

8 CALIBRACIÓN DEL MODELO DE ASIGNACIÓN

8.1 Introducción

En este capítulo se presentan los procedimientos aplicados y resultados obtenidos en la primera fase de implementación y calibración del modelo de asignación vehicular de la red estratégica interurbana de la Macrozona Sur. Esta calibración se realizó utilizando las encuestas y conteos realizados en la novena y décima región, los conteos en la VI, VII y VIII regiones junto a las EOD realizadas para los estudios del “Camino de la Madera” y las EOD realizadas para el estudio de la Macrozona Centro Sur.

Como resultado de esta fase se obtiene un modelo de asignación vehicular en plataforma computacional EMME/2, que logra representar la movilidad de los viajes en formato de matrices origen-destino, y los volúmenes de flujo vehiculares que operan en la actualidad en la red, a nivel de arco y tipo de vehículo, mediante una red de modelación.

Inicialmente se indica el procedimiento empleado para codificar y caracterizar la red, para lo cual se utilizan la información de los catastros realizados en los estudios de base, lo que se complementa con información recopilada a partir de otros estudios relacionados. Dicha información se organiza en bases de datos SIG y en planillas Excel, y dentro del modelo EMME/2 según corresponda.

Posteriormente se describen los procedimientos propuestos para obtener matrices origen-destino y para definir el modelo de asignación vehicular, lo que involucra la aplicación de criterios tales como el denominado de *Máxima Verosimilitud* para la consolidación de matrices origen-destino a partir de encuestas. Además en esta etapa se definen los parámetros requeridos para la aplicación de un criterio de asignación vehicular del tipo multiusuario estocástico, para cada tipo de vehículo.

Con los procedimientos definidos, se realiza la implementación y calibración del modelo de asignación propuesto. Se consigna que la calibración se realiza para lograr modelar la Temporada Normal, y considerando los períodos de modelación, correspondiente a un día normal el cual considera un promedio ponderado de los flujos observados durante un *Laboral* y un *Día Fin de Semana*.

Finalmente se presentan los resultados de la modelación, en donde se valida la operación del modelo, contrastándola con respecto a los valores observados en terreno.

8.2 Codificación y Caracterización Red Vial

8.2.1 Estructuración de Base de Datos

Para lograr el objetivo de implementar una red de modelación estratégica para la Macrozona Sur, la información de base y de modelación se ha estructurado mediante la generación de las siguientes bases de datos, cada una asociada a un software de modelación.

- Sistema de Información Geográfica (SIG): Construido en formato ARCVIEW, concentra gran parte de la información de base de la red vial, desagregada a nivel de arcos. Incorpora datos de catastro tales como identificación de la ruta, longitud, características físico-operativas de los arcos y otros códigos de modelación, tales como la tipología el código de función flujo-velocidad de cada arco. Cabe señalar que la codificación de la red de modelación se ha efectuado en el SIG.

- COPER: Planilla en formato Excel que permite calcular para cada arco de la red los costos operacionales y las velocidades por tipo de vehículo, en base a las formulaciones contenidas en el modelo HDM-III, adaptadas a la realidad chilena. La principal entrada de esta planilla la constituye las características de los arcos de la red.
- RED_FORMATO EMME/2: La información de red generada por el SIG y por COPER debe ser codificada de manera de poder ser ingresada en el formato requerido por EMME/2. De esta manera se ha generado una planilla Excel denominada RED_FORMATO EMME/2, que permite enlazar los datos del SIG y de COPER con el modelo de transporte EMME/2.
- EMME/2: Software de modelación de transporte empleado en el presente estudio. Permite realizar el proceso de asignación de la red, para obtener flujos vehiculares y costos de viaje. Para funcionar requiere formar una base de datos de transporte denominada EMME2BAN, la cual en el presente caso es proporcionada por el resto de las plataformas computacionales definidas en la estructura.

En estos 3 módulos se ha incorporado toda la información desarrollada como parte de la tarea de compatibilización de las 3 redes de referencia, realizada en etapas anteriores del estudio.

8.2.2 Grafos en Formato SIG

Como parte de la tarea de implementación y modelación de la red vial correspondiente a la Macrozona Sur, se ha desarrollado una base de datos en un formato del tipo SIG (Sistema de Información Geográfica), el cual contiene información tanto topológica como la caracterización asociada a la red vial de la Macrozona Centro Sur, y su relación con el entorno geográfico. La base de datos se ha implementado utilizando el software ARCVIEW y permite incorporar la red analizada en formato de arcos y nodos, compatible con los programas de modelación EMME/2 y COPER. Los objetivos que se persiguen con la implementación de este SIG son los siguientes:

- Organizar la información asociada a la red vial analizada, la que proviene de los catastros físicos y geométricos utilizados.
- Relacionar la red con el entorno geográfico (límites políticos, administrativos, naturales, ubicación de cascos urbanos, entre otros).
- Codificar la red de modelación en formato de arcos y nodos, asociándole a cada arco generado las características provenientes de los catastros, y los códigos para la diferenciación de arcos por tipología.
- Alimentar en forma automática a los modelos de transporte EMME/2 y COPER, otorgándoles los parámetros requeridos para la modelación.
- Poseer una red de modelación georreferenciada que sea compatible con las bases de datos que utiliza el MOP.
- Otorgar una visualización interactiva de la red y sus características, y permitir la presentación gráfica de los resultados del estudio.

De esta manera se crearon nuevas coberturas, algunas sobre la base de las coberturas de los estudios anteriores, estas se describen a continuación:

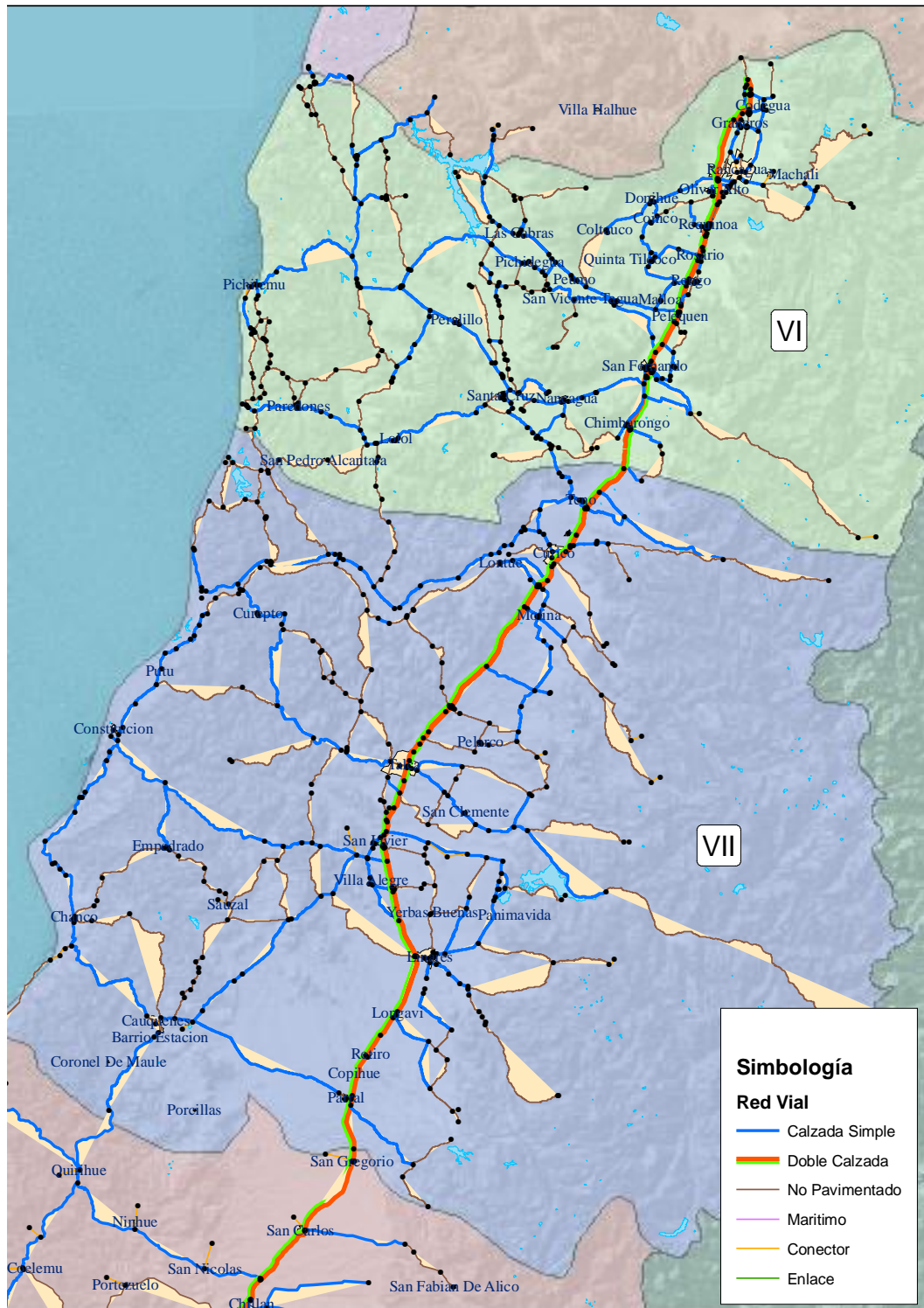
- *arcos*, con las siguientes extensiones, *dbf*, *prg*, *shp*, *shx*: Cobertura de líneas con los arcos de la red de modelación del área de influencia directa. Los campos que contiene esta cobertura se encuentran descritos en el archivo Diccionario.xls, en el anexo digital de SIG_RED_MODELACIÓN .

- *nodos*, con las siguientes extensiones, *dbf*, *prg*, *shp*, *shx*: Cobertura de puntos con los nodos de la red de modelación del área de influencia directa. Al igual que el punto anterior los campos se encuentran descritos en el archivo Diccionario.xls, en el anexo digital de SIG_RED_MODELACIÓN :

En las figuras siguientes se presenta la topología de la red vial (y marítima) de modelación representativa de la Macrozona Sur incorporada al SIG.

La zonificación se incorpora en formato SIG, principalmente para caracterizar variables a nivel zonal. En este caso, la zonificación adoptada es a nivel comunal en toda la red, ya que este tipo de subdivisión permite contar con mejor información para el posterior desarrollo de modelos de demanda. El detalle e identificación de las zonas se encuentra contenido en el Capítulo 3.

