

CAPÍTULO 2. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO GENERAL

2.1 INTRODUCCIÓN

El objetivo principal del presente estudio es construir un modelo de equilibrio del mercado del transporte interurbano de carga y pasajeros, incorporando no sólo las redes camineras de la región, sino también sus redes ferroviarias, las que son utilizadas tanto para el transporte de pasajeros, como de cargas.

A continuación se presenta el marco metodológico sobre el cual se implementa el modelo, se construyen las matrices de viaje para la situación actual y se proyectan los viajes a los escenarios futuros.

2.2 DEFINICIÓN DEL MODELO DE ASIGNACIÓN

Para la elaboración del modelo es fundamental escoger un software de modelación que cumpla con un requisito básico en la asignación del transporte interurbano, que es el reconocimiento que los viajeros escogen para viajar aquella ruta que maximiza su utilidad y no todos los usuarios perciben los costos de las rutas de la misma manera. Esto indica que el algoritmo de asignación a ser empleado debe ser del tipo equilibrio estocástico del usuario.

Tomando en cuenta la exitosa experiencia del Departamento de Planificación del Ministerio de Obras Públicas en el empleo del modelo EMME2 y la versatilidad de este paquete computacional en el manejo de redes multimodales, se ha decidido emplearlo como plataforma de implementación este modelo. Sobre esta base, la metodología de calibración de la situación actual consistirá en determinar matrices modales para cada tipología de usuario.

2.2.1 DESCRIPCIÓN DEL MODELO EMME/2

EMME/2 representa la expresión en francés e inglés: “Equilibre Multimodal” y “Multimodal Equilibrium” versión 2, desarrollado por INRO Consultants, Montreal, Canadá (1986), es un sistema interactivo gráfico para la planificación de transporte multimodal urbano e interurbano, que ofrece un completo conjunto de herramientas para la modelación de la demanda de transporte, la modelación y análisis de redes multimodales y la realización de diferentes procedimientos de evaluación. El software provee además de procedimientos útiles para el manejo de datos, incluyendo validación de datos de entrada. Su base de datos se estructura de modo de permitir la descripción, el análisis y la comparación simultánea de varios escenarios.

Una característica esencial del software, y que le otorga la flexibilidad requerida para este tipo de simulaciones, es que posee tres alternativas para realizar procesos. La primera alternativa es trabajar con las rutinas usuales de Emme/2, las que incluyen distintas variantes de asignación y un módulo de cálculo con matrices y vectores. Una segunda alternativa es utilizar rutinas adicionales que provee el software, y que no han sido incluidas dentro de los módulos tradicionales. En efecto, los usuarios del software disponen de una serie de programas externos denominados “macros”, los que consisten en cadenas de instrucciones (generalmente invocaciones a módulos de Emme/2), que constituyen en su conjunto, un algoritmo o procedimiento dado. Algunos procedimientos programados en lenguaje “macro” son el ajuste de matrices en base a conteos, denominado “Demadj.mac” (Método de Gradiente, Spiess 1991), asignación estocástica de promedios denominada “Stochas.mac”, entre otros.

La tercera alternativa es realizar procesos macros propios, con la finalidad de implementar los procedimientos que se requieren dadas las particularidades de lo que se pretende modelar. En este sentido, los procedimientos a automatizar pueden ser desde los más sencillos (por ejemplo automatizar una asignación vehicular) hasta algoritmos de gran complejidad.

