

REPUBLICA DEL PERU



MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
PROVIAS NACIONAL

ESTUDIO DE DEMANDA DE CARGA Y PASAJEROS 2010
Préstamo 1827 / OC - PE



INFORME 5 – INFORME FINAL

CONTRATO DE CONSULTORIA DE OBRA Nº 174-2010-MTC/20



Índice

1. ANTECEDENTES	1
2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....	1
2.1. OBJETIVO GENERAL	1
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	1
3. ALCANCE DE LOS SERVICIOS	2
3.1. DESCRIPCIÓN DE LOS SERVICIOS PRESTADOS.....	2
3.2. PRODUCTOS ESPERADOS.....	3
3.2.1. Documento: Informe Final	3
3.2.2. Otros productos.....	4
4. METODOLOGÍA	4
4.1. PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO Y RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA	4
4.2. TRABAJOS DE CAMPO PARA CONTEOS Y ENCUESTAS DE ORIGEN-DESTINO	5
4.3. PROCESAMIENTO DE DATOS DE CONTEOS Y ENCUESTAS DE ORIGEN-DESTINO	6
4.3.1. Procesamiento de datos de conteos	6
4.3.2. Procesamiento de encuestas de origen-destino de cargas.....	6
4.3.3. Análisis de casos particulares para la agregación de matrices expandidas	9
4.3.4. Procesamiento de encuestas de origen-destino de pasajeros.....	14
4.4. ELABORACIÓN DE MATRICES ORIGEN-DESTINO.....	15
4.4.1. Ejemplo de cálculo de matriz expandida de cargas	15
4.4.2. Ejemplo de cálculo de matriz expandida de pasajeros	20
4.5. ELABORACIÓN DE LA MATRIZ INSUMO-PRODUCTO.....	25
4.5.1. Introducción	25
4.5.2. Antecedentes	26
4.5.3. Metodología de Trabajo	27
4.5.4. Resultados por sector económico y región.....	33
4.5.5. Información utilizada.....	33
4.5.6. Cálculo Estructuras de Costos según Censo Económico 2008.....	33
4.5.7. Estimación Sector Agricultura y Servicios Gubernamentales	37
4.5.8. Estimación Sector Transporte.....	43
4.5.9. Resultados finales	45
5. TRABAJO REALIZADO	47
5.1. ORGANIZACIÓN PARA LA EJECUCIÓN DEL TRABAJO	47
5.1.1. Plan de movilización	47
5.2. RECOPIACIÓN Y REVISIÓN DE INFORMACIÓN DISPONIBLE Y PLANIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS .	49
5.3. EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE TRABAJOS DE CAMPO	50
5.3.1. Ejecución de conteos y encuestas	50
5.4. EJECUCIÓN DE TRABAJOS DE GABINETE.....	51
5.4.1. Recepción de los formularios	51
5.4.2. Control de calidad de planillas.....	52
5.4.3. Digitación de Planillas.....	52
5.4.4. Consistencia de Base de Datos	54
5.5. ACTIVIDADES FINALES Y DE CIERRE	54
5.6. PROBLEMAS PRESENTADOS, SOLUCIONES ADOPTADAS Y SUGERENCIAS PARA EVITARLOS A FUTURO.....	54
5.6.1. Alcances sobre el procedimiento y la metodología de las actividades de campo....	54
5.6.2. Modificación y/o cambio de estaciones de control.....	55

6.	RESULTADOS.....	55
6.1.	CONTEOS Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR	55
6.2.	MATRICES ORIGEN-DESTINO DE CARGA	55
6.3.	MATRICES ORIGEN-DESTINO DE PASAJEROS	55
6.4.	MATRIZ DE INSUMO-PRODUCTO REGIONAL	55
6.5.	METODOLOGÍA DE ACTUALIZACIÓN DE LA MATRIZ DE ORIGEN-DESTINO	56
6.5.1.	Consideraciones previas	56
6.5.2.	Etapas de la actualización de la matriz origen/destino	57
6.5.3.	Propuesta de un plan de relevamientos de campo para actualizar la MOD.....	59
6.6.	FACTORES DE CORRECCIÓN ESTACIONAL	63
6.7.	BASE DE DATOS Y SOFTWARE ENTREGADOS	64
6.7.1.	Base de datos.....	64
6.7.2.	Software.....	66
7.	CONCLUSIONES, COMENTARIOS Y RECOMENDACIONES FINALES.....	67
7.1.	SOBRE LAS ACTIVIDADES DE CAMPO	67
7.2.	SOBRE LOS RESULTADOS DE LOS CONTEOS CLASIFICADOS	68
7.3.	SOBRE LOS RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS DE ORIGEN-DESTINO	72
7.4.	SOBRE LOS RESULTADOS DE LA MATRIZ DE INSUMO-PRODUCTO	72
7.5.	OTRAS CONCLUSIONES Y COMENTARIOS.....	73

ANEXOS

- Anexo 1: Formatos utilizados para el relevamiento de datos en campo
- Anexo 2: Sistema de Zonas utilizado para la elaboración de las matrices origen-destino
- Anexo 3: Ubicación de las Estaciones de Conteos y Encuestas y Cronograma de Realización de los trabajos de campo
- Anexo 4: Resultados de los conteos clasificados de tránsito (Resumen)
- Anexo 5: Factores de Corrección Estacional
- Anexo 6: Matriz Única de Cargas (Resumen)
- Anexo 7: Matriz Única de Pasajeros (Resumen)
- Anexo 8: Matrices Insumo-Producto
- Anexo 9: Diseño de la Base de Datos y Scripts
- Anexo 10: Manual de Usuario e Instructivos de Instalación del Software
- Anexo 11: Ejemplo de cálculo de matrices expandidas de carga
- Anexo 12: Ejemplo de cálculo de matrices expandidas de pasajeros

1. ANTECEDENTES

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) a través de la Oficina General de Planeamiento y Presupuesto (OGPP) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) elaboró el Plan Intermodal de Transporte (PIT) cuyo objetivo central del estudio fue el de “proveer los elementos necesarios para ordenar el desarrollo de la infraestructura, considerando la situación y características de los servicios de transporte, con una visión integral de mediano y largo plazo orientada a atender las demandas de la actividad productiva y social de la población a nivel nacional, armonizando el desarrollo regional descentralizado y apoyando el desenvolvimiento del comercio e intercambio internacional del país en el marco del proceso de integración”

Las actividades del PIT correspondieron a cuatro principales temas de estudio: a) La oferta que involucra la caracterización del sistema de transporte actual y la identificación de la infraestructura que la sirve, b) la demanda que involucra el análisis de la demanda en el sistema de transporte actual, el análisis de las variables demográficas y socioeconómicas así como las proyecciones de la demanda, la identificación del área de estudio y su zonificación correspondiente, c) la modelación y la formulación del plan principalmente que incluye la estimación de los costos de la cartera de proyectos y d) la evaluación de los mismos bajo el enfoque de eficiencia económica y de multicriterio para la priorización final de la cartera de proyectos resultantes en el horizonte de mediano y largo plazo.

En efecto, el PIT elaborado el año 2004 permitió identificar una cartera de proyectos que en la actualidad están siendo ejecutados o han servido para priorizar esquemas de concesión con apoyo del sector privado.

Como todo plan está sujeto a cambios y ajustes, lo que se pretende con el presente estudio es el de actualizar y mejorar los criterios utilizados el año 2004 para estimar la demanda actual y proyectada para el modo carretero.

2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

2.1. Objetivo general

El objetivo del estudio es el de conocer las características actuales de los flujos de carga y pasajeros que se movilizan por la infraestructura vial en el ámbito nacional, incluidos alcance de los servicios los pasos de frontera, elaborar la matriz insumo-producto regional en base a datos de las encuestas origen-destino, así como contar con una metodología de actualización de la matriz única origen-destino de carga y pasajeros resultante para el mediano y largo plazo.

2.2. Objetivos específicos

- Levantar información de los flujos de carga y pasajeros en el ámbito de la Red Vial Nacional y pasos de frontera.
- Elaborar las matrices origen-destino de carga y de pasajeros (motivo de viaje) en el ámbito nacional y pasos de frontera.
- Desarrollar una matriz insumo-producto regional (departamental) por sector económico con información de las encuestas origen-destino recogidas en campo e información de los censos económicos existentes.
- Desarrollar y proponer una metodología para la actualización en forma progresiva en años posteriores de la matriz origen-destino de carga y pasajeros.

El estudio comprende:

- Captura en campo y procesamiento en gabinete para estimar los Índices Medio Diario en las ciento y uno (101) estaciones de conteo del ámbito nacional incluidos los pasos de frontera con Ecuador, Brasil, Bolivia y Chile.
- Captura en campo y procesamiento en gabinete para elaborar la matriz origen-destino única o consolidada nacional (de carga y de pasajeros) y en cada una de las 174 estaciones de control incluidos los pasos de frontera con Ecuador, Brasil, Bolivia y Chile.
- Desarrollo de una matriz insumo-producto regional por sector económico en base a la matriz origen-destino de carga procesada anteriormente y a datos de censos económicos ejecutados por el Instituto Nacional de Estadística.
- Desarrollo de una metodología de actualización futura de la matriz origen-destino única de carga y de pasajeros. Esta metodología podría considerar, a manera de ejemplo, la repetición de encuestas en determinados puntos y/o en diferentes temporadas del año y/o al procesamiento de datos primarios de otras fuentes vinculadas al tema del transporte de carga, entre otros aspectos.

Los resultados obtenidos del estudio de demanda permitirán satisfacer las necesidades de información para actualizar el Plan Intermodal de Transporte (PIT) y contar con una matriz de carga para la elaboración del Plan de Desarrollo de los Servicios Logísticos de Transporte (PIT 2).

3. ALCANCE DE LOS SERVICIOS

3.1. Descripción de los servicios prestados

El alcance de los servicios, contempla la realización de trabajos de campo y en gabinete dirigidos a cumplir las siguientes tareas:

- Efectuar actividades de conteo y clasificación vehicular en 174 estaciones propuestas en los tramos viales que se detallan en el Anexo 3 de este informe. En el Anexo 1 se presentan los formatos utilizados en campo.
- Estimar el volumen de tráfico vehicular y presentar la clasificación horaria por sentido de tráfico en las 174 estaciones.
- Presentar el resumen del volumen de tráfico para las 174 estaciones.
- Estimar los factores de corrección estacional por sentido y para cada tipo de vehículo (ligeros, transporte de pasajeros y transporte de carga) para cada una de las 174 estaciones de conteo vehicular efectuado. Los factores de corrección deben estimarse con datos de largo plazo (mayor a 10 años).
- Ingresar la información de campo en una base de datos realizando la consistencia respectiva.
- Estimar el IMD de cada una de las 174 estaciones de conteo efectuado, presentándolo en forma impresa y en medio digital.
- Obtener encuestas origen-destino de carga y pasajeros en las 174 estaciones propuestas en los tramos viales que se detallan en el Anexo 3 de este informe.
- Realizar encuestas origen-destino por sentido de tráfico a los vehículos de carga y pasajeros en las 174 estaciones, durante las 24 horas del día por 3 días (2 días entre lunes

y viernes y un sábado o domingo). En el Anexo 1 se presentan los formatos utilizados en campo.

- Ingresar la información de campo para cada una de las 174 estaciones de encuesta en una base de datos realizando la consistencia respectiva.
- Procesar las matrices origen-destino muestrales por cada tipo de vehículo (ligeros, transporte de pasajeros, transporte de carga) en cada una de las 174 estaciones propuestas. El sistema de zonas preliminar a ser utilizado serán las 116 zonas propuestas en el Plan Intermodal de Transportes (ver Anexo 2).
- Procesar las matrices origen-destino muestrales para cada tipo de producto de acuerdo a la Clasificación NANDINA a cuatro (04) dígitos en cada una de las 174 estaciones.
- Procesar las matrices origen-destino muestrales de pasajeros por cada motivo de viaje estudiado y para cada una de las 174 estaciones propuestas.
- Procesar los factores de expansión para las matrices origen-destino muestrales de carga y pasajeros, en cada una de las 174 estaciones propuestas.
- Presentar la matriz origen-destino expandida de vehículos en cada una de las 174 estaciones propuestas.
- Procesar y consolidar las matrices origen-destino muestrales en una matriz origen-destino única o consolidada de carga (a nivel Sección NANDINA) y de pasajeros (por motivo de viaje).
- Presentar la matriz origen-destino expandida para cada tipo de carga (a nivel de Sección NANDINA) en cada una de las 174 estaciones.
- Presentar la matriz origen-destino expandida para pasajeros por motivo de viaje en cada una de las 174 estaciones.
- Desarrollar una matriz insumo-producto regional por sector económico en base a la matriz origen-destino de carga y a datos del Censo Nacional Económico 2008 ejecutado por el Instituto Nacional de Estadística (INEI).
- Formular una metodología de actualización de la matriz de origen-destino única.

3.2. Productos esperados

3.2.1. Documento: Informe Final

El contenido será el siguiente:

- Matriz única de origen-destino a nivel nacional de carga (a nivel de Sección NANDINA) y de pasajeros (por motivo de viaje).
- Matrices de origen-destino parciales de carga (a nivel de Sección NANDINA).
- Matrices de origen-destino parciales de pasajeros por motivo de viaje.
- Conteos y clasificación vehicular parciales de vehículos.
- Matriz insumo-producto regional (antecedentes del estudio, metodología de elaboración, supuestos del modelo y resultados por sector económico y por región).

- Metodología de actualización de la matriz de origen-destino única.
- Conclusiones, comentarios y recomendaciones finales.

3.2.2. Otros productos

Determinación de los factores de corrección o ponderadores para expandir la información recopilada de la encuesta de origen-destino.

Base de datos conteniendo las encuestas de origen-destino y los conteos de clasificación vehicular.

4. METODOLOGÍA

4.1. Planificación del trabajo y recopilación de información secundaria

Para la obtención de los subproductos y productos de la consultoría se ha realizado una planificación detallada de los trabajos de campo y gabinete. Para lograrla, entre otras actividades, el Consultor desarrolló reuniones entre el equipo de trabajo y la contraparte de la OPP-MTC con la finalidad de establecer las tareas a realizar y las coordinaciones para el monitoreo y supervisiones que sean establecidas por el Cliente.

La planificación de toda la toma de datos de tráfico en un estudio como el presente es un aspecto muy importante a considerar, debido a que es en esta etapa en que se garantiza que la información a tomar en campo sea recolectada de manera tal que sea confiable, reflejando un dato verídico que pueda ser utilizado luego con fines de planificación. El conocimiento local es de mucha importancia para el adecuado desarrollo de la planificación de la toma de datos de tráfico, así como la experiencia previa en la realización de este tipo de trabajos en proyectos de igual o mayor envergadura. El Consultor combina ambas fortalezas, lo que permitió realizar una adecuada planificación del proceso de relevamiento de la información.

Existen factores importantes que se han considerado durante la planificación, tales como:

- Recursos necesarios para la toma de datos de tráfico.
- Accesibilidad y condiciones físicas locales propias.

Con anterioridad al inicio del contrato, el Consultor realizó el dimensionado de los diferentes tipos de relevamiento de tráfico vehicular a ejecutar durante el desarrollo del estudio, los recursos humanos que cada tipo de relevamiento requirió, los materiales necesarios y estableció las posibles limitantes en los accesos carreteros o condiciones locales que debieron tenerse en cuenta para ejecutar los trabajos de campo. Para ello, se revisaron los sitios donde se realizó el trabajo requerido a los efectos de cuantificar los tiempos de traslado, distancias a recorrer, sitios de alojamiento para el personal de campo y la planificación en sí de los relevamientos para finalizarlos a tiempo. Con este conocimiento, se ajustó la programación definitiva del proyecto.

Con respecto a la información secundaria, se identificó, recopiló y procesó la información secundaria relevante. En este sentido, los consultores le presentaron a la OPP-MTC el siguiente listado de la información que a su juicio es relevante para los fines de este proyecto:

- Plan Intermodal de Transporte (PIT).
- Mapa digital de la zonificación utilizada en el PIT.
- Conteos volumétricos existentes a nivel nacional.

- Datos de tránsito clasificado por tipo de vehículo y por mes en las estaciones de peaje existentes en toda la red vial.
- Cartografía digital de la red vial nacional.
- Datos socioeconómicos a nivel nacional (población, ingreso, empleo, tasa de motorización, etc.) discriminados por unidad censal o por distrito.
- Censo Económico 2008.
- Encuesta de Hogares del INEI.
- Tabla de conversión de NANDINA a sector de actividad.
- Estimación que disponga el MTC sobre precios y costos de fletes.
- Matriz Insumo-Producto 1994.
- Matriz Origen-Destino base.
- Valor del tiempo.

