos	Líneas de buses	Líneas de taxi-colectivos
AMSACIS91	264	369	988	3081	852	418
EOD91	535	808	1701	4964	794	418

Finalmente se decidió seleccionar la red de transporte privado de la EOD-91 como red base a utilizar en la recalibración de los modelos de ESTR AUS.

En la siguiente tabla se describen las características de la información de conteos de la que se dispuso para la calibración.

Tabla N° IV.1.21: Arcos totales y conteos disponibles, red EOD-91

Código Categoría	Descripción de cada categoría	Números de arcos Punta AM		Números de arcos Fuera Punta	
		Conteos	Red	Conteos	Red
1	Céntrico con Tte. Público	32	129	48	129
2	Céntrico sin Tte. Público	20	56	22	56
3	Alameda	8	53	8	53
4	Troncal semaforizada con Tte. Público	186	1244	187	1244
5	Servicio semaforizada con Tte. Público	84	1284	85	1284
6	Servicio semaforizada sin Tte. Público	46	964	49	964
7	Autovía no semaforizada	20	102	20	102
8	Locales (agregación de las 8-9 y 10)	12	1105	76	1105
11	Costanera-Cardenal Caro	9	27	11	37
Totales		417	4964	506	4974

➤ Análisis de categorías de arcos

Originalmente, las categorías de los arcos se definieron de acuerdo a las siguientes características: Jerarquía de la vía de acuerdo al documento de Jerarquización de la Red Vial de Santiago (SECTU, 1981), ancho promedio, ancho de la mediana, número de intersecciones intermedias, números de semáforos, longitud del arco, número de pistas, sectores de la ciudad con características especiales. Considerando estas características se definieron originalmente 12 categorías.

Las categorías de la EOD-91 se definieron de acuerdo al rol o función que desempeñan las vías en lo referente a servicio de transporte, agrupándose en 11 categorías.

Tabla N° IV.1.22: Categorías EOD-91

Categoría	Características de la Categoría
1	Céntrico – T. Público
2	Céntrico – sin T. Público
3	Alameda
4	Troncal – Semaforzada
5	Servicio – Semaforzada – T.Público
6	Servicio – Semaforzada sin T.Público
7	Autovía – no Semaforzada
8	Local – Semaforzada y/o Prioritaria – T.Público
9	Local – T. Público
10	Local – sin T. Público
11	Costanera – Autovía Semaforzada

➤ Tiempos a flujo libre (t_0)

En el modelo inicial para el cálculo de t_0 , la relación postulada entre t_0 y el número de semáforos por kilómetro viene dada por:

$$t_0 = A + B * (\text{semáforos}/\text{km}), \quad \left[\frac{\text{seg}}{\text{km}} \right]$$

donde: A=87.08, B=11.55

En el caso de la recalibración, la metodología empleada intenta relacionar t_0 para cada categoría de arco con las principales características físicas y operativas de los mismos, planteándose la siguiente relación lineal:

$$t_0 = a + b * x_1 + c * x_2 + d * x_3 + \dots$$

donde:

t_0 : Tiempo de viaje a flujo libre por unidad de longitud en el arco (segundo/metro)
 x_i : Variables físicas y operativas
 a, b, c, d, \dots : parámetros a calibrar

En el informe no se presentan los resultados de esta estimación.

➤ Calibración funciones BPR

Para la calibración de redes de transporte privado se analizaron dos métodos: método Binivel y Hooke & Jeeves. Con los resultados, se llegó a la conclusión que el método binivel no es apropiado para calibrar las redes de transporte privado, por lo tanto se tomó la decisión de calibrar la red de transporte privado de Santiago con el método Hooke & Jeeves.

Tabla N° IV.1.23: Resultados de la Calibración de la Red Auto FP

Categoría	α	β	r^2
1	3,00	7,20	0,3972
2	1,61	7,70	0,1970
3	1,80	7,90	0,7198
4	0,18	4,50	0,8614
5	1,63	6,10	0,6779
6	2,62	2,80	0,3708
7	1,74	4,91	0,8993
8	2,90	9,40	0,1414
11	2,70	7,40	0,1612

➤ Actuación de parámetros redes combinadas de auto-metro

La modelación de la red de auto-metro consiste, en simular la red de metro dentro de la de transporte privado. Mediante un proceso previo y utilizando el módulo de asignación de transporte público MOZARTP, se determinan las rutas mínimas sobre la red de metro. Estas rutas mínimas se definen como arcos de viaje dentro de la red tipo SATURN. Los atributos de dicho arcos son: tiempo de viaje en metro, tarifa, tiempo de espera y tiempo de caminata. Además se deben considerar arcos de transbordo que unen la red vial con la red de metro.

b. Calibración y validación de redes de transporte público

➤ Análisis y evaluación de las redes de ESTRAUS

Al calibrar las redes de transporte público en ESTRAUS se obtuvo una red para cada modo considerado en la modelación. Se calibró para cada uno de los períodos las redes de metro, bus-metro, bus y taxicolectivo-metro. El método de calibración de las redes de ESTRAUS se basa en realizar ajustes sucesivos de los parámetros, buscando replicar algunos indicadores importantes (flujos observados) al asignar una matriz observada usando un conjunto de valores dado para dichos parámetros. Sin embargo, no se disponía de la matriz observada, por tal motivo se consideró un proceso de estimación de una matriz de viajes.

Los parámetros calibrados, en el caso de las redes de transporte público, son los factores que ponderan los factores del costo generalizado de viaje y son: tiempo caminata, tiempo de espera, factor de conversión de unidades monetarias a unidades de tiempo y penalidad de transbordo. Las redes definidas son:

Red de Metro: Viajes que sólo utilizan metro y caminata en los accesos y egresos de las estaciones y de las zonas.

Red de Bus-metro: La red bus-metro considera los viajes que utilizan el modo combinado bus-metro o metro-bus y caminata de transbordo en el acceso o egreso de la red de metro y de zonas.

Red de Buses: Esta red considera los viajes que utilizan buses y taxibuses, incluyendo caminatas de transbordo y caminatas en el acceso o egreso de las zonas.

Red de metro-taxicolectivo: Esta red considera los viajes que usan el modo combinado taxicolectivo-metro y metro-taxicolectivo, y caminata de transbordo en el acceso o egreso de la red de metro, y zonas.

➤ **Análisis y definición de la información a utilizar**

Las redes de buses disponibles son las originarias del catastro del 1991 (794 líneas unidireccionales), en julio de 1992 se actualizó la red, donde se chequeó en un subconjunto de puntos de control, frecuencias y recorridos de líneas de buses, taxibuses y metrobuses. Los nuevos datos arrojaron la existencia de 852 líneas unidireccionales.

La red de Taxicolectivo que se usará, es la proveniente de la EOD-91, que consta de 209 líneas unidireccionales de taxi-colectivos frente a las 143 que se consideraron en ESTRAUS.

Las matrices fueron determinadas a partir de los datos de viajes de la encuesta a hogares, corregidos mediante el uso de las tasas ACM obtenidas para los modelos de generación. Las matrices contienen todos los viajes realizados en el modo respectivo y los modos combinados.

En cuanto a la relación entre los tiempos de viaje en autos y buses, no se dispuso de velocidades de vehículos livianos como los que necesita ESTRAUS y además las velocidades de la locomoción colectiva son poco confiables, por lo tanto, el nuevo modelo utiliza los mismos factores usados hasta ahora por ESTRAUS.

Tabla Nº IV.1.24: Factores a Emplear en el Cálculo de la Velocidad de Bus.

En Función de la de Autos

Categoría EOD 91	$V_{\text{auto}} / V_{\text{bus}}$
1	1.1068
2	-----
3	1.5545
4	1.4210
5	1.4444
6	-----
7	1.3000
8	1.4000
11	1.3000

➤ **Calibración de redes de transporte público**

La metodología propone la aplicación del algoritmo de Hooke&Jeeves para determinar valores óptimos de los parámetros de calibración de las redes de transporte público.

El algoritmo Hooke&Jeeves busca calibrar los siguientes parámetros:

- i) Factor de conversión de unidades monetarias a unidades de tiempo.
- ii) Ponderador del tiempo de espera
- iii) Ponderador del tiempo de caminata (incluido el de transbordo)



- iv) Parámetro de dispersión del modelo logit incorporado al modelo de asignación, que permite repartir los viajes de un par O-D entre las distintas rutas mínimas que lo unen.

La función objetivo que se busca minimizar, en este caso, corresponde a la suma de los cuadrados de las diferencias entre flujo observado y flujo modelado, para todos aquellos arcos en que se dispone de observaciones.

La información usada para calibrar las redes de transporte público, está constituida básicamente por los archivos de datos de codificación de las redes, las matrices de viajes a asignar sobre ellas, el conjunto de conteos observados en la red en cada caso y los tiempos de viaje de equilibrio sobre los arcos de la red de superficie. Los valores finalmente obtenidos se presentan en la siguiente Tabla.

Tabla N° IV.1.25: Resultados de la Calibración de la Red de Buses y Taxibuses,

Valores de los Parámetros Calibrados

Período	Factor \$/min	Ponderador tpo. caminata	Ponderador tpo. espera
Punta Mañana	2,00	4,20	1,00
Fuera de Punta	4,40	6,20	2,80

Posteriormente se realizó una validación de las redes de transporte público se basó en la información de niveles de servicio en la red, básicamente a través de la comparación de los tiempos de viaje recolectados en la EOD con los modelados por la asignación a redes de transporte público, para los valores de los parámetros calibrados.

Para asegurar una buena comparación entre los tiempos de viaje, tanto las matrices de viajes que son asignadas en la red como las distribuciones de tiempos observadas, están corregidas mediante el uso de las tasas ACM.

IV.1.4.2 ORDENES DE TRABAJO REFERIDAS A ACTUALIZACIONES DE ESTRAUS-II

IV.1.4.2.1 Análisis Desarrollo Y Mantención De Modelos De Transporte Urbano

Este informe corresponde a la orden de trabajo "Análisis Desarrollo y Mantención de Modelos de Transporte Urbano". Se trata de un informe complementario al estudio de recalibración del año 1994. Se presentan los cambios realizados en el programa fuente de Estraus, y algunos tópicos que no fueron desarrollados en la calibración original.

1. Análisis de Redes

Análisis de Redes de Transporte Privado

A continuación se presenta una comparación entre redes CAL91 y SACIS91. Para elaborar el "Plan de Santiago" se utilizaron como base las redes **AMSACIS91** y **FPSACIS91**, con estas redes se simuló la operación del transporte privado en los periodos punta de la mañana y fuera de punta del año 1991.

Por otra parte existen las redes **AMCAL91** y **FPCAL91**, que son producto del estudio "Análisis y Recalibración de los Modelos de ESTRAUS", redes calibradas que representan la operación del transporte privado en los períodos punta mañana y fuera de punta del año 1991.

a) Características generales de las redes: La siguiente tabla presenta una comparación de las características generales de las cuatro redes de transporte privado, objeto del estudio.

Tabla Nº IV.1.26: Características Generales de la Redes.

Características	AMSACIS91	AMCAL91	FPSACIS91	FPCAL91
Zonas internas	250	521	250	521
Zonas Externas	14	14	14	14
Número de conectores	369	808	369	808
Número de nodos	988	1701	988	1701
Número de arcos de viajes	3081	4964	3089	4914
Núm. Líneas de buses y taxibuses	852	794	852	794
Núm. de líneas de taxicolectivos	418	418	414	418

a.1.) Redes del Período Punta Mañana: En AMCAL91, el total de arcos de viajes, incluyendo los arcos que provienen del proceso de desagregación de intersecciones, llega a 5657, mientras que en la red AMSACIS91 es de 3082 arcos, de donde 1832 son arcos comunes. Pero estos arcos comunes presentan características distintas en cada red. Difieren en el tipo de arco, parámetros de la curva flujo-tiempo y al tiempo a flujo libre (o velocidad a flujo libre). Por otra parte las diferencias de longitudes de los arcos comunes de ambas redes son menores.

a.2.) Redes del Período Fuera de Punta: En FPCAL91, el total de arcos de viajes es de 4964, mientras que en la red FPSACIS91 es de 3089 arcos, de donde 1838 son arcos comunes. En este período también existe diferencia en las características de cada red. Hay diferencias en capacidad y el 18 % de los arcos difiere en la longitud.

b) Tiempo de viaje a flujo libre en los arcos de la red (t_0): La metodología usada para calcular el tiempo a flujo libre (t_0) no es la misma en las redes SACIS91 y CAL91, por lo que no es extraño que arcos comunes, tengan tiempos a flujo libre diferentes.

b.1.) Estimación de t_0 en redes AMSACIS91 y FPSACIS91: En la generación de las redes AMSACIS91 y FPSACIS91, la estimación de t_0 está relacionada con la semaforización del arco. De donde t_0 queda expresado de la siguiente manera:

$$t_0 = A + B * (\text{semáforos}/\text{km}), \left[\frac{\text{seg}}{\text{km}} \right]$$

donde A y B son los parámetros calibrados y tienen los siguientes valores A=87.08 y B=11.55.

b.2.) Estimación de t_0 en redes calibradas AMCAL91 y FPCAL91: La metodología utilizada en las redes calibradas relaciona el tiempo de viaje a flujo libre t_0 para cada categoría de arco. planteándose la siguiente relación lineal:

$$t_0 = a + b * x1 + c * x2 + d * x3 + \dots$$

donde:

- t_0 :Tiempo de viaje a flujo libre por unidad de longitud en el arco de una clase determinada y expresado en unidades de (seg/mts)
- $x1$:Variables físicas y operativas del arco

a, b, c, d, \dots :Parámetros de calibración.