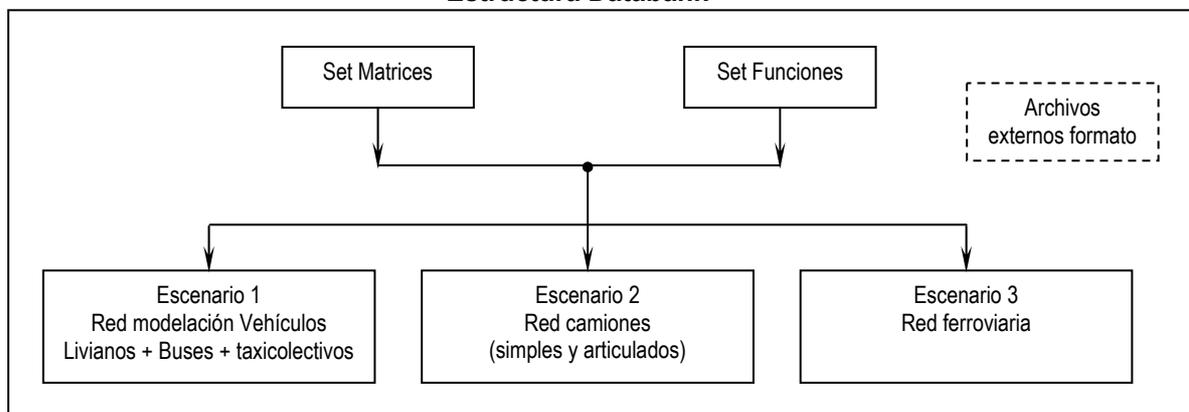
Esta facilidad del modelo permitirá, en etapas posteriores, construir el algoritmo de equilibrio de transporte, implementando a través de macros un proceso iterativo entre los modelos de demanda (generación-atracción, distribución y partición modal) y el modelo de asignación.

2.2.2 ESTRUCTURA BANCO DE DATOS

Uno de los primeros aspectos a resolver en la construcción del modelo es el tratamiento que se dará a los distintos modos y tipos de vehículos que circulan en la red, lo que está íntimamente ligado con el criterio de asignación a utilizar, y la percepción de los atributos de cada arco, por parte de los usuarios de cada modo y categoría.

En este sentido, en Emme/2 se define un banco de datos de trabajo interactivo denominado “emme2ban” dentro del cual se pueden crear una serie de escenarios, dependiendo de las distintas redes que se requiera modelar. De esta manera, cada escenario esta asociado a una red de modelación particular.

Figura N° 2.2-1
Estructura Databank



Estas características son especialmente útiles para trabajar con redes en la cual confluyen modos que operan con características propias. Por ejemplo para trabajar con redes en las que circulan autos, buses, camiones simples y camiones pesados, existen al menos dos alternativas de modelación:

- Definir un escenario único, utilizando una red multimodal, y asignando códigos a cada uno de los modos (tipos de vehículos) reasignables en la red, vale decir vehículos livianos (1), camiones simples (2) y camiones pesados (3). De esta manera la asignación se realizaría en forma conjunta con criterio multiusuarios.
- Definir distintos escenarios para cada uno de los modos reasignables, y realizar una asignación del tipo monousuario en cada uno de ellos.

Para este modelo se utilizará una estructura que combine las dos alternativas descritas, vale decir se crean tres escenarios, el primero de los cuales estará asociado a la red de camiones donde se distingue por tipo de producto y vehículo, el segundo escenario que alberga los vehículos livianos y los modos no reasignables (buses) y un tercer escenario que contendrá las redes ferroviarias de carga y pasajeros.

2.3 RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES

La primera fase en el desarrollo del estudio consiste en recopilar aquellos antecedentes relevantes para el análisis del sistema de transporte en la octava región. Entre estos antecedentes destaca los recopilados en el marco de los estudios: “Análisis de Tránsito en el Sistema Concesionado de la VIII Región”, “Estudio de Modelación y Evaluación Social, Red Interportuaria de la VIII Región”, y los Estudios complementarios de Estrasur.

Adicionalmente, en esta etapa se recolectará información de tránsito ferroviario y caminero. En este caso, la localización de una serie de Plazas de Peaje en el área de estudio, permite disponer de antecedentes confiables para la estimación de flujos en arcos relevantes de la red vial.

De esta manera, las tareas a desarrollar en esta fase serán las siguientes:

- Análisis de estudios anteriores
- Recolección de información de tránsito en plazas de peaje
- Recolección de información ferroviaria
- Recolección de antecedentes socio-económicos

2.4 DEFINICIONES BÁSICAS DE TRANSPORTE

La etapa siguiente consistirá en el planteamiento de los lineamientos generales del presente estudio. En este sentido se realizarán las siguientes actividades:

- Definición tipología de pasajeros:** para incorporar las diferencias conductuales entre los distintos usuarios del sistema de transporte y mejorar así la predicción de la demanda futura, es adecuado realizar una clasificación de los viajeros en términos de su nivel socio-económico, así como de los propósitos de viaje.