Figura N° 8.2-1: Red Modelación SIG (VI y VII)



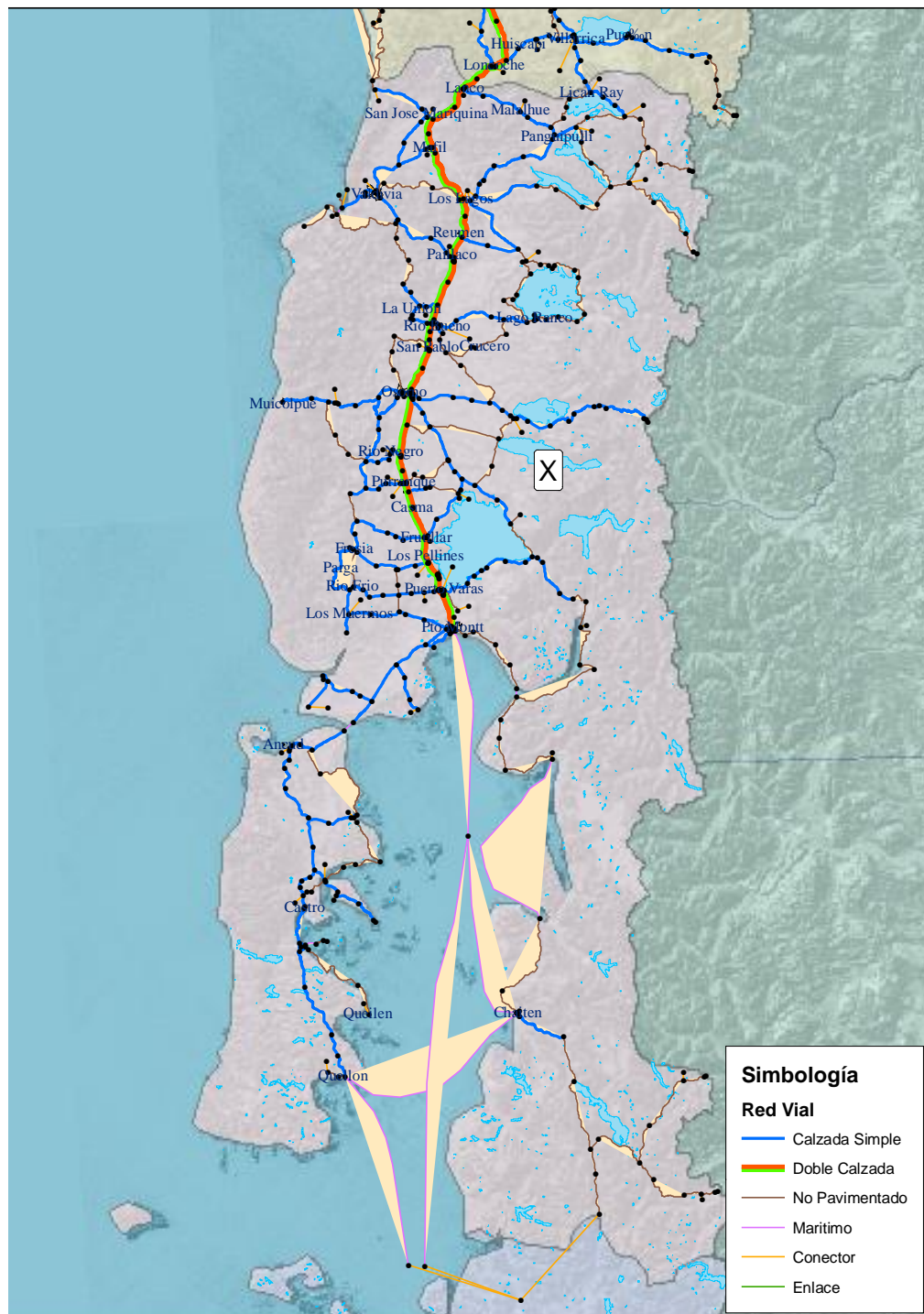
Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 8.2-2: Red Modelación SIG (VIII-IX)



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 8.2-3: Red Modelación SIG (X)



Fuente: Elaboración Propia

8.2.3 Datos de Entrada para COPER

Como se ha explicado anteriormente, para la implementación de la red de modelación del presente estudio se empleó un proceso de codificación que se basa principalmente en homologar las redes generadas en los estudios Dirplan VI-VII, VIII y IX-X Regiones recogidos en el Capítulo 2.

Se ha optado por caracterizar la red a partir de la categorización de cada uno de sus arcos, y utilizando para esto una clasificación en función de las características físico-geométricas relevantes: curvatura, pendiente y tipo de carpeta, número de pistas. Esto queda reflejado en los siguientes cuadros.

Cuadro Nº 8.2-1: Categorización de Curvatura Adoptada.

Categoría	Rango (°/km)	Valor Adoptado (°/km)
C	0 – 30	20
B	30 – 70	50
M	70 – 120	90
A	Más de 120	150

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro Nº 8.2-2: Categorización de Pendiente Adoptada.

Calificativo	Rango (%)	Valor Adoptado (%)
B	0 – 2	1.0
M	2 – 3	2.5
A	Más de 3	4.0

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro Nº 8.2-3: Categorización de Tipo de Calzada Adoptado.

Calificativo (CAT)	Valor
1 : CS	Calzada Simple
2 : CD	Calzada Doble
3 : NP	No Pavimentado
5 : CO	Conector
6 : EN	Enlace

Fuente: Elaboración Propia

Al crear todas las posibles combinaciones de estas categorías para el caso de calzada simple, se obtienen 12 tipologías. A esto se agregan 7 categorías asociadas a otros tipos de calzadas y a casos particulares, contabilizándose finalmente 19 categorías de caminos mostradas en el siguiente cuadro.

Cuadro Nº 8.2-4: Tipología Arcos Red Macrozona Sur

Categoría	Identificación	Tipo	Curvatura	Pendiente
1	Tierra	No Pavimentado	M	M
2	Ripio	No Pavimentado	M	M
3	Calzada Doble	Pavimentado	B	B
4	Autopista	Pavimentado	B	B
5	Transbordadores	Maritimo	n/a	n/a
6	Conector	Pavimentado	n/a	n/a
7	Urbano	Pavimentado	n/a	n/a
8	Calzada Simple	Pavimentado	C	B
9	Calzada Simple	Pavimentado	C	M
10	Calzada Simple	Pavimentado	C	A
11	Calzada Simple	Pavimentado	B	B
12	Calzada Simple	Pavimentado	B	M
13	Calzada Simple	Pavimentado	B	A
14	Calzada Simple	Pavimentado	M	B
15	Calzada Simple	Pavimentado	M	M
16	Calzada Simple	Pavimentado	M	A
17	Calzada Simple	Pavimentado	A	B
18	Calzada Simple	Pavimentado	A	M
19	Calzada Simple	Pavimentado	A	A

Fuente: Elaboración Propia

De esta manera, la red fue inicialmente creada a partir de un modelo SIG y posteriormente traspasada a formato de modelo de transporte y planilla COPER. La citada planilla se adjunta en anexo digital.

Para calcular las características que definitivamente se incorporan a la red de modelación, se debe ejecutar el modelo COPER para cada uno de los arcos de la red. Esto requiere además la definición de una serie de parámetros de entrada, los cuales consideran costos unitarios de operación, que deben ser actualizados de acuerdo a los precios de mercado de los insumos correspondientes. En el siguiente cuadro se indican los parámetros utilizados, en moneda actualizada.

Cuadro Nº 8.2-5: Precios Sociales de Parámetros de Consumo, \$ Diciembre 2006

Vector de Precios	Unidades	Tipos de Vehículos				
		Autos	Camionetas y Jeep	Camiones Simples	Camiones Pesados	Buses
Valor Vehículos	(\$/veh)	7.809.000	9.078.000	18.400.000	41.630.000	66.679.000
Combustibles	(\$/lt)	316,9	316,9	317,1	317,2	317,2
Neumáticos	(\$/neum)	26.443	52.245	80.912	160.300	160.300
Mantenimiento	(\$/hr)	2.355	2.355	2.355	2.355	2.355
Lubricantes	(\$/lt)	3.183	3.183	1.502	1.502	1.502
Valor Tiempo	(\$/hr)	5.316	7.240	3.601	3.601	29.814

Fuente: Mideplan

Usando los datos señalados y aplicando el modelo COPER se puede obtener los parámetros que requiere la plataforma EMME/2 para modelar los tiempos de viaje y costos para cada categoría de arco definido y para cada tipo de vehículo. A continuación se presentan los resultados que entrega COPER tanto para la velocidad como para los costos por tipo de vehículo.

Cuadro Nº 8.2-6: Parámetros COPER y Velocidad Entregada

TIPO CAMINO	SUBIDAS (m/km)	BAJADAS (m/km)	CURVATURA (%/km)	RUGOSIDAD (mm/km)	Velocidad (km/hr)		
					VL	CS	CP
NO PAVIMENTADO	40.0	40.0	150	4500	69.1	55.7	43.8
PAVIMENTADO	10.0	10.0	20	3000	88.8	77.7	71.2
PAVIMENTADO	10.0	10.0	50	3000	84.9	74.0	65.5
PAVIMENTADO	10.0	10.0	90	3000	78.5	68.8	59.0
PAVIMENTADO	10.0	10.0	150	3000	70.2	62.4	52.5
PAVIMENTADO	25.0	25.0	20	3000	87.8	72.9	62.4
PAVIMENTADO	25.0	25.0	50	3000	84.0	69.9	58.5
PAVIMENTADO	25.0	25.0	90	3000	77.9	65.5	53.9
PAVIMENTADO	25.0	25.0	150	3000	69.8	60.0	49.0
PAVIMENTADO	40.0	40.0	20	3000	85.8	64.7	51.4
PAVIMENTADO	40.0	40.0	50	3000	82.3	62.7	49.4
PAVIMENTADO	40.0	40.0	90	3000	76.6	59.6	46.7
PAVIMENTADO	40.0	40.0	150	3000	69.0	55.5	43.6

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro Nº 8.2-7: Parámetros COPER y Costos

TIPO CAMINO	SUBIDAS (m/km)	BAJADAS (m/km)	CURVATURA (%/km)	RUGOSIDAD (mm/km)	Costos (\$/km)		
					VL	CS	CP
NO PAVIMENTADO	40.0	40.0	150	4500	84.6	120.6	241.2
PAVIMENTADO	10.0	10.0	20	3000	87.5	107.2	167.2
PAVIMENTADO	10.0	10.0	50	3000	87.1	104.4	166.8
PAVIMENTADO	10.0	10.0	90	3000	86.4	101.2	167.6
PAVIMENTADO	10.0	10.0	150	3000	86.0	98.4	170.2
PAVIMENTADO	25.0	25.0	20	3000	87.5	111.6	186.0
PAVIMENTADO	25.0	25.0	50	3000	87.0	109.7	186.7
PAVIMENTADO	25.0	25.0	90	3000	86.5	107.6	188.1
PAVIMENTADO	25.0	25.0	150	3000	86.0	106.2	190.6
PAVIMENTADO	40.0	40.0	20	3000	87.5	123.7	239.9
PAVIMENTADO	40.0	40.0	50	3000	87.0	123.4	241.1
PAVIMENTADO	40.0	40.0	90	3000	86.5	123.1	242.6
PAVIMENTADO	40.0	40.0	150	3000	86.1	123.1	244.9

Fuente: Elaboración Propia

8.2.4 Red Formato EMME/2

La información de red generada por el SIG y por COPER fue codificada de manera de poder ser ingresada en el formato requerido por EMME/2. De esta manera se ha generado una planilla Excel denominada RED_FORMATO EMME/2, que permite enlazar los datos del SIG y de COPER con el modelo de transporte EMME/2.

Los archivos asociados a este módulo se entregan en anexo digital.

8.2.5 Banco de datos EMME/2

EMME/2 constituye el software de modelación de transporte empleado en el presente estudio, el cual permite realizar el proceso de asignación de la red, para obtener flujos vehiculares y costos de viaje.