Las principales características físicas y operativas consideradas para la calibración de la red son:

- Ubicación del arco
- Existencia de semaforización
- Existencia de discos PARE
- Existencias de discos CEDA EL PASO.
- Velocidad máxima (regulación)
- Actividad Peatonal
- Actividad de paraderos de locomoción colectiva
- Actividad de estacionamientos
- Número de pistas por arco
- Direccionalidad (unidireccional, bidireccional con y sin bandejón)
- Longitud.

c) Categorización de los arcos de la red: La metodología usada para calcular el tiempo a flujo libre (t_0) no es la misma en las redes SACIS91 y CAL91, por lo que no es extraño

c.1.) Metodología utilizada en las redes AMSACIS91 y FPSACIS91: Los parámetros α y β de las curvas flujo-tiempo incorporados en las redes AMSACIS91 y FPSACIS91, se obtuvieron utilizando procedimientos de calibración.

$$t(f) = t_0 \left(1 + \alpha \left(\frac{f}{k} \right)^\beta \right)$$

donde t_0 representa al tiempo a flujo libre, k es la capacidad, $t(f)$ es el tiempo de viaje en el arco a un flujo f y, finalmente, α y β son parámetros de calibración.

c.2.) Metodología utilizada en las redes calibradas AMCAL91 y FPCAL91: En este caso, se adoptó una nueva categorización de los arcos. La siguiente tabla presenta las categorías consideradas en las redes calibradas.

Tabla N° IV.1.27: Categorías Redes Calibradas

Categoría	Características de la Categoría
1	Céntrico - con Transporte Público
2	Céntrico - sin Transporte Público
3	Alameda
4	Troncal - Semaforizada
5	Servicio - Semaforizada - con Transporte Público
6	Servicio - Semaforizada - con Transporte Público
7	Autovía - no Semaforizada
8	Local - Semaforizada y/o Prioritaria - T. Público
9	Local - con T. Público
10	Local - sin T. Público
11	Costanera - Autovía Semaforizada

La Tabla N° IV.1.28 presenta los valores calibrados de los parámetros α y β . Red de transporte privado, período punta mañana y los indicadores globales obtenidos en ella.

Tabla Nº IV.1.28: Valores α y β Calibrados. Período Punta Mañana.

Categoría	Alfa	Beta	r^2
1	0.88	6.20	0.3218
2	3.00	6.20	0.4647
3	0.03	5.60	0.5007
4	0.85	4.20	0.6704
5	2.22	3.70	0.7898
6	2.71	2.50	0.3156
7	1.47	4.00	0.7054
8	2.11	6.00	0.3802
11	0.27	5.80	0.7568
r^2			0.7851

Nota: Los valores originales de α están corregidos

La Tabla Nº IV.1.29 presenta los valores calibrados de los parámetros α y β . Red de transporte privado, período fuera de punta mañana y los indicadores globales obtenidos en ella.

Tabla Nº IV.1.29: Valores α y β Calibrados. Período Fuera de Punta.

Categoría	Alfa	Beta	r^2
1	3.00	7.20	0.3972
2	1.61	7.70	0.1970
3	1.80	7.90	0.7198
4	0.18	4.50	0.8614
5	1.63	6.10	0.6779
6	2.62	2.80	0.3708
7	1.74	4.91	0.8993
8	2.90	9.40	0.1414
11	2.70	7.40	0.1621
r^2			0.8533

En la siguiente tabla se resume el número de arcos por categoría existentes en la red *calibrada*.

Tabla Nº IV.1.30: Número de Arcos por Categoría, Red Calibrada AMCAL91

Código Categoría	Descripción de cada Categoría	Punta AM
		Red
1	Céntrico con Tpte. Público	129
2	Céntrico sin Tpte. Público	56
3	Alameda	53
4	Troncal semaf. con Tpte. Público	1244
5	Servicio semaf. con Tpte. Público	1284
6	Servicio semaf. sin Tpte. Público	964
7	Autovía no semaforizada	102
8	Locales (agregación de la 8-9 y 10)	1105
11	Costanera - Cardenal Caro	27
Total		4964

Fuente: Calibración Redes Privadas. Informe Final EOD-91. Volumen III.

d) Intersecciones Desagregadas: En total se desagregaron 31 intersecciones de la red, para el caso del período punta de la mañana (red AMCAL91). Ella son las siguientes:

- ➔ Av. Eliodoro Yáñez - Providencia
- ➔ Pte. Lo Saldes - Av. Santa María
- ➔ Franklin - Av. Norte Sur
- ➔ Copiapó - Av. Norte Sur
- ➔ Alameda - Mac Iver
- ➔ Av. Matta - Av. Vicuña Mackenna
- ➔ Av. Las Tranqueras - Av. Kennedy
- ➔ Av. General Velásquez - Alameda
- ➔ Av. Irarrázabal - Américo Vespucio
- ➔ Av. Irarrázabal - Ramón Cruz
- ➔ Vic. Mackenna - Diez de Julio
- ➔ Alameda - Almirante Latorre
- ➔ Av. Salvador - Av. Providencia
- ➔ Alameda - San Francisco
- ➔ Alameda - Portugal
- ➔ Av. Apoquindo - Gert. Echeñique
- ➔ Av. Eliodoro Yáñez - Av. Los Leones
- ➔ Av. Francisco Bilbao - Av. Tobalaba
- ➔ Ñuble - Av. Vicuña Mackenna
- ➔ Av. Providencia - Av. Bustamante
- ➔ Av. Francisco Bilbao - Av. Los Leones
- ➔ Av. Pedro de Valdivia - Av. Francisco Bilbao
- ➔ Av. Irarrázabal - Av.- Bustamante
- ➔ Av. Pedro de Valdivia - Av. Grecia
- ➔ Av. El Bosque - Av. Apoquindo
- ➔ Av. Diego de Almagro - Av. Los Leones
- ➔ Alameda - Av. Las Rejas
- ➔ Av. Apoquindo - Av. Alcántara
- ➔ Av. Manquehue - Av. C. Colón
- ➔ Pdte. Riesco - Américo Vespucio
- ➔ Av. Pedro de Valdivia - Av. 11 de Septiembre

e) Resultados de Asignación de Equilibrio de Transporte Privado, en el período punta de la mañana (demanda fija):

e.1.) Indicadores medio de asignación: La Tabla N° IV.1.31 presenta una comparación de los indicadores globales de la asignación de equilibrio de transporte privado, que entrega el programa **satass**.

Tabla N° IV.1.31: Resultados Globales de la Asignación. Flujos Totales

RED	AMSACIS91	AMCAL91
Viajes interzonales asignados	186653	190845
Pcu-hr/hr	166709	141432
Pcu-Km/hr	2309426	2351397
Velocidad media (Km/hr)	13.9	16.6
Tiempo medio de viaje (min)	46.5	36.0
Distancia Media Viaje (km)	10.78	9.96



Descripción General del Proceso de Definición y Calibración de las Redes de Transporte Público AMCAL91 y FPCAL91

1.) Descripción del Proceso: Se utilizó el algoritmo Hooke & Jeeves para determinar los valores óptimos de los parámetros de calibración de las redes de transporte público. Dicho algoritmo es un procedimiento iterativo, usado para resolver problemas de optimización con función objetivo no convexa y sin una expresión explícita para sus derivadas respecto de las variables de decisión del problema.

En la implementación computacional del método de calibración propuesto, se utilizó el modelo de asignación a redes de transporte público ARTP para obtener los flujos modelados sobre la red a calibrar, mediante la asignación de la matriz de viajes observada.

2.) Resultados de Calibración: Los resultados de la calibración de la red de buses y taxibuses se presentan en la siguiente tabla:

Tabla N° IV.1.32: Valores de los Parámetros Calibrados, Red de Bus-Taxibus AMSACIS91 y

Período	Factor de Conversión	Ponderador Tpo. de Caminata	Ponderador Tpo. de Espera
AM	2.00	4.20	1.00
FP	2.00	4.20	1.00

2. Codificación de Redes

a) Objetivos: Esta tarea tiene por objeto básicamente la codificación de distintas redes para los años 1997 y 2000, tomando como base las redes calibradas en el estudio “Análisis y Recalibración de los Modelos de ESTRAUS”. Sobre dichas redes se incorporan aquellos proyectos definidos en la situación base en el contexto del desarrollo del “Plan de Santiago”.

b) Definición General de la Situación Base, año 1997: Para la evaluación social de los Planes de desarrollo se consideró una situación base, que corresponde a lo que será aproximadamente el Sistema de Transporte Urbano del Gran Santiago a mediados del año 1997. La siguiente tabla presenta un listado de los proyectos codificados.

Tabla N° IV.1.33: Proyectos Incluidos en la Situación Base 1997

Tipo de Proyecto	Proyectos
VIALES	Américo Vespucio
	Costanera Norte
	Costanera Sur
	Carmen – Lira – Las Industrias
	General Velásquez
	Zanjón de la Aguada
	Anillo Intermedio
	Tobalaba
	Froilán Roa – Colombia
	Pedro Aguirre Cerda
	Departamental
	Bilbao
	Carrascal
	Conexión Tobalaba – Puente del Cerro
	Av. Las Condes
	Manquehue y Apoquindo
	Av. La Florida
	Providencia
	Presidente Riesco
	Av. Norte Sur
SCAT y Gestión de Tránsito	
PRIORIDADES	Vía Exclusiva Santa Rosa
TRANSPORTE PUBLICO	Paradas y Pistas sólo buses Providencia, Apoquindo
LINEA 5 DEL METRO DE SANTIAGO	
	Puente Tabancura y Accesos
	Costanera Norte (Tabancura – La Dehesa)
LO BARNECHEA	Costanera Sur (Lo Curro – Tabancura)
	Nudo la Dehesa y Accesos
	Ensanche Puente Las Hualtatas
REPAVIMENTACION COMUNAS SANTIAGO Y PROVIDENCIA	
AUTOPISTA RUTA 78 TRAMO URBANO	

c) Criterios de Codificación:

c.1.) Modificaciones en la capacidad de los arcos: Para los arcos existentes en que se verifican variaciones de capacidad entre los años 1991 y 1997 (comparación redes AMSACIS91 v/s AMBAS397 y redes FPSACIS91 v/s FPBAS397, la capacidad considerada en la nueva red correspondiente al año 1997, se calcula con la siguiente expresión:

$$\Delta_a = \frac{C_a^{AMBAS397} - C_a^{AMSACIS91}}{C_a^{AMSACIS91}}; \tilde{C}_a^{AMCAL91} = \tilde{C}_a^{AMCAL91} \cdot (1 + \Delta_a); \forall_a$$

donde $C_a^{AMSACIS91}$ corresponde a la capacidad del arco a para el año 1991 en la red AMSACIS91; $C_a^{AMBAS397}$ es la capacidad del arco a para el año 1997 en la red que representa a la situación base (red AMBAS397); Δ_a es la variación porcentual de capacidad para el arco a . $\tilde{C}_a^{AMCAL91}$

corresponde a la capacidad del arco a para el año 1991 en la red AMCAL91 y finalmente, $\tilde{C}_a^{AMCAL97}$ es la capacidad del arco a resultante en la nueva codificación.

c.2.) Modificaciones en los tiempos de viaje a flujo libre y a capacidad: Para el caso de los cambios en el tiempo a flujo libre t_0 (o velocidad a flujo libre v_0), entre los años 1991 y 1997, este se calcula basándose en diferencias porcentuales, tal como lo indica la siguiente expresión.

$$\Delta t_0 = \frac{t_0^{AMBAS397} - t_0^{AMSACIS91}}{t_0^{AMSACIS91}}; \tilde{t}_0^{AMCAL97} = \tilde{t}_0^{AMCAL91} \cdot (1 + \Delta t_0)$$

donde $t_0^{AMSACIS91}$ corresponde al tiempo a flujo libre para el año 1991 en la red AMSACIS91; $t_0^{AMBAS397}$ es el tiempo a flujo libre para el año 1997 en la red que representa a la situación base (red AMBAS397); Δt_0 es la variación porcentual en tiempo a flujo libre. $\tilde{t}_0^{AMCAL91}$ corresponde al tiempo a flujo libre para el año 1991 en la red AMCAL91 y finalmente, $\tilde{t}_0^{AMCAL97}$ es el tiempo a flujo libre en la nueva codificación.

3. Cambios Computacionales

Entre los cambios computacionales se destacan los siguientes:

a) Actualización de Parámetros Principales de los Módulos de ESTRAUS:

a.1.) Inclusión de nuevas estimaciones de rendimiento de los vehículos:

➔ Rendimiento medio de un vehículo	=	10.0	(km./lts)
➔ Valor de la bencina en el año 1991	=	128.0	(\$/lts)
➔ Consumo (en \$/km.)	=	12.8	(\$/km.)

a.2.) Inclusión de nueva velocidad de caminata: La variable "**velcam**" indica la velocidad de caminata, en kilómetros por minuto y adopta ahora el valor 0.06 (km./min).

a.3.) Inclusión de nuevas tarifas de taxi: Las tarifas corresponden, en moneda de 1991, a \$150 para la bajada de bandera y \$30 para la tarifa correspondiente a 200 metros de recorrido.

a.4.) Inclusión de nueva variable de costo máximo: El nuevo parámetro "**est_max**" representa un costo infinito (700) para aquellos pares O-D en los cuales no hay viajes observados en la OED.

a.5.) Inclusión de límite para distancia máxima de caminata: Se estableció una distancia máxima de caminata de 4 kilómetros, a fin de que las simulaciones realizadas con ESTRAUS sean consistentes con la calibración de los modelos de *demanda* (partición modal).

La variable "**mx_distcam**" indica la distancia máxima permitida para un viaje en modo caminata. Esta variable toma el valor 4.0 (km.). Además de lo anterior, para el caso del propósito "trabajo" y "estudio" en el período punta de la mañana, en forma consistente con la evidencia contenida en la encuesta, se adoptó un límite de 2.5 (km.) incluido en la variable "**mx_distcam_eo_am**", finalmente para el propósito "otros" en período fuera de punta, se adoptó un límite de 2.0 (km.) incluido en la variable "**mx_distcam_o fp**".

b) Actualización de los Parámetros incluidos en los modelos de demanda:

b.1.) Disponibilidad de los modos: A fin de lograr consistencia con la calibración de los modelos de *demanda* (Partición Modal), se actualizaron los criterios de disponibilidad de los modos:

Disponibilidad de taxi: Se considera que siempre es un modo disponible. En tal sentido, la versión anterior de ESTRAUS, no lo consideraba disponible para usuarios de ingreso por hogar inferior \$110.100. La disponibilidad del autoacompañante, autochofer-metro y autoacompañante-metro: son equivalentes a la versión anterior.

b.2.) Número de autos correspondiente a cada categoría de ESTRAUS: Como consecuencia de la nueva información de tasa de motorización por hogar recabada mediante la "Encuesta Origen Destino de Viajes del Gran Santiago", se actualizó la información relativa a número medio de vehículos de las categorías ESTRAUS.