4.2. Trabajos de campo para conteos y encuestas de origen-destino

Estas actividades se realizaron con los formatos que fueron definidos en conjunto con la OPP-MTC. Los modelos definitivos se presentan en el Anexo 1 de este informe.

En cada sitio de conteo y encuesta se dispuso un Jefe de Brigada y un asistente más los contadores y encuestadores. De acuerdo a las especificaciones señaladas en los TdR se tienen 101 estaciones de conteos con las siguientes diferenciaciones (conteos de 24 horas durante siete días):

Carretera Panamericana con volumen > 4,000 vpd	8 estaciones
Carretera Panamericana con volumen <= 4,000 vpd	3 estaciones
Otras vías con volumen > 2,000 vpd	28 estaciones
Otras vías con volumen <= 2,000 vpd	62 estaciones

En lo que refiere a las encuestas de origen-destino, en los TdR se tienen 174 estaciones con las siguientes diferenciaciones (3 días de encuestas origen-destino con 2 días de semana laboral y un día de fin de semana):

Carretera Panamericana con volumen > 4,000 vpd	22 estaciones
Carretera Panamericana con volumen <= 4,000 vpd	7 estaciones
Otras vías con volumen > 2,000 vpd	53 estaciones
Otras vías con volumen <= 2,000 vpd	92 estaciones

A los efectos de facilitar la tarea de identificación del personal del Consultor, se los dotó de una identificación clara y de buen tamaño; además se contó con el apoyo de agentes de la policía para realizar las tareas de detención de vehículos.

Para poder efectuar adecuadamente las expansiones de las muestras en las estaciones de origen-destino, se efectuaron en forma simultánea conteos de 24 horas en los 3 días que duró la encuesta.

4.3. Procesamiento de datos de conteos y encuestas de origen-destino

4.3.1. **Procesamiento de datos de conteos**

Para procesar los datos de conteos clasificados se realizó lo siguiente:

4.3.1.1. **Estaciones de 3 días**

IMDA = (Promedio diario de días laborables x 5 + día sábado o domingo x 2)/7 x Factor de Corrección.

4.3.1.2. **Estaciones de 7 días**

IMDA = (Suma tránsito diario de lunes a domingo)/7 x Factor de Corrección.

En el Anexo 4 de este informe se presentan en versión impresa los reportes de IMDS (tránsito promedio diario semanal) e IMDA (tránsito promedio diario anual) de cada estación. La clasificación de vehículos utilizada en estos reportes es: Ligeros, Buses y Camiones. El reporte de IMDA en estaciones de 7 días de conteos tiene, adicionalmente, una versión con una mayor apertura de categorías, debido a la forma de clasificación utilizada en campo. Por lo tanto, existe un reporte de IMDA para las estaciones de 7 días de duración (denominado reporte IMDA por Estación por Tipo de Vehículo) que presenta el IMDA en estas estaciones y con una apertura de clasificación mayor. Sin embargo, existen otros reportes, como por ejemplo, conteo por hora, que se pueden obtener con el software que instaló el Consultor en el MTC y que no se han entregado en versión papel porque dificultarían de alguna forma la lectura del informe debido a la gran cantidad de hojas adicionales que se deberían adjuntar. Pero se aclara que todos los reportes están disponibles en el software y se puede acceder a ellos mediante el menú Reportes y Consultas, tal como se menciona en el apartado 6.7.2.

4.3.2. **Procesamiento de encuestas de origen-destino de cargas**

Para obtener la matriz única de origen/destino se procedió de la siguiente manera:

1. En cada estación se elaboró la denominada matriz muestral de origen/destino. Dicha matriz tiene una cantidad de registros que coincide con la cantidad de encuestas relevadas en campo.
2. A partir de la matriz muestral se elaboró la matriz expandida de origen/destino por estación. El concepto de esta matriz es el de expandir (en términos diarios anuales) los datos relevados durante los 3 días de encuestas. Las expansiones se realizaron considerando los valores de tránsito diario registrados en cada sitio, los factores de tránsito diario y los factores de corrección estacional que se mencionan en el apartado 6.6. La fórmula genérica de la matriz expandida es la siguiente:

$$M_EXP_{(i,j)} = \left[\sum_{D=DiaInicioEncuesta}^{D=DiaFinEncuesta} \left(M_{D(i,j)} \times \frac{T_D}{E_D} \times F_D \right) \right] \times k$$

$M_EXP_{(i,j)}$ = cada una de las celdas de la matriz expandida de una estación, donde i varía desde zona 1 hasta la 116, j varía desde Zona 1 hasta la 116.

T_D = cantidad de vehículos reales de la categoría correspondiente a la matriz calculada que pasaron por la Estación en el día D .

E_D = cantidad de encuestas realizadas en la estación en el día D a los vehículos de la categoría correspondiente a la matriz calculada.

El factor F_D se calcula de 2 formas distintas según la duración del conteo.

- **Cálculo de F_D en estaciones de 7 días de conteo**

$$F_D = \frac{\sum T_D}{T - E_D \times 7}; \text{ si } D \text{ es no laborable}$$

$$F_D = \frac{\sum_{D=Laborable} T_D}{\sum_{D=Laborable} T - E_D \times 7}; \text{ si } D \text{ es laborable}$$

$$T - E_D = \begin{cases} T_D & \text{si } \exists E_D \\ 0 & \text{si no } \exists E_D \end{cases}$$

$T - E_D$ = tránsito relevado durante cada día que se ejecutaron. Para un día que no se relevaron encuestas, vale 0.

- **Cálculo de F_D en estaciones de 3 días de conteo**

$$F_D = \frac{T_D \times 2}{T_D \times 7} = \frac{2}{7} = 0,2857; \text{ si } D \text{ es no laborable}$$

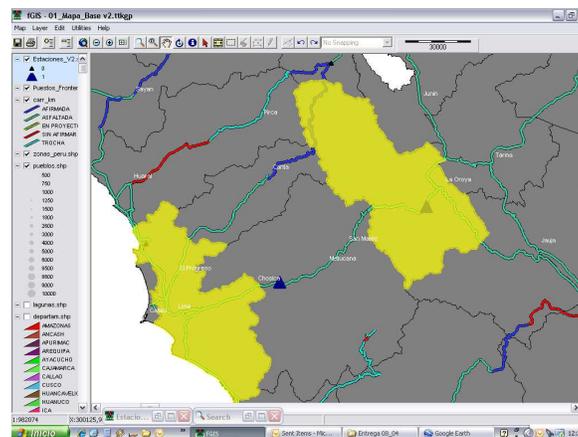
$$F_D = \frac{\sum_{D=Laborable} T_D \times \left(\frac{5}{2}\right)}{\sum_{D=Laborable} T_D \times 7} = \frac{\left(\frac{5}{2}\right)}{7} = \frac{5}{14} = 0,3571; \text{ si } D \text{ es laborable}$$

3. Para obtener la matriz única de origen/destino se agregaron las matrices expandidas con la finalidad de considerar el peso relativo de cada estación en el conjunto de todas las estaciones. El proceso de agregación de matrices implicó no solo la suma de matrices sino que también consideró la duplicación de viajes en pares O-D en los distintos sitios de relevamiento. Para agregar las matrices expandidas evitando la duplicación de viajes se procedió de la siguiente manera:

- a. En primer lugar, para cada par origen/destino, se adoptó el máximo de los elementos repetidos
- b. Posteriormente, mediante un análisis detallado de la red vial existente y teniendo en cuenta la división de zonas de transporte utilizada (116 zonas de origen-destino) se identificaron los casos particulares -debido a la existencia de itinerarios alternativos- donde fue necesario sumar otros valores al máximo seleccionado en el primer paso de este procedimiento. De esta forma, se identificaron aquellas combinaciones O-D que se incluyeron en la agregación para obtener en la Matriz Única.

- c. En el apartado 4.3.3 se presentan ejemplos de las situaciones encontradas durante el procesamiento de datos. Estos ejemplos pretenden aclarar lo mencionado en cuanto a la adopción de valores máximos, existencia de caminos alternativos, etc.
4. Además de disponer del software de cálculo diseñado por el Consultor, para realizar el análisis de la red vial y las zonas de transporte, se utilizaron herramientas de GIS que permitieron identificar los casos particulares mencionados. En la Ilustración 1 se muestra una ventana de trabajo de GIS que se utilizó para el análisis de los viajes realizados entre zonas de transporte. En esta imagen se observa la red vial nacional (trazos de color verde, azul y rojo), las zonas de transporte analizadas (en color amarillo) y las estaciones de conteos y encuestas involucradas entre esas dos zonas (triángulo azul)

Ilustración 1: pantalla de la herramienta GIS para el análisis de viajes entre pares OD



En la Ilustración 2 y la Ilustración 3 se observan instancias del análisis de la red vial y la zonificación que realizó el equipo de especialistas del Consultor para la agregación de matrices expandidas.

Ilustración 2: uso de herramienta GIS para elaboración de la matriz única



Ilustración 3: análisis individual de pares OD para la obtención de la matriz única

Como resultado de estos análisis, en el Anexo 6 del informe se presenta:

- La matriz única de origen-destino de cargas expresada en toneladas transportadas por día. Se elaboraron en total 22 matrices, una matriz total y 21 matrices por sección nandina.
- La matriz única de origen-destino de cargas expresada en cantidad de vehículos por día. Se elaboraron en total 22 matrices, una matriz total y 21 matrices por sección nandina.

Se aclara que estas matrices se entregan en versión digital.

Para poder distribuir cada encuesta en su sección nandina correspondiente, en el software desarrollado por el Consultor se generó un módulo de diccionario de textos. La creación de este módulo para las descripciones de las mercancías facilita el proceso de asignación de un código nandina a cada encuesta carga, según la descripción de la mercancía que transporta. El diccionario se creó a partir de los textos libres de las descripciones de las mercancías, definiendo a una mercadería como *cabeza de serie* y agrupando como sinónimos las palabras que signifiquen lo mismo. Luego, en vez de codificar cada una de las encuestas ingresadas en la base, se codificó solamente un grupo más reducido compuesto por los denominados *cabeza de serie*. Luego, el software le asignó en forma automática el mismo código nandina al resto de los sinónimos de ese *cabeza de serie*.

Por ejemplo: un cabeza de serie puede ser la palabra *frutas* y los sinónimos pueden ser: papaya, naranjas, bananas, ciruelas, durazno, mandarina. Por lo tanto, en el software se asigna el código nandina a frutas y se define como sinónimos al resto de las palabras. La funcionalidad del diccionario asigna automáticamente el código nandina de frutas al resto de los sinónimos.

4.3.3. Análisis de casos particulares para la agregación de matrices expandidas

Las distintas matrices de origen-destino expandidas realizadas para cada una de las estaciones de encuestas fueron consolidadas para elaborar la matriz de origen-destino única a nivel nacional.

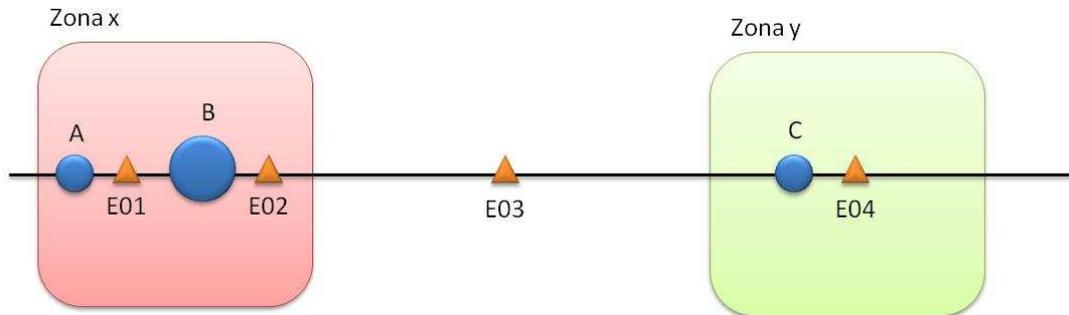
Para realizar este proceso debe tenerse en cuenta que los orígenes y destinos son zonas geográficas que abarcan una superficie determinada, es decir, no pueden modelarse como puntos, como sería el caso si las celdas de origen y destino de la matriz fueran pueblos y ciudades.

Al ser zonas, cada origen y/o destino puede contener múltiples puntos generadores de viajes diferentes.

El esquema general para obtener la matriz única consistió en tomar el valor máximo de cada par OD entre las distintas matrices expandidas existentes.

La lógica de este proceso se presenta en la Ilustración 4

Ilustración 4: esquema general



En la Ilustración 4 se representan 2 zonas. La zona X tiene dos orígenes (destinos) principales, el pueblo A y la ciudad B, mientras que en la zona Y hay un solo pueblo denominado C.

Entre todas las encuestas realizadas en el país se supone que en las 4 estaciones presentes en el esquema (E01, E02, E03 y E04) se encontraron viajes entre el par X-Y.

Esta configuración determina que la cantidad de viajes contabilizada entre X e Y sea distinta en las 4 estaciones; aún en el caso extremo que se encuestaran todos los vehículos en todas las estaciones exactamente en los mismos días.

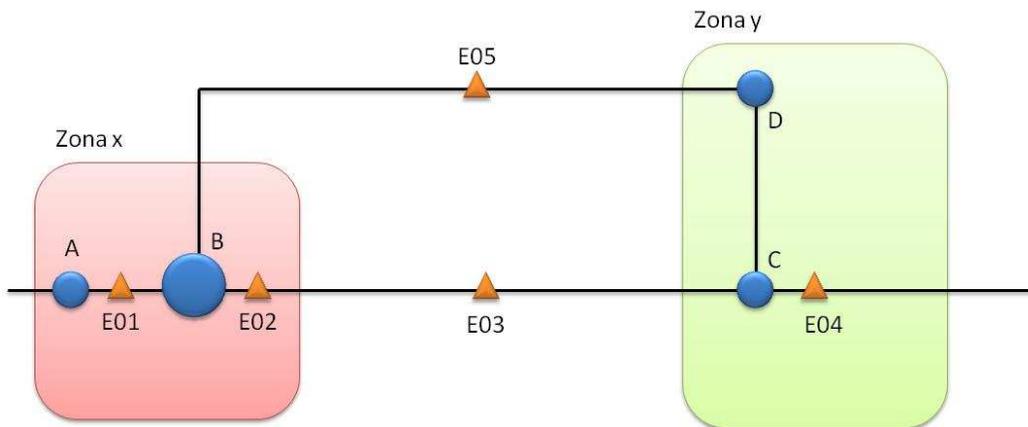
Por ejemplo, teniendo en cuenta la localización de los poblados y las zonas presentada en la Ilustración 4, es probable que se verifique que $\text{ViajesXY}(E04) < \text{ViajesXY}(E01) < \text{ViajesXY}(E02) < \text{ViajesXY}(E03)$ donde la nomenclatura utilizada es la siguiente: $\text{ViajesXY}(E04)$ son los viajes entre las zonas X e Y registrados en la Estación E04; análogamente para el resto de las estaciones. Adicionalmente, se observa que todos los viajes entre X e Y deben pasar por E03.

Puede haber más de una estación intermedia como la E03 fuera de los límites de las zonas. Asimismo, debido a la variación de los días en que fueron realizadas las distintas encuestas, puede variar la localización del máximo respecto al “esperado” (por ejemplo $\text{ViajesXY}(E02) > \text{ViajesXY}(E03)$).

De todas formas, se observa que un viaje entre X e Y puede repetirse en más de una estación y por lo tanto, mientras se desarrolle un esquema similar al presentado en la Ilustración 4 (de hecho, el más usual debido a la localización de las encuestas y la forma de la red vial del Perú), se toma para la matriz única el valor máximo de todos los detectados entre cada par OD.

Sin embargo, existen casos en los cuales esta metodología no se puede aplicar puesto que los resultados obtenidos no representarían de la mejor forma posible el comportamiento real de los viajes. Básicamente, esto ocurre cuando entre 2 zonas existe un camino alternativo sobre el cual un vehículo viajando entre X e Y puede ser encuestado.

Esta situación se presenta en la Ilustración 5.

Ilustración 5: caso de camino alternativo entre 2 zonas

En este caso existe un camino claramente alternativo que conecta las zonas X e Y. Por dicha razón, este par OD debe ser especialmente estudiado. En el caso ejemplificado correspondería observar principalmente los viajes de las localizaciones E01 y E05.

Si se detectara que la mayoría de los viajes entre X e Y en E05 fueron entre B y D, mientras que la mayoría de los viajes entre X e Y en E01 fueron entre A y C, la mejor solución para la matriz única sería $MÁX(E01; E02; E03; E04) + E05$.