En una primera instancia se propone emplear tres estratos de ingreso y dos propósitos de viajes, los que serán definidos a partir de los resultados de los estudios complementarios de Estrasur.

- Definición tipología de carga:** de la misma manera que en el caso de pasajeros, es preciso clasificar la demanda en grupos homogéneos desde el punto de vista del comportamiento. En este caso, la tipología de productos será adoptada con posterioridad a la recolección de encuestas origen-destino, y se estima que se considerarán a lo más cinco tipos de productos, incluyendo camiones vacíos.

Se debe notar que en el caso de transporte de carga, los estudios complementarios de Estrasur consideran más de 30 tipos de productos, lo cual incorpora un nivel de detalle en la modelación que escapa a los fines estratégicos del presente estudio.

- Zonificación:** Se considerará una zonificación desagregada a nivel comunal, identificando explícitamente la existencia de puertos y pasos fronterizos. En el caso de comunas de gran extensión que ameriten ser tratadas en mayor detalle, se determinará la posibilidad de dividir la zona a partir de información sobre población y nivel de actividad económica.
- Red de modelación:** Considerando el nivel estratégico del presente estudio, la red vial de modelación incorporará no solo las rutas comprendidas en la VIII Región, sino que también aquellas que serán parte de estudios estratégicos tal como la Ruta de Los Libertadores y el Camino Costero. En esta red se considerarán aquellas vías de mayor

jerarquía, las que serán incorporadas en toda su extensión, de forma tal de disponer de un modelo que pueda ser modificado fácilmente en caso de ser necesario.

- ❑ **Periodización:** Se considera un total de dos períodos de modelación: laboral y festivo de temporada normal. Es importante destacar que la periodización divide a la demanda en grupos homogéneos desde el punto de vista de los costos en la red vial y de la composición de viajeros.

2.5 ESTIMACIÓN DE MATRICES DE CARGA Y PASAJEROS POR CARRETERA

Para disponer de un modelo que sea capaz de predecir, con un adecuado nivel de confianza, la demanda en los distintos arcos de la red vial, es necesario garantizar que el modelo sea capaz de reproducir, en la forma más fiel posible, los flujos observados en la situación actual. Este proceso es conocido como calibración del modelo de asignación.

Como resultado de este proceso de calibración se podrá disponer de matrices de viajes para los siguientes modos y usuarios:

- ❑ Transporte de pasajeros en automóvil
- ❑ Transporte de carga en camión

Se debe destacar que las matrices resultantes de este proceso de calibración serán la base para las estimaciones de demanda futura y para la calibración de modelos de demanda, por lo que es sumamente importante concentrar los esfuerzos en estimar matrices con un nivel de confianza adecuado.

En este sentido, a continuación se discute en profundidad un método de estimación de matrices a partir de encuestas de carretera, que permite incorporar explícitamente un tratamiento para la existencia de dobles conteos y permite estimar una matriz consistente con las distintas fuentes de información.

2.5.1 ANTECEDENTES DISPONIBLES

El método de estimación de matrices para la situación actual requiere de los siguientes antecedentes:

- ❑ Características de la oferta vial: Definición de la red, de arcos y conectores; Características de los arcos (longitud, velocidad, valor de peajes, costos de operación).
- ❑ Características de la demanda: Encuestas origen-destino de viajes por categoría de vehículos; Conteos de flujo por tipo de vehículo; Modelos de elección de ruta (expresión del costo generalizado de transporte o de la desutilidad de cada arco).

Tomando en cuenta la información disponible en la octava región y los constantes cambios que ha experimentado su red vial, a juicio del equipo consultor, resulta sumamente recomendable recolectar información que permita caracterizar de manera apropiada tanto la oferta vial como los niveles de tránsito en la red vial.

Un hecho que resalta la necesidad de contar con nuevos antecedentes es la reciente puesta en marcha del peaje Santa Clara en la Ruta 5, el cual generó importantes efectos en la asignación de viajes de transporte de carga y un efecto menor sobre el transporte de pasajeros. De esta manera, la información de encuestas disponibles de otros estudios, levantadas con anterioridad a este cambio en la red vial, no son compatibles con la estructura de la red vial actualmente existente. Lamentablemente, prácticamente no existen antecedentes que puedan ser utilizados directamente, por lo que resulta necesario generar un extenso plan de mediciones.