Cuadro Nº 8.2-8: Longitud Red de Modelación por Tipología (km)

REGION	Tipo de Arco				Total general
	Calzada Simple	Doble Calzada	No Pavimentados	Marítimo	
VI	809,3	102,2	898,3		1884,1
VII	1061,8	189,4	1527,8		2878,5
VIII	1564,8	336,8	448,6		2780,4
IX	950,7	226,9	978,6		2345,4
X	1586,0	251,1	1492,2	629,8	4352,4
Total general	5972,6	1106,4	5345,6	629,8	14240,8

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro Nº 8.2-9: Total de Arcos Modelados

REGION	Calzada Simple	Doble Calzada	No Pavimentados	Marítimo	Conector	Total general
IX	152	44	90		42	328
VI	214	37	175		67	541
VII	178	46	187		66	506
VIII	238	68	34		87	427
X	277	51	139	11	60	538
Total general	1059	246	625	11	322	2340

Fuente: Elaboración Propia

8.2.6 Tarifificación en Vías Modeladas

La tarifa es un parámetro relevante en la modelación del costo de viaje, ya que en menor o mayor grado gravita en la elección rutal de los usuarios. Luego se requiere incorporar detalladamente esta información en el modelo de asignación, especificando su ubicación y monto a nivel de arco. Las tarifas incorporadas al modelo se encuentran detalladas en el Capítulo 4, sección 4.2-

8.3 Calibración y Obtención de Matrices Origen-Destino

Previo a la utilización del modelo de asignación con fines predictivos, se realizó la actividad de calibración de la red y obtención de matrices origen-destino. Lo anterior es fundamental en el desarrollo del estudio, pues permite obtener un modelo de asignación vehicular representativo de la operación actual de la red vial, y que posteriormente será aplicado en la evaluación de escenarios.

El tema se centra en consolidar matrices origen-destino en base a los datos de matrices y encuestas O-D realizadas en los estudios de base, y proporcionadas por los estudios de referencia. A esto se agrega una validación de los parámetros de la red de manera de lograr que el modelo represente los flujos actuales sobre la red y los niveles de servicio en las rutas. En los siguientes acápite se presentan las actividades realizadas y los resultados obtenidos.

8.3.1 Antecedentes de Tránsito

La información de tránsito empleada en la calibración del modelo de asignación proviene principalmente de los flujos levantados en forma simultánea a la realización de las encuestas origen-destino, como también de los conteos de tránsito realizados como parte de los estudios

de base del presente estudio, reportados en el Capítulo 6. Adicionalmente, se han considerado antecedentes recopilados de los Instrumentos Contadores de Tránsito, proporcionados por el MOP, reportados en el Capítulo 4. Estos antecedentes fueron empleados de forma de construir flujos por tipo de vehículo, los que son presentados junto con los resultados de la calibración.

8.3.2 Funciones de Costo y Criterio de Asignación

8.3.2.1 Vehículos livianos

La asignación vehicular se lleva a cabo con el software EMME/2 aplicando un criterio multiusuario, lo cual está orientado a incorporar en el modelo de asignación el hecho de que la elección de ruta se encuentra condicionada a la percepción que tiene el usuario de las condiciones de las rutas alternativas, ya sean éstas el estándar de la ruta, la distancia o la tarifa en el caso de vías concesionadas. Particularmente se aplicará el criterio de que la elección de ruta pasa por una decisión de utilizar vías con alto estándar pagando peajes, o vías de mayor distancia y bajo estándar para evitar el pago. La diversidad en la percepción de la tarifa como variable de elección se encuentra normalmente ligada al estrato socioeconómico del usuario que escoge la ruta, lo cual puede ser internalizado en el modelo mediante la categorización de la demanda de viajes por estratos de ingreso. Cada categoría poseerá una valorización distinta de los atributos que inciden en la elección de ruta, lo cual se refleja en el modelo de asignación en que los estratos deben ser modelados con distintas funciones de costo percibido.

Para el caso de los vehículos livianos, en el presente estudio se ha decidido modelar el costo de viaje percibido por los usuarios de la red como una combinación de tiempo y tarifa. La razón para hacerlo así es que de esta manera es posible utilizar la especificación de la función de utilidad calibrada en el estudio de referencia de la IX y X región ya que es el estudio más actualizado en el que se realizó un cálculo de estos valores.

EMME/2 permite realizar asignaciones vehiculares con un criterio multiusuario, en donde se define un número de matrices origen-destino equivalente a las categorías de usuarios que se desee modelar. En el caso de vehículos livianos, el costo de viaje percibido por los usuarios de la red se modela como una combinación de tiempo y tarifa, vale decir, esta puede ser expresada en unidades de tiempo, de la siguiente manera:

$$CG_a^i = (t_{viaje_a} + \alpha_i \bullet tarifa_a)$$

El parámetro α_i corresponde al inverso del valor del tiempo de la categoría de usuario i ; mientras que $tarifa_a$ está asociado al valor del peaje en el arco, si lo hubiere. El segundo término de la expresión anterior corresponde a una constante dentro de la asignación (no depende del flujo asignado), por lo cual la función de costos puede ser expresada como sigue:

$$CG_a^i = (t_{viaje_a} + cte_i)$$

El problema anterior puede ser resuelto en EMME/2 con una asignación del tipo multiusuario con costo generalizado. Cada categoría de usuario i percibe el mismo tiempo de viaje para cierto arco, pero se diferencian en la percepción del resto de los costos de dicho arco.

Para definir la expresión anterior, se utilizaron los valores subjetivos del tiempo extraídos del estudio de referencia IX, X Región, donde se estimaron diversos factores por tipo de calzada y categoría de usuarios.

Cuadro N° 8.3-1: Valor Subjetivo del Tiempo (\$/minuto, Marzo 2004)

Tipo Pavimento	Ingreso Bajo	Ingreso Medio	Ingreso Alto
Ripio	44	82	104
Simple	33	61	78
Doble	22	40	51

Fuente: CIS, 2004.

Ingreso Bajo: Menor a \$157.000

Medio: 157.000 y 894.000

Alto: más de 894.000

Para su correcta incorporación a EMME/2, se han ingresado los valores del tiempo correspondientes a calzada doble. Por otro lado los factores por tipo de calzada se incorporan como una “aversión” al uso de caminos de menor estándar con respecto a la calzada doble, multiplicando directamente al tiempo de viaje obtenido en la modelación a nivel de arcos, sólo para efectos de asignación. Por lo tanto los valores utilizados son los siguientes:

Cuadro N° 8.3-2: Valor Subjetivo del Tiempo (\$/minuto, Actualizados a Diciembre 2006)

Tipo Pavimento	Ingreso Bajo	Ingreso Medio	Ingreso Alto
Doble Calzada	24.0	43.6	55.6

Fuente: Elaboración Propia

Nota: se aplica un factor de 1.5 a las vías de Calzada Simple y un factor de 2,0 a las vías no pavimentadas, lo cual se deduce a partir del Cuadro 8.3-1.

8.3.2.2 Camiones Simples y Pesados

Para el caso de camiones, se ha considerado que el costo percibido para la asignación de ruta corresponde a la suma de tarifa y costo operacional (CO). Luego, la expresión del costo se expresa de la siguiente manera:

$$CG_a^{cs} = CO_a^{cs} + tarifa_{cs,a}$$

$$CG_a^{cp} = CO_a^{cp} + tarifa_{cp,a}$$

Lo cual puede ser modelado con una asignación de tipo multiusuario con costo generalizado.

8.3.3 Asignación Estocástica

Una vez que se posee la red de modelación y la función de costo a considerar en la elección rutal, fue necesario definir el criterio de asignación a emplear en la modelación.

Los algoritmos de asignación de equilibrio, basados en el Primer Principio de Wardrop consideran que todas las rutas escogidas por los usuarios para viajar entre un determinado par origen-destino presentan un costo igual y aquellas de costo superior no son utilizadas. En este proceso la congestión juega un rol preponderante al determinar la ruta de costo mínimo.

Sin embargo, en el caso interurbano, donde el grado de congestión es más bien bajo, la asignación resultante corresponde usualmente a una del tipo “todo o nada”, vale decir, todo el flujo producido por un par origen-destino (O/D) es asignado a la ruta de costos mínimo. Esto resulta ser particularmente problemático en una red interurbana con viajes de mediana y larga distancia, en donde los usuarios de la red comienzan a percibir atributos de la red distintos al tiempo de viaje, tales como el consumo de combustible, el deterioro del vehículo, la seguridad de la ruta, entre otros. Se ha observado que en la práctica, estos atributos no son percibidos de manera uniforme por los usuarios de las redes, lo que explica el fenómeno de que, para cierto par origen destino, un porcentaje de los viajes se realizan por rutas que no representan el mínimo costo medido (y resultante de un equilibrio de Wardrop). Esto explica que una asignación del tipo determinístico, no suele representar el fenómeno de asignación a redes interurbanas de baja congestión.

Una forma de resolver este problema es aplicar el procedimiento conocido como asignación estocástica. En ésta se asume que los viajeros de un mismo par O/D perciben en forma distinta los costos de viajar por cada una de las rutas alternativas en dicho par. De esta forma, estos viajeros se asignan a distintas rutas de las que sirven al par O/D.

EMME/2 posee un programa denominado M-E1.mac, el que consiste en la programación del algoritmo SUE (Sheffy, 1985, pág 327) para el caso de una asignación del tipo multiusuarios. El algoritmo SUE es un método de asignación estocástico de equilibrio de usuarios, y su planteamiento es el siguiente:

Algoritmo Asignación Estocástica SUE:

Paso 0: **Inicialización.** Realización de una carga estocástica en la red, basada en un conjunto inicial de tiempos (costos) de viaje (t_a^0). Esto genera un conjunto de flujos en arcos (x_a^1). Definir $n=1$

Paso 1: **Actualización de tiempos (costos).** Calcular $t_a^n = t_a(x_a^n)$, para todo a arco de la red.

Paso 2: **Búsqueda de Dirección.** Realizar una carga estocástica en la red basada en los tiempos (costos) de viaje actualizados (t_a^n). Esto conduce a una solución auxiliar de flujos (y_a^n)

Paso 3: **Actualización de Flujos**, mediante la siguiente relación:

$$x_a^{n+1} = x_a^n + \frac{1}{n} (y_a^n - x_a^n) \quad (4.5)$$

Paso 4: **Criterio de Convergencia:** Si se obtiene la convergencia deseada, entonces detenerse. Si no, $n=n+1$ y volver al Paso 1.

El algoritmo descrito fue modificado para incluir la posibilidad de asignación multiusuario. Luego, el programa M-E1.mac queda definida mediante la siguiente secuencia, donde m identifica a la clase de usuario:

Algoritmo Asignación Estocástica, M-E1.mac (multiusuario):

Paso 0: **Inicialización.** Realización de una carga estocástica en la red, basada en un conjunto inicial de tiempos (costos) de viaje (t_a^0). Esto genera un conjunto de flujos en arcos (x_a^{m1}). Definir $n=1$

Paso 1: **Actualización de tiempos (costos).** Calcular $t_a^n = t_a(x_a^n)$, para todo a arco de la red. Considerar:

$$x_a^n = \sum_m x_a^{mm}$$

Paso 2: **Búsqueda de Dirección.** Realizar una carga estocástica en la red basada en los tiempos (costos) de viaje actualizados t_a^n . Esto conduce a una solución auxiliar de flujos (y_a^{nm}).