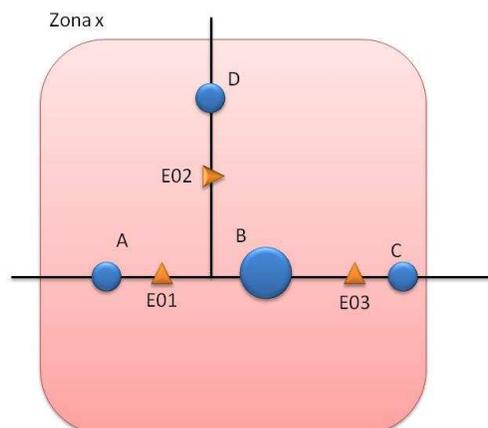
Sin embargo, si se detectara que la mayoría de los viajes entre X e Y en E01 fueran entre A y D, la mejor solución para la matriz única sería $MÁX(E02; E03; E05) + MÁX(E01; E05)$.

Como se desprende de este análisis, cada par OD y las localizaciones de las estaciones donde fueron detectados los viajes entre ellos, debieron ser analizados en forma particular para establecer la solución más ajustada a la realidad para la celda correspondiente de la matriz única.

Como se mencionó, el esquema general previsto determina la utilización del valor máximo y solo cuando se detectaron casos especiales, se ajustó la fórmula correspondiente a dicha celda.

La mayor parte de los casos especiales o particulares detectados correspondieron a viajes intrazonas (con origen y destino dentro de la misma zona) y pares OD donde la zona de origen y la de destino son limítrofes.

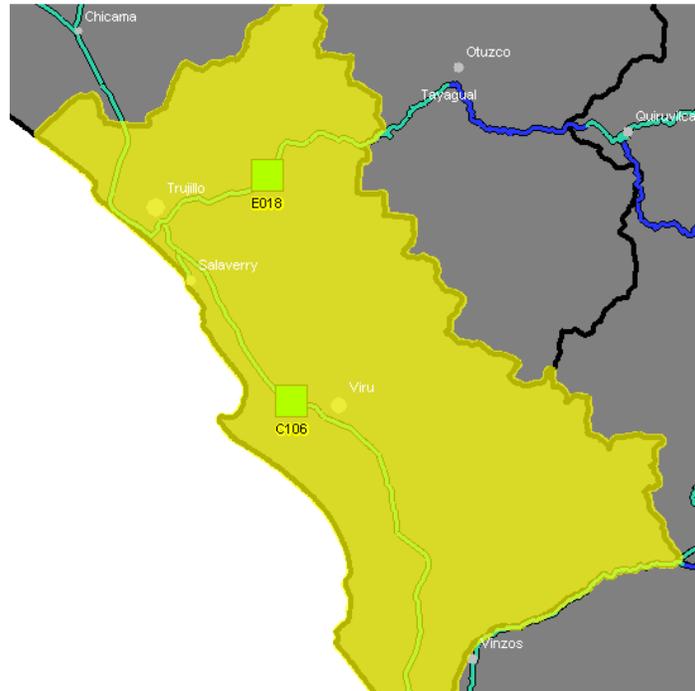
En la Ilustración 6 se ejemplifica el esquema de los viajes intrazonas.

Ilustración 6: viajes intrazona

Si la ciudad B es la de mayor importancia dentro de la zona X (por ejemplo su capital), es probable que la mayoría de los viajes con origen y destino dentro de X sean viajes desde los pueblos periféricos a la capital y viceversa; por lo tanto, es probable que los viajes X-X que son detectados en una estación de encuestas, no sean los mismos que los detectados en las otras 2. De esta forma la mejor solución para el par OD X-X de la matriz única sería $E01 + E02 + E03$.

Un ejemplo de esta situación fue detectado en la zona 24, el cual se representa en la Ilustración 7. En dicha ilustración el área amarilla identifica la zona de transporte analizada, la línea negra representa el límite de las zonas, las líneas verdes y azules representan rutas, los cuadrados verdes son las estaciones de encuestas.

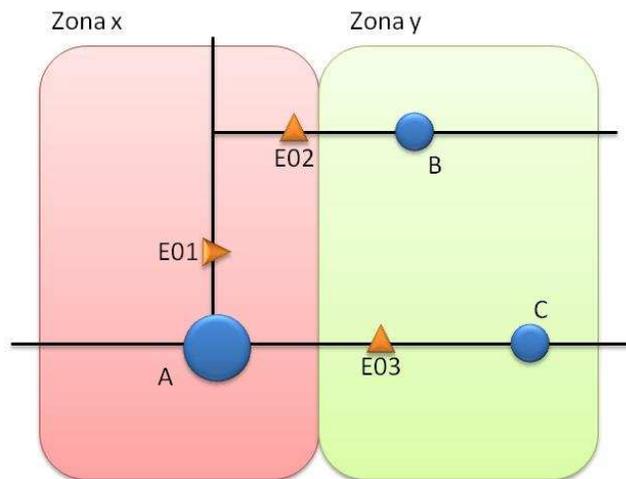
Ilustración 7: ejemplo de viajes intrazona (Zona 24)



En este caso, tanto en la estación E018 como en la C106, se analizaron en detalle el origen y destino de los vehículos que comenzaban y terminaban su viaje dentro de la zona 24. El resultado de este análisis fue que la mayoría correspondían a viajes de ida y vuelta de Trujillo, desde el Este y desde el Sur respectivamente.

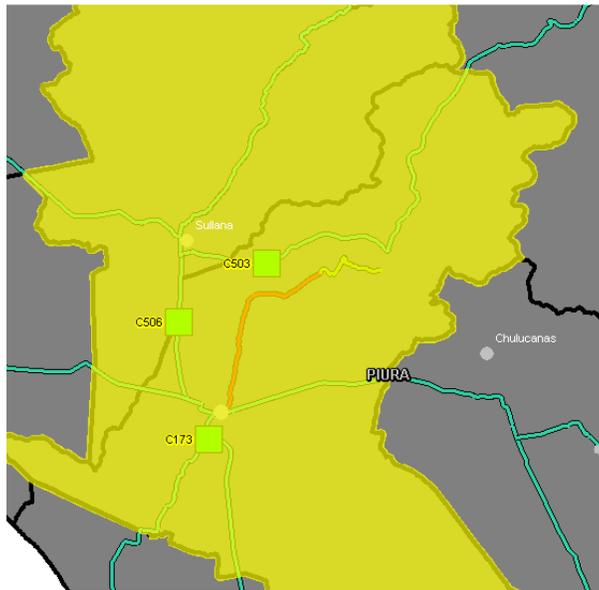
Por lo tanto, los viajes detectados en la estación E018 no eran los mismos que los detectados en la estación C106. En consecuencia, la mejor solución para la celda 24-24 de la matriz única consistió en sumar los viajes de la encuesta E018 con los de la C106.

En la Ilustración 8 se presenta esquemáticamente el caso de zonas O-D limítrofes. En estos casos se concentraron mayormente la detección de caminos alternativos.

Ilustración 8: caso de O-D limítrofe con camino alternativo

Repitiendo el análisis de las encuestas caso a caso, es probable que en el esquema de la Ilustración 8 la solución más adecuada sea $MÁX(E01; E02) + E03$.

Para ejemplificar esta situación, en la Ilustración 9 se presenta el caso detectado entre las zonas 3 y 6. En dicha ilustración la línea negra representa el límite de las zonas, las líneas verdes y rojas representan rutas, los cuadrados verdes son las estaciones de encuestas.

Ilustración 9: ejemplo de O-D limítrofes con camino alternativo

En este caso, los viajes detectados en la estación C173 entre las zonas 3 y 6 (donde se pudo comprobar, por el análisis de cada encuesta, que la mayoría tienen origen o destino en Sullana) probablemente sean relevados también en la C506. Como se mencionó, esto puede variar de acuerdo a la semana cuando se haya realizado la encuesta, pero lo importante es que no son caminos alternativos. En cambio, los viajes relevados en la estación C503 (la mayoría también con origen o destino en Sullana) son claramente diferentes.

Por lo tanto, la mejor solución para la celda 3-6 de la matriz única fue $MÁX(C173; C506) + C503$.

En resumen, partiendo de la base de utilizar el máximo, cada situación debió ser evaluada particularmente, de forma de ajustar la mejor solución posible. Este análisis se aplicó en aquellos pares O-D que tenían una cantidad de viajes estadísticamente significativa en más de una estación.

4.3.4. Procesamiento de encuestas de origen-destino de pasajeros

El procesamiento de las encuestas de pasajeros tiene una lógica análoga a la de cargas, es decir, en cada estación se procedió de la siguiente manera:

1. Se elaboró la denominada matriz muestral de origen/destino. Dicha matriz contiene los datos de las encuestas relevadas en campo.
2. A partir de las matrices muestrales, se expandieron los datos para hacerlos representativos de un día promedio del año. Para ello, se aplicaron factores diarios calculados a partir de los datos de tránsito registrados en cada estación y los factores de corrección estacional que se mencionan en el apartado 6.6.
3. Las encuestas de pasajeros se procesaron en dos conjuntos separados: pasajeros de vehículos ligeros (autos y camionetas) y pasajeros de buses (minibús, microbús y ómnibus). Además de obtener la matriz para la cantidad total de pasajeros, se obtuvo una matriz por cada motivo de viaje considerado:
 - Ocio, recreo y vacaciones.
 - Trabajo, negocios y motivos profesionales.
 - Compras.
 - Visita a familiares y amigos.
 - Salud.
 - Otros.

En el Anexo 7 del informe se presentan, en versión digital, las matrices únicas de pasajeros:

- La matriz única de pasajeros expresada en cantidad de pasajeros de vehículos ligeros transportados por día. Se elaboraron en total 7 matrices, una matriz total y 6 matrices por motivo de viaje.
- La matriz única de pasajeros expresada en cantidad de pasajeros de buses transportados por día. Se elaboraron en total 7 matrices, una matriz total y 6 matrices por motivo de viaje.
- La matriz única de pasajeros expresada en cantidad de vehículos ligeros por día. Se elaboraron en total 7 matrices, una matriz total y 6 matrices por motivo de viaje.
- La matriz única de pasajeros expresada en cantidad de buses por día. Se elaboraron en total 7 matrices, una matriz total y 6 matrices por motivo de viaje.

4.4. Elaboración de matrices origen-destino

4.4.1. Ejemplo de cálculo de matriz expandida de cargas

En este apartado se presenta, con fines de didácticos y aclaratorios, un ejemplo de cálculo de la matriz expandida. Lo que se incluye es el detalle de cada una de las operaciones y cálculos realizados, siguiendo la metodología que se presentó en el apartado 4.3.2.

El ejemplo está basado en los datos relevados en la encuesta de carga de la estación C210, en la cual se realizó un conteo de 7 días entre el jueves 10 y el miércoles 16 de febrero y una encuesta de 3 días entre el jueves 10 y el sábado 12 de febrero.

En el Anexo 11 de este informe se entrega en formato digital el archivo Excel denominado "BD_Explicación de Expansión de matrices" donde se puede seguir este procedimiento de cálculo.

Este ejemplo analizado presenta en detalle la obtención de dos matrices expandidas: una está expresada en vehículos (camiones) y la otra en toneladas.

En primer lugar se procesan los resultados del conteo de camiones realizado en dicha estación. Los valores se obtienen del software desarrollado en el marco del presente proyecto, a través del "Reporte de Conteo x hora" (ver Ilustración 10).

Ilustración 10: ventana del menú de Reportes y Consultas



Los resultados obtenidos se presentan en la **Tabla 1**:

Tabla 1: tránsito diario de camiones en la estación C210

	Jue	Vie	Sab	Dom	Lun	Mar	Mié
Camiones	149	119	79	23	65	48	64

Por lo tanto el IMDS es 78 camiones. Esto se puede observar, junto con el detalle de la distribución por sentido, en el Reporte de IMDS (ver Ilustración 11).

Ilustración 11: reporte de IMDS generado por el software

MTC Ministerio de Transportes y Comunicaciones														
Estudio de Demanda de Cargas y Pasajeros														
Reporte de IMDS														
IMDS														
Id. Est.	Nombre	Sentido 1	Sentido 2	Sentido 1			Sentido 2			%		Juli		
				Ligeros	Buses	Camiones	Total	Ligeros	Buses	Camiones	Total		Sentido 1	Sentido 2
C256	PUNTA COLORADA	Dv. Ite (PE-1SF/TA-1)	Boca del Río > Ite	314	28	31	373	242	24	32	298	55,6%	44,4%	SI
C210	QUICHUAY	Concepción (Emp. f. Santa Rosa de)	Quiri Huac > Concepción	726	6	48	780	735	6	30	771	50,3%	49,7%	SI
E175	QUINUA	Dv. San Miguel > Dv. Huanta (PE-100)	Quiri Huac > Huanta	306	5	72	383	294	3	67	364	51,3%	48,7%	SI
E018	QUIRIHUAC	Km. 25+490 > Quiri Huac > Km. 25+490	Quiri Huac > Km. 25+490	466	67	167	700	441	56	166	663	51,4%	48,6%	SI

De acuerdo al cálculo de los factores de corrección estacional, el valor correspondiente a la categoría camiones es igual a 0,984 para el mes de febrero. En esto se debe tener en cuenta que la estación C210 se asoció a la Unidad de Peaje Quiulla, es decir, el factor de corrección estacional que se aplica en la estación C210 es el que surge de los datos de tránsito del Peaje Quiulla y que el factor que se aplica es el correspondiente al del mes de ejecución del conteo. Por lo tanto, aplicando la ecuación siguiente: $IMDA = IMDS \times FC_m$, resulta que el IMDA de camiones es igual a 77, lo cual es presentado en la Ilustración 12.

Ilustración 12: reporte de IMDA generado por el software

MTC Ministerio de Transportes y Comunicaciones														
Estudio de Demanda de Cargas y Pasajeros														
Reporte de IMDA														
IMDA														
Id. Est	Nombre	Sentido 1	Sentido 2	Sentido 1			Sentido 2			%		Ali		
				Ligeros	Buses	Camiones	Total	Ligeros	Buses	Camiones	Total		Sentido 1	Sentido 2
C256	PUNTA COLORADA	Dv. Ite (PE-15	Boca del Río > Dv	277	28	30	335	214	23	31	268	55,6%	44,4%	SI
C210	QUICHUAY	Concepción	Santa Rosa de O	772	6	47	825	782	6	30	818	50,2%	49,8%	SI
E175	QUINUA	Dv. San Miguel	Dv. Huanta (PE-0	382	6	81	469	367	4	75	446	51,3%	48,7%	SI
E018	QUIRIHUAC	Km. 25+490	Quiri Huac > Km.	503	72	181	756	476	60	180	716	51,4%	48,6%	SI

Como se puede observar en el archivo Excel denominado “BD_Explicación de Expansión de matrices” que acompaña esta explicación y que se incluye en versión digital en el Anexo 11, la base de datos de la encuesta en la estación C210 se compone de 157 registros. A modo de ejemplo, se presenta en la **Tabla 2** un registro con datos extraídos de la base correspondiente a la estación C210.

Tabla 2: ejemplo de datos extraídos de la base de la estación C210

ID.	Format	Est.	Sent.	Fecha	Opn1	Zona Origen	Zona Destino	Secc Nan	Unidad Carga	Peso
54736	171154	C210	2	11/02	S	60	61	207	2	4

En el archivo Excel mencionado (en la hoja denominada Registros Encuestas), todos los campos registrados y disponibles en la base de datos, tienen el cabezal de la fila 1 en color violeta.

El proceso de expansión se puede analizar en forma agregada, trabajando en las celdas de los pares O-D de la matriz muestral con los factores presentados en los informes anteriores, o en forma desagregada, interviniendo registro por registro con los mismos factores y haciendo la agregación al final.

Este segundo proceso es el desarrollado a continuación ya que se entiende que resulta más claro de seguir su razonamiento a través del archivo Excel. Análogamente, el proceso puede utilizarse para la obtención de vehículos, carga, pasajeros, etc.

El proceso comienza convirtiendo todos los datos del campo Peso a toneladas. Para esto se tienen en cuenta las unidades en que está registrado el Peso y la sección nandina del producto, ya que en algunas de ellas se consideró un peso específico particular. Se debe recordar que en el relevamiento de datos en campo, el relevador anotó el peso de la carga y su unidad, entre las que se permitió seleccionar: kilogramos, toneladas, litros y galones. La conversión de litros y galones a toneladas tuvo en cuenta el peso específico del producto transportado.

El resultado de la conversión del valor del campo Peso a toneladas es indicado en la columna L del archivo, en la hoja de cálculo denominada Registros Encuestas. Al igual que todos los campos que sean calculados, el cabezal de la fila 1 tiene un fondo de color amarillo. El valor de la columna M coincide con el de la L porque en la estación C210 todos los camiones encuestados con carga tenían solamente operación 1. En caso de que existiera operación 2, este campo haría la agregación.

En la Tabla 3 se muestran 3 registros de la estación C210 convertidos a toneladas, uno ya expresado en toneladas, otro en kilogramos y otro en galones.