Por este motivo se ha planteado realizar las siguientes mediciones de tránsito:

- Encuestas origen-destino
- Mediciones de flujo vehicular
- Catastro de transporte público

En términos de la caracterización de la red vial, se disponen de antecedentes bastante recientes sobre el catastro físico operativo de la red vial, recolectado en el marco del Inventario de Vialidad. Sin embargo, para complementar la caracterización de la red vial, se realizarán mediciones de velocidad en la red vial, empleando el método del vehículo flotante.

Determinados dichos antecedentes es preciso ajustar el modelo para que reproduzca las características de circulación en la red vial. La calibración consta de dos etapas: la calibración de la red vial y la calibración de la matriz de viajes. A continuación se describen ambas etapas.

2.5.2 CALIBRACIÓN DE LA RED DE MODELACIÓN.

La primera etapa en la calibración de modelos de asignación consiste en verificar las características geométricas de los arcos (longitud, capacidad, velocidad, etc.) y la definición de la tipología de la red vial (definición de arcos, conectores, etc.), de forma de no introducir distorsiones en la matriz, asociadas a una definición errada de la red de modelación.

Esta validación debe ser orientada a corregir problemas tales como que arcos que actualmente son utilizados, no presenten flujo en la modelación.

En este sentido se deberá chequear que el modelo replique con un cierto nivel de exactitud las proporciones de elección observadas en la situación actual. Para esto se recurrirá a la información reportada por las encuestas origen destino, las cuales permitirán conocer el porcentaje de usuarios que utiliza cada ruta entre ciertos pares origen-destino. Esta última etapa resulta de vital importancia para obtener una asignación coherente con el comportamiento de los viajeros.

Se debe notar que las proporciones de elección resultantes de la modelación están condicionadas por los niveles de flujo en la red vial, de esta manera la calibración de la red debe ser validada una vez ajustada la matriz de viajes.

Se debe notar que las probabilidades de elección de ruta por arco pueden ser estimadas mediante macros que han sido programadas en el modelo EMME/2 por este equipo consultor.

2.5.3 AJUSTE DE FRECUENCIAS DE SERVICIOS DE BUSES

Para estos efectos de determinar la frecuencia de los distintos servicios de transporte público que utilizan la vialidad, se realizará un ajuste sobre la base del catastro de transporte público y las mediciones de flujos vehiculares realizadas en diversos puntos de control de la red. Para estos efectos se debe considerar que la frecuencia media horaria de servicios de transporte público con recorrido fijo, puede ser estimada a partir de conteos de flujos horarios, realizados en diversos puntos de la red mediante estimadores de máxima verosimilitud, aplicando el procedimiento que se describe a continuación.

Sean

λ_i el mejor estimador de frecuencia de la línea i (por determinar).

Q_k el flujo total de transporte público medido en el punto de control k .

λ_{ik} la frecuencia medida de la línea i en el punto de control k .

δ_{ik} una variable muda que toma el valor 1 si la línea i pasa por el punto k y toma el valor 0 en otro caso.

Entonces, por condiciones de continuidad debieran cumplirse las siguientes dos ecuaciones:

$$Q_k = \sum_i \lambda_i \cdot \delta_{ik}$$

Sin embargo, como es sabido, por diversos factores estas condiciones de continuidad no se satisfacen plenamente en la totalidad de los puntos de control, generándose errores que, para efectos del procedimiento que se describe, se suponen aleatorios. De estas manera, si se asume una distribución de los errores del tipo *Poisson*, como es común en teoría de flujos vehiculares, las condiciones anteriores pueden ser traducidas en los siguientes términos probabilísticos:

$$P(Q_k = \sum_i \lambda_i \cdot \delta_{ik}) = \frac{e^{-\sum_i \lambda_i \cdot \delta_{ik}} \cdot (\sum_i \lambda_i \cdot \delta_{ik})^{Q_k}}{Q_k!}$$

De esta manera, a partir de la ecuación anterior, es posible determinar los estimadores de máxima verosimilitud λ_i , que se derivan de maximizar la función log-verosimilitud, obteniéndose la siguiente expresión, válida $\forall i$:

$$\sum_k (\delta_{ik} - \frac{Q_k \cdot \delta_{ik}}{\sum_i \lambda_i \cdot \delta_{ik}}) = 0$$

2.5.4 CONSOLIDACIÓN DE MATRICES DE VIAJES

La construcción de matrices origen-destino a partir de encuestas en carretera, es un proceso complejo, que reviste de especial cuidado para evitar producir sesgos en las estimaciones, tales como la sobre-estimación o sub-estimación de viajes, lo que finalmente se traduce en errores en la estimación de los beneficios del proyecto.