Paso 3: **Actualización de Flujos,** mediante la siguiente relación:

$$x_a^{m,n+1} = x_a^{m,n} + (1/n)(y_a^{m,n} - x_a^{m,n}) \quad (4.6)$$

Paso 4: **Criterio de Convergencia:** Si se obtiene la convergencia deseada, entonces detenerse. Si no, $n=n+1$ y volver al Paso 1.

Se debe notar que el Paso 1 difiere dependiendo de la especificación adoptada para la curva flujo demora. En aquellos casos en que el tiempo de viaje depende además del flujo en el sentido de circulación, del flujo en otros arcos, el cálculo del tiempo de viaje debe ser realizado empleando los flujos resultantes de la iteración anterior. Esto sucede en el presente caso, para la modelación de vehículos livianos, puesto que la especificación empleada en el cálculo de tiempos de viaje en calzada simple, incorpora directamente el flujo en ambos sentidos de circulación. Una situación alternativa se encuentra en aquellas situaciones en que el costo generalizado de transporte es independiente del nivel de flujo en los arcos, tal es el caso de la modelación de camiones, en donde se consideró para su modelación costos de operación constantes en función del flujo.

Por otra parte, es necesario señalar que la carga estocástica en la red mencionada en el Paso 2, involucra los siguientes procesos:

- Perturbar los costos en los arcos con una cierta distribución de error. En este sentido, se utilizó una distribución uniforme con valor medio C (costo del arco) y desviación $\mu \cdot C$, siendo μ un coeficiente de variación exógeno.
- Asignar “todo o nada” con estos tiempos (costos).

El paso 1 se resuelve mediante una asignación con matriz nula y flujo fijo (fan). La expresión a utilizar en la función de costo para incluir la perturbación estocástica es de la siguiente forma:

$$C_a^i = \bar{C}_a^i (1 + \mu(2\theta_a^i - 1)) \quad (4.7)$$

Donde i indica la categoría de usuario, μ la dispersión especificada al costo que en el presente estudio es de un 25% y θ_a^i corresponde a un número aleatorio, de distribución uniforme del tipo $U(0,1)$.

Para calcular estos números aleatorios se utiliza una expresión que replica la forma de la función $U(0,1)$, desarrollada en la macro "Stochas.mac" (ver sitio web inro.ca). La forma en que se calcula el número aleatorio para cada arco de la red, permite mantener la semilla como un parámetro de control al inicio del algoritmo, pudiéndose de esta manera replicar las asignaciones realizadas.

Finalmente, la cantidad de iteraciones es controlada mediante el siguiente criterio de convergencia en los flujos asignados:

$$\Delta_m = \left[\frac{X^{m,n+1} - X^{m,n}}{X^{m,n}} \right] * 100 < \epsilon \forall m \quad (4.9)$$

8.3.4 Consolidación de Matrices

El proceso de consolidación de matrices origen-destino está estrechamente vinculado a la etapa de calibración del modelo de asignación, y consiste en determinar una matriz única, por tipo de vehículo (automóviles y camiones), a partir de las encuestas origen-destino obtenidas en diversos puntos de la red. La construcción de dicha matriz única, debe evitar los dobles conteos y además debe ser capaz de reproducir los flujos observados en la red. La segunda condición se logra en la etapa de ajuste a partir de conteos, lo cual se explica posteriormente.

Los dobles conteos se producen al existir al menos dos puntos que controlen el mismo par origen-destino. Si dichos puntos se encuentran en serie, los viajes para ese par origen-destino, podrán ser promediados. Si por el contrario, se encuentran en paralelo bastará con sumarlos. Sin embargo, la diversidad de situaciones que puede producirse incluso en una red de mediana complejidad hace en general extremadamente laborioso el proceso de consolidación, esto es, obtener una matriz única a partir del conjunto de encuestas realizadas en diversos puntos de control.

Otro problema que debe ser superado por la consolidación de matrices es la existencia de celdas vacías, producto del elevado nivel de desagregación de las matrices (por un gran número de zonas o desagregación por tipo de producto o usuario). A este respecto, se debe mencionar dos tipos de celdas nulas:

- Cero medido o estructural: esta celda nula se debe a que la ubicación geográfica del punto de control no permite controlar viajes entre un determinado par de zonas.
- Cero muestral: el cual se debe a que la participación del par origen-destino, en el total de viajes controlados es muy baja lo cual deriva en una celda nula por consideraciones de muestreo.

Una manera comúnmente utilizada para evitar el problema de las celdas vacías consiste en promediar solamente aquellos viajes mayores a cero. Sin embargo, este método incurre en una sobreestimación de los viajes al no considerar las celdas nulas por muestreo.

Considerando estos inconvenientes, se plantea realizar la consolidación de encuestas utilizando la metodología propuesta por Gálvez et al (1996), la cual permite encontrar los mejores valores para las siguientes variables:

- λ_{ij} : Flujo real en vehículos por hora que circula desde la zona origen i a la zona destino j . Esta es la matriz consolidada que se requiere estimar. Corresponde a un período temporal y tipo de vehículo dado, pero por simplicidad han sido omitidos los subíndices correspondientes.
- X_r : Flujo real en vehículos por hora que circula por el arco r . Es también un valor desconocido que se requiere estimar y corresponde a un período temporal y tipo de vehículo dado.

Entre estas variables existe la siguiente relación:

$$X_r = \sum_{ij} \lambda_{ij} \cdot p_{ijr}$$

donde, p_{ijr} representa la proporción del flujo desde la zona origen i a la zona destino j que pasa por el arco r . Esta probabilidad de elección es obtenida de la calibración de la red vial.

La estimación de estas variables deberá hacerse con la siguiente información:

▪ **Datos procedentes de las Encuestas Origen-Destino**

- n_{ijk} : Número total de vehículos observados en el punto de control k con origen en la zona i y destino en la zona j .
- t_k : Duración, en horas, de la encuesta Origen-Destino en el punto de control k .
- m_k : Tasa de muestreo, esto es, proporción que representa el flujo encuestado en relación al flujo total en el punto de control k .

▪ **Datos procedentes de los conteos**

- n_r : Número total de vehículos observados en el punto de conteo r .
- t_r : Duración, en horas, del conteo en el punto de conteo r .

▪ **Datos procedentes del modelo de asignación**

- p_{ij}^a : Proporción del flujo desde la zona origen i a la zona destino j que pasa por el arco a . Esta proporción es obtenida mediante el modelo de asignación.

Al combinar los datos procedentes de las encuestas Origen-Destino y los conteos vehiculares se tiene un problema de sobreinformación, esto es, hay más datos que incógnitas. Para resolver este tipo de problemas existen diversos métodos posibles, tales como regresión lineal múltiple,

minimización de la función chi cuadrado, y máxima verosimilitud, de entre los cuales se ha elegido este último.

El método de máxima verosimilitud es una técnica de estimación que se emplea con frecuencia, porque posee múltiples propiedades asintóticas (por ejemplo, eficiencia y consistencia). El objetivo es encontrar el valor de población que mejor se ajuste a la muestra observada, es decir, el valor de la población hipotético más susceptible que, cualquier otro, de generar la muestra observada. Se puede demostrar que la solución es del siguiente tipo:

$$\langle \lambda_{ij} \rangle = \frac{\sum_k n_{ijk}}{\sum_k t_k \cdot m_k \cdot P_{ijk}}$$

Utilizando un algoritmo de asignación como el descrito (estocástico de equilibrio), se obtiene la matriz de proporciones p_{ijk} , con lo cual es posible estimar una matriz de viajes consolidada. Esta matriz podrá ser modificada posteriormente (si se requiere) mediante un método de ajuste en base a conteos vehiculares.

Cabe señalar finalmente que el método descrito ha sido programado por el Consultor y aplicado con éxito en diversos estudios ejecutados.

8.3.5 Cálculo de Matrices de Proporciones “Pijas”.

Para realizar los procesos de consolidación y ajuste de matrices, es necesario aplicar un procedimiento que permita estimar las matrices de proporciones P_{ij}^a , para cada arco involucrado en dicho proceso (un subconjunto del total de arcos de la red). En Emme/2 este cálculo se puede realizar a través de la opción denominada “*additional assignment demand*” (*aad*), que se puede activar en el momento de realizar una asignación estándar.

La opción *aad* permite rescatar de la última iteración de Frank Wolfe los flujos por rutas para cada par O/D, con lo que es posible obtener la matriz de proporciones para cierto arco predeterminado. Sin embargo, EMME/2 sólo permite obtener una matriz de proporciones P_{ij}^a por cada asignación, lo que significa que se deben realizar sucesivas asignaciones con el fin de rescatar cada una de las matrices de proporciones representativas de los arcos involucrados en el proceso de consolidación. Para resolver este problema se ha implementado un programa especial que permite rescatar las matrices de proporciones P_{ij}^a .

El proceso genera un conjunto de matrices adicionales M^{mn} que indica para cada celda qué arcos (sólo los marcados) se utilizaron en los viajes V_{ij} , para cada categoría m y en cada iteración n . Posteriormente, finalizado el proceso de asignación estocástica (Asigna.mac), mediante un programa adicional, se transforma el set M^{mn} en el formato usual de proporciones P_{ij}^a .

8.3.6 Estimación de Matrices

Una vez realizada la validación de la red vial de modelación, se procede a la estimación de matrices consolidadas para cada modo, período y categoría. En los siguientes cuadros se proporciona un resumen de los puntos de control y la cantidad de encuestas utilizadas en este proceso, para cada tipo de vehículo. Se debe puntualizar que se utilizaron encuestas a partir de las siguientes fuentes:

- VI y VII regiones: EOD estudio de referencia Macrozona Centro Sur.
- VIII región: EOD generada por Estudio de Concesión Camino de la Madera.
- IX y X regiones: EOD estudios de base generados en el presente estudio.