La Tabla N° IV.1.34 presenta el número medio de vehículos para cada categoría ESTRAUS, el cual se almacena en el arreglo **naut(i)** que corresponde al número medio de vehículos por tipo de persona (**i**) (13 categorías ESTRAUS).

Tabla N° IV.1.34: Número medios de vehículos, según categorías ESTRAUS.

Valores del Arreglo naut(i), Año 1991

Rango de Ingreso (\$ de mayo de 1991)	Sin auto	1 auto	2 ó más autos
0 a 41.000	0	1	
41.100 a 110.400	0	1	
110.500 a 405.000	0	1	2.1274
405.100 a 1.000.000	0	1	2.2190
Más de 1.000.000	0	1	2.5973

c) Modificaciones para eliminar el tratamiento especial de propósito "OTROS": en el marco del estudio "Análisis y Recalibración de los Modelos de ESTRAUS no se justifica mantener un proceso "exclusivo para el tratamiento del propósito otros", en las etapas de distribución y partición modal implementado en la versión original de ESTRAUS, como consecuencia de la imposibilidad de obtener resultados aceptables en la calibración de los modelos de demanda para ese propósito en particular. Luego el tratamiento del propósito "otros" es equivalente a "trabajo" y "estudio" y se realiza mediante un balance biproportional con múltiples orígenes y un destino.

d) Modificaciones en los modelos de distribución para considerar la estructura de celdas sin viajes de las matrices observadas: A continuación se presentan los nuevos archivos de datos: A objeto de que las aplicaciones del modelo ESTRAUS tengan consistencia con los modelos de distribución calibrados (que reconocen implícitamente la estructura de celdas sin observaciones recabada mediante la EOD-91), fue necesario modificar los programas computacionales para considerar la estructura de viajes del año base de calibración.

Para tal fin se crearon archivos de estructura de matrices de viajes observadas, los cuales deben ubicarse en el directorio principal de la *corrida*. Los archivos de estructura se denominan "**estppnn.bin**", en que **pp** indica la numeración del propósito de viajes (trabajo, estudio y otros) y **nn** indica la numeración de cada una de las 13 categorías de usuarios ESTRAUS.

Los archivos "**estppnn.bin**" corresponden a matrices en formato binario, en la que para cada par origen-destino (i,j) se indica mediante el valor 1 si existen viajes observados en la EOD-91, y con el valor 0 el caso contrario.

e) Modificación para incorporar la dimensión de licencias en la definición de categorías de usuario: Con el objeto de reproducir las disponibilidades de los modos consideradas en la calibración de los modelos de *demanda* (Partición Modal), es necesario distinguir también la posesión de licencias de conducir, para aquellas personas que viajan con un propósito y en una categoría de usuarios que disponen de algún automóvil.

Las personas que tienen licencia de conducir, y pertenecen a hogares con al menos un vehículo, tienen disponible, entre otros modos, los modos Autochofer y Autochofer-metro. Por otra parte, aquellas personas que no tienen licencias de conducir no tienen disponible el modo Autochofer y Autochofer-metro.

Lo anterior implica incluir una nueva dimensión en la definición de las categorías de ESTRAUS, las que tradicionalmente están definidas por el cruce entre las variables de ingreso y posesión de automóvil. En tal sentido los valores de la nueva dimensión de "licencias" son una características de la categorización adoptada, en forma similar al ingreso medio y disponibilidad de automóvil.

Dado que la consideración de las "licencias" sólo es relevante en las etapas de *demanda* de ESTRAUS, se modificó el programa con el fin de considerar la nueva dimensión sin aumentar el número de archivos de resultados que genera el modelo.

e.1.) Nuevos archivos de datos: Se crearon nuevos archivos que contienen la "probabilidad de que una persona que viaja, tenga licencia de conducir", $\alpha^{p,n}$.

En que $\alpha^{p,n}$ representa la probabilidad de que un viaje de usuarios de categoría (n) y realizado con propósito (p) corresponda a una persona que tiene licencia de conducir (y en consecuencia tenga disponible el automóvil).

A continuación las siguientes tablas, presentan los valores de los parámetros $\alpha^{p,n}$ (probabilidades de que una persona de la categoría (n) que viaja con propósito (p) tenga licencia de conducir).

Tabla Nº IV.1.35: Valores de Parámetros $\alpha^{p,n}$, Propósito Trabajo. Según Categorías ESTRAUS, Período Punta Mañana

Rango de Ingreso (\$ de mayo de 1991)	Sin auto	1 auto	2 ó más autos
0 a 41.000	0.00	0.50	
41.100 a 110.400	0.00	0.66	
110.500 a 405.000	0.00	0.79	0.91
405.100 a 1.000.000	0.00	0.88	0.95
Más de 1.000.000	0.00	0.88	0.95

Tabla Nº IV.1.36: Valores de Parámetros $\alpha^{p,n}$, Propósito Estudio. Según Categorías ESTRAUS, Período Punta Mañana

Rango de Ingreso (\$ de mayo de 1991)	Sin auto	1 auto	2 ó más autos
0 a 41.000	0.00	0.50	
41.100 a 110.400	0.00	0.07	
110.500 a 405.000	0.00	0.14	0.24
405.100 a 1.000.000	0.00	0.18	0.32
Más de 1.000.000	0.00	0.18	0.36

Tabla Nº IV.1.37: Valores de Parámetros $\alpha^{p,n}$, Propósito Otros. Según Categorías ESTRAUS, Período Punta Mañana

Rango de Ingreso (\$ de mayo de 1991)	Sin auto	1 auto	2 ó más autos
0 a 41.000	0.00	0.51	
41.100 a 110.400	0.00	0.60	
110.500 a 405.000	0.00	0.75	0.87
405.100 a 1.000.000	0.00	0.96	0.96
Más de 1.000.000	0.00	1.00	1.00

Tabla Nº IV.1.38: Valores de Parámetros $\alpha^{p,n}$, Propósito Trabajo. Según Categorías ESTRAUS, Período Fuera de Punta

Rango de Ingreso (\$ de mayo de 1991)	Sin auto	1 auto	2 ó más autos
0 a 41.000	0.00	0.72	
41.100 a 110.400	0.00	0.72	
110.500 a 405.000	0.00	0.82	0.91
405.100 a 1.000.000	0.00	0.85	0.95
Más de 1.000.000	0.00	0.85	1.00

Tabla Nº IV.1.39: Valores de Parámetros $\alpha^{p,n}$, Propósito Estudio. Según Categorías ESTRAUS, Período Fuera de Punta

Rango de Ingreso (\$ de mayo de 1991)	Sin auto	1 auto	2 ó más autos
0 a 41.000	0.00	0.36	
41.100 a 110.400	0.00	0.36	
110.500 a 405.000	0.00	0.51	0.60
405.100 a 1.000.000	0.00	0.85	0.85
Más de 1.000.000	0.00	0.85	0.85

Tabla Nº IV.1.40: Valores de Parámetros $\alpha^{p,n}$, Propósito Otros. Según Categorías ESTRAUS, Período Fuera de Punta

Rango de Ingreso (\$ de mayo de 1991)	Sin auto	1 auto	2 ó más autos
0 a 41.000	0.00	0.46	
41.100 a 110.400	0.00	0.49	
110.500 a 405.000	0.00	0.59	0.72
405.100 a 1.000.000	0.00	0.65	0.78
Más de 1.000.000	0.00	0.65	0.89

e.2.) Formulación matemática de los modelos de distribución y partición modal: Consistente con lo indicado, fue necesario desarrollar una nueva estructura matemática para los modelos de distribución y partición modal, a fin de incluir la dimensión de las licencias en las etapas de demanda del modelo.

La formulación implementada en ESTRAUS considera que $\{\lambda^{p,n} = \beta^{p,n}\}$, implicando que las etapas de "distribución y partición modal, se realizan a un mismo nivel". Al reemplazar la expresión de $L_{ij}^{p,n,lic}$, y considerar $\{\lambda^{p,n} = \beta^{p,n}\}$ se obtiene la siguiente para los viajes de modo, para los dos niveles de disponibilidad de licencias ("1" con licencias y "2" sin licencias).

$$T_{ij}^{p,n,m,1} = A^{p,n,1} \cdot O_i^{p,n} \cdot \alpha^{p,n} \cdot B_j^p \cdot D_j^p \cdot \exp(-\beta^{p,n} u_{ij}^{p,n,m,1})$$

$$T_{ij}^{p,n,m,2} = A^{p,n,2} \cdot O_i^{p,n} \cdot (1 - \alpha^{p,n}) \cdot B_j^p \cdot D_j^p \cdot \exp(-\beta^{p,n} u_{ij}^{p,n,m,2})$$

El valor $u_{ij}^{p,n,m,1}$ representa la utilidad de viajar entre el par (i,j) en modo (m), con un propósito (p), para usuarios de categoría (n), **con** licencia. En este caso, $u_{ij}^{p,n,m,1}$ toma los valores "normales" que entrega la evaluación de la función de utilidad. Sin embargo, para el caso **sin** licencias, $u_{ij}^{p,n,m,2}$ toma los valores "normales", para todos los modos a excepción de los modos Autochofer y Autochofer-metro, para los cuales toma el valor infinito (modo no disponible).

Finalmente, los viajes totales por modo (m) entre un par (i,j) con propósitos (p) y categoría (n), se estiman valorando la siguiente expresión:

$$T_{ij}^{p,n,m} = \sum_{lic} T_{ij}^{p,n,m,lic} = (T_{ij}^{p,n,m,1} + T_{ij}^{p,n,m,2})$$

Que corresponde al nuevo modelo de partición modal incorporado en las herramientas de modelación de ESTRAUS.

IV.1.4.2.2 Estudio "Análisis Diseños Preliminares de Proyectos Estratégicos de Santiago, Período 2000-2010"

a) Metodología Construcción de Escenarios de Desarrollo Urbano:

La metodología usada en la construcción del "escenario V SECTRA", se basa principalmente en el estudio "Análisis y Seguimiento de Planes Estratégicos de ESTRAUS, II Etapa", desarrollada por CIS Consultores, donde se generó el escenario III. Es este estudio se modificó la metodología original, para actualizar la base de datos e incorporar datos de mejor calidad. Además se calibraron nuevos modelos de atracción de viajes.

La información utilizada en el escenario III, fue la EOD '91, censo e información del S.I.I. de 1992, además se consideró sólo los siguientes usos; Superficie de terreno destinada a educación, comercio/servicio, industria y número de hogares por categoría de ingreso ESTRAUS.

Para el nuevo escenario se utilizó la siguiente información; Base del S.I.I. de 1997, EOD '91 corregida con los datos del '91, actualización de información de desarrollos inmobiliarios, actualización de la proyección de la población del INE e incorporación de los antecedentes del estudio "Diagnóstico y Recolección de Información de Educación bajo la Perspectiva de Transporte".

- **Localización Residenciales:** Aquí se realizaron varias mejoras, donde se desarrollaron nuevos modelos socioeconómicos (ingreso y motorización) y se actualizaron puntos singulares (grandes desarrollos inmobiliarios) previstos en el escenario III.

- **Localizaciones de Usos de Suelos no Residenciales:**

Corte Temporal año 1997: Para este año no existe un escenario propiamente tal, sino una caracterización de los que en ese año existía (m² construidos de cada uso), la que posteriormente es utilizada para generar las variables explicativas para los modelos de atracción y generación de viajes. Los usos son: Comercio, servicio, industria, salud, otros y educación.

Corte Temporal año 2005: Es razonable suponer que ciertos usos (comercio, industria y servicios) cuyo nivel de crecimiento estará ligado al crecimiento global de la economía (PIB), mientras que otros (salud y educación) dependerán de los planes de inversión y políticas públicas que se planteen en dichas áreas.

b) Generación de Vectores:

Intrazonales: No intervienen en los modelos de demanda y son estimados con tasa ACM.

Interzonales o Extrazonales: Estos tipos de viajes ingresan al modelo de ESTRAUS.

Para la construcción de los vectores se deben estimar la generación y atracción de viajes en las trece categorías de ESTRAUS, para cada propósito (trabajo, estudio y otros).

La generación de viajes es estimada a través de la tasa de generación A.C.M. para cada categoría ESTRAUS, (modificadas con los censos del 1992), calculadas por SECTRA a partir de la corrección de la E.O.D 1991. Mientras que las atracciones fueron calculadas con modelos de regresiones lineales múltiples (R.L.M.), donde las variables explicativas son los usos de suelo de cada una de las zonas de modelación.

VIAJES EXTRAZONALES

Punta Mañana

Generación: Los viajes generados en este período para todos los propósitos, se obtiene con la tasa de generación de viajes. Estas tasas se aplican a la multiplicación de la probabilidad de tenencia de automóvil de cada categoría de ingreso por el número de hogares en cada una de ellas de cada zona.

Atracción: Para la estimación de la atracción de viajes se utilizó los modelos R.L.M. para los propósitos trabajos y otros.

Trabajo: Las funciones consideraron variables de superficies construidas (por uso de comercio, industria, servicio, educación y salud) y número de hogares localizados en las zonas.

Estudio: Estos fueron estimados a partir de las matrículas localizadas para cada una de las zonas, a esto se les restó el número de viajes intrazonales calculadas con las tasas A.C.M. Si el viaje extrazonal es negativo, se asume que no hay viaje.

Otros: Al igual que el propósito trabajo se consideran variables de uso de suelo de superficies construidas.

Fuera de Punta

Generación:

Trabajo y Estudio: Se basa en los viajes explicados por los hogares, los que son obtenidos con tasas A.C.M. de generación.