Para esto es necesario, recurrir a una metodología apropiada que evite la manipulación externa de los datos. En este sentido a continuación se presenta brevemente la metodología de estimación de propuesta, basada en la maximización de la verosimilitud de la muestra obtenida.

Se debe notar que , el proceso de construcción de matrices ha sido implementado con éxito en modelación con EMME/2 en diversos estudios de vialidad interurbana, a través de la generación de macros en EMME/2 y la construcción de programas para el proceso de la información.

- **Planteamiento del problema.** La calibración de la matriz de viajes consiste en realizar un proceso de agregación o consolidación de las encuestas origen destino por punto de control y tipo de vehículo, con el fin de determinar una matriz de viajes única para la red de modelación, que satisfaga los niveles de flujo observados.

En este proceso se debe tener especial cuidado en el tratamiento de observaciones repetidas o dobles conteos. Este problema se suscita al existir más de un punto que controle el mismo par origen-destino. Si estos dos 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, de obtener una matriz única a partir del conjunto de encuestas realizado.

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, es posible 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.

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

Entre estas variables existe la siguiente relación

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 realizada en el proceso anterior.

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_{ija} 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

- **Metodología de Consolidación de Encuestas Origen Destino.** 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 (ML) 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.

El método planteado, desarrollado por Gálvez, Hernández y Véjar (1996) permite encontrar una solución a dicho problema. La solución a este problema se obtiene resolviendo el siguiente sistema de ecuaciones:

$$\langle \lambda_{ij} \rangle = \frac{\sum_k n_{ijk}}{\sum_k t_k \cdot m_k \cdot p_{ijk} + \sum_r p_{ijr} \cdot (t_r - \sum_{h,l} \lambda_{hlr} \cdot p_{hlr})}$$

$$X_r = \sum_{i,j} \frac{p_{ijr} \cdot \sum_k n_{ijk}}{\sum_k t_k \cdot m_k \cdot p_{ijk} + \sum_r p_{ijr} \cdot (t_r - \frac{n_r}{X_r})}$$

Se debe notar que, como se ha planteado en la metodología de calibración, al utilizar el proceso de consolidación descrito, la calibración de la red vial de modelación y la agregación de matrices se vuelve un proceso iterativo, en el que se requiere conocer las probabilidades de asignación para estimar las matrices y, a su vez, es necesario contar con matrices agregadas para determinar estas proporciones.

Desde otra perspectiva, se debe señalar que la metodología presentada considera que la información de flujo vehicular disponible es el resultado de un muestreo realizado por un cierto número de horas, por lo tanto el flujo total (anual) en dicho arco es una incógnita a ser resuelta por el método.

- **Metodología de consolidación de encuestas Origen-destino con información de Plazas de Peaje.** En el caso que se conozca el flujo total anual en todos los puntos de control, por ejemplo, a través de un contador automático, no será necesario introducir el flujo como incógnita en el problema, lo cual simplifica la solución del problema. En dicho caso, es posible demostrar que la solución es del siguiente tipo:

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

En la eventualidad de que sólo en algunos puntos se conozca información completa, se puede utilizar el algoritmo desarrollado, considerando el muestreo efectivo en cada punto de control. En dicho caso, el número de horas de muestreo en un punto de control con registro a nivel anual, será el total de horas incluidas en dicho período.

En el presente estudio se ha decidido utilizar este último método ya que se dispone de información de plazas de peaje sobre un número importante de arcos de la red vial, que permiten obtener una medida del flujo anual por período.