Cuadro N° 8.3-1: Resumen Encuestas Consideradas en la Consolidación de Matrices Regiones VI y VII

Punto de Control	Ruta	Encuestas Por Tipo Vehículo		
		Vehículos Livianos	Camiones	Total
701	128CH	808	290	1098
703	M-30-L	2300	735	3035
704	K-60	1421	145	1566
705	K-16	618	55	673
706	J-60	1169	263	1432
707	115-CH	1015	91	1106
708	128-CH	806	270	1076
709	I-50	2546	593	3139
710	R-66	1018	233	1251
712	I-50	544	117	661
713	I-80-G	558	134	692
714	Ruta 5	2136	931	3067
715	Ruta 5	2564	1757	4321
716	Ruta 126	388	250	638
617	G-66	925	639	1564
618	R-5	2070	1148	3218
620	I-72	902	95	997
722	L-11	1037	303	1340
726	J-55	1017	124	1141
727	R-115	87	18	105
728	R-5	1898	928	2826
729	J-60	813	295	1108
630	H-900-I	165	59	224
631	I-520	363	48	411
632	I-880	182	17	199
733	J - 80 / J - 790	135	25	160
735	L-45	299	49	348
736	M-40	49	14	63
737	J-810	208	27	235
638	I-50	810	229	1039

Fuente: Estudio Macrozona Centro-Sur

Cuadro N° 8.3-2: Resumen Encuestas Consideradas en la Consolidación de Matrices, VIII Región

Punto	Ruta	Encuestas Por Tipo Vehículo			Total
		Vehículos Livianos	Camiones Simples	Camiones Pesados	
N0801	RUTA 5	1214	169	363	1746
N0802	RUTA 126	279	95	193	567
N0803	RUTA 126	582	94	193	869
N0804	N-59	570	57	6	633
N0805	RUTA 148	814	192	66	1072
N0806	RUTA 152	859	61	276	1196
N0807	RUTA 148	755	160	528	1443
N0808	N-59	151	28	16	195
N0809	O-50	705	89	304	1098
N0810	O-90-Q	508	63	229	800
N0813	RUTA 160	1100	61	62	1223
N0814	RUTA 156	951	14	41	1006
N0815	RUTA 160	418	65	174	657
N0816	RUTA 156	626	25	40	691
N0817	RUTA 180	754	84	126	964
N0818	Q-45	580	56	70	706
N0819	RUTA 180	838	98	237	1173
N0821	RUTA 156	841	88	141	1070
N0822	RUTA 154 D	194	37	281	512

Fuente: Estudio Camino de la Madera

Cuadro Nº 8.3-3: Resumen Encuestas Consideradas en la Consolidación de Matrices, IX y X regiones

Punto	Ruta	Encuestas Por Tipo de Vehículo			Total
		Vehículos Livianos	Camiones Simples	Camiones Pesados	
N-09-01	R-90-P	568	41	146	755
N-09-02	S-16	779	79	112	970
N-09-03	S11	640	49	75	764
N-09-04	S30	1669	191	122	1982
N-09-05	S-60	1015	132	67	1214
N-09-06	RUTA 199 CH	2035	181	36	2252
N-09-07	0	826	83	23	932
N-09-08	T-239-S	1315	137	24	1476
N-09-09	S31	1384	136	41	1561
N-09-10	R-170	686	73	366	1125
N-09-11	Ruta 182	1946	293	880	3119
N-09-14	Ruta 181 CH	199	11	93	303
N-09-15	Ruta 181 CH	875	115	38	1028
N-10-01	T-35	211	13	1	225
N-10-02	T-625	843	117	61	1021
N-10-03	T-60	145	14	64	223
N-10-04	T-85	1011	145	60	1216
N-10-05	RUTA 215 CH	1619	171	214	2004
N-10-06	RUTA 215 CH	364	8	155	527
N-10-07	RUTA 225 CH	1271	52	53	1376
N-10-08	V-20	1004	90	53	1147
N-10-09	V-30	689	66	124	879
N-10-10	V-60	1243	142	55	1440
N-10-11	RUTA 5	2913	495	665	4073
N-10-12	RUTA 5	1162	305	351	1818
N-10-13	W-59	940	231	101	1272
N-10-14	RUTA 5	3636	385	182	4203
N-10-15	RUTA 7	676	111	18	805

Fuente: Elaboración Propia

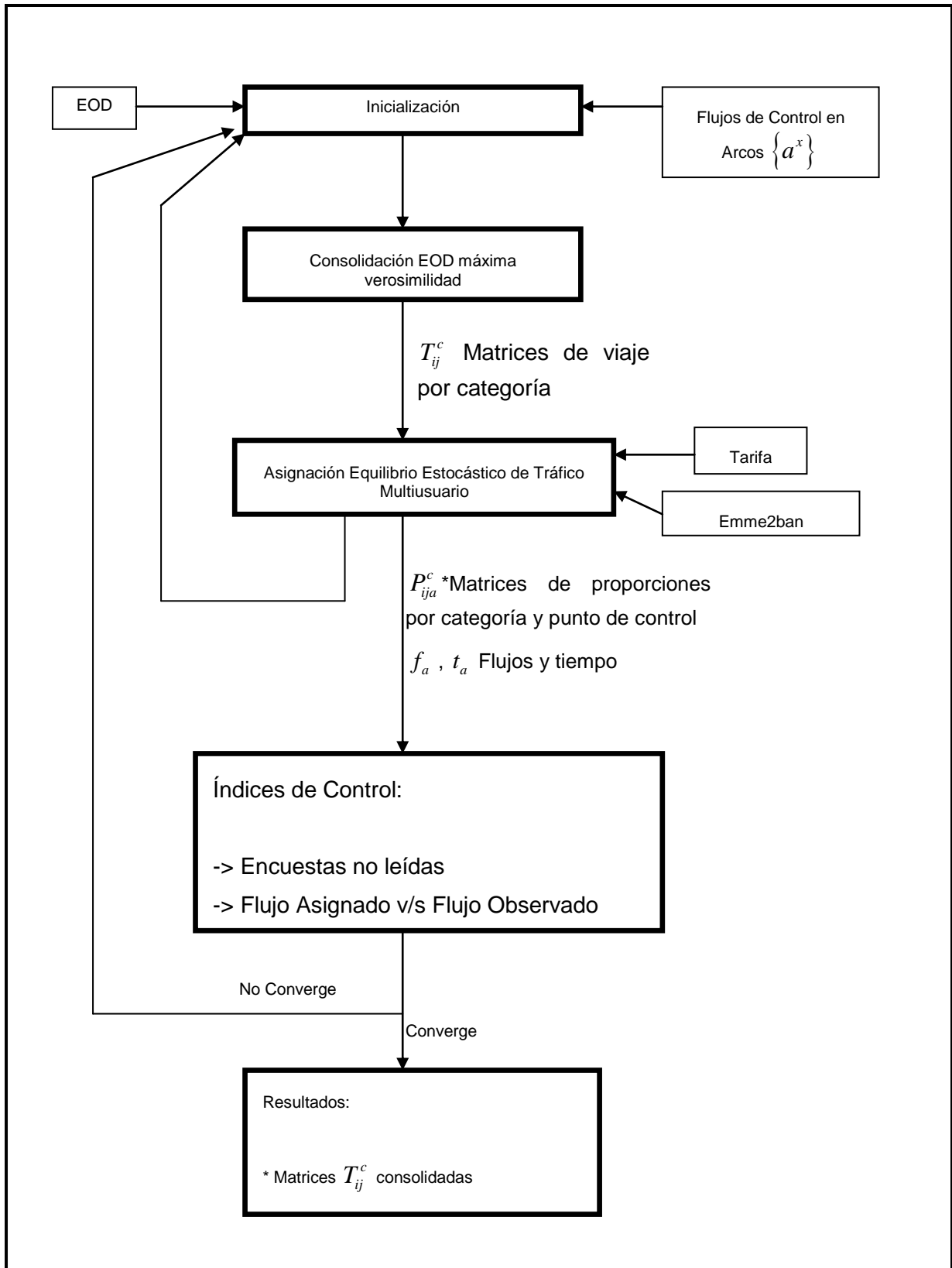
El siguiente cuadro presenta un resumen con la totalidad de encuestas utilizadas en la obtención de matices. Se observa que las matrices origen destino se generan a partir de un total de aproximadamente 96.000 encuestas, por lo cual se trata de una importante base de datos para obtener el modelo de distribución de viajes de la red.

Cuadro Nº 8.3-4: Resumen Encuestas Empleadas Proceso de Consolidación

Región	Nº Puntos EOD	Nº Encuestas
VI	7	7652
VII	23	31080
VIII	19	17621
IX	11	17481
X	15	22229
Total	75	96063

Fuente: Elaboración Propia

Figura Nº 8.3-1: Consolidación De Matrices



En los siguientes cuadros se presentan los resultados de la consolidación, en términos de flujos asignados versus modelados en los puntos de encuestas escogidos. Los códigos de puntos de control corresponden a los definidos en el Capítulo 6. La ubicación exacta de cada punto puede ser consultada en dicho capítulo.

Cuadro N° 8.3-5: Flujos Asignados/Observados Puntos de Consolidación, Camiones Simples, IX y X Regiones (veh/hr)

Punto Control	MOV	Día Promedio	
		Obs	Mod
N-09-01	OP	17,4	18,4
	PO	20,0	20,3
N-09-02	NS	23,7	24,7
	SN	23,9	25,1
N-09-03	OP	25,7	25,8
	PO	25,1	25,1
N-09-04	OP	69,1	74,4
	PO	65,7	70,3
N-09-05	OP	58,0	58,3
	PO	52,3	56,1
N-09-06	OP	116,7	120,3
	PO	121,3	130,4
N-09-07	OP	35,6	38,3
	PO	34,1	35,7
N-09-08	NS	47,6	50,0
	SN	38,3	39,3
N-09-09	OP	48,6	51,4
	PO	52,1	53,6
N-09-14	OP	6,0	6,0
	PO	10,7	10,7
N-09-15	OP	32,0	34,3
	PO	32,4	34,0
N-09-16	OP	26,0	26,0
	PO	30,0	31,0
N-10-01	OP	3,7	3,8
	PO	6,9	6,9
N-10-02	OP	48,3	49,1
	PO	48,9	49,1
N-10-03	NS	7,3	7,4
	SN	5,6	5,6
N-10-04	OP	46,3	48,4
	PO	47,0	47,0
N-10-05	OP	80,3	85,4
	PO	91,6	99,0
N-10-06	OP	2,3	2,3
	PO	1,4	1,4
N-10-07	OP	18,1	18,1
	PO	16,7	17,0
N-10-08	OP	44,9	47,6
	PO	34,3	35,0
N-10-09	OP	29,7	32,0
	PO	21,3	22,8
N-10-10	OP	52,9	57,3
	PO	44,9	46,9

Punto Control	MOV	Día Promedio	
		Obs	Mod
N-10-11	NS	202,4	219,6
	SN	175,4	176,9
N-10-12	NS	138,9	142,4
	SN	137,1	142,9
N-10-13	OP	77,6	79,0
	PO	81,4	83,3
N-10-14	NS	226,6	244,3
	SN	208,3	212,1
N-10-15	OP	35,1	36,9
	PO	35,3	36,3

Fuente: Elaboración propia

Cuadro Nº 8.3-6: Flujos Asignados/Observados Puntos de Consolidación, Camiones Pesados, IX y X Regiones (veh/hr)

Punto Control	MOV	Día Promedio	
		Obs	Mod
N-09-01	OP	30,6	32,9
	PO	59,0	60,4
N-09-02	NS	28,0	30,0
	SN	37,4	40,0
N-09-03	OP	17,3	18,6
	PO	26,9	28,6
N-09-04	OP	22,1	23,1
	PO	31,6	33,9
N-09-05	OP	14,1	14,4
	PO	15,7	15,7
N-09-06	OP	22,4	23,4
	PO	24,7	26,0
N-09-07	OP	8,3	8,3
	PO	10,6	11,6
N-09-08	NS	9,9	10,1
	SN	4,9	5,1
N-09-09	OP	6,7	6,7
	PO	6,0	6,3
N-09-14	OP	24,9	27,4
	PO	23,6	24,6
N-09-15	OP	8,9	8,9
	PO	7,7	7,7
N-09-16	OP	9,1	9,9
	PO	10,1	10,4
N-10-01	OP	0,3	0,3
	PO	0,0	0,0
N-10-02	OP	25,4	27,4
	PO	10,3	10,9
N-10-03	NS	11,7	12,3
	SN	11,4	11,7
N-10-04	OP	18,3	19,3
	PO	12,4	13,1
N-10-05	OP	82,4	87,7
	PO	86,3	89,6
N-10-06	OP	29,6	31,6
	PO	59,7	62,4
N-10-07	OP	11,0	11,0
	PO	20,1	20,7