Tabla 3: conversión del Peso a toneladas

ID.	Sección Nandina	Unidad de Peso	Peso	Peso en Toneladas
54736	207	2	4	4
54743	207	1	7000	7
54774	104	4	4500	1,75

A continuación se calculan los coeficientes de expansión de las encuestas al día que fue realizada, relacionando el tránsito total de camiones con la cantidad de camiones encuestados el día referido.

La formulación teórica es la siguiente:

T_D = cantidad de camiones que pasaron por la Estación C210 en el día D

E_D = cantidad de encuestas realizadas en la Estación C210 en el día D

Los valores correspondientes para la estación C210 se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4: cantidad diaria de camiones y de encuestas a camiones en la estación C210

	Jue	Vie	Sab	Dom	Lun	Mar	Mié
T_D	149	119	79	23	65	48	64
E_D	52	64	41				

La expansión de la matriz muestral de sábado es:

$$M_{\text{Exp Sab}(i,j)} = M_{\text{Muest Sab}(i,j)} \times \frac{T_{\text{Sab}}}{E_{\text{Sab}}}, \text{ donde:}$$

$M_{\text{Exp Sab}(i,j)}$ = matriz expandida del día sábado

$M_{\text{Muest Sab}(i,j)}$ = matriz muestral del día sábado

El par (i,j) indica cada una de las celdas de la matriz, es decir, (i,j) toman valores de 1 a 116, en concordancia con las zonas de transporte utilizadas.

Como fue mencionado, esto se puede implementar en forma desagregada, es decir, considerando registro por registro y multiplicándolos por el siguiente cociente:

$$\frac{T_{\text{Sab}}}{E_{\text{Sab}}}$$

Los valores del numerador y denominador de este cociente se presentan en las columnas N y O del archivo Excel, en la hoja de cálculo Registros Encuestas.

Con esta operación lo que se hace es expandir la cantidad de encuestas de carga al tránsito de camiones existente en esa estación en todo el día. Así se permite recomponer el tránsito total del sábado, pero clasificado por par O-D, que es el objetivo buscado.

Como las encuestas tuvieron una duración de 3 días, 2 de ellos días laborales y el restante de fin de semana, se adoptó una hipótesis de trabajo (que es habitualmente aceptada en estudios de similares características al presente) y que considera que las encuestas de un día de fin de semana son representativas de todo el fin de semana. Por lo tanto, una vez que se obtuvo la expansión de las encuestas al total del día sábado, es necesario expandirlas a todo el fin de semana. Para ello se aplicó el Factor F_D de la siguiente manera:

$$M_{\text{Exp Fin de semana (i,j)}} = M_{\text{Exp Sab(i,j)}} \times F_D = M_{\text{Muest Sab(i,j)}} \times \frac{T_{\text{Sab}}}{E_{\text{Sab}}} \times F_D, \text{ donde:}$$

$M_{\text{Exp Fin de semana (i,j)}}$ = matriz expandida de fin de semana

$$F_D = \frac{T_{\text{Dom}} + T_{\text{Sab}}}{T_{\text{Dom}}} \times \frac{1}{7}$$

Nuevamente esto se puede desagregar registro por registro, multiplicando cada registro, en este caso, por el factor:

$$\frac{T_{\text{Sab}}}{E_{\text{Sab}}} \times F_D = \frac{79}{41} \times \frac{23 + 79}{79} \times \frac{1}{7} = 0,36$$

Los valores de F_D se encuentran en la columna Q y los de $\frac{T_{\text{Sab}}}{E_{\text{Sab}}}$ en la columna R del archivo Excel que acompaña esta explicación.

La suma de todos los registros generados el día sábado multiplicados por este coeficiente y ordenados por par O-D, genera la matriz expandida de fin de semana, con el total de los vehículos de los días no laborales **dividido 7**. Esta pre-división por 7 permitirá que al momento de hacer la suma final, la matriz muestre el **promedio diario** del campo elegido para expandir.

Para los 2 días hábiles se procede de la misma forma. Primero se expanden para el día en que fueron hechas las encuestas mediante:

$$M_{\text{Exp Jue(i,j)}} = M_{\text{Muest Jue (i,j)}} \times \frac{T_{\text{Jue}}}{E_{\text{Jue}}}$$

y

$$M_{\text{Exp Vie(i,j)}} = M_{\text{Muest Vie (i,j)}} \times \frac{T_{\text{vie}}}{E_{\text{Vie}}}$$

Luego se expanden al resto de la semana laboral como:

$$M_{\text{Exp semana lab (i,j)}} = M_{\text{Exp Jue(i,j)}} \times F_{\text{Día hábil}} + M_{\text{Exp Vie(i,j)}} \times F_{\text{Día hábil}}, \text{ donde:}$$

$$F_{\text{Día hábil}} = \frac{\sum T_{\text{Días hábiles}}}{T_{\text{Días de enc}}} \times \frac{1}{7}$$

Nuevamente, se puede desagregar la generación de la matriz expandida multiplicando cada registro por los coeficientes correspondientes, lo que determina que los coeficientes del día jueves deban ser multiplicados por:

$$\frac{T_{\text{Jue}}}{E_{\text{Jue}}} \times F_{\text{Día Hábil}} = \frac{149}{52} \times \frac{149 + 119 + 65 + 48 + 64}{149 + 119} \times \frac{1}{7} = 0,68$$

Y los del día viernes por:

$$\frac{T_{Vie}}{E_{Vie}} \times F_{Día\ Hábil} = \frac{119}{64} \times \frac{149 + 119 + 65 + 48 + 64}{149 + 119} \times \frac{1}{7} = 0,44$$

Todos estos cálculos se realizan entre la columna N y la columna R del archivo Excel complementario.

La suma de todos los registros generados el jueves y viernes, multiplicados por estos coeficientes y ordenados por par O-D, genera la matriz expandida de días hábiles, con la suma de los camiones de los días laborales **dividido 7**. Recordar que para los días no laborales ya se había hecho la división entre 7 a los efectos de que al final, la suma de las expansiones represente el valor promedio diario.

La suma del campo objeto de análisis (ya sea cantidad de vehículos, toneladas, etc.) multiplicado por los valores de la columna R y clasificado por par O-D, genera una matriz expandida **sin desestacionalizar**.

$$M_{\text{Expandida Sin desestacionalizar}} = M_{\text{Expandida fin de semana}} + M_{\text{Expandida semana laboral}}$$

Por ejemplo, para obtener la cantidad de camiones, los factores mencionados se aplican sobre un campo ficticio que tiene cada registro que se denomina "Cantidad de Camiones" (columna T del archivo Excel), que obviamente vale 1 para cada registro.

Por tanto, la suma de los valores de la columna R (factores de expansión) por los valores de la columna T (cantidad de camiones =1) da el tránsito promedio diario de la semana donde se realizó el conteo (suma de los camiones de toda la semana dividido 7), que en este caso es igual a 78. Si se ordenan estos registros por par O-D se obtiene la matriz expandida sin desestacionalizar.

Finalmente, se calcula la Matriz expandida desestacionalizada de la siguiente manera:

$$M_{\text{Expandida desestacionalizada}} = M_{\text{Expandida Sin desestacionalizar}} \times k$$

En el archivo Excel complementario, esto se realiza registro por registro y se presenta en la columna S el valor del factor k y en la columna U los vehículos desestacionalizados, es decir, la cantidad de camiones. Los campos que permiten obtener la matriz expandida, ya sea expresada en vehículos o en toneladas, tienen el cabezal de la fila 1 en color verde.

Para la confección de la matriz expandida desestacionalizada expresada en vehículos (camiones) solamente faltaría sumar por cada par O-D los valores de la columna U (que totalizan 77, igual que el IMDA de camiones de la estación). Este resultado permite corroborar que los factores de expansión utilizados para la matriz son correctos.

Otra hipótesis que se adoptó para la elaboración de esta metodología de procesamiento es la siguiente: los camiones descargados tienen los mismos orígenes y destinos que los cargados y se distribuyen proporcionalmente. Esta hipótesis de trabajo se base en el hecho de que, tal como estaban definidos los formatos de relevamiento, no se preguntó el origen-destino a los vehículos vacíos. Este cálculo está realizado en la segunda hoja del archivo adjunto.

En forma análoga a la obtención de la matriz expandida de vehículos, se puede multiplicar registro a registro, el peso de los camiones cargados (columna M) por los mismos factores que se usaron al expandir los vehículos. Esto se realiza en la columna V.

El parámetro E_D de cantidad de encuestas (columna O) considera los registros de los camiones cargados y descargados.

Para obtener la matriz expandida desestacionalizada de toneladas transportadas falta sumar los valores de la columna V y ordenarlos por O-D. En este caso no hay que hacer ninguna operación adicional con los camiones descargados, ya que estos adicionan 0 toneladas transportadas.

La elaboración de la matriz mediante tabla dinámica se realiza en la hoja denominada Matriz OD de Carga del archivo Excel mencionado.

Las diferencias que se pudieran obtener en los valores de la matriz expandida calculada con el método presentado en este capítulo y los resultados obtenidos en el software no son significativas y se deben a los redondeos efectuados durante las distintas operaciones realizadas. Es decir, la programación del software realiza los redondeos cuando agrupa los registros por O-D mientras que en el cálculo presentado en la planilla Excel se hace un redondeo registro a registro. Sin embargo, conceptualmente los procedimientos son idénticos.

La obtención de matrices por sección nandina sigue un proceso totalmente análogo al descrito, solo que tiene en cuenta el total de encuestas por la sección correspondiente.

El procesamiento de matrices en estaciones con conteos de 3 días es el mismo, con la única diferencia que valor del factor F_D es 0,2857 para días no laborables y 0,3571 para días laborables (tal como se detalló en el apartado 4.3.2).

4.4.2. Ejemplo de cálculo de matriz expandida de pasajeros

Para la explicación del cálculo de la Matriz O-D de vehículos y pasajeros de livianos y buses se sigue como ejemplo la encuesta de la estación C277, donde se realizó un conteo de 7 días entre el domingo 5 y el sábado 11 de diciembre de 2010 y una encuesta de 3 días entre el domingo 5 y el martes 7 de diciembre de 2010.

Para comprender la lógica de cálculo en el Anexo 12 de este informe se incluye el archivo Excel denominado "BD_Explicación de Expansión de Matrices PAS" donde se puede seguir paso a paso los cálculos realizados.

En primer lugar se procesan los resultados del conteo de ligeros y buses realizados en dicha estación. Los valores se obtienen del software desarrollado en el marco del presente proyecto, a través del "Reporte de Conteo x hora".

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla 5: tránsito diario de ligeros y buses en la estación C277

	Dom	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sab
Ligeros	1957	1494	1658	1777	1805	911	1786
Buses	1386	1317	1107	1133	1138	631	1324

Por lo tanto el IMDS es 1.627 ligeros y 1.148 buses. Esto se puede observar, junto con el detalle de la distribución por sentido, en el Reporte de IMDS (ver **Ilustración 13**).

Ilustración 13: reporte de IMDS generado por el software



Estudio de Demanda de Cargas y Pasajeros

Reporte de IMDS

		IMDS												
		Sentido 1				Sentido 2								
Id. Est	Nombre	Sentido 1	Sentido 2	Ligeros	Buses	Camiones	Total	Ligeros	Buses	Camiones	Total	Sentido 1	Sentido 2	ali
C018	EL MARAN	Emp. PE-06B/C: Lajas > Emp. PE-		95	14	34	143	109	15	39	163	46,7%	53,3%	SI
C277	EL PARAISO	Dv. Las Salinas: Ovalo Huacho > O		855	613	1197	2665	772	535	1193	2500	51,6%	48,4%	SI
E036	EL PEDREGAL	Puntayacu > San Ramon (PE-		245	82	160	487	231	73	201	505	49,1%	50,9%	SI
C086	EL REPOSO	Corral Quemado: Chamaya (Emp. I		275	56	202	533	276	52	162	490	52,1%	47,9%	SI

A partir del cálculo de los coeficientes de desestacionalización, se determinó para los vehículos ligeros en dicha estación, el uso del valor 0,85262 para el mes de diciembre, mientras que para los buses se consideró un coeficiente de 0,89005. Estos factores surgen de la unidad de peaje El Paraíso pues es la unidad a la que se asoció la estación C277.

Por lo tanto, el IMDA es 1.387 ligeros y 1.022 buses, lo cual es presentado en el Reporte de IMDA (ver Ilustración 14).

Ilustración 14: reporte de IMDA generado por el software



Estudio de Demanda de Cargas y Pasajeros

Reporte de IMDA

		IMDA												
		Sentido 1				Sentido 2								
Id. Est	Nombre	Sentido 1	Sentido 2	Ligeros	Buses	Camiones	Total	Ligeros	Buses	Camiones	Total	Sentido 1	Sentido 2	ali
C018	EL MARAN	Emp. PE-06B/C: Lajas > Emp. PE-		95	14	35	144	109	15	40	164	46,8%	53,2%	SI
C277	EL PARAISO	Dv. Las Salinas: Ovalo Huacho > O		729	545	1065	2339	658	477	1062	2197	51,6%	48,4%	SI
E036	EL PEDREGAL	Puntayacu > San Ramon (PE-		283	91	178	552	268	82	223	573	49,1%	50,9%	SI
C086	EL REPOSO	Corral Quemado: Chamaya (Emp. I		320	61	218	599	321	56	174	551	52,1%	47,9%	SI

Como se puede observar en el archivo adjunto, la base de datos de esta encuesta la componen 1.305 registros de cabezales de encuestas (primera hoja del archivo adjunto) y 1.921 registros de pasajeros (segunda hoja del archivo adjunto).

En el archivo adjunto, todos los campos disponibles en la base de datos tienen el cabezal de la fila 1 en color violeta.

El proceso de expansión para la obtención de la cantidad de vehículos ligeros y buses se hace con los registros de cabezales, ya que corresponde un registro a cada vehículo encuestado.

Es un proceso análogo al realizado para determinar la cantidad de camiones (expresado en el apartado 4.4.1), con la excepción que no hay que hacer ninguna hipótesis adicional respecto al origen y destino, pero sí hay que hacer hipótesis respecto al motivo del viaje del vehículo para algunas encuestas, lo cual se detallará más adelante.

Al igual que en el caso de camiones, se puede analizar en forma agregada, trabajando en las celdas de los pares O-D de la matriz muestral con los factores calculados de acuerdo a las fórmulas presentadas en el apartado 4.3.4, o en forma desagregada, interviniendo registro a registro con los mismos factores y haciendo la agregación al final.

El proceso se realiza en las columnas L a V de la hoja ENCUESTAS_OD (cabezal) del archivo adjunto. Los campos calculados figuran con color amarillo en el cabezal de la fila 1.

La formulación teórica es la siguiente:

$$T_d = \text{cantidad de ligeros (o buses) que pasaron por la Estación C277 en el día } D$$

$$E_d = \text{cantidad de encuestas realizadas a ligeros (o buses) en la Estación C277 en el día } D$$

Tabla 6: cantidad diaria de ligeros, buses y de encuestas a ligeros y buses en la estación C277

	Dom	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sab
T_D ligeros	1957	1494	1658	1777	1805	911	1786
E_D ligeros	185	205	327				
T_D buses	1386	1317	1107	1133	1138	631	1324
E_D buses	130	211	247				

La expansión de la matriz muestral de domingo es:

$$M_{\text{Exp Dom}(i,j)} = M_{\text{Muest Dom}(i,j)} \times \frac{T_{\text{Dom}}}{E_{\text{Dom}}}$$

Como fue mencionado, esto se puede implementar en forma desagregada multiplicando registro a registro por el coeficiente:

$$\frac{T_{\text{Dom}}}{E_{\text{Dom}}}$$

Los valores para ligeros y buses se encuentran en las columnas N a P de la hoja denominada ENCUESTAS_OD (cabezal) del archivo Excel incluido en el Anexo 12.

Esta operación permite recomponer el tránsito total del domingo, pero clasificado por par O-D, que es el objetivo buscado.

Sin embargo, las encuestas del día domingo son representativas de todo el fin de semana. Para lograr esto se aplica en la expansión el Factor F_D :

$$M_{\text{Exp Fin de semana}(i,j)} = M_{\text{Exp Dom}(i,j)} \times F_D = M_{\text{Muest Dom}(i,j)} \times \frac{T_{\text{Dom}}}{E_{\text{Dom}}} \times F_D$$

Donde:

$$F_D = \frac{T_{\text{Dom}} + T_{\text{Sab}}}{T_{\text{Dom}}} \times \frac{1}{7}$$

Nuevamente esto se puede desagregar registro a registro, multiplicando cada registro por:

Para vehículos ligeros:

$$\frac{T_{\text{Dom}}}{E_{\text{Dom}}} \times F_D = \frac{1957}{185} \times \frac{1957+1786}{1957} \times \frac{1}{7} = 2,89$$

Para buses:

$$\frac{T_{\text{Dom}}}{E_{\text{Dom}}} \times F_D = \frac{1386}{130} \times \frac{1386+1324}{1386} \times \frac{1}{7} = 2,98$$

Estos que se encuentran calculados en las columnas Q a T de la hoja ENCUESTAS_OD (cabezal) del archivo.