Otros: La generación en este período es el complemento de los viajes explicados por los hogares (se modelaron con tasa A.C.M., llamadas también B.H.I.) y del tipo no basados en el hogar (modelado por R.L.M., llamados N.B.H.)

Atracción:

Trabajo: La mayor cantidad de viajes atraídos ocurre en aquellas zonas donde la actividad de comercio y servicio predominan.

Estudio: Dado la falta de información, se ha estimado el número de viajes atraídos por zonas, simplemente como una fracción de los viajes atraídos en el período punta mañana.

Otros: Se calibraron modelos para dos tipos de viajes, los basados en el hogar de ida (B.H.I.) y los no basados en el hogar (N.B.H.)

c) Resultados de la generación de vectores para los años 1997-2005

A continuación se presenta el total de viajes modelados por año, período y propósito para los viajes intrazonales e interzonales.

Tabla N° IV.1.41: Resumen Viajes Modelados Año 1997

Período	Propósito	Tipo de viaje				Total Intra+Inter
		Intrazonal	Interzonal			
			Generados	Atraídos	Total	
Punta Mañana	Trabajo	23846	713647	746560	713647	737493
	Estudio	141282	432747	401738	401738	543020
	Otros	11524	92670	109484	92670	104194
Total		176652	1239064	1257782	1208055	1384707
Fuera de Punta	Trabajo	3064	55198	54280	55198	58262
	Estudio	1133	19124	16195	16195	17328
	Otros	32370	296390	204130	296390	328760
Total		36567	370712	274605	367783	404350

Tabla N° IV.1.42: Resumen Viajes Modelados Año 2005

Período	Propósito	Tipo de viaje				Total Intra+Inter
		Intrazonal	Interzonal			
			Generados	Atraídos	Total	
Punta Mañana	Trabajo	25025	865043	946419	865043	890068
	Estudio	136567	612650	509763	509763	646330
	Otros	13352	94492	117607	94492	107844
Total		174944	1572185	1573789	1469298	1644242
Fuera de Punta	Trabajo	3940	77592	67326	77592	81532
	Estudio	1327	31264	26941	26941	28268
	Otros	38877	356285	265139	356285	395162
Total		44144	465141	359406	460818	504962

d) Generación de Estructuras de Viajes

Es necesario estimar y predecir la estructura de viajes más probable para cada año de corte considerado en la modelación. Las estructuras de viajes representan la posibilidad de viajar entre un par O-D para cada período, propósito y categoría de usuario ESTRAUS. En la generación de la estructura de viajes se supuso que cuando el ingreso de los hogares cambie, su comportamiento en cuanto a la distribución de los viajes no variará.

▪ Estructura de año 1997

Período Punta mañana:

Corrección en la generación: Debido a que no existe una estructura de viajes compatibles con los vectores de 1997, se usa como base la estructura de viajes de 1991, liberándose las celdas necesarias, de manera de asignar la totalidad de los viajes generados en el año 1997.

Corrección en la Atracción: Al generar la estructura de viajes, se procede a corregirlas desde el punto de vista de la atracción. En el caso de la atracción los vectores se presentan en forma agregada, estos significa que al liberar una celda, se liberan los viajes de todas las categorías.

Período Fuera de Punta

Para este período se agregaron inicialmente las estructuras observadas para el año 1991. Con esto se corrigió los problemas ocasionados en los vectores trabajo y estudio, pero no los del propósito otros, que es el de mayor importancia. Se tuvo que asumir que la estructura de distribución de viajes al trabajo en la punta mañana representa bien la estructura del propósito otros en el período fuera de punta.

▪ Estructura de año 2005

Período Punta Mañana

Para el año 1997 se generó una estructura agregada por categoría de ingreso para cada propósito, y se probó esta misma estructura para el período punta mañana del corte 2005. El uso de esta estructura no generó mayores problemas, sólo se registró conflictos en la atracción de dos zonas para el propósito otros (zonas 103 y 195). Solucionando los problemas con supuestos de viajes.

Período Fuera de Punta

Aquí se inició con la estructura generada en el año 1997. En este caso algunas zonas presentan problemas, los que se corrigen utilizando como solución la estructura de las zonas que se encuentran en el entorno de la que presenta problemas.

e) Generación de Matrices de Viajes Externos

Año 1997: Para este año se usó información del estudio "Análisis y Recalibración de los Modelos de ESTRAUS", donde se construyeron matrices de viajes externos, a partir de información de conteos y encuesta en los accesos a Santiago.

Año 2005: Para la obtención de la matriz externa de este año, hay dos factores que considerar en el crecimiento de esta matriz. Por un lado el crecimiento tendencial de los flujos interurbanos, que corresponde a los viajes de 100 ó más kilómetros, aumento relacionado con el crecimiento del PIB y la estimación futura de éste y un segundo crecimiento que viene dado por la localización de hogares en ciudades satélites.

IV.1.4.2.3 Análisis Modernización de Transporte Público, I Etapa

O.T. N° 8: Recalibración Modelo partición Modal

El objetivo de este estudio fue recalibrar los modelos de partición modal para la ciudad de Santiago, debido a que los obtenidos en el estudio "Análisis y Recalibración del Modelo Estraus, 1994", no son sensibles a acciones de las que se esperaba cambios significativos en la partición del modo combinado bus-metro. En este contexto se calibraron modelos predictivos que son correctos en términos de las especificaciones y formas funcionales; que representen una mejora en términos de la sensibilidad del modo bus-metro a determinadas acciones, y que entreguen Valores subjetivos del tiempo que puedan considerarse aceptables. Este estudio fue realizado el año 2000.

a. Análisis de Modelos e información existente.

El estudio comienza con un análisis de los modelos incorporados a esa fecha en Estraus (recalibración 1994), de lo cual surge el diagnóstico del modelo existente y las orientaciones para la calibración. Se estudiaron los siguientes aspectos:

- ➔ Las especificaciones (variables utilizadas)
- ➔ Formas funcionales (lineales o no lineales)
- ➔ Datos disponibles para la calibración de modelos
- ➔ La capacidad explicativa de los modelos, y
- ➔ Los valores del tiempo que de ellos se desprenden.

Se dedujo que el modelo correspondiente a "Trabajo-Punta Mañana" debe ser recalibrado, ya que la *variable tiempo generalizado de acceso* explica una parte muy elevada de la utilidad modal (63%), mientras que las componentes tiempo de viaje y costo (tarifa, explican una parte minoritaria (7% y 4% respectivamente). Si bien los valores de tiempo de viaje en vehículo son aceptables

(transporte privado y público), el valor del tiempo de accesos es desusadamente alto. Ello explica la limitada sensibilidad del modelo a cambios de tarifas o tiempos de viaje.

En el caso de Estudio (Punta Mañana y Fuera Punta), los valores del tiempo son deficientes, lo que limita la realización de evaluaciones de beneficios a usuarios, por lo que se recomienda recalibrar.

En relación a las variables utilizadas, se analizó la inclusión de una nueva variable que relacione la componente de viaje que se desarrolla sobre el metro y sobre el bus en forma explícita.

b. Calibración

Los modelos calibrados son todos del tipo Logit Multinomial, con los 11 modos relevantes de la red. Se utilizó el software TRIO para calibrar los modelos Logit Box-Cox. La definición de las variables explicativas es equivalente a la utilizada en el estudio "Análisis y Recalibración....(1994).

Los resultados y las variables explicativas seleccionadas se presentan en las siguientes Tablas.

Tabla N° IV.1.43: Coeficientes y Estadígrafos, Modelos Elegidos

Período Punta Mañana (07:30 a 08:30 hrs.)

Variables	Trabajo (y 1_0001)			Estudio (n1_1000)			Otros (w1_0001)		
	Theta	(t)	Lambda	Theta	(t)	Lambda	Theta	(t)	Lambda
Autos	1,100	(9,78)		0,980	(10,43)				
Tvia									
Tvia_priv									
Tvia_publ									
Tcam_cam	-0,023	(-18,47)		-0,021	(-25,46)		-0,021	(-8,95)	
Tesp									
Tgen									
Tgen_priv	-0,025	(-7,28)		-0,450	(-11,92)	0,221 (2,73) (-9,62)	-0,032	(-2,53)	
Tgen_pub	-0,015	(-11,32)		-0,019	(-11,20)		-0,017	(-3,94)	
Costo				-0,0017	(-3,12)				
Cosing	-0,052	(-9,25)	0,641 (6,65) (-3,73)				-0,045	(-4,24)	0,652 (2,95) (-1,58)
Ach	-0,42	(-3,00)		-1,00	(-5,04)		-2,00	(-7,36)	
Aac	-3,70	(-19,90)		-1,40	(-8,15)		-1,60	(-5,09)	
Bus	0,00			0,00			0,00		
Taxi	-2,30	(-20,80)		-3,10	(-19,81)		-2,00	(-7,40)	
Metro	0,05	(-0,48)		0,60	(4,78)		-0,07	(-0,21)	
Caminata	1,30	(8,19)		1,40	(12,70)		1,30	(4,55)	
Taxi	-3,50	(18,55)		-3,50	(-10,08)		-2,80	(-8,61)	
Ach-Metro	-4,60	(-13,66)		-5,60	(-5,47)		-52,00	(-0,01)	
Aac-Metro	-4,80	(-14,83)		-3,30	(-10,05)		-3,10	(-2,85)	
Bus-Metro	-2,40	(-24,99)		-2,00	(-15,78)		-2,70	(-7,00)	
Txc-Metro	-2,60	(-19,61)		-2,70	(-12,59)		-4,20	(-4,13)	

Tgen_priv = tv (si solo es autochofer o auto acompañante).

Tgen_priv = tv + 2*tc + 3,67*tc (si solo es taxi o autochofer-metro o autoacompañante-metro).
Tgen_publ = tv + 2*tc + 3,67*tc.
Tcam_cam = 3,67*tc

Tabla N° IV.1.44: Coeficientes y Estadígrafos, Modelos Elegidos

Período Fuera de Punta (10:00 a 12:00 hrs.)

Variables	Trabajo (y 1_0001)			Estudio (n1_1000)			Otros (w1_0001)		
	Theta	(t)	Lambda	Theta	(t)	Lambda	Theta	(t)	Lambda
Autos	0,750	(3,92)		1,600	(4,56)		1,100	(-7,58)	
Tvia									
Tvia_priv									
Tvia_publ									
Tcam_cam	-0,023	(-7,60)		-0,021	(-3,64)		-0,024	(-17,32)	
Tesp									
Tgen									
Tgen_priv	-0,056	(-3,09)		-0,071	(-1,75)		-0,050	(-4,30)	
Tgen_pub	-0,023	(-5,09)		-0,031	(-3,28)		-0,016	(-6,49)	
Tgen_acc									
Cosing	-0,130	(-5,59)	0,476 (3,37) (-3,70)				-0,039	(-6,67)	0,667 (5,10) (-2,55)
Costo				-0,0047	(-1,90)				
Ach	-0,53	(-1,40)		-3,50	(-4,46)		-1,10	(-4,60)	
Aac	-3,80	(-8,2)		-5,60	(-5,67)		-3,40	(-12,61)	
Bus	0,00			0,00			0,00		
Taxi	-2,10	(-8,26)		-2,90	(-4,48)		-2,10	(-15,20)	
Metro	0,13	(-0,43)		0,60	(1,12)		-0,21	(-1,16)	
Caminata	0,93	(2,41)		0,44	(0,59)		1,80	(10,95)	
Taxi	-1,90	(4,46)		-3,50	(-10,08)		-2,80	(-8,61)	
Ach-Metro	-3,10	(-3,29)		-19,00	(-0,01)		-4,00	(-6,01)	
Aac-Metro	-19,00	(-0,01)		-32,00	(-0,00)		-5,70	(-5,17)	
Bus-Metro	-2,60	(-7,99)		-1,90	(-3,83)		-3,10	(-13,52)	
Txc-Metro	-2,30	(-5,52)		-2,20	(-2,59)		-3,90	(-9,05)	

Tgen_priv = tv (si solo es autochofer o auto acompañante).

Tgen_priv = tv + 2*tc + 3,67*tc (si solo es taxi o autochofer-metro o autoacompañante-metro).

Tgen_publ = tv + 2*tc + 3,67*tc.

Tcam_cam = 3,67*tc

c. Análisis de valores del tiempo

Uno de los test realizados a las estimaciones del modelo de partición modal calibrado, lo constituye el análisis de los valores del tiempo (VST) que es posible deducir de las funciones utilidad resultantes. En las siguientes tablas se presentan los VST obtenidos en el estudio revisado, los que muestran un alto grado de consistencia con lo esperado, y superan las falencias detectadas, para los modelos trabajo (punta mañana) y estudio (ambos períodos).