Punto Control	MOV	Día Promedio	
		Obs	Mod
N-10-08	OP	12,7	12,7
	PO	13,9	15,1
N-10-09	OP	19,9	20,1
	PO	24,3	26,7
N-10-10	OP	9,1	9,4
	PO	12,1	13,0
N-10-11	NS	201,1	214,1
	SN	195,4	204,7
N-10-12	NS	98,6	103,9
	SN	93,7	95,7
N-10-13	OP	27,6	29,9
	PO	27,7	29,7
N-10-14	NS	88,3	93,3
	SN	100,6	101,3
N-10-15	OP	5,4	5,7
	PO	6,3	6,6

Fuente: Elaboración propia

Cuadro Nº 8.3-7: Flujos Asignados/Observados Puntos de Consolidación, Vehículos Livianos, IX y X Regiones (veh/hr)

Punto Control	MOV	Día Promedio	
		Obs	Mod
N-09-01	OP	30,6	32,9
	PO	59,0	60,4
N-09-02	NS	28,0	30,0
	SN	37,4	40,0
N-09-03	OP	17,3	18,6
	PO	26,9	28,6
N-09-04	OP	22,1	23,1
	PO	31,6	33,9
N-09-05	OP	14,1	14,4
	PO	15,7	15,7
N-09-06	OP	22,4	23,4
	PO	24,7	26,0
N-09-07	OP	8,3	8,3
	PO	10,6	11,6
N-09-08	NS	9,9	10,1
	SN	4,9	5,1
N-09-09	OP	6,7	6,7
	PO	6,0	6,3
N-09-14	OP	24,9	27,4
	PO	23,6	24,6
N-09-15	OP	8,9	8,9
	PO	7,7	7,7
N-09-16	OP	9,1	9,9
	PO	10,1	10,4
N-10-01	OP	0,3	0,3
	PO	0,0	0,0
N-10-02	OP	25,4	27,4
	PO	10,3	10,9
N-10-03	NS	11,7	12,3
	SN	11,4	11,7
N-10-04	OP	18,3	19,3
	PO	12,4	13,1
N-10-05	OP	82,4	87,7

Punto Control	MOV	Día Promedio	
		Obs	Mod
	PO	86,3	89,6
N-10-06	OP	29,6	31,6
	PO	59,7	62,4
N-10-07	OP	11,0	11,0
	PO	20,1	20,7
N-10-08	OP	12,7	12,7
	PO	13,9	15,1
N-10-09	OP	19,9	20,1
	PO	24,3	26,7
N-10-10	OP	9,1	9,4
	PO	12,1	13,0
N-10-11	NS	201,1	214,1
	SN	195,4	204,7
N-10-12	NS	98,6	103,9
	SN	93,7	95,7
N-10-13	OP	27,6	29,9
	PO	27,7	29,7
N-10-14	NS	88,3	93,3
	SN	100,6	101,3
N-10-15	OP	5,4	5,7
	PO	6,3	6,6

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 8.3-8: Flujos Asignados/Observados Puntos de Consolidación, Camiones Simples, VIII Región (veh/hr)

Punto Control	Mov	Día Promedio	
		Observado	Modelado
N-08-01	13	19,9	19,9
N-08-01	31	19,4	19,4
N-08-02	13	2,7	2,7
N-08-02	31	2,5	2,5
N-08-03	12	0,5	0,5
N-08-03	13	5,1	5,1
N-08-03	21	0,5	0,5
N-08-03	23	2,3	2,3
N-08-03	31	6,2	6,2
N-08-03	32	2,3	2,3
N-08-04	13	8,8	8,8
N-08-04	14	4,5	4,5
N-08-04	31	6,5	6,5
N-08-04	34	0,3	0,3
N-08-04	41	3,8	3,8
N-08-04	43	0,5	0,5
N-08-05	24	8,0	8,0
N-08-05	42	9,8	9,8
N-08-06	24	9,5	9,5
N-08-06	42	10,0	10,0
N-08-07	24	13,9	13,9
N-08-07	42	15,8	16,8
N-08-08	13	2,3	2,3
N-08-08	31	2,1	2,1
N-08-09	12	2,2	2,2
N-08-09	14	1,0	1,0
N-08-09	21	2,8	2,8

Punto Control	Mov	Día Promedio	
		Observado	Modelado
N-08-09	24	4,3	4,3
N-08-09	41	1,0	1,0
N-08-09	42	4,1	4,1
N-08-10	12	2,5	2,5
N-08-10	14	0,0	0,0
N-08-10	21	2,8	2,8
N-08-10	24	1,8	1,8
N-08-10	42	2,2	2,2
N-08-13	13	13,7	13,7
N-08-13	31	10,0	10,0
N-08-14	13	4,0	4,0
N-08-14	31	2,1	2,1
N-08-15	12	0,4	0,4
N-08-15	13	7,7	7,7
N-08-15	14	0,3	0,3
N-08-15	21	0,1	0,1
N-08-15	23	0,0	0,0
N-08-15	24	0,0	0,0
N-08-15	31	6,3	6,3
N-08-15	32	0,0	0,0
N-08-15	34	0,7	0,7
N-08-15	41	0,3	0,3
N-08-15	42	0,1	0,1
N-08-15	43	0,2	0,2
N-08-16	13	13,0	13,0
N-08-16	31	13,2	13,2
N-08-17	24	17,0	18,0
N-08-17	42	16,8	15,8
N-08-18	12	0,2	0,2
N-08-18	14	0,0	0,0
N-08-18	21	0,4	0,4
N-08-18	24	4,8	4,8
N-08-18	41	0,1	0,1
N-08-18	42	4,4	4,4
N-08-19	12	0,3	0,3
N-08-19	13	9,9	9,9
N-08-19	21	0,5	0,5
N-08-19	23	0,1	0,1
N-08-19	31	10,3	10,3
N-08-19	32	0,4	0,4
N-08-21	24	5,6	5,6
N-08-21	42	5,8	5,8
N-08-22	24	1,6	1,6
N-08-22	42	1,8	1,8
N-09-10	12	0,1	0,1
N-09-10	14	0,1	0,1
N-09-10	21	0,2	0,2
N-09-10	24	1,5	1,5
N-09-10	41	0,0	0,0
N-09-10	42	1,5	1,5
N-09-11	24	3,3	3,3
N-09-11	42	3,7	3,7

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 8.3-9: Flujos Asignados/Observados Puntos de Consolidación, Camiones Pesados, VIII Región (veh/hr)

Punto Control	Mov	Día Promedio	
		Observado	Modelado
N-08-01	13	66,0	62,0
N-08-01	31	59,9	58,9
N-08-02	13	5,2	5,2
N-08-02	31	6,0	6,0
N-08-03	12	1,2	1,2
N-08-03	13	10,5	10,5
N-08-03	21	2,1	2,1
N-08-03	23	5,3	5,3
N-08-03	31	13,2	13,2
N-08-03	32	6,5	6,5
N-08-04	13	8,6	8,6
N-08-04	14	1,2	1,2
N-08-04	31	7,0	7,0
N-08-04	34	0,1	0,1
N-08-04	41	1,3	1,3
N-08-04	43	0,0	0,0
N-08-05	24	9,0	9,0
N-08-05	42	9,7	9,7
N-08-06	24	31,5	32,5
N-08-06	42	36,7	34,7
N-08-07	24	63,3	63,3
N-08-07	42	60,9	56,9
N-08-08	13	0,6	0,6
N-08-08	31	0,7	0,7
N-08-09	12	7,8	7,8
N-08-09	14	2,6	2,6
N-08-09	21	5,0	5,0
N-08-09	24	50,1	49,1
N-08-09	41	2,9	2,9
N-08-09	42	47,3	48,3
N-08-10	12	1,3	1,3
N-08-10	14	0,0	0,0
N-08-10	21	1,2	1,2
N-08-10	24	11,7	11,7
N-08-10	42	8,4	8,4
N-08-13	13	28,2	27,2
N-08-13	31	26,6	26,6
N-08-14	13	9,1	9,1
N-08-14	31	5,0	5,0
N-08-15	12	1,2	1,2
N-08-15	13	30,1	30,1
N-08-15	14	0,5	0,5
N-08-15	21	0,8	0,8
N-08-15	23	0,0	0,0
N-08-15	24	0,1	0,1
N-08-15	31	35,6	33,6
N-08-15	32	0,3	0,3
N-08-15	34	0,5	0,5
N-08-15	41	0,4	0,4
N-08-15	42	0,1	0,1
N-08-15	43	0,4	0,4
N-08-16	13	46,5	49,5

Punto Control	Mov	Día Promedio	
		Observado	Modelado
N-08-16	31	46,2	43,2
N-08-17	24	37,6	37,6
N-08-17	42	36,2	35,2
N-08-18	12	0,3	0,3
N-08-18	14	0,1	0,1
N-08-18	21	0,3	0,3
N-08-18	24	10,3	10,3
N-08-18	41	0,2	0,2
N-08-18	42	9,5	9,5
N-08-19	12	0,1	0,1
N-08-19	13	29,2	28,2
N-08-19	21	0,1	0,1
N-08-19	23	0,0	0,0
N-08-19	31	29,3	30,3
N-08-19	32	0,0	0,0
N-08-21	24	5,9	5,9
N-08-21	42	7,1	7,1
N-08-22	24	7,4	7,4
N-08-22	42	8,2	8,2
N-09-10	12	0,1	0,1
N-09-10	14	0,0	0,0
N-09-10	21	0,0	0,0
N-09-10	24	15,9	15,9
N-09-10	41	0,0	0,0
N-09-10	42	22,4	23,4
N-09-11	24	5,5	5,5
N-09-11	42	7,8	7,8

Fuente: Elaboración propia

Cuadro Nº 8.3-10: Flujos Asignados/Observados Puntos de Consolidación, Vehículos Livianos, VIII Región (veh/hr)

Punto Control	Mov	Día Promedio	
		Observado	Modelado
N-08-01	13	160,5	163,5
N-08-01	31	154,4	161,4
N-08-02	13	17,7	16,7
N-08-02	31	17,7	17,7
N-08-03	12	5,0	5,0
N-08-03	13	49,8	46,8
N-08-03	21	6,4	6,4
N-08-03	23	23,0	22,0
N-08-03	31	47,4	44,4
N-08-03	32	20,7	21,7
N-08-04	13	67,5	63,5
N-08-04	14	3,1	3,1
N-08-04	31	70,6	69,6
N-08-04	34	0,3	0,3
N-08-04	41	3,7	3,7
N-08-04	43	0,6	0,6
N-08-05	24	53,9	56,9
N-08-05	42	55,1	56,1
N-08-06	24	76,8	74,8