La suma de todos los registros generados el día domingo multiplicados por este coeficiente y ordenados por par O-D, genera la matriz expandida de fin de semana, con el total de los vehículos

de los días no laborales **dividido 7**. (Esta pre-división por 7 permitirá, al momento de hacer la suma final, que la matriz represente el **promedio diario** del campo elegido para expandir).

Para los 2 días hábiles se procede de la misma forma:

Primero se expanden para el día en que fueron hechas las encuestas. Para ello se utilizan las siguientes fórmulas:

$$M_{\text{Exp Lun}(i,j)} = M_{\text{Muest Lun}(i,j)} \times \frac{T_{\text{Lun}}}{E_{\text{Lun}}}$$

y

$$M_{\text{Exp Mar}(i,j)} = M_{\text{Muest Mar}(i,j)} \times \frac{T_{\text{Mar}}}{E_{\text{Mar}}}$$

Luego se expanden al resto de la semana laboral como:

$$M_{\text{Exp semana lab}(i,j)} = M_{\text{Exp Lun}(i,j)} \times F_{\text{Día hábil}} + M_{\text{Exp Mar}(i,j)} \times F_{\text{Día hábil}}$$

donde:

$$F_{\text{Día hábil}} = \frac{\sum T_{\text{Días hábiles}}}{T_{\text{Días de enc}}} \times \frac{1}{7}$$

Nuevamente, la matriz expandida se puede obtener multiplicando registro a registro por los coeficientes, lo que determina que los coeficientes del día lunes de vehículos ligeros deban ser multiplicados por:

$$\frac{T_{\text{Lun}}}{E_{\text{Lun}}} \times F_{\text{Día Hábil}} = \frac{1494}{205} \times \frac{1494 + 1658 + 1777 + 1805 + 911}{1494 + 1658} \times \frac{1}{7} = 2,53$$

Y los del día martes:

$$\frac{T_{\text{Mar}}}{E_{\text{Mar}}} \times F_{\text{Día Hábil}} = \frac{1658}{327} \times \frac{1494 + 1658 + 1777 + 1805 + 911}{1494 + 1658} \times \frac{1}{7} = 1,76$$

El mismo cálculo se realiza para buses. Dado que los registros de domingo, lunes y martes están intercalados estos cálculos están en las mismas columnas ya mencionadas.

La suma de todos los registros generados los días lunes y martes, multiplicados por estos coeficientes y ordenados por par O-D, generan la matriz expandida de días hábiles, con la suma de los vehículos de los días laborales **dividido 7**.

Por tanto, la suma de los valores de la columna T (factores de expansión) multiplicados por la cantidad de vehículos es el tránsito promedio diario de la semana donde se realizó el conteo (suma de los vehículos de toda la semana dividido 7). En este caso son 1.627 ligeros y 1.148 buses. Ordenados por par O-D representan la matriz expandida sin desestacionalizar.

Finalmente se calcula la Matriz expandida desestacionalizada como:

$$M_{\text{Expandida desestacionalizada}} = M_{\text{Expandida Sin desestacionalizar}} \times k$$

Nuevamente, esto se puede realizar registro a registro, lo cual se presenta en las columnas U, V y W del archivo adjunto. Esta última columna tiene el resultado de cantidad de vehículos ligeros (en la columna X figura la cantidad de buses). Los campos resultados tienen el cabezal de la fila 1 en color verde.

Alcanzado este punto debe aclararse el procedimiento seguido para determinar el motivo del viaje del vehículo, ya que las matrices O-D de vehículos ligeros y las dos matrices de pasajeros debían ser clasificadas por este campo.

En aquellas encuestas donde además de encuestar genéricamente al conductor del vehículo (Cabezal) se encuestó a uno o más pasajeros, se toma como motivo de viaje del vehículo el motivo indicado por el primer pasajero encuestado.

Sin embargo, en otras encuestas, se realizó el “Cabezal” pero no se encuestó particularmente a ninguno de los pasajeros, por lo que no figuran registros en “Renglones”. Esta situación determina que dichas encuestas no tengan motivo de viaje.

En este caso las encuestas sin renglones fueron prorrateadas entre los distintos motivos, teniendo en cuenta los porcentajes de respuestas obtenidos de la propia estación, según el día de realizada la encuesta y del tipo de vehículo.

En este procedimiento de explicación de la metodología en el que se está trabajando registro a registro, esto implica generar registros “nuevos”, uno por cada motivo de viaje, replicando los O-D establecidos en el cabezal. Cada registro no representa 1 vehículo, sino la cuota-parte de vehículo que corresponde a cada motivo. La suma de los 6 registros generados por cabezal (uno para cada motivo) totalizan 1 vehículo.

Para la matriz de vehículos ligeros, los porcentajes fueron establecidos en base al motivo de viaje declarado por el primer pasajero encuestado de cada vehículo, de forma de mantener la coherencia con el procedimiento de asignación de motivo al vehículo encuestado que si tenían “renglones” (encuestas a pasajeros).

Todo este proceso se encuentra en las columnas N a AB de la hoja “Cabezales sin Pax” del archivo Excel adjunto. Los registros generados son incorporados a la primera hoja del archivo para el cálculo de matriz O-D de vehículos, resaltados en color naranja (a partir de la fila 473).

Para la confección de la matriz expandida desestacionalizada de vehículos ligeros y buses faltaría sumar los valores de las columnas W y X de la de la hoja “Cabezales sin Pax”, y ordenar por O-D.

Las matrices se encuentran calculadas mediante tabla dinámica en la hoja “OD veh” del archivo adjunto. Seleccionando los campos correspondientes se puede visualizar la matriz O-D de ligeros, buses, con o sin apertura por motivo de viaje.

Las diferencias que se pudieran obtener en los valores de la matriz expandida calculada con el método presentado en este capítulo y los resultados obtenidos en el software no son significativas y se deben a los redondeos efectuados durante las distintas operaciones realizadas. Es decir, la programación del software realiza los redondeos cuando agrupa los registros por O-D mientras que en el cálculo presentado en la planilla Excel se hace un redondeo registro a registro. Sin embargo, conceptualmente los procedimientos son idénticos.

La replicación del valor de IMDA en el valor total de la matriz expandida de vehículos permite aceptar que los factores de expansión fueron correctamente aplicados.

Para el cálculo de las matrices de pasajeros se trabaja en la segunda hoja del archivo adjunto (ENCUESTAS_OD (renglones)), sobre las encuestas realizadas directamente a los pasajeros.

Se trabaja sobre la base de los mismos coeficientes de expansión ya calculados para cantidad de vehículos, agregando un nuevo coeficiente para expandir las respuestas obtenidas al total de pasajeros del vehículo, de la forma:

$$\frac{P_{\text{EncTot}}}{P_{\text{Enc}}}$$

Nuevamente, en el archivo Excel adjunto se trabaja registro a registro para que se pueda visualizar mejor todo el proceso.

En este caso también hay que asignar motivos a los pasajeros de las encuestas que tienen solamente cabezal. El proceso es muy similar al expresado para cantidad de vehículos ligeros. Sin embargo, en este caso también se aplica para los pasajeros de los buses y los porcentajes de cada motivo son calculados en función de las respuestas de todos los pasajeros encuestados (no solo del primero encuestado como en el caso de cantidad de vehículos livianos).

La distribución tiene en cuenta las respuestas de la estación objeto de estudio, la fecha y el tipo de vehículo. La distribución de los pasajeros por motivo se hace en la misma tabla contenida en la hoja "Cabezales sin Pax".

Los registros generados fueron incluidos en la segunda hoja del archivo, resaltados en color naranja, a partir de la fila 1.923.

Para obtener la matriz expandida desestacionalizada de pasajeros de vehículos ligeros y buses faltaría sumar los valores de las columna L de la segunda hoja del archivo adjunto y ordenar por O-D.

Las matrices se encuentran calculadas mediante tabla dinámica en la hoja "OD Pax" del archivo Excel que acompaña esta explicación.

Seleccionando los campos correspondientes se puede obtener la matriz O-D de pasajeros de ligeros y buses, con o sin apertura por motivo de viaje.

Nuevamente, las diferencias entre este método de cálculo registro a registro y los resultados obtenidos en el software no son significativos y se deben a los redondeos, agregación de los cálculos, siendo conceptualmente idénticas las metodologías aplicadas.

El procesamiento de matrices en estaciones con conteos de 3 días es el mismo, con la única diferencia que valor del factor F_D es 0,2857 para días no laborables y 0,3571 para días laborables (tal como se detalló en el apartado 4.3.2).

4.5. Elaboración de la matriz insumo-producto

4.5.1. Introducción

En este capítulo se describe la metodología utilizada y los resultados obtenidos para la elaboración de la matriz Insumo-Producto (MIP) regional, por departamento y por grandes sectores económicos.

Este tipo de matrices permite observar desde un punto de vista estático, una fotografía de la actividad económica a nivel departamental o de país. Sus distintos componentes, a su vez, arrojan una información importante sobre transacciones intersectoriales y destinos finales que los sectores colocan sus producciones, de tal manera que visualizando verticalmente estas matrices se observan los costos de producción hasta el valor bruto de producción de dichos sectores y horizontalmente arrojan los resultados de las ventas a otros sectores y a la demanda final.

Asimismo, en las estructuras de costos sectoriales se presentan los costos de los insumos y los valores agregados por estos sectores, lo cual permite llegar a determinar los valores brutos de producción sectoriales, que implican los montos de ventas más las diferencias de inventarios valuadas a precios de costo.

Estas matrices son utilizadas habitualmente para medir impactos directos e indirectos, a nivel de la economía que representa la matriz, de cambios en alguna o algunas estructuras de costos sectoriales (modificación de la productividad o sustitución de insumos o cambio tecnológico, entre otros cambios), introducción de empresas o actividades, cambios en inversiones, shocks de exportaciones, modificaciones de precios claves tales como la energía, etc. Estas mediciones muestran que ante un cambio de este orden en la economía se suscitan reacciones en cadena (la matriz muestra los encadenamientos) que dan lugar a impactos tanto directos, por alguno de los motivos expuestos precedentemente, como indirectos al calcularse los distintos encadenamientos y retroalimentaciones consecuentes. En síntesis, son instrumentos útiles para la medición de impactos de políticas, acciones, proyectos, etc.

Los problemas inherentes a este instrumento es su dificultad para calcularlo ya que exige la realización de un censo económico previo y una serie de acciones para obtener la información necesaria para obtener una Matriz de Insumo-Producto, que tiene una desagregación muy importante para que refleje los distintos aspectos de la economía de que se trate. Por tanto, los Gobiernos habitualmente calculan este instrumento muy espaciadamente en el tiempo y en la mayoría de los países latinoamericanos se encuentra desactualizado.

En nuestro caso, la Matriz de Insumo-Producto con que se cuenta fue realizada para 1994, a nivel nacional, lo cual implica que deba ser actualizada, ya que el paso del tiempo lógicamente ha debido cambiar en forma significativa las relaciones que este instrumento muestra. Además, se cuenta con un Censo Económico para el año 2008, reciente, por tanto en este trabajo se realiza un intento de actualizar dicha matriz, a partir de esta información, que a su vez debe ser complementada con supuestos e informaciones secundarias,

Además, el requerimiento de que se elaboren matrices regionales agrega un nivel de dificultad mayor en términos de la información a obtener y procesar para llegar a un resultado que permita utilizar estas matrices como un instrumento para ser utilizado en la evaluación de acciones, políticas, proyectos, etc.

Seguidamente se describe el proceso para llegar a este objetivo, o sea la construcción de Matrices Insumo-Producto regionales, y las limitaciones que los resultados tienen a partir de los problemas de la información obtenida, junto a los supuestos y aproximaciones a que debieron realizarse para suplir las mismas.

4.5.2. Antecedentes

El antecedente más importante de este trabajo es la Matriz de Insumo-Producto que se realizó el año 1994 para la economía de Perú. El Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) en el año 2000 presentó el documento "Tabla Insumo Producto de la Economía Peruana 1994", que se convirtió a su vez en el año base para el cálculo de las Cuentas Nacionales a precios corrientes y constantes de 1994. La Tabla Insumo Producto presenta los resultados agregados a nivel nacional, no discriminando los resultados obtenidos por regiones o departamentos.

El INEI, a su vez, elabora la información correspondiente al Producto Bruto Interno para cada año, que llega hasta el año 2009, con las aperturas tradicionales en grandes sectores económicos, para el total de la economía peruana, junto a las otras variables correspondientes a las Cuentas Nacionales del país.

A su vez, el INEI presenta información desagregada sobre los Valores Agregados Brutos de cada departamento desde el año 2001, también discriminando los datos en grandes sectores económicos, expresados tanto en precios corrientes como constantes de 1994.

Otro antecedente clave para este trabajo es el Censo Económico del año 2008 ejecutado por el INEI, a partir de información relevada correspondiente al año 2007, lo cual es un insumo básico

para el cálculo de las matrices de insumo-producto. Por tanto, para esta oportunidad la matriz se confeccionará a partir de información del Censo Económico de 2008, que presenta una actualización importante respecto a la anterior Matriz de Insumo-Producto del año 1994.

El punto de partida será el Censo Económico 2008, que brinda información económica-financiera de las empresas y sus establecimientos a nivel nacional y desagregado por ámbito geográfico, permitiendo la elaboración de agregados macroeconómicos por actividad económica y departamento.

Sin embargo, la información publicada del Censo presenta variables agregadas, en especial referentes a los insumos por sector económico, que no permiten tener una desagregación acorde a la necesaria para estas matrices, por lo que se debe trabajar con esta limitación, tal como se explica en la metodología de trabajo comentada más adelante en este informe.

Además, las cuentas utilizadas en el Censo para ciertos casos no reflejan necesariamente el contenido de las variables que tienen la misma denominación en las Cuentas Nacionales, además la información que resulta del Censo corresponde a valores censales y no es directamente comparable con los valores que surgen de las Cuentas Nacionales¹. Ello exigió realizar algunos supuestos y utilizar otras informaciones para superar estos inconvenientes.

Cabe agregar que el Censo Económico 2008 no cubría todos los sectores que deben incluirse en una Matriz de Insumo-Producto, tales como el sector Agropecuario y los Servicios Gubernamentales, por lo que debieron calcularse en forma independiente para su incorporación a dichos instrumentos, con datos adicionales de otras fuentes oficiales.

En función de estos antecedentes, junto a las consideraciones y limitantes expresadas, se presenta a continuación la metodología para la elaboración de la MIP regional. Luego, se incluyen en este informe los principales resultados alcanzados en el cálculo de las matrices por departamento.

4.5.3. Metodología de Trabajo

En este capítulo se describe sucintamente la metodología para la elaboración de las matrices de Insumo-Producto (MIP) departamentales, desagregadas por grandes sectores económicos.

Este tipo de matrices permite observar, desde un punto de vista estático, una fotografía de la actividad económica a nivel departamental o de país. Sus distintos componentes, a su vez, arrojan una información importante sobre las ventas que los sectores efectúan entre sí.

Asimismo, estas matrices permiten determinar las estructuras de costos sectoriales, discriminando insumos de los valores agregados, hasta llegar a los valores brutos de producción.

Una MIP está compuesta por una Matriz de Transacciones Intersectoriales, con columnas y filas según los sectores económicos que se consideran. Consta de una columna para cada sector, donde cada celda representa las compras del sector a los otros sectores y la intersección representa las compras que los integrantes del propio sector se hacen entre sí. Las filas representan las ventas de cada sector a los otros sectores, incluyendo las realizadas dentro del propio sector en la celda de intersección. Como son matrices regionales, habrá una para cada departamento.

Como la MIP anterior fue elaborada para el año 1994 y a nivel nacional, ello indica que debe actualizarse y desagregarse por departamento. Por tanto, para esta oportunidad, las matrices por

¹ "Los agregados censales no pueden ser comparados con los agregados macroeconómicos que presentan las Cuentas Nacionales". Capítulo 4, Análisis de la Información de los Establecimientos Informantes, Perú: IV Censo Nacional Económico, Tomo 1, INEI, Lima, Diciembre 2009.

departamento se confeccionan con información del Censo Económico de 2008 del INEI y otros datos adicionales tanto de fuentes oficiales como privadas, junto a la información proveniente de las encuestas origen-destino que está realizando el Consultor.

Por ende, el punto de partida es el Censo Económico 2008 que está parcialmente disponible en forma de tablas en la página web del INEI, presentando información agregada en ciertos casos que dificulta este trabajo. Esta fue requerida en su oportunidad, sin una respuesta positiva, por lo cual no se cuenta con algunas desagregaciones habituales por la falta de información de base del Censo.