Tabla N° IV.1.45: Valor Subjetivo del Tiempo Viaje en Vehículo, (VST viaje), T. Privado

Propósito Trabajo, Período Punta Mañana,

Indicador	Nivel de Ingreso, Categorías ESTRAUS (\$ de mayo de 1991)				
	I1 0-41.000	I2 41.000-110.500	I3 110.500-405.000	I4 405.000-1.000.000	I5 1.000.000 ó más
Costo medio (\$ mayo '91)	120	120	120	120	130
Ingreso medio (\$/min)	1,8	5,6	22,5	61,2	95,8
VST (\$/min), \$ mayo '91			19,7	37,5	51,4
% Ingreso			88%	61%	54%
VST (\$/hr), \$ mayo '91			1.182	2.250	3.084
VST (\$/hr), \$ marzo '98			2.281	4.343	5.952

Tabla N° IV.1.46: Valor Subjetivo del Tiempo Viaje en Vehículo, (VST Gen. viaje), T. Público

Propósito Trabajo, Período Punta Mañana

Indicador	Nivel de Ingreso, Categorías ESTRAUS (\$ de mayo de 1991)				
	I1 0-41.000	I2 41.000-110.500	I3 110.500-405.000	I4 405.000-1.000.000	I5 1.000.000 ó más
Costo medio (\$ mayo '91)	90	90	90	120	130
Ingreso medio (\$/min)	1,8	5,6	22,5	61,2	95,8
VST (\$/min), \$ mayo '91	2,1	4,4	10,7		
% Ingreso	117%	79%	48%		
VST (\$/hr), \$ mayo '91	126	264	642		
VST (\$/hr), \$ marzo '98	243	510	1.239		

Tabla N° IV.1.47: Valor Subjetivo del Tiempo Viaje en Vehículo, (VST viaje), T. Privado

Propósito Trabajo, Período Fuera de Punta, Modelo "y1_0001"

Indicador	Nivel de Ingreso, Categorías ESTRAUS (\$ de mayo de 1991)				
	I1 0-41.000	I2 41.000-110.500	I3 110.500-405.000	I4 405.000-1.000.000	I5 1.000.000 ó más
Costo medio (\$ mayo '91)	120	120	120	120	130
Ingreso medio (\$/min)	1,8	5,6	22,5	61,2	95,8
VST (\$/min), \$ mayo '91			23,0	37,5	49,0
% Ingreso			102%	61%	51%
VST (\$/hr), \$ mayo '91			1.380	2.250	2.940
VST (\$/hr), \$ marzo '98			2.663	4.343	5.674

Tabla N° IV.1.48: Valor Subjetivo del Tiempo Viaje en Vehículo, (VST Gen. viaje), T. Público
Propósito Trabajo, Período Fuera de Punta, Modelo “y1_0001”

Indicador	Nivel de Ingreso, Categorías ESTRAUS (\$ de mayo de 1991)				
	I1 0-41.000	I2 41.000-110.500	I3 110.500-405.000	I4 405.000-1.000.000	I5 1.000.000 ó más
Costo medio (\$ mayo '91)	90	90	90	120	130
Ingreso medio (\$/min)	1,8	5,6	22,5	61,2	95,8
VST (\$/min), \$ mayo '91	3,0	5,0	9,8		
% Ingreso	167%	89%	44%		
VST (\$/hr), \$ mayo '91	180	300	588		
VST (\$/hr), \$ marzo '98	347	579	1.135		

d. Corrección de constantes modales

El proceso de selección de las muestras de calibración de los modelos de partición modal produce valores totales por modo que son distintos a los totales observados en la población. Utilizando la técnica de Lerman y Mansky (válida sólo para el modelo logit multinomial), se obtienen las constantes modales corregidas. Estas se presentan en las siguientes tablas.

Tabla N° IV.1.49: Corrección de Constantes Modales

Propósito Trabajo, Punta Mañana (7:30 a 8:30 hrs.)

MODO	Viajes Encuesta	Viajes Muestra	Constante Original	Constante Corregida
1. Auto Chofer	127.671	1.866	-0,490	-0,553
2. Auto Acompañante	25.097	150	-3,700	-2,869
3. Bus	325.871	4.542	0,000	-0,015
4. Taxicolectivo	12.174	167	-2,300	-2,299
5. Metro	14.884	223	-0,051	-0,139
6. Caminata*	31.843	471	1,300	1,225
7. Taxi	2.413	45	-3,500	-3,806
8. Auto Ch – Metro	1.043	12	-4,600	-4,423
9. Auto Ac. – Metro	1.711	14	-4,800	-4,283
10. Bus – Metro	12.041	140	-2,400	-2,234
11 Txc – Metro	6.660	76	-2,600	-2,415
Total	561.408	7.706		

Fuente: SECTRA a base de Re-expansión EOD-91.

Tabla N° IV.1.50: Corrección de Constantes Modales

Propósito Estudio, Punta Mañana (7:30 a 8:30 hrs.)

MODO	Viajes Encuesta	Viajes Muestra	Constante Original	Constante Corregida
1. Auto Chofer	11.125	129	-1,000	-0,680
2. Auto Acompañante	68.243	609	-1,400	-0,818
3. Bus	150.923	3.050	0,000	-0,236
4. Taxicolectivo	3.043	50	-3,100	-3,129
5. Metro	13.610	216	-0,600	-0,606
6. Caminata*	93.160	1.404	1,400	1,458
7. Taxi	862	14	-3,500	-3,517
8. Auto Ch – Metro	45	1	-5,600	-5,931
9. Auto Ac. – Metro	1.438	15	-3,300	-2,874
10. Bus – Metro	6.085	82	-2,000	-1,831
11 Txc – Metro	2.010	26	-2,700	-2,490

Total	350.544	5.596		
--------------	----------------	--------------	--	--

Fuente: SECTRA a base de Re-expansión EOD-91.

Tabla Nº IV.1.51: Corrección de Constantes Modales

Propósito Otros, Punta Mañana (7:30 a 8:30 hrs.)

MODO	Viajes Encuesta	Viajes Muestra	Constante Original	Constante Corregida
1. Auto Chofer	23.324	289	-2,000	-1,881
2. Auto Acompañante	4.107	33	-1,600	-1,286
3. Bus	43.191	487	0,000	-0,025
4. Taxicolectivo	2.785	20	-2,000	-1,574
5. Metro	2.104	24	-0,070	-0,107
6. Caminata*	15.282	175	1,300	1,259
7. Taxi	2.766	15	-2,800	-2,093
8. Auto Ch – Metro	0	0	-52,000	-20,000
9. Auto Ac. – Metro	52	1	-3,100	-3,659
10. Bus – Metro	1.821	10	-2,700	-2,006
11 Txc – Metro	518	1	-4,200	-2,460
Total	95.950	1.055		

Fuente: SECTRA a base de Re-expansión EOD-91.

e. Validación de los Nuevos Modelos

Finalmente, se realizó un análisis de la replica del modelo de equilibrio al utilizar la nueva especificación de la partición modal. A modo de muestra, a continuación se presenta las particiones modales globales arrojadas por el modelo antiguo, con respecto al nuevo, comparándolas con los valores totales obtenidos de la EOD 1991.

Tabla Nº IV.1.52: Comparación Partición Modal Observada (EOD91) y Modelada (CRC)

Con Antiguos y Nuevos Modelos de Partición Modal

Período Punta AM (7:30 a 8:30) – Viajes Totales (Intrazonales e Interzonales)

MODO	Observada (EOD91)*		Modelado (Antiguo)		Modelado (Nuevo)	
	Viajes	%	Viajes	%	Viajes	%
1. Auto Chofer	176.231	13,9	172.474	13,6	169.769	13,4
2. Auto Acompañante	143.192	11,3	167.339	13,2	157.916	12,4
3. Bus	578.866	45,6	551.426	43,4	566.900	44,6
4. Taxicolectivo	19.346	1,5	21.173	1,7	22.000	1,7
5. Metro	30.955	2,4	32.790	2,6	33.073	2,6
6. Caminata*	282.332	22,2	292.435	23,0	288.404	22,7
7. Taxi	6.268	0,5	6.064	0,5	5.541	0,4
8. Auto Ch – Metro	977	0,1	407	0,0	303	0,0
9. Auto Ac. – Metro	3.526	0,3	2.220	0,2	1.601	0,1
10. Bus – Metro	20.349	1,6	16.930	1,3	17.531	1,4
11 Txc – Metro	8.456	0,7	6.837	0,5	7.459	0,6
Total	1.270.498	100	1.270.095	100	1.270.497	100

Fuente: SECTRA a base de Re-expansión EOD-91.

(*): Partición modal observada obtenida de la EOD-91 previo a la re-expansión 1999, a objeto de poder mostrar las mejoras en al reproducción de ella, producto de los nuevos modelos de partición modal.

IV.2 ESTUDIOS DE BASE, DEMANDA DE VIAJES

Se presenta a continuación las labores relacionadas con el levantamiento de información de tránsito complementaria a los antecedentes disponibles. En este capítulo se reportan mediciones de origen-destino en carretera y terminales, junto a los conteos de tránsito.

IV.2.1 ENCUESTAS ORIGEN-DESTINO EN CARRETERA

Las encuestas Origen-Destino conforman una de las principales fuentes de información en estudios de Transporte en los que se evalúan proyectos susceptibles modificar el uso de una red vial. De estas encuestas es posible obtener la matriz origen-destino de viajes de la situación actual, la que junto a otros datos que permiten representar el nivel de servicio y estructura de costos de la red, posibilitando la modelación del proceso de asignación.

De esta manera, uno de los aspectos claves corresponde a levantamiento de encuestas origen-destino para el desarrollo de una matriz de viajes única por tipo de vehículo.

Para esto se definió, de común acuerdo con la contraparte técnica del estudio, ocho puntos de control para encuestas en carretera. Estos puntos han sido definidos de forma tal de complementar la información de tránsito levantada como parte del estudio de “Mejoramiento Ruta G-30 Cerrillos-Lonquén”.

En dicho estudio se realizó una gran cantidad de encuestas en el área de análisis, sin embargo, de acuerdo con el alcance de dicho estudio, no fue necesario incorporar a los usuarios de la Autopista del Sol. Sin embargo, estudio dichos usuarios deben ser controlados por lo que se procedió a definir un plan de mediciones complementario que contempló encuestas en todos los accesos y egresos a la autopista en el sector de interés.

Adicionalmente, y con la finalidad de tener una mejor representación de la estructura de viajes en la red, se decidió incluir puntos de control en los accesos a la Ruta 5 de Paine y Buin, además del acceso a la Ruta 68 del Noviciado.

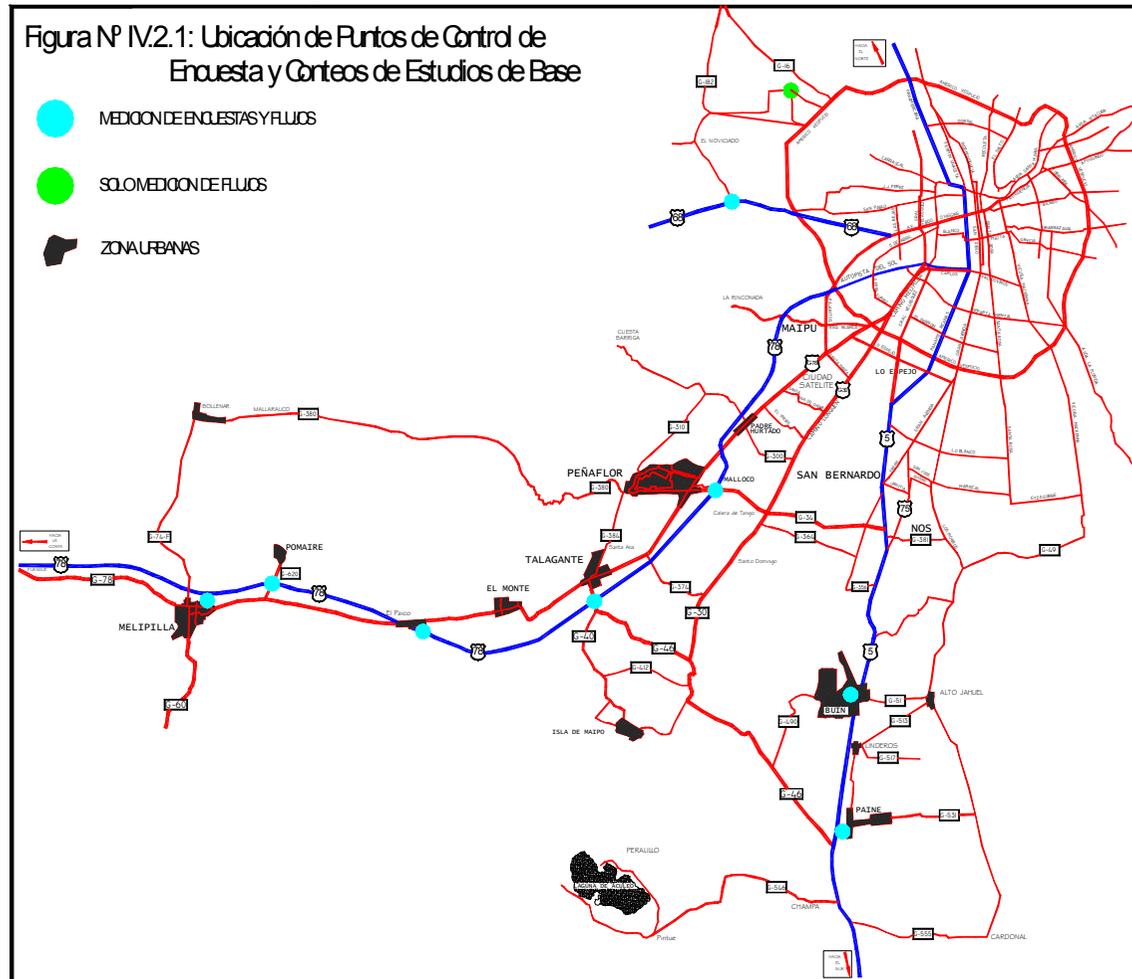
Los puntos definidos y sus fechas de medición se presenta en el Tabla N° IV.2.1, mientras que en la **Figura N° IV.2.1** se presenta la ubicación de los puntos de control.

Tabla N° IV.2.1: Ubicación Puntos de Control Encuestas OD y Fechas de Medición

Ubicación	Día	Fecha
Acceso a Melipilla por Ruta 78	Martes	31/07/01
Acceso a Pomaire por Ruta 78	Miércoles	01/08/01
Acceso a El Paico por Ruta 78	Jueves	02/08/01
Acceso a Talagante por Ruta 78	Miércoles	08/08/01
Acceso a Malloco por Ruta 78	Jueves	09/08/01
Acceso a Buin por Ruta 5	Martes	07/08/01
Acceso a Paine por Ruta 5	Miércoles	08/08/01
Acceso a Noviciado por Ruta 68	Jueves	23/08/01



Figura N° IV.2.1: Ubicación de Puntos de Control





Una vez definidos los puntos de medición se procedió a levantar las encuestas. Para facilitar el trabajo de terreno, se solicitó autorización a los distintos organismos encargados de la operación de las plazas de peajes y a Carabineros de Chile, lo que permitió no tener inconvenientes con el trabajo en terreno.