Punto Control	Mov	Día Promedio	
		Observado	Modelado
N-08-06	42	80,1	75,1
N-08-07	24	93,6	95,6
N-08-07	42	114,1	119,1
N-08-08	13	16,1	17,1
N-08-08	31	16,8	17,8
N-08-09	12	26,0	26,0
N-08-09	14	6,6	6,6
N-08-09	21	14,2	14,2
N-08-09	24	47,6	47,6
N-08-09	41	7,3	7,3
N-08-09	42	45,4	47,4
N-08-10	12	17,4	16,4
N-08-10	14	0,0	0,0
N-08-10	21	16,3	16,3
N-08-10	24	9,2	9,2
N-08-10	42	9,9	9,9
N-08-13	13	91,0	89,0
N-08-13	31	74,3	76,3
N-08-14	13	32,7	31,7
N-08-14	31	24,2	24,2
N-08-15	12	1,4	1,4
N-08-15	13	50,7	49,7
N-08-15	14	1,2	1,2
N-08-15	21	0,8	0,8
N-08-15	23	0,7	0,7
N-08-15	24	0,4	0,4
N-08-15	31	50,2	51,2
N-08-15	32	0,8	0,8
N-08-15	34	2,4	2,4
N-08-15	41	1,5	1,5
N-08-15	42	0,8	0,8
N-08-15	43	2,4	2,4
N-08-16	13	102,8	98,8
N-08-16	31	94,1	98,1
N-08-17	24	166,8	160,8
N-08-17	42	160,8	170,8
N-08-18	12	3,2	3,2
N-08-18	14	1,3	1,3
N-08-18	21	4,9	4,9
N-08-18	24	66,3	65,3
N-08-18	41	1,5	1,5
N-08-18	42	62,6	62,6
N-08-19	12	9,2	9,2
N-08-19	13	59,2	58,2
N-08-19	21	8,8	8,8
N-08-19	23	28,1	29,1
N-08-19	31	60,1	63,1
N-08-19	32	27,2	27,2
N-08-21	24	45,1	47,1
N-08-21	42	49,3	47,3
N-08-22	24	44,1	43,1
N-08-22	42	45,7	48,7
N-09-10	12	1,7	1,7
N-09-10	14	0,5	0,5
N-09-10	21	1,7	1,7
N-09-10	24	18,3	19,3

Punto Control	Mov	Día Promedio	
		Observado	Modelado
N-09-10	41	0,2	0,2
N-09-10	42	21,2	22,2
N-09-11	24	38,9	40,9
N-09-11	42	38,8	38,8

Fuente: Elaboración propia

Cuadro Nº 8.3-11: Flujos Asignados/Observados Puntos De Consolidación, Camiones Simples, VI y VII Regiones (veh/hr)

Punto Control	Mov	Día Promedio	
		Observado	Modelado
C-06-01	13	0,0	0,0
C-06-01	31	0,0	0,0
C-06-02	24	0,0	0,0
C-06-02	42	0,0	0,0
C-07-01	24	10,6	10,6
C-07-01	42	10,8	10,8
C-07-02	13	1,6	1,6
C-07-02	31	1,8	1,8
C-07-03	24	5,8	5,8
C-07-03	42	5,0	5,0
C-07-04	24	10,4	10,4
C-07-04	42	9,9	9,9
C-07-05	13	1,8	1,8
C-07-05	31	2,1	2,1
C-07-06	13	1,6	1,6
C-07-06	31	1,8	1,8
C-07-07	13	3,1	3,1
C-07-07	31	2,9	2,9
C-07-08	13	1,4	1,4
C-07-08	31	1,4	1,4
C-07-09	24	4,4	4,4
C-07-09	42	4,5	4,5
C-07-10	13	3,8	3,8
C-07-10	31	4,4	4,4
C-07-11	24	6,5	6,5
C-07-11	42	6,8	6,8
C-07-12	13	4,3	4,3
C-07-12	31	4,1	4,1
C-07-14	24	4,8	4,8
C-07-14	42	6,8	6,8

Fuente: Elaboración propia

Cuadro Nº 8.3-12: Flujos Asignados/Observados Puntos de Consolidación, Camiones Pesados, VI y VII Regiones (veh/hr)

Punto Control	Mov	Día Promedio	
		Observado	Modelado
C-06-01	13	0,0	0,0
C-06-01	31	0,0	0,0
C-06-02	24	0,0	0,0
C-06-02	42	0,0	0,0
C-07-01	24	5,2	5,2
C-07-01	42	3,9	3,9
C-07-02	13	7,7	7,7
C-07-02	31	7,0	7,0
C-07-03	24	13,5	13,5
C-07-03	42	14,0	14,0
C-07-04	24	15,1	14,1
C-07-04	42	14,3	14,3
C-07-05	13	2,3	2,3
C-07-05	31	2,9	2,9
C-07-06	13	4,0	4,0
C-07-06	31	7,0	7,0
C-07-07	13	4,5	4,5
C-07-07	31	5,7	5,7
C-07-08	13	0,9	0,9
C-07-08	31	1,3	1,3
C-07-09	24	5,1	5,1
C-07-09	42	6,2	6,2
C-07-10	13	4,9	4,9
C-07-10	31	6,6	6,6
C-07-11	24	5,7	5,7
C-07-11	42	5,8	5,8
C-07-12	13	4,0	4,0
C-07-12	31	3,9	3,9
C-07-14	24	20,6	19,6
C-07-14	42	22,4	21,4

Fuente: Elaboración propia

Cuadro Nº 8.3-13: Flujos Asignados/Observados Puntos de Consolidación, Vehículos Livianos, VI y VII Regiones (veh/hr)

Punto Control	Mov	Día Promedio	
		Observado	Modelado
C-06-01	13	0,0	0,0
C-06-01	31	0,0	0,0
C-06-02	24	0,0	0,0
C-06-02	42	0,0	0,0
C-07-01	24	80,4	76,4
C-07-01	42	84,5	86,5
C-07-02	13	20,8	19,8
C-07-02	31	20,1	19,1
C-07-03	24	24,2	24,2
C-07-03	42	24,3	24,3
C-07-04	24	31,9	29,9
C-07-04	42	33,5	35,5
C-07-05	13	9,2	9,2
C-07-05	31	8,9	8,9
C-07-06	13	10,2	10,2
C-07-06	31	9,8	9,8
C-07-07	13	13,6	13,6
C-07-07	31	11,3	11,3
C-07-08	13	23,9	23,9
C-07-08	31	21,4	21,4
C-07-09	24	31,9	33,9
C-07-09	42	33,9	32,9
C-07-10	13	23,9	23,9
C-07-10	31	24,9	23,9
C-07-11	24	25,6	26,6
C-07-11	42	27,6	28,6
C-07-12	13	22,7	21,7
C-07-12	31	23,1	24,1
C-07-14	24	67,6	71,6
C-07-14	42	74,6	73,6

Fuente: Elaboración propia

Luego de la calibración se realizó un ajuste en base a conteos, lo que se presenta en el siguiente cuadro. Se debe mencionar que este ajuste no se realizó con todos los puntos de conteo ya que no en todos los pares había flujo con el cual ajustar. Aquellas rutas no ajustadas serán posteriormente modeladas en forma directa utilizando el modelo de demanda, el cual generará viajes para los pares de zonas asociados a los caminos con baja representatividad.

Cuadro Nº 8.3-14 Flujo Observado versus Modelado (veh/hr)

Punto Control	Mov	VL		CS		CP	
		Observado	Modelado	Observado	Modelado	Observado	Modelado
A-06-07	24	143,5	139,5	24,8	24,8	13,3	13,3
A-06-07	42	145,8	150,8	23,8	22,8	14,1	14,1
A-06-08	12	15,1	15,1	3,0	3,0	0,6	0,6
A-06-08	14	66,4	68,4	17,4	17,4	14,4	14,4
A-06-08	21	13,5	13,5	2,8	2,8	0,8	0,8
A-06-08	24	41,7	40,7	12,1	12,1	28,6	28,6
A-06-08	41	62,0	60,0	11,3	11,3	13,2	13,2
A-06-08	42	44,4	42,4	10,4	10,4	23,6	24,6
A-06-10	12	19,2	18,2	0,8	0,8	0,8	0,8
A-06-10	13	47,8	47,8	3,5	3,5	2,2	2,2
A-06-10	16	8,9	8,9	0,8	0,8	1,1	1,1
A-06-10	21	23,0	24,0	1,5	1,5	0,9	0,9
A-06-10	23	4,0	4,0	0,2	0,2	0,0	0,0
A-06-10	26	0,7	0,7	0,1	0,1	0,0	0,0
A-06-10	31	49,1	49,1	3,6	3,6	1,7	1,7
A-06-10	32	6,3	6,3	0,8	0,8	0,1	0,1
A-06-10	36	1,5	1,5	0,2	0,2	0,0	0,0
A-06-10	61	7,7	7,7	0,5	0,5	1,2	1,2
A-06-10	62	1,0	1,0	0,2	0,2	0,0	0,0
A-06-10	63	4,1	4,1	0,3	0,3	0,0	0,0
A-06-12	24	22,2	22,2	2,0	2,0	1,0	1,0
A-06-12	42	21,7	21,7	2,1	2,1	0,5	0,5
A-07-05	13	3,2	3,2	0,4	0,4	0,3	0,3
A-07-05	14	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
A-07-05	31	3,3	3,3	0,3	0,3	0,0	0,0
A-07-05	34	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
A-07-05	41	0,3	0,3	0,0	0,0	0,8	0,8
A-07-05	43	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1
A-07-06	24	5,3	5,3	0,9	0,9	0,2	0,2
A-07-06	42	6,8	6,8	1,3	1,3	0,0	0,0
A-08-01	23	1,4	1,4	0,3	0,3	0,1	0,1
A-08-01	24	21,6	22,6	4,3	4,3	4,3	4,3
A-08-01	32	1,4	1,4	0,3	0,3	0,0	0,0
A-08-01	34	0,5	0,5	0,1	0,1	0,0	0,0
A-08-01	42	22,9	23,9	2,3	2,3	5,0	5,0
A-08-01	43	1,3	1,3	0,2	0,2	0,2	0,2
A-08-02	24	15,2	14,2	2,1	2,1	0,9	0,9
A-08-02	42	12,1	12,1	2,3	2,3	0,8	0,8
A-08-03	12	1,8	1,8	0,0	0,0	0,1	0,1
A-08-03	13	1,3	1,3	0,1	0,1	0,0	0,0
A-08-03	14	2,9	2,9	0,6	0,6	0,3	0,3
A-08-03	21	2,2	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0
A-08-03	23	3,5	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0
A-08-03	24	15,9	15,9	3,3	3,3	6,8	6,8
A-08-03	31	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
A-08-03	32	4,2	4,2	0,6	0,6	0,3	0,3
A-08-03	34	7,3	7,3	0,7	0,7	0,7	0,7
A-08-03	41	2,0	2,0	0,7	0,7	0,1	0,1