A partir de ello y en función de la limitación existente que impide comparar los resultados obtenidos en el Censo Económico 2008 con la información proveniente de las Cuentas Nacionales, la metodología general a emplear consiste en la aplicación de las estructuras de costos del Censo Económico 2008 a los Valores Agregados Brutos por grandes sectores económicos elaborados por el INEI para cada uno de los departamentos que resultan de las Cuentas Nacionales.

Ello se basa en el supuesto que los valores censales de estos sectores son representativos de las estructuras de costos por lo que pueden ser utilizadas para desagregar la información de las Cuentas Nacionales.

Los grandes sectores considerados en las Cuentas Nacionales, y que constituyen las columnas de las matrices a calcular, son: Agropecuario, Pesca y Acuicultura, Explotación de minas y canteras, Industrias manufactureras, Suministro de electricidad, agua y alcantarillado, Construcción, Comercio al por mayor y menor, alojamiento y servicio de comida, Transporte, almacenamiento, información y comunicaciones, Servicios gubernamentales y Actividades de servicios.

En función de ello, se han acumulado las informaciones del Censo para que se adecuen a esta desagregación sectorial. Sin embargo, como el Censo Económico 2008 es básicamente urbano, no cuenta con información referente al sector agropecuario. Además, en el Censo se aclara específicamente que no contiene a los Servicios Gubernamentales². Por ello, estos dos sectores deben ser estimados separadamente, explicándose más adelante la metodología seguida en estos casos.

Por su parte, los sectores considerados en las Cuentas Nacionales y el Censo Económico, junto a las agregaciones realizadas para la información proveniente de ambas fuentes que sean coherentes entre sí, se muestran a continuación.

²No incluye: Agricultura, ganadería, caza, actividades de servicios conexas, silvicultura y extracción de madera. Administración pública y defensa, planes de seguridad social de afiliación obligatoria. Actividades de los hogares en calidad de empleadores, actividades indiferenciadas de producción de bienes y servicios de los hogares para uso propio. Organizaciones y órganos extraterritoriales. Entidades financieras y aseguradoras supervisadas por la Superintendencia de Banca y Seguros (SBS) y AFP. INEI - IV Censo Nacional Económico 2008.

Tabla 7. Agrupación categorías sectores económicos

Categorías Censo Económico 2008	Categorías utilizadas en MIP 2009
1. Pesca y Acuicultura	1. Agricultura
2. Explotación de minas y canteras	2. Pesca y Acuicultura
3. Industrias Manufacturera	3. Explotación de minas y canteras
4. Suministro de electricidad	4. Industrias Manufacturera
5. Suministro de agua, alcantarillado	5. Suministro de electricidad, agua y alcantarillado
6. Construcción	6. Construcción
7. Comercio al por mayor y al por menor	7. Comercio al por mayor y al por menor, alojamiento y servicio de c
8. Transporte y almacenamiento	9. Transporte y almacenamiento, información y comunicación
9. Alojamiento y servicio de comida	
10. Información y Comunicación	
11. Actividades financieras y de seguros	10. Actividades financieras y de seguros, e inmobiliarias
12. Actividades inmobiliarias	11. Servicios Gubernamentales
13. Actividades profesionales, científicas y técnica:	12. Actividades de servicios
14. Actividades administrativas y servicios de apoy	
15. Enseñanza privada	
16. Servicios sociales relacionados con la salud hu	
17. Artes, entretenimiento y recreación	
18. Otras actividades de servicios	

El Censo Económico 2008 no incluye la agricultura, ni servicios gubernamentales por lo que estos sectores son estimados en forma independiente a los restantes sectores.

Una vez determinadas los sectores a emplear en el caso de los datos provenientes del Censo, se procedió a completar las distintas celdas con los valores correspondientes.

A su vez, en este trabajo también se desagrega el sector de Transporte, almacenamiento, información y comunicaciones en Transporte de carga y Resto, a partir de la información elaborada en esta Consultoría sobre las Matrices Origen Destino de este transporte para Perú, cuya metodología de cálculo se explicita más adelante.

Por otra parte, en el Censo Económico 2008, no se posee información disponible sobre la desagregación de las compras de insumos intermedios por origen para cada uno de los sectores económicos en los cuales se desagrega la información por departamento del Censo (sólo se posee el total por sector económico). Sin embargo, sí se desagregan en el Censo a las compras del Suministro de electricidad, agua y alcantarillado y las correspondientes al Transporte, almacenamiento, correo y telecomunicaciones. Por tanto a partir de ello, se incluyeron en las matrices sólo a las filas de estos dos rubros y el resto de los insumos intermedios se acumularon en una sola fila adicional. Esta combinación de columnas (con los grandes sectores económicos de las Cuentas Nacionales) y filas con el nivel de agregación que permite el Censo constituyen las Matrices de Transacciones Intersectoriales.

En la MIP, a la Matriz de Transacciones Intersectoriales se adicionan las filas correspondientes a cada componente del valor agregado para cada sector, o sea, una matriz de tantas columnas como sectores se consideran y filas como componentes del valor agregado se incluyan. La información del Censo permite agregar estas filas a las matrices para cada región. Las filas se componen de: Cargas al personal, Tributos netos y Excedente bruto de explotación.

Para cada sector, la suma de los valores de los insumos intermedios más el valor agregado da el valor bruto de producción, es decir, en este caso la suma de todos los costos es una aproximación al valor de las ventas sectoriales. Estos datos también se extraen del Censo Económico 2008.

Cabe consignar que las estructuras de costos calculadas, a partir de la información extraída del Censo económico 2008, corresponden a datos del año 2007, por lo que fueron actualizadas al año

2009 para poder ser aplicadas a los valores de las Cuentas Nacionales de dicho año. Esta actualización correspondió tanto a los niveles de precios como de volúmenes, tal cual se explicita seguidamente. De esta manera se procedió a actualizar costos de insumos, valores agregados brutos y valores brutos de producción.

Para el caso de los insumos, se actualiza el valor de cada celda de la matriz, a través de un multiplicador formado por la evolución 2007-2009 del índice de precios del sector vendedor (sector i) y el de volumen físico del sector de destino (sector j), por lo que el sector y la demanda del insumo varían en igual forma, lo que supone que no hay un cambio en la productividad del sector en ese lapso.

$$IS_{ij,10} = IS_{ij,07} * IP_{i,07-10} * IVF_{j,07-10}$$

donde:

IP: índice de precios

IVF: índice de volumen físico

IS_{ij} , Insumos Intermedios donde i corresponde al sector vendedor del insumo y j al sector comprador

Como la mayor parte de las compras de insumos están agrupadas, se utilizó el índice de precios de productos nacionales para estos casos, mientras que en el resto de los casos se utilizó el índice de precios del propio sector. En estos, se utilizó el Índice de precios elaborado para Lima, que contenía apertura sectorial. El índice de volúmenes físicos correspondió a la evolución del Valor Agregado Bruto sectorial de cada departamento a precios constantes de 1994, según las Cuentas Nacionales.

En referencia a los valores agregados brutos (VAB), se actualizaron los valores del VAB mediante la siguiente relación:

$$VAB_{j,10} = VAB_{j,07} * IP_{j,07-10} * IVF_{j,07-10}$$

o sino,

$$REM_{j,10} = REM_{j,07} * IndS_{j,07-10} * IVF_{j,07-10}$$

IndS: índice de salarios

Como el valor agregado bruto se consideró por rubros, para actualizar las Cargas al personal se utilizó el índice de remuneraciones elaborado para Lima y el de empleo privado para Perú urbano, mientras que en los casos de los Tributos netos y el Excedente Bruto de Explotación se utilizaron los índices de precios del sector correspondiente, representados por las evoluciones del Valor Agregado por departamento a precios corrientes y constantes de 1994, respectivamente.

Con estas estructuras actualizadas, se calculan los porcentajes de participación de cada ítem respecto al Valor Agregado Bruto, que representa el valor 1, y que se aplica a los valores de las Cuentas Nacionales por sector y departamento, para obtener las columnas respectivas con los consumos intermedios, valores agregados y valores brutos de producción para estos sectores.

Por su parte, en el caso de la fila correspondiente al Suministro de electricidad, se consideró que estos resultados podían separarse demasiado de la realidad, ya que normalmente la economía mejora su eficiencia energética a mediano plazo, por lo que se aplicó un ajuste por dicho motivo a la evolución en volúmenes, que mitiga la participación de este sector en el valor bruto de producción. A su vez, este ajuste difiere según el sector en consideración de acuerdo a la evolución observada en las economías.

Además, la MIP contiene una matriz denominada de Demanda Final, donde cada fila corresponde a las ventas de cada sector al consumo interno o al consumo del sector público o son inversiones o son exportaciones. Aquí, dado que se están considerando matrices regionales, debe tenerse en cuenta que las exportaciones son ventas de un departamento a otro departamento más las ventas al exterior, lo cual impide tener la información correspondiente ya que los datos censales no los contienen.

En estos casos, por la falta de información, las ventas a la demanda final no se desagregan en cada sector por cada uno de sus componentes, pero se obtienen por diferencia entre el valor bruto de producción sectorial y las ventas sectoriales, o sea los insumos intermedios, expresados en cada fila, según la siguiente ecuación.

$$DF_i = VB_{Pi} - IS_i$$

Como se comentó precedentemente, el sector agropecuario no está incluido en estos cálculos previos ya que no es considerado en el Censo Económico 2008. Por tanto, para su cálculo se partió de la estructura de costos para este sector en la MIP 1994, ya que no se accedió a esta información en diferentes fuentes tanto a nivel nacional como departamental.

Esta estructura se adecuó a los rubros de costos considerados previamente y se actualizó al año 2009 en base a índices de precios y volúmenes que se explicitan más adelante. Luego, esta estructura de costos actualizada se aplicó a los Valores Agregados de este sector calculados para cada departamento por el INEI en las Cuentas Nacionales al año 2009.

Con respecto a los Servicios Gubernamentales, que tampoco integraban el Censo Económico, se partió de la MIP del año 2004 para tener la estructura de costos sectorial, que es bastante particular, ya que el rubro más importante son los salarios pagados al sector público.

Por tanto, se utilizó sólo la apertura de los consumos intermedios en el año 1994, ya que los salarios provinieron de información del INEI sobre estos a nivel de departamento para el año 2009. Los valores de cada rubro de los consumos intermedios también se actualizaron en forma similar a la comentada para el sector agropecuario.

Por otra parte, los valores brutos de producción de este sector se obtuvieron de los presupuestos del gasto público para cada departamento al año 2009.

A partir de las consideraciones anteriores, los resultados de este trabajo se presentan de la siguiente forma, en lo que se refiere a las matrices de insumo-producto para cada departamento.

Ilustración 15. Esquema Matriz Insumo Producto

Origen / Destino	MATRIZ DE DEMANDA INTERMEDIA				MATRIZ DE DEMANDA FINAL		
	Agricultura	Pesca y Acuicultura	Actividades de servicios	Utilización Intermedia	Demanda Final	VBP
Suministro de electricidad, agua y alcantarillado							
Transporte, almacenamiento, correo y telecomunicaciones.							
Tranporte de Carga							
Resto de actividades							
Consumo Intermedio							
Cargas al personal							
Tributos netos							
Excedente Bruto de Explotación Censal							
VAB							
Impuesto a la producción							
Derechos de importación							
PBI							
VBP							

MATRIZ VALOR AGREGADO

Para la inclusión del sector Transporte de carga, se partió del procesamiento de las encuestas para confeccionar la Matriz Origen – Destino (MOD). Ello permitió conocer el número total de camiones con carga encuestados con origen en cada uno de los departamentos y que declararon el valor del flete correspondiente en cada caso.

A partir de ello, se calcularon los valores medios de los fletes por camión y por departamento, los cuales llevados a totales anuales por los expansores utilizados en la Matriz Origen Destino (tomando en cuenta que los camiones con carga eran el 58% del total de camiones año) y ajustados bajo el supuesto que cada flete correspondía a dos días de viaje, según estimaciones propias, permitieron estimar los Valores Bruto de Producción del Transporte de carga por departamento.

A estos valores se les aplicó la estructura de costos obtenida a partir de informaciones de mercado, que luego se adaptó a los rubros utilizados en las filas de la matriz Insumo-producto. Esta estructura de costos se cotejó con información de fletes internacionales e internos de países vecinos comprobando sus similitudes, lo que avaló su uso en este caso.

Luego, estos cálculos que arrojaban valores al año 2010, fueron corregidos mediante la aplicación de Índices de Volumen Físico e Índices de Precios, para retrotraerlos al 2009, año en que se valúa la MIP. Las ventas del sector a los otros sectores no pudieron ser estimadas debido a la incompatibilidad de la clasificación NANDINA con la empleada en las matrices.

Por otra parte, la experiencia indica que los valores de fletes que puedan informar los conductores de vehículos de carga durante las encuestas de Origen-Destino no son demasiado confiables, ya sea por desconocimiento del valor del flete, desinterés en revelar el valor por temor a la competencia, etc. Por lo tanto, se hizo necesario revisar los datos obtenidos y cotejar o corregir con información de mercado. Por un lado, se ajustó un solo dato que tenía un valor extraordinariamente alto que no correspondía a estos niveles de fletes, mientras que por otro lado se vio que los valores medios obtenidos eran muy similares a estimaciones privadas.

4.5.4. Resultados por sector económico y región.

En base a la metodología de trabajo recientemente expuesta se presenta en este capítulo el proceso de cálculo, en primer lugar, para finalizar con la presentación de las Matrices de Insumo-Producto para cada uno de los departamentos del Perú desagregadas por grandes sectores económicos.

A los efectos expositivos, en este capítulo se describe el proceso sólo para uno de los departamentos, en el entendido que ello es igual para cada uno de los 23 departamentos restantes del país. En este caso se ha seleccionado al Departamento de La Libertad y se presenta a continuación el cálculo de la Matriz Insumo-Producto.

4.5.5. Información utilizada

La información empleada para la elaboración de las distintas matrices insumo-producto, provienen principalmente de las siguientes fuentes:

- Perú, Compendio Estadístico 2010. Tomo N°1 y N°2. INEI, Lima, Julio 2010.
- Perú, IV Censo Nacional Económico 2008. Tomo N°1 y N°2. INEI, Lima, Diciembre 2009.
- Información Económica: Cuentas Nacionales, Sistemas de Índices de Precios y Sistema de Precios Promedio. Página web INEI.
- Matrices Origen Destino de transporte de carga de esta consultoría
- Información de mercado sobre precios y costos de fletes

4.5.6. Cálculo Estructuras de Costos según Censo Económico 2008

En primer lugar, se recurrió a agrupar por un lado los costos según los orígenes en los sectores Suministro de electricidad, agua y alcantarillado, Transporte, almacenamiento, correo y telecomunicaciones, y Resto de actividades, según surge del IV Censo Económico 2008 a partir de la tabla correspondiente a Servicios prestados por terceros, que permite dicha desagregación. La categoría Resto de actividades surge como la diferencia entre el consumo intermedio, que informa el Censo y las restantes categorías detalladas anteriormente.

En relación a los sectores de destino, se ha agregado la información censal según las categorías de las Cuentas Nacionales en términos de sectores, aunque se realiza la agrupación de algunas categorías que se ajustan mejor a los objetivos perseguidos en el análisis³.

En base a los sectores consignados previamente, se ha agregado la información censal y a continuación se muestran los primeros valores calculados para la matriz de Insumo Producto del Departamento de La Libertad, sólo provenientes de los valores del Censo Económico 2008, o sea a precios y volúmenes correspondientes al año 2007.

A continuación se presentan las estructuras sectoriales extraídas del Censo 2008 y agrupadas según se especificó precedentemente, para el caso del Departamento de La Libertad, ya que los cálculos son similares en el resto de los departamentos.

³ Ver agrupación de las categorías según sector económico en ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..

Tabla 8. Departamento de La Libertad - Estructuras de Costos al año 2007 en Miles de Soles.

Origen/Destino	Pesca y Acuicultura	Explotación de minas y canteras	Industrias Manufacturera	Suministro de electricidad, agua y alcantarillado	Construcción	Comercio al por mayor y al por menor, alojamiento y servicio de comida	Transporte y almacenamiento. Información y Comunicación	Actividades de servicios
Suministro de electricidad, agua y alcantarillado	637	47456	58719	2971	198	26400	3,852	8,937
Transporte y almacenamiento	2,263	39,259	249,829	1,092	82,642	63,018	30,080	14,598
Resto de actividades	54,877	1167672	2393985	83128	157150	454762	300427	346403
Consumo Intermedio	57,777	1,254,387	2,702,533	87,191	239,990	544,180	334,359	369,938
Cargas al personal	5,168	216,694	492,250	25,156	114,951	174,283	70,967	270,585
Tributos netos	149	18,809	2,734	2,634	5,467	19,632	16,003	5,307
Excedente Bruto de Explotación Censal	17,204	2,455,571	917,546	38,469	114,661	579,302	187,122	262,383
Valor Agregado Bruto	22,521	2,691,074	1,412,530	66,259	235,079	773,217	274,092	538,275
Valor Bruto de Producción	80,298	3,945,461	4,115,063	153,450	475,069	1,317,397	608,451	908,213

Fuente: Cálculos propios a partir de datos del Censo Económico – 2008 – del INEI.