Cada punto de control fue medido en ambos sentidos de circulación, realizando simultáneamente mediciones de flujo para la expansión de la muestra. Se encuestó a vehículos livianos y de carga, a través de entrevistas directas al conductor del vehículo o al jefe del grupo viajero. No se encuestó a los pasajeros, puesto que la modelación será enfocada a reproducir volúmenes de tránsito y flujo en arcos, de esta manera, las unidades de análisis son vehículos.

Los horarios de medición en todos los puntos fueron los siguientes:

Punta Mañana :	7:30 - 9:30 hrs
Fuera de Punta :	10:00 - 12:30 hrs

Los formularios empleados en la encuesta fueron divididos por tipo de vehículo, considerando las siguientes preguntas en cada uno:

Encuesta de vehículos livianos:

- Origen, Destino
- Tipo de vehículo
- Tasa de ocupación
- Propósito
- Frecuencia
- Quién paga el viaje
- Ingreso Familiar

Encuesta de vehículos de carga:

- Origen-destino
- Tipo de vehículo (camión simple, pesado)
- Año de fabricación
- Tipo de carga transportada
- Cantidad de carga transportada
- Capacidad de carga del camión
- Propietario del vehículo
- Frecuencia de viaje

Previo a la utilización de los datos de terreno para un posterior manejo de estos datos, fue necesario realizar los procesos de digitación y validación de las encuestas.

Para evitar realizar codificaciones a priori y, a la vez, facilitar la utilización de las bases de datos en otros estudios, se decidió ingresar directamente en la base de datos la información recopilada; es decir, en lugar de asignar sólo código de zonificación a una localidad, se digitó también el nombre de la localidad.

Una vez digitada la encuesta origen-destino, se procedió a realizar un proceso de validación de las encuestas, el que consiste en eliminar la información que contiene errores evidentes. Sin este

proceso no se pueden extraer conclusiones válidas de los datos. Por lo tanto este proceso es de suma importancia para futuros manejos de la información.

Para verificar la confiabilidad de la base de datos generadas, se construyeron programas validadores para verificar que los valores digitados se encuentren dentro de los rangos esperados. Por ejemplo el sentido en que se hizo la encuesta debe corresponder a la factibilidad de la realización del viaje. Adicionalmente se procedió a detectar errores de codificación, digitación o encuestas mal aplicadas.

A continuación se presenta en la Tabla N° IV.2.2 en la Tabla N° IV.2.3, los tamaños de muestra obtenidos por punto de control, expresados en términos de la cantidad de vehículos encuestados y el número que paso por el punto de control en dicho período. Se puede apreciar en dichos cuadros que los porcentajes de muestreo son satisfactorios, con la excepción del punto de control de Buin en la punta mañana, donde se obtuvo una tasa bastante baja.

Tabla N° IV.2.2: Porcentaje Muestral de encuestas OD, Punta Mañana

PC	Sen	N° Encuestas (veh)				Flujo (veh)				Porcentaje Muestral			
		VL	CS	VP	Total	VL	CS	VP	Total	VL (%)	CS (%)	VP (%)	Total (%)
El Paico	24	6	0	2	8	20	0	3	23	30.0	-	66.7	34.8
	42	10	0	2	12	28	0	2	29	35.7	-	100.0	41.4
Malloco	24	30	4	1	35	191	11	2	204	15.7	36.4	50.0	17.2
	42	47	0	1	48	524	6	4	534	9.0	0.0	25.0	9.0
Melipilla	13	26	2	3	31	180	19	18	217	14.4	10.5	16.7	14.3
	31	29	7	2	38	178	14	30	222	16.3	50.0	6.7	17.1
Noviciado	13	10	3	6	19	65	22	10	97	15.4	13.6	60.0	19.6
	31	38	6	7	51	144	30	15	189	26.4	20.0	46.7	27.0
Paine	24	107	8	5	120	299	22	8	329	35.8	36.4	62.5	36.5
	42	83	3	1	87	279	8	4	291	29.7	37.5	25.0	29.9
Pomaire	24	6	0	0	6	6	0	0	6	100.0	-	-	100.0
	42	5	2	0	7	6	2	0	8	83.3	100.0	-	87.5
Talagante	24	42	5	0	47	221	6	2	229	19.0	83.3	0.0	20.5
	42	58	2	0	60	290	2	0	292	20.0	100.0	-	20.5
Buin	24	1	0	0	1	223	9	3	235	0.4	0.0	0.0	0.4
	42	0	0	0	0	62	8	0	70	0.0	0.0	-	0.0

Tabla N° IV.2.3: Porcentaje Muestral de encuestas OD, Fuera de Punta

PC	Sen	N° Encuestas (veh)				Flujo (veh)				Porcentaje Muestral			
		VL	CS	VP	Total	VL	CS	VP	Total	VL (%)	CS (%)	VP (%)	Total (%)
El Paico	24	20	3	4	27	41	3	4	48	48.8	100.0	100.0	56.3
	42	25	1	7	33	36	2	9	47	69.4	50.0	77.8	70.2
Malloco	24	56	6	0	62	356	19	3	378	15.7	31.6	0.0	16.4
	42	89	2	4	95	379	13	4	396	23.5	15.4	100.0	24.0
Melipilla	13	75	13	4	92	399	54	56	509	18.8	24.1	7.1	18.1
	31	54	13	8	75	363	41	51	455	14.9	31.7	15.7	16.5
Noviciado	13	11	11	8	30	69	28	14	111	15.9	39.3	57.1	27.0
	31	16	9	9	34	80	30	18	128	20.0	30.0	50.0	26.6
Paine	24	75	11	0	86	186	12	3	201	40.3	91.7	0.0	42.8
	42	129	3	2	134	235	22	2	259	54.9	13.6	100.0	51.7
Pomaire	24	22	3	1	26	34	3	1	38	64.7	100.0	100.0	68.4
	42	18	1		19	21	1	0	22	85.7	100.0	-	86.4
Talagante	24	41	19	3	63	239	16	7	262	17.2	118.8	42.9	24.0
	42	86	4		90	229	9	6	244	37.6	44.4	0.0	36.9
Buin	14	97	26	2	125	566	66	19	651	17.1	39.4	10.5	19.2
	43	109	13	9	131	397	49	38	484	27.5	26.5	23.7	27.1

En la Tabla N° IV.2.4 se presenta el porcentaje de las encuestas válidas según frecuencia del viaje. Es posible observar que gran parte de los viajes tienen frecuencia mayores a una vez por semana, lo que indica que, tal como era de esperar, los viajes son mayoritariamente sub-urbanos con una fuerte dependencia de Santiago.

Tabla N° IV.2.4: Porcentaje de encuestas según frecuencia del viaje

Pto de Control	Frecuencia									Total (%)
	Dos veces al día (%)	Una vez al día (%)	2 o más a la semana (%)	1 vez a la semana (%)	2 o más veces al mes (%)	1 vez al mes (%)	2 o más veces al año (%)	1 vez al año (%)		
Acceso a Buin	20.8	24.6	28.0	2.9	8.7	6.8	6.3	1.9	100.0	
Acceso a El Paico	18.0	26.2	27.9	0.0	11.5	13.1	1.6	1.6	100.0	
Acceso a Malloco	16.3	32.6	25.3	10.0	5.4	5.4	3.6	1.4	100.0	
Acceso a Melipilla	19.8	6.6	26.4	12.1	13.2	12.1	6.0	3.8	100.0	
Acceso a Noviciado	8.0	10.7	58.7	6.7	4.0	8.0	1.3	2.7	100.0	
Acceso a Paine	49.6	18.8	9.9	6.4	4.1	4.3	1.8	5.1	100.0	
Acceso a Pomaire	31.4	19.6	31.4	2.0	3.9	3.9	7.8	0.0	100.0	
Acceso a Talagante	17.7	23.5	26.5	9.7	6.2	9.3	5.3	1.8	100.0	

En la Tabla N° IV.2.5 se presentan el porcentaje de encuestas según propósito de viajes. Consistente con el carácter suburbano de los viajes, más del 70% de los viajes tienen como propósito Trabajo.

Tabla N° IV.2.5: Porcentaje de encuestas según Propósito de viaje

Pto de Control	Propósito del Viaje							Total (%)
	Trabajo (%)	Turismo (%)	Trámites (%)	Salud (%)	Estudios (%)	Otros (%)		
Acceso a Buin	79.2	2.9	6.8	1.9	0.5	8.7	100.0	
Acceso a El Paico	78.7	6.6	3.3	3.3	1.6	6.6	100.0	
Acceso a Malloco	80.5	3.2	5.4	5.9	0.0	5.0	100.0	
Acceso a Melipilla	72.5	7.7	9.3	6.0	1.1	3.3	100.0	
Acceso a Noviciado	89.3	1.3	2.7	0.0	2.7	4.0	100.0	
Acceso a Paine	69.0	0.8	11.2	3.6	5.9	9.7	100.0	
Acceso a Pomaire	80.4	11.8	2.0	3.9	2.0	0.0	100.0	
Acceso a Talagante	81.0	2.7	7.1	4.0	1.8	3.5	100.0	

En la Tabla N° IV.2.6 se muestra el porcentaje de encuestas válidas según ingreso familiar, junto con el ingreso familiar medio por punto de control. Se puede apreciar en dicho cuadro que el ingreso medio familiar en la zona es bastante alto, presentándose el valor máximo en el punto de control de El Paico.

Tabla N° IV.2.6: Porcentaje de encuestas válidas según Ingreso Familiar

Pto de Control	Ingreso Familiar (miles de pesos)											Ingreso Familiar promedio (\$/mes)
	Menor a 90 (%)	90 a 157 (%)	157 a 243 (%)	243 a 380 (%)	380 a 578 (%)	578 a 894 (%)	894 a 1.400 (%)	1.440 a 2.200 (%)	Mas de 2.200 (%)	No responde (%)	Total (%)	
Acceso a Buin	2.9	13.5	16.9	10.1	18.4	11.6	9.2	2.9	1.4	13.0	100.0	457
Acceso a El Paico	4.9	6.6	6.6	14.8	13.1	11.5	14.8	13.1	8.2	6.6	100.0	863
Acceso a Malloco	1.8	5.9	10.4	9.5	22.2	14.0	15.4	7.2	6.8	6.8	100.0	773
Acceso a Melipilla	8.8	12.6	15.4	16.5	7.7	10.4	14.8	7.1	3.8	2.7	100.0	626
Acceso a Noviciado	0.0	6.7	17.3	16.0	20.0	14.7	12.0	6.7	5.3	1.3	100.0	710
Acceso a Paine	0.0	8.4	19.8	17.8	18.8	16.8	9.7	6.1	2.5	0.0	100.0	615
Acceso a Pomaire	2.0	9.8	7.8	11.8	9.8	21.6	13.7	5.9	3.9	13.7	100.0	650
Acceso a Talagante	2.2	6.6	6.6	12.8	15.5	15.0	12.4	14.6	4.0	10.2	100.0	772

IV.2.2 CONTEOS DE FLUJOS

Adicionalmente a la realización de encuestas origen-destino, se realizó simultáneamente conteos de flujo vehicular clasificado. El horario de medición fue el mismo considerado para la realización de encuestas origen-destino. Las mediciones se realizaron a intervalos de 15 minutos, considerando los nueve tipos de vehículos que se detallan a continuación:

1. Vehículos Livianos.
2. Taxis
3. Taxis Colectivos.
4. Buses de 2 Ejes
5. Buses de más de 2 Ejes
6. Buses de Turismo
7. Camiones de 2 Ejes
8. Camiones de más de 2 Ejes
9. Otros

En la Tabla Nº IV.2.7 y en la Tabla Nº IV.2.8 se presentan los resultados de las mediciones en ambos periodos de medición.

Tabla Nº IV.2.7: Flujo vehicular por punto de control, período punta mañana

PC	Periodo Punta Mañana				Total (veh/hr)
	VL (veh/hr)	CS (veh/hr)	Vp (veh/hr)	LC (veh/hr)	
Bif G-16	1.9	0.6	0.2	1.7	4.3
Acceso a Buin	107.2	8.2	1.7	12.0	129.0
Acceso a El Paico	12.0	0.0	1.0	0.0	13.0
Acceso a Malloco	178.8	4.3	1.5	18.3	202.8
Acceso a Melipilla	89.5	8.3	12.0	23.5	133.3
Acceso a Noviciado	52.3	13.0	6.3	7.5	79.0
Acceso a Paine	165.1	8.6	3.4	18.9	196.0
Acceso a Pomaire	2.8	0.5	0.0	0.3	3.5
Acceso a Talagante	127.8	2.0	0.5	8.0	138.3

Tabla Nº IV.2.8: Flujo vehicular por punto de control, período fuera de punta

PC	Periodo Fuera de Punta				Total (veh/hr)
	VL (veh/hr)	CS (veh/hr)	Vp (veh/hr)	LC (veh/hr)	
Bif G-16	4.7	2.1	0.4	1.8	9.0
Acceso a Buin	142.1	14.9	5.7	9.8	172.6
Acceso a El Paico	11.0	0.7	1.9	0.0	13.6
Acceso a Malloco	105.0	4.6	1.0	13.1	123.7
Acceso a Melipilla	108.9	13.6	15.3	12.3	150.0
Acceso a Noviciado	49.7	19.3	10.7	4.7	84.3
Acceso a Paine	140.3	11.3	1.7	12.3	165.7
Acceso a Pomaire	7.9	0.6	0.1	0.1	8.7
Acceso a Talagante	93.6	5.0	2.6	3.2	104.4

IV.2.3 ENCUESTA EN TERMINALES

Con el fin de caracterizar el transporte de pasajeros en la zona bajo estudio, se procedió a realizar encuestas origen-destino en los principales terminales del corredor Santiago-Melipilla. Sin embargo, al realizar la encuesta en el terminal de Melipilla, se detectó que un porcentaje menor de usuarios abordaba los buses en el terminal, mientras que la gran mayoría, los aborda durante el trayecto. Adicionalmente, se pudo detectar que sobre el 95% de los viajes encuestados tenían

como origen o destino la ciudad de Santiago. Estos dos antecedentes condujeron a continuar con el proceso de recolección de información en el terminal San Borja de la ciudad de Santiago.