2.5.5 AJUSTE DE VIAJES NO MUESTREADOS A CONTEOS.

Al asignar la matriz obtenida en la fase anterior se podrá observar que el flujo en los arcos con conteo que no fueron utilizados en la consolidación pueden diferir de lo observado, puesto que la matriz fue construida empleando básicamente la información en la cual se posee encuestas. Esto es claro en aquellos sectores en los que sólo se dispone de información del plan nacional de censos. Ello hace conveniente ajustar las celdas de la matriz que fueron generadas con dicho método en forma tal que reproduzcan los conteos.

Para ello es posible utilizar algún método de ajuste de matrices a conteos como el método de máxima entropía (Willumsem, 1991, 1994), empleando algún método apropiado para generar viajes en las celdas no muestreadas.

Al aplicar esta metodología es posible incorporar flujos en arcos de la red en los cuales no se realizaron mediciones de tránsito, lo cual entrega mayor consistencia a la caracterización de la red vial.

Para la determinación de viajes a priori en la celdas no muestreadas, se propone construir un modelo de demanda directa a partir de las celdas muestreadas en el proceso de consolidación de matrices.

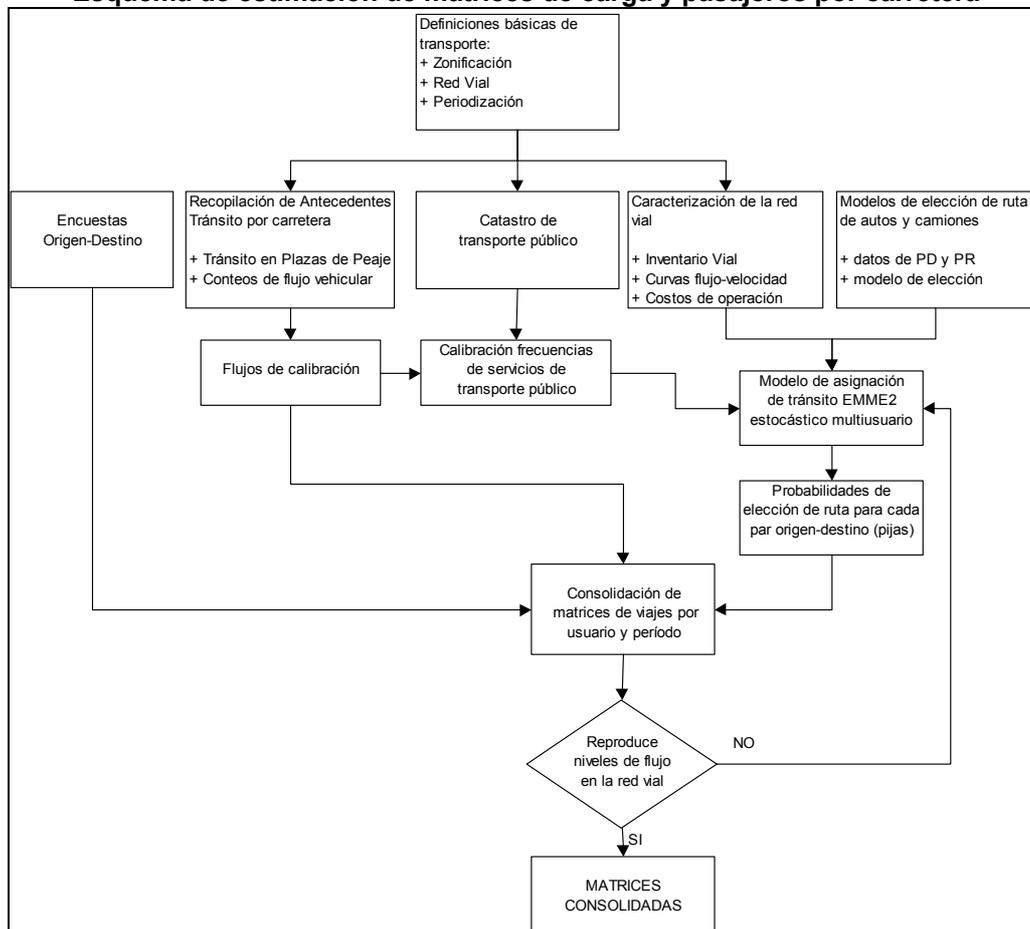
2.5.6 ESTIMACIÓN DE MODELOS DE ELECCIÓN DE RUTA