Los datos que componen la matriz anterior fueron actualizados según la metodología mencionada previamente. En dicha actualización se utilizaron los siguientes Índices o evoluciones representativas de los movimientos sectoriales desde el año 2007, correspondiente a los datos del Censo, hasta el año 2009 que corresponden a los datos de las Cuentas Nacionales.

- Evolución del Valor Agregado Bruto a precios corrientes por sector económico y departamento – Fuente: Cuentas Nacionales
- Evolución del Valor Agregado Bruto a precios constantes por sector económico y departamento – Fuente: Cuentas Nacionales
- Índice de empleo – Perú Urbano – Fuente: Compendio Estadístico 2010
- Índice de remuneraciones – Por sector – Lima Metropolitana – Fuente: Compendio Estadístico 2010
- Índice de precios sectoriales: IPC Lima – Electricidad, Transporte y comunicaciones y Otros bienes y servicios – Fuente: INEI
- Índice al Por Mayor de Productos Nacionales – Productos nacionales – Fuente: INEI

Como se explicitó en la metodología, a partir de actualizar las estructuras de costos al año 2009, se procedió a calcular porcentualmente dichas estructuras, como el peso de cada celda de la columna del sector sobre el total del VAB de ese sector.

Luego, estas estructuras al año 2009 se ajustaron incorporando los impuestos a la producción y los derechos de importación para tener los Productos Brutos Internos de cada uno de los sectores y departamentos.

Los impuestos a la producción y los derechos de importación son calculados de acuerdo a la estructura porcentual que presentan en las Cuentas Nacionales para todo el país respecto al valor agregado bruto correspondiente al año 2009, ya que no se posee su apertura por departamento. Por tanto, el porcentaje de los impuestos y los derechos de importación respecto al VAB, se mantiene para los distintos sectores y para los distintos departamentos. Se trabaja con el supuesto que la relación de estos rubros con los valores agregados se mantiene para los distintos sectores de la economía y a su vez para los distintos departamentos.

Finalmente, una vez que se tiene la estructura porcentual de la MIP 2009 (incluidos los impuestos a la producción y los derechos de importación), se procede a aplicar dicha estructura a los montos consignados en las Cuentas Nacionales para los VAB de cada sector y departamento.

A continuación se presentan los cálculos de la Matriz desarrollada al año 2009 para el Departamento de La Libertad, incluyendo los sectores que se tenían en el Censo Económico, sin incluir a los sectores Agricultura y Servicios gubernamentales que no estaban contenidos en los datos censales.

Tabla 9. Departamento La Libertad - Estructuras de Costos al año 2009 en Miles de Soles.

Origen/Destino	Pesca y Acuicultura	Explotación de minas y canteras	Industrias Manufacturera	Suministro de electricidad, agua y alcantarillado	Construcción	Comercio al por mayor y al por menor, alojamiento y servicio de comida	Transporte y almacenamiento	Actividades de servicios
Suministro de electricidad, agua y alcantarillado	921	74,512	95,662	4,827	313	29,688	6,206	12,303
Transporte y almacenamiento	3,911	78,794	534,471	2,326	167,887	132,729	63,139	31,216
Resto de actividades	100,889	2,493,151	5,448,500	188,333	339,628	1,018,964	670,862	788,018
Consumo Intermedio	105,721	2,646,457	6,078,634	195,486	507,827	1,181,381	740,207	831,537
Cargas al personal	4,785	249,005	501,305	33,286	138,340	208,797	82,562	345,496
Tributos netos	276	49,212	5,767	6,083	11,708	43,111	36,007	11,693
Excedente Bruto de Explotación Censal	36,605	6,742,695	2,472,239	113,650	353,380	1,446,033	498,148	828,817
Valor Agregado Bruto	41,666	7,040,912	2,979,311	153,018	503,428	1,697,941	616,717	1,186,006
Impuesto a la producción / Gral. a las ventas	0	0	0	0	0	0	0	0
Derechos de importación	0	0	0	0	0	0	0	0
PBI	41,666	7,040,912	2,979,311	153,018	503,428	1,697,941	616,717	1,186,006
Valor Bruto de Producción	147,386	9,687,369	9,057,945	348,504	1,011,255	2,879,323	1,356,924	2,017,543

Fuente: Cálculos propios a partir de datos del Censo Económico 2008, Índices de Volumen e Índices de Precios– del INEI.

4.5.7. Estimación Sector Agricultura y Servicios Gubernamentales

Para la estimación del sector de la Agricultura y los Servicios Gubernamentales, como se comentó en el capítulo metodológico, se utilizaron los datos de la Matriz Insumo Producto de 1994 (MIP 1994).

A partir de ello, se procedió a estructurar la información disponible en la MIP 1994, de acuerdo a los sectores empleados en la elaboración de las matrices departamentales, según se vio precedentemente, a los efectos de armar las estructuras de costos, valores agregados y valores brutos de producción correspondientes a estos dos sectores específicos. .

A continuación pueden verse los valores de los cuales partió el cálculo, o sea los correspondientes al año 1994, consignados en la MIP de dicho año.

En el caso de los servicios gubernamentales sólo se utilizará la apertura del consumo intermedio de dicha MIP, ya que el resto de los valores se calculan separadamente como se consignó en el capítulo metodológico.

Tabla 10. Matriz de Insumo-Producto 1994 en Miles de Soles - Perú

Origen/Destino	Servicios Gubernamentales
Suministro de electricidad, agua y alcantarillado	81,274,213
Transporte y almacenamiento	311,232,819
Resto de actividades	2,536,780,905
Consumo Intermedio	2,929,287,937

Origen/Destino	Agricultura
Suministro de electricidad, agua y alcantarillado	3,598,514
Transporte y almacenamiento	117,444,032
Resto de actividades	2,915,328,409
Consumo Intermedio	3,036,370,955
Cargas al personal	1,249,038,660
Tributos netos	14,636,525
Excedente Bruto de Explotación Censal	6,223,474,697
Valor Agregado Bruto	7,487,149,882
Valor Bruto de Producción	10,523,520,837

Fuente: INEI

Luego, se calcularon las variaciones para el período 1994 – 2009 de los Índices de Volumen y Precios para el Sector Agricultura y Servicios Gubernamentales, junto a los correspondientes a los sectores en los cuales se desagregan las estructuras consideradas.

El objetivo del cálculo de los Índices de Volumen y de Precios fue la actualización de la información de la MIP de 1994 al año 2009, por lo que una vez obtenidos dichos índices se procedió a la actualización de la información.

Los Índices y evoluciones consideradas fueron los siguientes:

- Evolución del Valor Agregado Bruto a precios corrientes por sector económico y departamento 2001-2009 – Fuente: Cuentas Nacionales
- Evolución del Producto Bruto Interno Nacional a precios corrientes 1994-2001 – Fuente: Cuentas Nacionales
- Evolución del Valor Agregado Bruto a precios constantes por sector económico y departamento 2001-2009– Fuente: Cuentas Nacionales
- Evolución del Producto Bruto Interno Nacional a precios constantes 1994-2001 – Fuente: Cuentas Nacionales
- Índice de empleo – Perú Urbano – Fuente: Compendio Estadístico 2010
- Índice de remuneraciones – Por sector – Lima Metropolitana – Fuente: Compendio Estadístico 2010
- Índice de precios sectoriales: IPC Lima – Electricidad, Transporte y comunicaciones y Otros bienes y servicios – Fuente: INEI
- Índice al Por Mayor de Productos Nacionales – Productos nacionales – Fuente: INEI

Aquí cabe consignar que las Cuentas Nacionales por departamento se inician en el año 2001, por lo que se utilizaron las evoluciones del PBI nacional por sector para actualizar los valores desde el año 1994 al año 2001.

Luego de esta actualización al año 2009, se calcularon los porcentajes respecto al consumo intermedio en el caso de los Servicios Gubernamentales y del Valor Agregado Bruto.

En este último caso se aplicaron estos porcentajes a los valores de las Cuentas Nacionales, obteniéndose los niveles de consumos intermedios, valores agregados y valores brutos de producción para el sector Agricultura en cada departamento.

Se debe tener en cuenta que en este cálculo para la Agricultura se utiliza un supuesto fuerte y que arrastraría algunos errores, al no diferenciar las estructuras de costos de la producción agrícola por departamento, sólo considerando diferencias de nivel dadas por los valores agregados departamentales de las Cuentas Nacionales. Estos errores podrán ser sobrellevados teniendo en cuenta esta limitación al utilizar este tipo de instrumentos.

Por su parte, en el caso de los Servicios gubernamentales, se utilizó la estructura porcentual de los consumos intermedios así obtenidos para aplicar a los valores de los presupuestos de gasto por departamento al año 2009, a lo cual se agregaron los salarios pagados en cada caso para dicho año. Tanto los presupuestos públicos como los salarios por departamento fueron obtenidos de información del INEI.

A continuación se presenta la información de los presupuestos departamentales y salarios públicos utilizados en este cálculo para llegar a estimar la columna correspondiente a los Servicios Gubernamentales a incorporar a la MIP de cada departamento.

Tabla 11. Presupuesto inicial del gasto del sector público, según tipo de gasto y departamento, 2005-2010 en Millones de Nuevos Soles.

Tipo de gasto y departamento	2005	2006	2007	2008 P/	2009 P/	2010 P/
Total ^{(1) = (2) + (5)}	46 184	47 039	51 323	59 914	59 918	71 960
Gasto no financiero ^{(2) = (3) + (4)}	33 275	36 080	40 067	47 639	51 003	61 824
Departamental ⁽³⁾	32 927	35 780	39 740	47 246	50 623	61 396
Amazonas	268	284	561	675	820	1 057
Áncash	869	966	1 082	1 301	1 591	1 349
Apurímac	332	385	390	668	723	946
Arequipa	934	1 015	1 194	1 435	1 527	1 617
Ayacucho	555	794	693	990	921	1 475
Cajamarca	850	944	1 008	1 292	1 223	2 204
Callao, Provincia Constitucional	536	604	645	749	904	862
Cusco	818	902	1 161	1 380	1 773	3 080
Huancavelica	360	413	469	639	520	701
Huánuco	454	462	520	809	880	897
Ica	616	682	740	783	968	1 206
Junín	992	1 054	1 106	1 378	1 449	1 497
La Libertad	942	1 023	1 244	1 785	1 530	1 899
Lambayeque	777	785	877	1 166	1 359	1 475
Lima	19 124	20 615	22 163	24 982	26 919	32 346
Loreto	679	714	854	902	964	1 309
Madre de Dios	127	189	237	270	444	471
Moquegua	183	238	338	315	290	277
Pasco	340	305	353	472	449	411
Piura	936	1 013	1 181	1 592	1 524	1 758
Puno	843	838	1 061	1 256	1 377	1 839
San Martín	448	533	668	992	877	1 070
Tacna	313	368	409	457	512	429
Tumbes	202	223	381	411	428	536
Ucayali	430	431	402	547	653	684
Exterior ⁽⁴⁾	348	301	328	393	380	428
Gastos financieros ⁽⁵⁾	12 909	10 958	11 256	12 275	8 915	10 136
Gastos financieros	12 909	10 958	11 256	12 275	8 915	10 136

Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas (MEF)

Tabla 12. Distribución del gasto del sector público total, según tipo de gasto, 2009 en Millones de Nuevos Soles.

Tipo de gasto	Gasto	Estructura
	ejecutado	porcentual
Gasto Total	107 753 481	100.0
Gastos corrientes	70 598 844	65.5
Personal y Obligaciones Sociales	24 558 647	22.8
Pensiones y Otras Prestaciones Sociales	11 709 138	10.9
Bienes y Servicios	28 206 011	26.2
Donaciones y Transferencias	470 844	0.4
Otros Gastos	5 654 204	5.2
Gastos de capital	24 462 174	22.7
Otros Gastos	529 718	0.5
Donaciones y Transferencias	874 323	0.8
Adquisición de Activos no Financieros	22 974 607	21.3
Adquisición de Activos Financieros	83 527	0.1
Servicio de la deuda	12 692 464	11.8
Servicios de la Deuda Pública	12 692 464	11.8

Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas - Dirección Nacional de Contabilidad Pública. - Cuenta General de la República, 2009.

Tabla 13. Personal activo y pensionista, según departamento, 2010

Departamento	Total P/	Activo	Pensionista	Otros 1/
Total	1,549,222	730 010	738 913	80 299
Amazonas	28 042	19 681	6 041	2 320
Áncash	48 104	26 069	20 720	1 315
Apurímac	16 493	12 318	3 169	1 006
Arequipa	66 279	22 989	42 106	1 184
Ayacucho	22 002	16 400	4 957	645
Cajamarca	57 860	43 938	12 583	1 339
Callao 2/	282 428	12 715	267 348	2 365
Cusco	61 313	35 129	25 158	1 026
Huancavelica	9 787	6 274	2 777	736
Huánuco	32 180	21 316	9 460	1 404
Ica	40 053	10 770	28 286	997
Junín	59 601	26 922	31 322	1 357
La Libertad	51 263	18 310	30 467	2 486
Lambayeque	54 996	16 588	37 011	1 397
Lima - Metropolitana	496 685	309 532	139 887	47 266
Loreto	20 648	13 023	4 971	2 654
Madre de Dios	4 127	3 195	622	310
Moquegua	9 761	5 700	3 739	322
Pasco	13 028	5 509	7 100	419
Piura	60 754	27 148	31 526	2 080
Puno	38 693	26 662	10 897	1 134
San Martín	18 320	12 802	4 212	1 306
Tacna	14 508	7 943	5 863	702
Tumbes	4 195	1 723	2 000	472
Ucayali	14 787	10 381	3 219	1 187
Lima - Provincia	23 315	16 973	3 472	2 870

Se considera sólo entidades del gobierno nacional y de los gobiernos regionales.

1/ Incluye a los contratados de la administración de servicios (CAS), tropas del ejército, practicantes, entre otros.

2/ Incluye a los pensionistas a cargo de la ONP.

Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas (MEF). Módulo de Gestión de Recursos Humanos

Por último, también aquí se incorpora el ajuste de los impuestos y derechos de importación, a partir de los porcentajes que estos rubros representan del PBI nacional, para obtener los PBI sectoriales

Pueden verse a continuación las columnas con los consumos intermedios, valores agregados y consumos intermedios calculados para cada sector para el caso del departamento de La Libertad.

Tabla 14. Sector Agricultura – CI, VAB y VBP Año 2009 – en miles de soles

Origen/Destino	Agricultura
Suministro de electricidad, agua y alcantarillado	1280
Transporte, almacenamiento, correo y telecomunicaciones	63093
Resto de actividades	1114607
Consumo Intermedio	1178980
Cargas al personal	398144
Tributos netos	5639
Excedente Bruto de Explotación Censal	2480617
Valor Agregado Bruto	2884399
Impuesto General a las ventas	244682
Derechos de importación	20584
PBI	3149664
Valor Bruto de Producción	4328644

Fuente: Cálculos propios en base a datos del INEI

Tabla 15. Sector Servicios Gubernamentales – CI, VAB y VBP Año 2009 – en miles de soles

Origen/Destino	Servicios Gubernamentales
Suministro de electricidad, agua y alcantarillado	34233
Transporte, almacenamiento, correo y telecomunicaciones	150594
Resto de actividades	490034
Consumo Intermedio	674860
Cargas al personal	951415
Tributos netos	40778
Excedente Bruto de Explotación Censal	80558
Valor Agregado Bruto	1072751
Impuesto General a las ventas	8156
Derechos de importación	1914
PBI	1082820
Valor Bruto de Producción	1757681

Fuente: Cálculos propios en base a datos del INEI

4.5.8. Estimación Sector Transporte

A continuación se procedió a calcular los consumos intermedios, valores agregados y valores brutos de producción del sector Transporte de Carga para cada uno de los departamentos del país.

Como se comentó en el capítulo metodológico, se relevaron datos de mercado con estimaciones de los costos principales de los fletes en Perú para viajes habituales, que correspondieron a distancias entre 500 y 1.000 kilómetros con una duración media del orden de los dos días.

A continuación se presenta un cuadro con los costos de los fletes desagregados en los principales rubros para los cuales se obtuvo información en este sentido.