De esta manera, la encuesta se enfocó a capturar los pasajeros que abordan o descienden de las distintas líneas de buses que realizan paradas en las localidades ubicadas en la zona de influencia del proyecto.

Adicionalmente, se realizaron mediciones de tasa de ocupación de buses, para permitir estimar el volumen total de viajes de pasajeros. Estas mediciones se realizaron durante días laborales en los mismo períodos señalados anteriormente.

El formulario de encuesta consideró las siguientes preguntas:

- Origen, Destino
- Nombre de empresa
- Línea o recorrido
- Tamaño del grupo de viajeros
- Propósito
- Frecuencia
- Quién paga el viaje
- Número de vehículos en el hogar
- Ingreso Familiar

En la Tabla N° IV.2.9 se presenta un breve resumen de la cantidad de encuestas levantadas según terminal.

Tabla N° IV.2.9: Número de encuestas Origen-Destino a pasajeros

Terminal	Periodo	N° Encuesta
San Borja	Punta mañana	189
	Fuera de punta	176
Melipilla	Punta mañana	75
	Fuera de punta	95

En la Tabla N° IV.2.10 se presenta la distribución porcentual de las encuestas origen-destino a pasajeros en terminales. Como era de esperar, los propósitos de viajes más significativos en el período punta mañana son trabajo y estudios. En el período fuera de punta los porcentajes de elección se reparten en forma más pareja en todas las alternativas.

Tabla N° IV.2.10: Distribución Porcentual según Propósito del viaje

Terminal	Per	Trabajo (%)	Turismo (%)	Trámites (%)	Salud (%)	Estudios (%)	Otros (%)	Total (%)	Tamaño Muestral
San Borja	1	51.3	1.1	7.4	6.3	28.0	5.8	100	189
	2	27.8	2.3	22.2	12.5	24.4	10.8	100	176
Melipilla	1	33.3	1.3	6.7	14.7	34.7	9.3	100	75
	2	24.2	12.6	12.6	14.7	23.2	12.6	100	95

En la Tabla N° IV.2.11 se presenta la distribución porcentual de viajes según frecuencia con que se realiza el viaje. En ambos periodos es posible observar que sobre el 60% de los viajes realizados tienen una frecuencia mayor a dos veces por semana.

Tabla Nº IV.2.11: Distribución Porcentual según Frecuencia del viaje

Terminal	Per	Dos veces al día (%)	Una vez al día (%)	2 o más a la semana (%)	1 vez a la semana (%)	2 o más veces al mes (%)	1 vez al mes (%)	2 o más veces al año (%)	1 vez al año (%)	Total (%)	Tamaño Muestral
San Borja	1	19.6	27.5	33.3	7.4	4.8	4.8	0.5	2.1	100.0	189
	2	9.7	11.9	39.8	13.6	5.1	13.6	4.0	2.3	100.0	176
Melipilla	1	26.7	14.7	34.7	8.0	8.0	6.7	0.0	1.3	100.0	75
	2	22.1	13.7	32.6	11.6	5.3	10.5	3.2	1.1	100.0	95

En la Tabla Nº IV.2.12 se muestra la distribución porcentual de la muestra según ingreso familiar, además del ingreso familiar medio por punto de control. Se puede apreciar en dicho cuadro que, como era de esperar, el ingreso medio familiar de la muestra es bastante inferior al observado en vehículos livianos, donde el ingreso medio oscila en torno a los 650.000 pesos mensuales.

Tabla Nº IV.2.12: Distribución porcentual según ingreso familiar (miles \$)

Terminal	Per	Menor a 90 (%)	90 a 157 (%)	157 a 243 (%)	243 a 380 (%)	380 a 578 (%)	578 a 894 (%)	894 a 1.400 (%)	1.440 a 2.200 (%)	Mas de 2.200 (%)	No responde (%)	Ingreso familiar medio	Tamaño Muestral
San Borja	AM	1.6	14.3	28.0	19.0	15.9	7.4	3.7	2.1	0.5	7.4	360	189
	FP	0.6	16.5	31.8	14.8	14.2	11.4	3.4	1.7	0.6	5.1	370	176
Melipilla	AM	8.0	14.7	20.0	10.7	16.0	6.7	0.0	4.0	1.3	18.7	331	75
	FP	4.2	20.0	20.0	12.6	15.8	8.4	2.1	0.0	2.1	14.7	328	95



IV.3 RECOPIACIÓN ANTECEDENTES DE PROYECTOS VIALES

En este capítulo se presenta la recopilación y el análisis de los proyectos viales relevantes para modelar la Alternativa Base, lo cual constituye un elemento fundamental en el diseño y modelación de los escenarios de transporte futuros. En efecto, el análisis de la red que contempla los proyectos de la situación base en el modelo de transporte, constituye un punto de partida para detectar los probables conflictos que se producirán dado el aumento de la demanda de viajes en el área bajo estudio, y que permitirá posteriormente diseñar los proyectos de mitigación enfocados a disminuir dichos conflictos.

En el proceso para definir la base de proyectos, se han abordado tres aspectos:

Se presenta el catastro de los proyectos viales y de transporte público, existentes para la Región Metropolitana, que se nacen de los planes existentes en las diversas entidades ministeriales, y que posean un rol importante en la planificación estratégica de la oferta de transporte, y particularmente en el área del presente estudio. Se han considerado como fuente de información los proyectos patrocinados por:

Dirección de Planeamiento
Dirección de Vialidad
Subdirección de Vialidad Urbana
Unidad de Concesiones
Sectra - MINVU

Se definen los proyectos que tienen una alta probabilidad de materializarse en el horizonte 2005. Dichos proyectos serán incluidos en los modelos de Demanda (Uso de Suelo) y de transporte (Stgo) que se están implementando en el presente estudio, para conformar la red de modelación en el escenario Tendencial (o Base).

c. Se definen cuales de los proyectos rezagados tienen una alta probabilidad de materializarse en un horizonte de 10 años.

En este sentido, existen elementos de juicio que permiten definir con bastante exactitud los proyectos que estarán operando el año 2005, dado que para que esto suceda, el proyecto en esta fecha debiera estar en la etapa de diseño definitivo y realizándose las correspondientes expropiaciones. Por otro lado, es conocido el Plan de autopistas que se está desarrollando a la fecha en el Área Metropolitana, y particularmente en Santiago. Dichos proyectos, según los anuncios gubernamentales, estarán implementados el año 2005.

Tanto para la realización del catastro, como en la selección de los proyectos, las decisiones de los escenarios viales de modelación fueron tomadas de común acuerdo con la Contarparte Técnica.

IV.3.1 CATASTRO DE PROYECTOS

Los proyectos recopilados se han dividido en función de la fuente de información a la que se recurrió. En la descripción siguiente se especifican los proyectos sólo en forma cualitativa, enfocados al trazado sobre la malla vial. Posteriormente se detallan, las características operativas de cada proyecto seleccionado en los escenarios correspondientes.

a. Proyectos Urbanos

Los proyectos urbanos interesantes de incorporar, son de carácter estratégico, y han sido recopilados de las proyecciones que realiza Sectra, para el escenario Base 2005 de la ciudad de Santiago, incorporado en el modelo Estraus. La fuente de información ha entregado la siguiente lista de proyectos.

Proyectos Urbanos

1	Desnivel Ruta 68	Realizado
2	Desnivel Grecia-A. Vespucio	Realizado
3	Mejoramiento Bilbao entre A. Vespucio y Tomas Moro	Realizado
4	Mejoramiento Av. La Florida entre Walker Martínez y El Peñón	Realizado
5	Habilitación Puente San Antonio (Lo Barnechea)	Realizado
6	Habilitación Puente Carrascal	Realizado
7	Construcción Segunda Calzada y Homogeneización de Perfil A. Vespucio entre Gran Avenida y Pajaritos	Realizado
8	Mejoramiento Pedro Aguirre Cerda entre Esquina Blanca y Buzeta	Realizado
9	Habilitación de Caletera y Reversibilidad de V. Mackenna entre A. Vespucio y Tocornal	Realizado
10	Mejoramiento Nudo Grecia-Bustamante-San Eugenio	Prob 2012
11	Mejoramiento Av. 5 de Abril entre Camino a Melipilla y Melchor	Prob 2012
12	Habilitación Departamental entre Clotario Blest y Pedro Aguirre Cerda	Realizado
13	Habilitación Departamental entre Pedro Aguirre Cerda y Las Rejas	2005
14	Mejoramiento Camino a Melipilla entre Esquina Blanca y Padre Hurtado	
15	Mejoramiento Nudo Camino a Melipilla-Pajaritos	
16	Habilitación Costanera Sur desde Puente El Cerro hasta Ventisqueros	
17	Desnivel A. Vespucio-El Salto	En construcción
18	Desnivel A. Vespucio-Recoleta	En construcción
19	Desnivel A. Vespucio-Independencia	En construcción
20	Desnivel A. Vespucio-El Salto	En construcción
21	Segunda Calzada de A. Vespucio entre Pajaritos y Ruta 68	Realizado
22	Vía exclusiva Santa Rosa (ejes San Francisco, San Isidro y Santa Rosa)	
23	Conexión Blanco-Arica y Conexión Blanco-Copiapó-Irarrazabal	Probable 2005, sólo pasos a desnivel
24	Metro, Línea 4 ,Puente Alto – Av Vespucio - Tobalaba	Probable 2005, probable 2012
25	Ramal A Vespucio –Vicuña Mackenna	Probable 2005, probable 2012
26	Extensiones Línea 2 (hasta A Vespucio al sur y Santos Dumontt al Norte), Línea 5 hasta Matucana	2005

Obviamente, al revisar el listado anterior, se observa que gran parte de los proyectos ya fueron ejecutados.

b. Proyectos Interurbanos, desarrollados por la Dirección de Vialidad

En este caso, hay diferencias con respecto a los proyectos urbanos. El siguiente listado de proyectos proviene de un filtro de información realizado al Plan Sexenal de Vialidad (versión oficial), en donde se considera la “propuesta” de proyectos para la región, con su horizonte estipulado (en base al criterio técnico de la Dirección de Vialidad). Dado que el número de proyectos propuestos excede de lo que probablemente se realizará, sobre todo en lo que concierne al horizonte 2005, es que se requiere definir un escenario más realista. Para este estudio, cobra particular interés los proyectos definidos en las 5 primeras filas de la siguiente tabla

Proyectos Dirección de Vialidad (interurbanos).

Horizonte estimado	Ruta	Descripción	Obra
2005	G-30	Camino a Lonquén	Mejoramiento
2005	G-34	Nos – Malloco	Mejoramiento
2005	G-16	Quilicura – Lampa	Mejoramiento
2005	G-16	Renca – A. Vespuccio	Pavimentación
2005	G-46	Puente Lonquén	Constr-Puente
2005	G-131	Cr. Ruta 5 – Huechun – Quilapilún	Pavimentación
2005	G-16	Lampa – Polpaico	Pavimentación
2005	G-184-182	Puente El Noviciado – Cruce G-16	Pavimentación
2005	G-260	Autopista El Sol – La Rinconada	(Iniciativa Privada)
2005	G-262	Cr. G-68 Las Brisas Bif. La Rinconada (aporte privado)	Pavimentación
2005	G-310	Pte. Esperanza – Pelvin	Pavimentación
2005	G-420	Camino a Naltagua I (con cruce)	Pavimentación
2005	G-420	Camino a Naltagua II	Pavimentación
2005	G-421	La Puntilla – El Toyo	Reposición-P
2005	G-515-H	Cruce G-555 (Bif.Hospital) - Cuesta Chada	Pavimentación
2005	G-515-H	Puente El Inca	Repos-Puente
2005	G-555	Hospital – Chada	Pavimentación
2005	G-654 / 646	Chocalan – Carmen Alto – La Viluma	Pavimentación
2005	G-668	Codigua – Quincanque – Cr Ruta 66	Pavimentación
2005	G-668	El Molino – Codigua	Pavimentación
2005	G-68	Puente Esperanza	Reparación
2005	G-730	El Bosque – Chorombo	Pavimentación
2005	G-74-F	Chorombo - Cta. Ibacache	Pavimentación
2005	G-76	María Pinto - Santa Inés	Pavimentación
2005	G-78	Puente San Francisco en el Monte	Constr-Puente
2005	G-150	Lampa - Lo Pinto	
2005	G-25	W. Martínez – Vizcachas I	Ampliación
2005	G-25	W. Martínez – Vizcachas II (El Peñón – Las Vizcachas)	Ampliación
2005	G-25	San José de Maipo – San Gabriel	Reposición-P
2005	G-25	San Gabriel – El Volcán I (Pasada por San Gabriel)	Pavimentación
2005	G-25	San Gabriel – El Volcán II	Pavimentación
2005	G-35	San Bernardo – Puente Alto	Reposición-P
2012		Conexión Vial Lampa – Lolenco	Construcción
2012		Conexión G-420 – G-646	
2012	G-16	Til-Til – Rungue	Pavimentación
2012	G-546	Conexión Vial Pintué – Cholqui	Pavimentación
2012	G-546	Champa – Pintué	Pavimentación
2012	G-546	Puente Pintué	Repos-Puente
2012	G-660	Cr. G-60 – Culipran – Los Guindos – Lo Chacón I	Pavimentación
2012	G-660	Cuesta Los Guindos – Lo Chacón II	Pavimentación
2012	G-74-F	Cuesta Ibacache – Los Maitenes	Pavimentación

c. Proyectos Concesionados

En este caso, se pueden distinguir 3 tipos de proyectos: adjudicados o en construcción, en proceso de licitación y en estudio. Esta clasificación indica el grado de probabilidad de operación.