Tomando en cuenta la existencia de un gran número de vías concesionadas en la octava región, resulta fundamental disponer de una medida de la disposición a pagar de los viajeros de la zona. Tomando en cuenta la relevancia de este tipo de modelos, se realiza la estimación de modelos de elección de ruta para vehículos livianos. Para esto se diseñarán encuestas de preferencias declaradas y reveladas, las que serán levantadas en terreno en forma simultánea a las encuestas origen-destino. Estos antecedentes permitirán la estimación de modelos mixtos de elección de ruta, los que permitirán dar cuenta de la disposición a pagar de los usuarios de la vialidad.

2.5.7 ESQUEMA GENERAL DE ESTIMACIÓN DE MATRICES DE CARGA Y PASAJEROS POR CARRETERA

Las actividades anteriormente descritas permiten obtener matrices confiables para los usuarios y modos que utilizan la red vial. En la Figura N° 2.5-1 se presenta el esquema general de calibración que sintetiza el proceso antes descrito.

Figura N° 2.5-1
Esquema de estimación de matrices de carga y pasajeros por carretera



2.6 RECOPIACIÓN INFORMACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL

Como parte de las labores orientadas a determinar el crecimiento de las actividades en la VIII Región, se debe recolectar antecedentes económicos y sociales de otros estudios realizados en la zona. Principalmente se deberá recurrir a aquellos antecedentes recopilados en el marco de los complementarios de ESTRASUR y los estudios territoriales realizados por el Departamento de Planeamiento del Ministerio de Obras Públicas.

2.7 ANÁLISIS DE MODELOS DE DEMANDA DE ESTRASUR

Se realiza un análisis de los modelos de demanda calibrados en el marco de los estudios complementarios de ESTRASUR, que pudieran ser de relevancia para el presente estudio. En particular interesa conocer las elasticidades y tendencias de crecimiento estimados en dichos estudios.

2.8 MODELOS DE DEMANDA

Se deberán estimar relaciones econométricas que permitan explicar el número de viajes producidos o atraídos en cada zona del área de estudio, en función de las características de socio-económicas de cada zona.

De esta manera, se realiza la estimación de modelos de generación-distribución conjunta a nivel modal, los que pueden ser empleados directamente en la predicción de niveles de tránsito en los arcos de la red vial. Adicionalmente, se estiman modelos de demanda directa que permitan predecir las matrices de viajes de pasajeros y carga, considerando el desarrollo de la región y los costos de transporte involucrados.

Estos modelos son utilizados en combinación con los modelos de demanda de Estrasur, con la finalidad de disponer de una plataforma común de análisis del sistema de transporte.

2.9 GENERACIÓN DE HIPÓTESIS DE DESARROLLO REGIONAL

Se analizan las distintas hipótesis de desarrollo regional de forma tal de generar hipótesis que permitan sustentar la definición de proyectos de inversión y la estimación de los niveles de viajes en la red multimodal. En particular se debe destacar que, considerando el gran valor de los análisis desarrollados en el marco de los estudios complementarios de ESTRASUR, es posible emplear gran parte de las predicciones de desarrollo realizadas en dichos estudios. De esta manera, se logra un concordancia entre las estimaciones del desarrollo de la Región y los escenarios evaluados mediante el modelo ESTRASUR.

2.10 DEFINICIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN Y SITUACIÓN BASE

En base al análisis de los proyectos de inversión considerados en los distintos Planes de Inversión en Infraestructura de Transporte a nivel regional y nacional, sumado al análisis de las hipótesis de desarrollo regional, se procede a definir aquellos proyectos de inversión que deberán considerados a nivel de situación base y aquellos que podrán ser incorporados en planes de proyecto factibles de ser evaluados.

Adicionalmente, se procede a definir la Situación Base considerando la totalidad de los proyectos de inversión aprobados o en vías de aprobación.

2.11 MODELACIÓN SITUACIÓN BASE Y PLANES DE PROYECTO

Empleando el modelo de transporte construido se modela la Situación Base y el Plan de Proyectos para los años 2005 y 2010, lo que permite entregar indicadores de consumo de recursos en la red y flujos por modo.