Punto Control	Mov	VL		CS		CP	
		Observado	Modelado	Observado	Modelado	Observado	Modelado
A-08-03	42	15,7	14,7	3,4	3,4	4,0	4,0
A-08-03	43	7,7	7,7	0,8	0,8	0,3	0,3
A-08-04	12	1,6	1,6	0,3	0,3	0,5	0,5
A-08-04	13	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
A-08-04	14	3,9	3,9	0,3	0,3	1,3	1,3
A-08-04	21	1,5	1,5	0,2	0,2	0,1	0,1
A-08-04	24	2,3	2,3	0,4	0,4	0,1	0,1
A-08-04	41	4,0	4,0	0,3	0,3	1,5	1,5
A-08-04	42	3,1	3,1	0,3	0,3	0,4	0,4
A-08-04	43	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
A-08-05	13	53,5	50,5	6,3	6,3	34,5	35,5
A-08-05	14	95,8	98,8	8,0	8,0	8,2	8,2
A-08-05	31	34,8	35,8	6,9	6,9	41,1	43,1
A-08-05	34	35,7	33,7	3,6	3,6	1,3	1,3
A-08-05	41	100,8	106,8	6,7	6,7	7,2	7,2
A-08-05	43	30,6	31,6	4,3	4,3	3,3	3,3
A-08-05	53	46,4	45,4	9,8	9,8	6,8	6,8
A-08-05	71	61,3	61,3	10,0	10,0	4,8	4,8
A-08-06	24	32,1	32,1	5,4	5,4	2,7	2,7
A-08-06	42	32,3	34,3	4,4	4,4	3,5	3,5
A-08-07	12	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
A-08-07	14	0,7	0,7	0,7	0,7	0,0	0,0
A-08-07	21	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0
A-08-07	24	7,7	7,7	1,3	1,3	4,1	4,1
A-08-07	41	0,6	0,6	0,3	0,3	0,0	0,0
A-08-07	42	6,1	6,1	1,2	1,2	4,0	4,0
A-08-08	23	1,6	1,6	0,1	0,1	0,0	0,0
A-08-08	24	7,8	7,8	1,1	1,1	0,0	0,0
A-08-08	32	1,5	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0
A-08-08	34	0,5	0,5	0,0	0,0	0,2	0,2
A-08-08	42	6,4	6,4	1,1	1,1	0,0	0,0
A-08-08	43	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
C-08-01	13	4,3	4,3	0,3	0,3	0,2	0,2
C-08-01	31	5,1	5,1	0,4	0,4	0,2	0,2
C-08-02	13	1,7	1,7	0,4	0,4	0,1	0,1
C-08-02	31	2,2	2,2	0,3	0,3	0,4	0,4
C-08-03	24	2,3	2,3	0,2	0,2	0,1	0,1
C-08-03	42	2,9	2,9	0,1	0,1	0,3	0,3
C-08-04	24	3,0	3,0	0,4	0,4	0,0	0,0
C-08-04	42	3,9	3,9	0,5	0,5	0,1	0,1
C-08-05	13	9,5	9,5	1,9	1,9	2,2	2,2
C-08-05	31	9,0	9,0	1,9	1,9	1,5	1,5
C-08-06	13	9,2	9,2	1,8	1,8	1,6	1,6
C-08-06	31	8,9	8,9	1,6	1,6	1,9	1,9
C-08-07	13	11,9	11,9	0,7	0,7	0,3	0,3
C-08-07	31	11,5	11,5	0,5	0,5	0,6	0,6
C-08-08	24	8,7	8,7	2,0	2,0	0,7	0,7
C-08-08	43	8,3	8,3	2,0	2,0	0,5	0,5
C-08-09	13	48,1	48,1	7,7	7,7	17,7	18,7
C-08-09	31	48,1	50,1	7,0	7,0	22,9	21,9
C-08-10	24	3,6	3,6	2,3	2,3	1,4	1,4
C-08-10	42	2,5	2,5	1,5	1,5	1,7	1,7
C-08-11	13	5,5	5,5	0,6	0,6	0,1	0,1
C-08-11	31	5,0	5,0	0,7	0,7	0,1	0,1
C-08-12	13	1,4	1,4	0,4	0,4	0,1	0,1
C-08-12	31	1,5	1,5	0,4	0,4	0,1	0,1
C-08-13	13	7,5	7,5	0,5	0,5	0,4	0,4

Punto Control	Mov	VL		CS		CP	
		Observado	Modelado	Observado	Modelado	Observado	Modelado
C-08-13	31	7,5	7,5	0,4	0,4	0,7	0,7
C-08-14	24	2,2	2,2	0,1	0,1	0,0	0,0
C-08-14	42	2,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C-08-15	24	6,2	6,2	0,7	0,7	1,5	1,5
C-08-15	42	5,6	5,6	1,2	1,2	1,8	1,8
C-08-16	24	2,1	2,1	0,2	0,2	0,0	0,0
C-08-16	42	2,1	2,1	0,2	0,2	0,1	0,1
C-08-17	24	9,1	9,1	1,8	1,8	3,3	3,3
C-08-17	42	8,8	8,8	1,5	1,5	2,7	2,7
C-08-18	24	1,8	1,8	0,1	0,1	0,1	0,1
C-08-18	42	2,0	2,0	0,4	0,4	0,2	0,2
C-08-19	24	3,8	3,8	1,0	1,0	0,8	0,8
C-08-19	42	5,0	5,0	0,8	0,8	0,9	0,9
C-08-20	13	4,1	4,1	0,4	0,4	0,1	0,1
C-08-20	31	3,7	3,7	0,5	0,5	0,1	0,1
C-08-21	24	4,2	4,2	0,2	0,2	0,2	0,2
C-08-21	42	4,1	4,1	0,3	0,3	0,2	0,2
C-08-22	24	1,8	1,8	0,4	0,4	0,6	0,6
C-08-22	42	1,6	1,6	0,1	0,1	0,4	0,4
C-08-23	13	4,1	4,1	1,7	1,7	6,1	6,1
C-08-23	31	4,9	4,9	1,6	1,6	7,6	7,6
C-08-24	13	1,7	1,7	0,6	0,6	0,3	0,3
C-08-24	31	2,0	2,0	0,5	0,5	0,5	0,5
C-08-25	24	0,8	0,8	0,1	0,1	0,6	0,6
C-08-25	42	0,6	0,6	0,0	0,0	0,6	0,6
C-08-26	24	3,2	3,2	0,7	0,7	3,7	3,7
C-08-26	42	2,6	2,6	0,8	0,8	3,8	3,8
C-08-27	13	8,0	8,0	2,0	2,0	0,2	0,2
C-08-27	31	6,7	6,7	1,4	1,4	0,3	0,3
C-08-28	24	17,5	17,5	1,5	1,5	0,5	0,5
C-08-28	42	19,0	19,0	2,2	2,2	0,6	0,6
C-08-29	13	30,3	29,3	5,0	5,0	9,3	9,3
C-08-29	31	34,9	32,9	5,6	5,6	9,7	9,7
C-08-30	24	20,5	21,5	4,8	4,8	0,8	0,8
C-08-30	42	20,9	20,9	7,9	7,9	3,4	3,4
C-08-31	24	74,7	78,7	8,8	8,8	51,5	48,5
C-08-31	42	72,0	72,0	10,5	10,5	48,3	51,3
C-08-32	13	32,8	31,8	2,5	2,5	7,2	7,2
C-08-32	31	40,2	39,2	3,5	3,5	6,2	6,2
C-08-33	13	27,3	27,3	2,1	2,1	8,5	8,5
C-08-33	31	25,3	25,3	2,5	2,5	7,5	7,5
C-08-34	13	41,4	41,4	4,5	4,5	4,1	4,1
C-08-34	31	45,3	42,3	5,3	5,3	5,5	5,5
C-08-35	13	1,9	1,9	0,2	0,2	0,5	0,5
C-08-35	31	1,5	1,5	0,2	0,2	0,5	0,5

Fuente: Elaboración propia

Cuadro Nº 8.3-15: Indicadores de Ajuste Flujos Observados/Modelados
Matrices Consolidadas Todas Las Regiones

Modo	R ²	A	Pendiente
Vehículos Livianos	0,98	-9,664078	0,9767671
Camiones Simples	0,97	0,3548706	0,9467019
Camiones Pesados	0,99	0,0576277	0,9491256

Fuente: Elaboración propia

Donde: $F_{\text{observado}} = A + B * F_{\text{modelado}}$

En un buen ajuste, el valor del índice de ajuste R^2 debe ser cercano a 1.0, al igual que la pendiente B , mientras que el intercepto A y la desviación estándar deben ser cercanos a cero.

Como se observa en los cuadros anteriores, los valores de correlación son bastante aceptables, y con test r^2 mayores a 0.97.

Otro indicador para verificar la calidad del procedimiento de consolidación lo constituye el porcentaje de encuestas procesadas en la consolidación. Este valor muestra la capacidad del modelo de asignación para representar las elecciones de ruta de los usuarios encuestados, y por lo tanto es esperable que sea lo más cercano al 100% en cada caso. En este proceso se descartan, entre otros casos, aquellos viajes cuya probabilidad de haber sido encuestado es inferior al 10%, lo que evita expandir en forma indiscriminada estos viajes y sesgar la matriz.

Por otro lado, un porcentaje alto de encuestas leídas indica que las matrices O/D han sido modeladas utilizando un importante porcentaje de la muestra O/D, con lo cual mejora la representatividad del modelo obtenido con respecto a lo observado. En el siguiente cuadro se observan los valores obtenidos en el presente estudio.

Cuadro N° 8.3-16: Porcentaje de encuestas Procesadas en la Consolidación.

Período	Vehículos Livianos	Camiones Simples	Camiones Pesados
Día Promedio	92,9	86,5	90,3

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia que el porcentaje de encuestas procesadas es siempre superior al 86%, siendo los mejores valores los observados para el modo vehículos livianos, mayores al 90%. Como normalmente sucede en este tipo de modelos, los indicadores más bajos de encuestas procesadas corresponden al modo camiones simples. Esto ocurre porque en la etapa de levantamiento de encuestas, en algunos casos los conductores de camiones simples tienen dificultad para responder acertadamente el origen/destino del viaje que está realizando, cuando se trata de una cadena de viajes.

8	CALIBRACIÓN DEL MODELO DE ASIGNACIÓN.....	8-1
8.1	INTRODUCCIÓN.....	8-1
8.2	CODIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN RED VIAL.....	8-1
8.2.1	<i>Estructuración de Base de Datos</i>	8-1
8.2.2	<i>Grafos en Formato SIG</i>	8-2
8.2.3	<i>Datos de Entrada para COPER</i>	8-7
8.2.4	<i>Red Formato EMME/2</i>	8-9
8.2.5	<i>Banco de datos EMME/2</i>	8-9
8.2.6	<i>Tarificación en Vías Modeladas</i>	8-11
8.3	CALIBRACIÓN Y OBTENCIÓN DE MATRICES ORIGEN-DESTINO.....	8-11
8.3.1	<i>Antecedentes de Tránsito</i>	8-11
8.3.2	<i>Funciones de Costo y Criterio de Asignación</i>	8-12
8.3.2.1	Vehículos livianos.....	8-12
8.3.2.2	Camiones Simples y Pesados.....	8-13
8.3.3	<i>Asignación Estocástica</i>	8-14
8.3.4	<i>Consolidación de Matrices</i>	8-16
8.3.5	<i>Cálculo de Matrices de Proporciones “Pijas”</i>	8-18
8.3.6	<i>Estimación de Matrices</i>	8-19