Proyectos Concesionados

1	Sistema Oriente-Poniente (Costanera Norte)	En construcción
2	Sistema Norte-Sur (Ejes Norte-Sur y General Velázquez)	En construcción
3	Acceso Sur a Santiago	Adjudicado
4	A. Vespucio Concesionado entre Grecia y Autopista El Sol	Adjudicado
5	A Vespucio Poniente, entre Autopista El Sol y El Salto	Licitación
6	Trenes Ligeros Independencia – Recoleta	Licitación
7	A Vespucio entre Grecia y La Pirámide	Estudio
8	Tunel El Salto	Licitación
9	Acceso Nor-Oriente	Licitación
10	Ruta Las Cargas	Estudio-Idea
11	Melitren, tramo Talagante - Quinta Normal	Licitación
12	Tren Ligero Tobalaba	Estudio
13	Pie Andino Lo Barnechea – Ruta 5	Estudio-Idea

d. Proyectos Desarrolladores de La Provincia de Chacabuco

Estos proyectos incorporan capitales privados de empresas desarrolladoras de Chacabuco, y poseen un alto grado de certeza, en cuanto a su ejecución, en un horizonte de 10 años.

Proyectos Provincia Chacabuco

1	Calle San Martín, 3 Kilómetro hacia el norte de Quilicura (1 pista/sentido)	2005
2	Av Valle entre Autopista Los Libertadores y Chicureo	2005
3	Accesos Av Valle,	2005
4	Nueva Vespucio, perfil Troncal, entre Quilicura y El Salto	2012
5	Eje Lo Echevers-Renca-Puente Carrascal, 2 pistas sentido	2012
6	Pié Andino entre La Dehesa y Chicureo	En construcción

IV.3.2 DEFINICIÓN PROYECTOS DE TRANSPORTE, ESCENARIOS BASE 2005-2012

IV.3.2.1 CORTE 2005

La información recopilada fue analizada con la participación de la Contraparte Técnica, y como producto se definió los proyectos que forman parte de la oferta vial y de transporte público en un escenario vial y de demanda de carácter “tendencial”. Vale decir, son los proyectos que se desarrollarán en el área de influencia del estudio en un horizonte de 10 años, sin considerar los cambios en los Planes Reguladores. Las siguientes tablas contienen los proyectos finalmente seleccionados para formar parte del Escenario Base de oferta.



Proyectos Urbanos (iniciativas MOP, SERVI, MINVU, Municipios)

1	Desnivel A. Vespucio-El Salto
2	Desnivel A. Vespucio-Recoleta
3	Desnivel A. Vespucio-Independencia
4	Desnivel A. Vespucio-El Salto
5	Eje Nueva Alameda (conexión Blanco - Arica)
6	Ampliación y Mejoramiento Padre Hurtado (Colón – Valenzuela Llanos)
7	Ampliación Presidente Riesco desde Costanera hasta Manquehue
8	Construcción extensiones Consistorial - Alvaro Casanova - Las Perdices
9	Mejoramiento Pedro Fontova – Huechuraba
10	Ampliación Ruta G 25 - Walker Martínez - Las Vizcachas
11	Ampliación Ruta G 25 - W. Martínez – Vizcachas II (El Peñón – Las Vizcachas)
12	Reposición Ruta G 35 - San Bernardo - Puente Alto

Los desniveles de Américo Vespucio corresponden a iniciativas del MOP, que en la actualidad se están ejecutando. Posteriormente estas obras pasarán a formar parte de la concesión de Américo Vespucio Nor-Poniente. La conexión Blanco – Arica pertenece al proyecto estructurante “Cinco de Abril-Blanco-Copiapó” (Nueva Alameda), que pretende entregar una nueva alternativa para los viajes desde Estación Central-Cerrillos-Maipú, hacia el Oriente de Santiago. La ampliación y mejoramiento de la Ruta G 25, actualmente en ejecución, involucra todo el eje Cajón del Maipo, hasta El Volcán. Para la Ruta G 35 (Camino San José) se consideró una ampliación a dos pistas por sentido a la ruta existente en la actualidad.

Plan Chacabuco

1	Construcción Eje San Martín Quilicura - Lampa
2	Avda. del Valle entre Autopista Los Libertadores y Chicureo
3	Enlace Avda. del Valle / Autopista Los Libertadores
4	Enlace Avda. del Valle - La Montaña / Ruta 5 Norte
5	Enlace Lo Arcaya / Autopista Los Libertadores
6	Enlace Colina Sur / Autopista Los Libertadores
7	Construcción Camino Pie Andino, Chicureo - La Dehesa

Para el corte 2012 destacan principalmente proyectos que permiten a los usuarios tener al menos un acceso a los desarrollos inmobiliarios ubicados en la Provincia de Chacabuco, desde las vías interurbanas existentes (Ruta 5, Autopista Los Libertadores, Camino G-16). No se proyecta para este corte temporal ningún proyecto de acceso directo a Santiago, a excepción del camino Pié Andino, que conecta directamente el sector de Chicureo con La Dehesa.

Concesiones Viales MOP

1	Sistema Norte Sur
2	Sistema Oriente Poniente
3	Sistema Américo Vespucio Sur (Grecia - Ruta 78)
4	Sistema Américo Vespucio Nor Poniente (Ruta 78 - El Salto)
5	Acceso Sur a Santiago (concesión Ruta 5 Santiago - Talca)
6	Acceso Nor Oriente

Proyectos ampliamente conocidos, y que se encuentran en desarrollo, con un horizonte de 3 años para su operación definitiva (año 2005). La información de la operación de los proyectos fue proporcionada por la Coordinación General de Concesiones del MOP, y se recurrió además a las redes de modelación generadas en los estudios para las Autopistas Américo Vespucio.

Proyectos Viales Interurbanos

1	Ampliación Camino a Lonquén
2	Mejoramiento Ruta G-16 Quilicura – Lampa
3	Cr. Ruta 5 - Huechun – Quilapilún
4	Pavimentación Puente El Noviciado – Cruce G-16 (rutas G 184 y 182)
5	Pavimentación Ruta G 260 Autopista del Sol – La Rinconada (iniciativa privada)
6	Cr. G-68 Las Brisas Bif. La Rinconada (aporte privado)
7	Pavimentación Ruta G 420 Camino a Naltagua I (con cruce)
8	Pavimentación Ruta G 515H - Cruce G-555 (Bif.Hospital) - Cuesta Chada
9	Reposición Puente El Inca Ruta G 515H
10	Pavimentación Ruta G 555 - Hospital – Chada
11	Pavimentación Ruta G 654 / G 646 Chocalán - Carmen Alto – La Viluma
12	Pavimentación Ruta G 668 -El Molino – Codigua
13	Reparación Ruta G68 -Puente Esperanza
14	Pavimentación Ruta G 730 El Bosque – Chorombo
15	Pavimentación Ruta G 76 María Pinto – Santa Inés
16	Construcción Puente San Francisco en el Monte (Ruta G78)
17	Pavimentación y mejoramiento Ruta Lampa - Lo Pinto

En general se trata de proyectos con poca influencia en el área de impacto, muchos de ellos ubicados en sectores rurales, alejados del área de expansión urbana a estudiar. Se trata más bien de proyectos de accesibilidad a localidades rurales..

El proyecto más destacado de la lista anterior corresponde al mejoramiento del Camino Lonquén. A la fecha, el estudio de preinversión a considerado como la alternativa óptima para el eje la ampliación a tres pistas por sentido entre Pedro Aguirre Cerda (Cerrillos) y Santa Marta, incluyendo cruces desnivelados en Avda Lo Espejo y en Pedro Aguirre Cerda (además del desnivel proyectado por la concesión de Américo Vespuccio. El resto del eje operará con una pista por sentido, vale decir, no considerando cambios con respecto a la situación actual.

Proyectos de Transporte Público

EXTENSION RED DE METRO	
1	Construcción Línea 4 Puente Alto – Av Vespuccio - Tobalaba
2	Extensión Línea 2 - Lo Ovalle - Vespuccio
3	Extensión Línea 2 - Cal y Canto - Santos Dumont
4	Extensión Línea 5 - Santa Ana - Matucana
FERROCARRILES SUBURBANOS	
5	Santiago – Melipilla (Estación Central – Talagante)

Para el proyecto Tren interurbano Melitrén se ha considerado una primera etapa en operación consistente en el tramo Talagante-Estación central. El resto de proyectos de transporte público incluidos en el escenarios son básicamente los proyectos urbanos de metro en Santiago.

IV.3.2.2 ESCENARIO 2012

Como se aprecia en la información anterior, hay un fuerte cambio en la red de transporte proyectada para el año 2005, ya que se materializan una serie de proyectos de gran envergadura, tales como las autopistas concesionadas Norte-Sur, Costanera Norte y Américo vespuccio, más las obras de Líneas de Metro, y el Tren Suburbano Melitren, fuertemente ligado al área de impacto del

presente estudio. Para el año 2012 se proyectan una serie de obras, que no tienen el peso de las mencionadas, sobre todo en el área vial. Más bien se trata de obras que privilegian el uso de transporte público. En el sector interurbano no se consideran obras de concesión viales, siendo los proyectos de carácter público de pavimentación de vías de acceso existentes.

Proyectos Urbanos (iniciativas MOP, SERVI, MINVU, Municipios)

1	Mejoramiento Nudo Grecia-Bustamante-San Eugenio
2	Mejoramiento Av. 5 de Abril entre Camino a Melipilla y Melchor
3	Habilitación Departamental entre Pedro Aguirre Cerda y Las Rejas
4	Habilitación Costanera Sur desde Puente El Cerro hasta Ventisqueros
5	Habilitación Costanera Sur Oriente
6	Eje Nueva Alameda (Blanco - Copiapo - Irrazaval)
7	Ampliación Tobalaba - Sánchez Fontecilla
8	Eje Lo Martínez - Lo Blanco
9	Proyección San Pablo - Ruta 68
10	Eje El Mariscal - Las Parcelas
11	Reposición Ruta G25 - San José de Maipo - San Gabriel
12	Pavimentación Ruta G25 - San Gabriel - El Volcán I (Pasada por San Gabriel)
13	Pavimentación Ruta G25 - San Gabriel - El Volcán II

Para este corte temporal se proyecta la materialización del eje Nueva Alameda, entre General Velazquez e Irrazaval, que contempla desniveles en Exposición y en el eje Norte Sur. También se incluye el mejoramiento y continuidad de la Costanera Sur.

Plan Chacabuco

1	Nueva Vespucio, perfil Troncal, entre Quilicura y El Salto
2	Eje Lo Boza-Puente Carrascal (Lampa - Santiago Centro)

Para el año 2012 se incorporan dos obras de mitigación en el área urbana de Santiago, las cuales son financiadas por desarrolladores de proyectos inmobiliarios de Chacabuco. El eje Nueva Vespucio está ideado para reforzar los movimientos poniente-oriente entre Quilicura y El Salto; tratándose de una vía troncal alternativa a la Autopista Américo Vespucio. Por su parte, El eje Lo Boza se ha pensado como una vía alternativa para los flujos proyectados desde Lampa y desde el sector nor-poniente de Santiago, hacia el centro de Santiago, convergiendo a la Autopista Costanera Norte en el Puente Carrascal.

Concesiones Viales MOP

1	Sistema Américo Vespucio Oriente (El Salto - Grecia)
2	Túnel El Salto

El proyecto Sistema Américo Vespucio Oriente completaría el Anillo Américo Vespucio operando como autopista concesionada. Es un proyecto factible desde el punto de vista del diseño, pero que ha tenido problemas dado el impacto ambiental que provocaría, y por el alto costo que involucra la expropiación.

El Tunel El Salto unirá el sector de Recoleta y Huechuraba con el área oriente de la capital, como una alternativa a Américo Vespucio, y que evitaría que los viajes involucrados utilicen rutas que pasen por el centro de Santiago. Su principal problema es el impacto ambiental que conlleva, y la incertidumbre del costo de la excavación del tunel.

Proyectos Viales Interurbanos

1	Mejoramiento Ruta G-34 (Nos – Malloco)
2	Pavimentación Ruta G-16 Lampa Polpaico
3	Construcción Puente Lonquén - Ruta G-46
4	Pavimentación ruta G-310 - Pte. Esperanza – Pelvín
5	Pavimentación Ruta G 420 Camino a Naltagua II
6	Pavimentación Ruta G 421 La Puntilla – El Toyo
7	Pavimentación Ruta G 668 -Codigua – Quincanque – Cr Ruta 66
8	Pavimentación Ruta G 74 F Chorombo - Cta. Ibacache
9	Conexión G-420 – G-646
10	Cuesta Los Guindos – Lo Chacón II
11	Cuesta Ibacache – Los Maitenes
12	Conexión Vial Rutas G420 y G646
13	Pavimentación Ruta G16 - Til Til - Runge
14	Pavimentación Ruta G546 Conexión Champa - Pintué
15	Reposición Puente Pintué (ruta G 546)
16	Pavimentación Ruta G660 -Cr. G-60 – Culipran – Los Guindos – Lo Chacón I
17	Pavimentación Ruta G660 Cuesta Los Guindos – Lo Chacón II
18	Pavimentación G74-F - Cuesta Ibacache – Los Maitenes

En el sector bajo estudio se destaca el mejoramiento de la Ruta G-34, que une la Ruta 5 a la altura de Nos, con Peñaflores, pasando por Calera de Tango. Dicho mejoramiento incluye el aumento de capacidad a dos pistas por sentido, al menos en algunos tramos del eje.

También se destaca la finalización de algunos ejes, tales como la Ruta G-15 completamente pavimentada entre Quilicura y Rungue, y la Ruta G 74 H, alternativa Cuesta Ibacache.

Proyectos de Transporte Público

EXTENSION RED DE METRO	
1	Metro Ligero Independencia - Recoleta
FERROCARRILES SUBURBANOS	
2	Quilicura –Estación Central
3	Santiago – Melipilla (Tramo: Talagante – Melipilla)

Para el proyecto Tren interurbano Melitrén se ha considerado la extensión del trazado, incluyendo el tramo Talagante-Melipilla. También se incorpora el tramo Estación Central-Quilicura, incluida la estación Matucana.

También se ha incluido la operación del proyecto Tren Ligero Recoleta-Santos Dumontt, e Independencia-Santos Dumontt, que combinan con la extensión de la Línea 2 del metro, hacia el norte. Las características operacionales utilizadas para incorporar la operación de este proyecto al modelo, han sido proporcionadas por la Unidad de Concesiones del MOP.