Los datos se presentan como costos por vehículo, por km y por día. A los efectos de este trabajo la información relevante corresponde a la del costo medio por vehículo y por día, según se ve más adelante.

Tabla 16. Costo Medio de Fletes

CONCEPTOS		Costo medio por vehículo en US\$	Costo medio por Km en US\$	Costo medio por día en US\$
A: COSTOS FIJOS		369.49	0.50	184.74
1	Mano de Obra Directa e Indirecta S/. x día	236.69	0.32	118.34
2	Depreciación Vehicular S/. x día	89.33	0.12	44.67
3	Gastos Administrativos (día)	27.43	0.04	13.71
4	Seguro Vehicular x día	0.95	0.00	0.48
5	Gastos Financieros (día)	15.09	0.02	7.54
B: COSTOS DE OPERACIÓN		855.64	1.15	427.82
6	Combustible (S/ x Km)	370.37	0.50	185.19
7	Mantenimiento cada 10,00 Km (S/. X Km.)	38.31	0.05	19.16
8	Mantenimiento cada 100,000 Km. (S/. X Km.)	42.57	0.06	21.29
9	Repuestos y reparaciones programadas	4.26	0.01	2.13
10	Neumáticos y accesorios	87.27	0.12	43.64
11	Otros Gastos Atribuibles al Viaje	78.57	0.11	39.29
12	Carga y Descarga	200.00	0.27	100.00
13	Seguro Vehicular	34.29	0.05	17.14
C: UTILIDAD ESPERADA		757.14	1.02	378.57
14	Utilidad	757.14	1.02	378.57
SUB - TOTAL:		1,982.27	2.66	991.14
Impuesto General a las Ventas		376.63	0.51	188.32
TOTAL		2,358.90	3.17	1,179.45

Fuente: Cálculos propios en base a datos de mercado

Estos valores se cotejaron en primer lugar con información de países vecinos para viajes y fletes similares, obteniéndose resultados satisfactorios.

Luego, se utilizó la información generada por las encuestas para la estimación de la Matriz Origen Destino del transporte de carga. Se procesaron los datos de dichas encuestas para obtener las declaraciones realizadas de los costos de los fletes acumulados por departamento. Los datos obtenidos mostraban que el 24% del total encuestado de vehículos con carga había respondido la pregunta sobre el costo del flete, lo cual hacía representativo estos resultados, permitiendo su uso

para este trabajo. Además, el promedio de costo por vehículo de este procesamiento de las encuestas mostraba valores similares a los obtenidos de datos del mercado y utilizados en este trabajo.

Estos costos de fletes se calcularon por vehículo encuestado y por día para cada departamento, luego de realizado el ajuste comentado en el capítulo metodológico sobre un valor que excedía de la razonabilidad de la información manejada.

Estos niveles de costos medios por vehículos para cada departamento se aplicaron al número de camiones con carga expandidos al año, según se explicita en esta consultoría para el cálculo de las MOD, En conclusión, ello dio lugar a una estimación de los valores brutos de producción del transporte de carga para cada departamento. A continuación se presenta un cuadro con los cálculos realizados y comentados previamente.

Tabla 17. Estimación costo del transporte de carga por departamento

Depto.	Fletes - Valor en US\$	Fletes - Valor en US\$/día	Total camiones con carga encuesta	Costo por vehículo con carga en cuesta en US\$	Camiones cargados expandidos al año	Estimación costo transporte de carga en US\$
AMAZONAS	38,403	19,202	57	337	25,673	8,648,408
ANCASH	172,944	86,472	78	1,109	178,626	198,027,980
APURIMAC	4,486	2,243	8	280	26,979	7,563,769
AREQUIPA	1,414,605	707,303	850	832	426,099	354,566,004
AYACUCHO	15,791	7,896	13	607	57,593	34,979,827
CAJAMARCA	664,929	332,465	172	1,933	144,151	278,633,849
CALLAO	438,325	219,163	72	3,044	821,430	2,500,369,782
CUSCO	275,647	137,824	377	366	291,987	106,744,732
HUANCAVELICA	4,000	2,000	10	200	5,837	1,167,314
HUANUCO	74,440	37,220	166	224	76,566	17,167,219
ICA	854,333	427,166	120	3,560	268,478	955,706,357
JUNIN	56,331	28,166	155	182	155,661	28,285,808
LA LIBERTAD	1,961,038	980,519	476	2,060	399,218	822,353,862
LAMBAYEQUE	757,728	378,864	504	752	323,240	242,984,407
LIMA	3,956,708	1,978,354	1185	1,669	289,481	483,287,186
LORETO	26,567	13,284	15	886	5,360	4,746,930
MADRE DE DIOS	40,249	20,125	24	839	15,266	12,800,642
MOQUEGUA	193,759	96,879	67	1,446	22,622	32,710,874
PASCO	12,327	6,164	17	363	25,374	9,199,805

PIURA	964,947	482,473	371	1,300	464,417	603,958,856
PUNO	194,851	97,426	155	629	125,472	78,866,099
SAN MARTIN	708,612	354,306	231	1,534	67,702	103,840,237
TACNA	365,855	182,928	197	929	72,935	67,724,906
TUMBES	229,426	114,713	178	644	78,306	50,464,450
UCAYALI	91,440	45,720	108	423	48,039	20,336,431

Fuente: Cálculos propios

Luego, se trabajó sobre la estructura de costos de los fletes obtenida a partir de datos de mercado, para adecuar su apertura a la utilizada en las estructuras de costo de las matrices desarrolladas en este trabajo, según se vio precedentemente.

Esta apertura en términos porcentuales se aplicó a los valores indicados para el total de los costos del transporte de carga para cada departamento, que habían sido previamente calculados, bajo el supuesto de que esta estructura podía ser válida para todos los fletes considerados, lo cual no es un supuesto demasiado fuerte.

La información así elaborada, para los consumos intermedios, valores agregados y valores brutos de producción del transporte de carga, se procedió a ajustar por departamento para que fuera acorde con los valores ya estimados para el sector Transporte, almacenamiento, información y comunicación, que incluía a la anterior. Por otro lado se ajustaron sus precios y volúmenes, ya que esta información correspondía al año 2010, mientras que las matrices se calculaban al año 2009.

Para ello, se aplicaron los índices de precios de los componentes de los costos y la evolución del PBI nacional de Perú, estimada para el año 2010 (no se posee la información por sector/departamento para este año), a los efectos de retrotraer el dato, extrayéndole ambos efectos.

Los resultados pueden verse en las matrices correspondientes por departamento que se incluyen en el Anexo 8.

4.5.9. Resultados finales

En función de los supuestos anteriores y cálculos realizados, se elaboraron las Matrices de Insumo-Producto de cada departamento, bajo las limitaciones expuestas en este trabajo.

A los solos efectos expositivos se presenta seguidamente un cuadro con dicha matriz para el departamento de La Libertad. Luego, en el Anexo 8 pueden verse las 24 matrices elaboradas en este trabajo para el año 2009 en miles de soles corrientes para cada uno de los departamentos.

Tabla 18. DEPARTAMENTO LA LIBERTAD – Matriz de Insumo Producto Año 2009 en miles de soles

Origen/Destino	Agricultura	Pesca y Acuicultura	Explotación de minas y canteras	Industrias Manufacturera	Suministro de electricidad, agua y alcantarillado	Construcción	Comercio al por mayor y al por menor, alojamiento y servicio de comida	Transporte y almacenamiento. Información y Comunicación	Transporte de Carga	Servicios Gubernamentales	Actividades de servicios	Utilización intermedia	Uso Final	VBP
Suministro de electricidad, agua y alcantarillado	1280	1217	35023	91135	3584	855	38318	13790	0	34233	31488	250922	18261	269183
Transporte, almacenamiento, correo y telecomunicaciones	63093	5168	37035	509176	1727	458568	171311	140293	0	150594	79892	1616857	1760582	3377439
Resto de actividades	1114607	133325	1171847	5190633	139822	927666	1315161	503842	966789	490034	2016809	13990533	12850032	26840565
Consumo Intermedio	1178980	139710	1243905	5790944	145132	1387089	1524790	657925	966789	674860	2128188	15858312	14628875	30487187
Cargas al personal	398144	6323	117039	477580	24712	377865	269491	20466	162984	951415	884244	3690262		
Tributos netos	5639	364	23131	5494	4516	31979	55642	34331	45676	40778	29927	277477		
Excedente Bruto de Explotación Censal	2480617	48374	3169245	2355233	84375	965229	1866371	234165	872702	80558	2121227	14278095		
Valor Agregado Bruto	2884399	55061	3309415	2838306	113603	1375072	2191505	288963	1081361	1072751	3035398	18245834		
Impuesto General a las ventas	244682	4671	280736	240772	9637	116647	185904	24513	319070	8156	257491	1692276		
Derechos de importación	20584	393	23617	20255	811	9813	15639	2062	16757	1914	21661	133504		
PBI	3149664	60125	3613767	3099332	124051	1501531	2393048	315537	1417188	1082820	3314550	20071614		
Valor Bruto de Producción	4328644	199835	4857672	8890276	269183	2888621	3917837	973462	2403977	1757681	5442739	35929926		

5. TRABAJO REALIZADO

5.1. Organización para la ejecución del trabajo

5.1.1. Plan de movilización

La estructura general del plan de movilización incluyó las siguientes etapas: suministro de materiales a los Jefes de Brigada, traslado de los Jefes de Brigada a los sitios de relevamiento, reclutamiento y capacitación de relevadores de campo.

5.1.1.1. Suministro de materiales

El Departamento de Logística del Consultor fue el encargado de distribuir los materiales necesarios para realizar los conteos y encuestas. A partir de la programación de cada sitio y de acuerdo a los requerimientos del personal requerido en los TdR, se preparó un conjunto de materiales para cada sitio de relevamiento. Entre los materiales se incluyeron: gps, máquinas de fotos, formularios de conteos y encuestas, tablas, lapiceras, chalecos reflectivos, conos reflectivos, gorros, linternas, etc. Todos los materiales fueron entregados en la sede de Lima del Consultor y se controló detalladamente las cantidades necesarias en función de los recursos humanos asignados y del tránsito existente en cada sitio. Estos materiales fueron almacenados y etiquetados claramente con el nombre de la estación para evitar confusiones al momento de distribuirlos.

5.1.1.2. Traslado de los Jefes de Brigada a los sitios de relevamiento

Los Jefes de Brigada se trasladaron a los sitios de relevamiento con una antelación de 2 o 3 días respecto al inicio de los relevamientos en cada sitio. De esta forma tuvieron tiempo suficiente para las tareas de reclutamiento y capacitación del personal de campo. Cabe mencionar que los Jefes de Brigada ya han participado en tareas similares y por lo tanto conocen las particularidades de este tipo de trabajo. Además, para la asignación de los sitios se tuvo en cuenta si los Jefes de Brigada tenían experiencia previa en la zona ya que de esta forma, es posible que conocieran a los potenciales relevadores y así facilitar la tarea de reclutamiento y capacitación.

Los sitios se han agrupado considerando un criterio geográfico con la intención de que los sitios cercanos entre si se ejecuten simultáneamente. En cada sitio se dispuso de un Jefe de Brigada y un asistente de Jefe de Brigada que lo suplantó durante sus horas de descanso.

5.1.1.3. Reclutamiento y capacitación de los relevadores de campo

Para realizar las encuestas se tuvieron en cuenta a aquellos individuos con más facilidad en las relaciones interpersonales. A los que ejercen más liderazgo y responsabilidad se los ha seleccionado como Jefe de Brigada o eventualmente como su asistente. La cuantificación del personal se determinó en función de los requerimientos incluidos en los TdR.

El detalle es el siguiente:

Conteos en estaciones en la Panamericana entre Tumbes y Tacna:

- Un Jefe de Brigada, 2 contadores por turno (3 turnos), excepto en las estaciones donde el aforo supera los 4,000 veh/día donde se dispusieron 4 contadores por turno.

Conteos en otras vías:

- Un Jefe de Brigada, un contador por turno (3 turnos), excepto en las estaciones donde el aforo supera los 2,000 veh/día donde se dispusieron 2 contadores por turno.

Encuestas origen-destino en estaciones en la Panamericana entre Tumbes y Tacna:

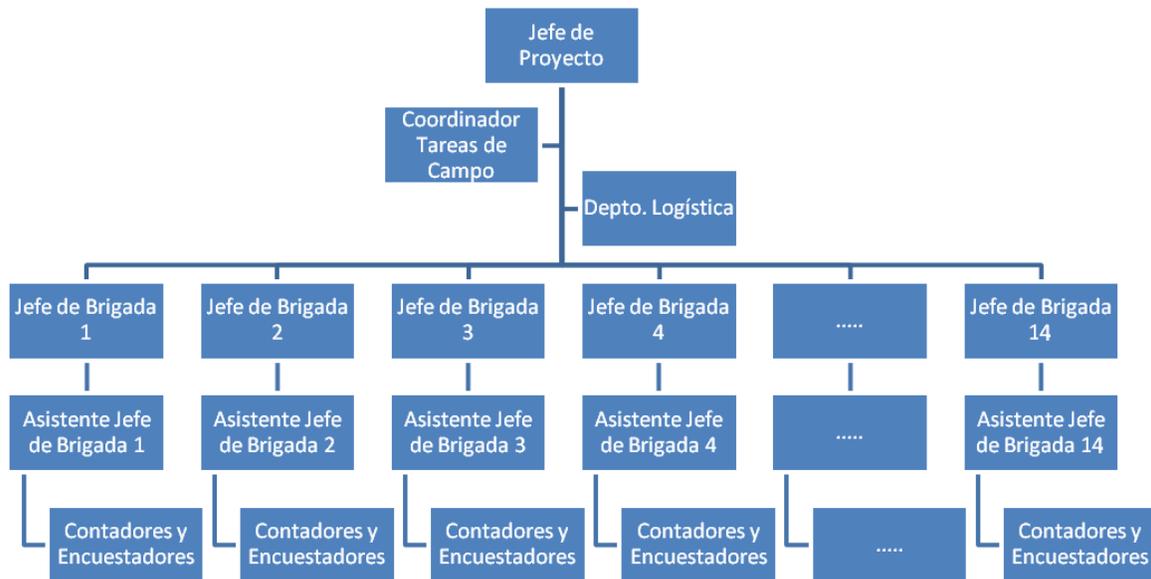
- Un Jefe de Brigada, 8 encuestadores por turno (3 turnos), excepto en las estaciones donde el aforo supera los 4,000 veh/día donde se dispusieron 16 encuestadores por turno.

Encuestas en otras vías:

- Un Jefe de Brigada, 6 encuestadores por turno (3 turnos), excepto en las estaciones donde el aforo supera los 2,000 veh/día donde se dispusieron 12 encuestadores por turno.

En la Ilustración 16 se muestra el organigrama operativo de campo.

Ilustración 16: Organigrama operativo de campo



5.1.1.3.1 Metodología de reclutamiento del personal

Como se mencionó, los Jefes de Brigada fueron seleccionados en Lima a partir de un conjunto de aproximadamente 50 candidatos. Con ellos se llevó a cabo un proceso de inducción para que asimilaran los alcances de la consultoría y conocieran los instrumentos de captura de información de tal manera que puedan capacitar al personal de campo (contadores y encuestadores).

Los Jefes de Brigada se desplazaron hasta los sitios de relevamiento donde identificaron y reclutaron al personal de campo. La capacitación de este personal estuvo a cargo de los Jefes de Brigada. Se intentó reclutar personas que vivan en las cercanías de los sitios de relevamiento para de esta forma facilitar la tarea, fundamentalmente por el conocimiento la zona (que es útil a los efectos de las encuestas origen-destino) y también para que los reemplazos de los turnos sean puntuales. Asimismo, en la selección se buscó, en la medida de lo posible, seleccionar estudiantes universitarios (sobre todo en las ciudades donde existen facultades de ingeniería civil).

En la medida de lo posible, las capacidades y habilidades buscadas en la selección en la selección del personal fueron las siguientes:

5.1.1.3.2 Jefes de Brigada

Requerimientos mínimos esperables:

- Personal con experiencia en el desarrollo de conteos y encuestas de tráfico. Ambos Sexos. Se dio preferencia a estudiantes universitarios o profesionales.
- Poseer licencia de conducir vigente.
- Habilidad para manejo de equipo electrónico (gps, etc.).
- Edad entre los 24 y 55 años.
- Capacidad de trabajo bajo presión.
- Liderazgo para manejar grupos de trabajo.
- Proactivo y responsable.
- Sin problemas de horario.
- Disponibilidad de inmediato.

5.1.1.3.3 Asistente de Jefe de Brigada

Requerimientos mínimos esperables:

- Personal con experiencia en el desarrollo de conteos y encuestas de tráfico. Ambos sexos. Se dio preferencia a estudiantes universitarios, técnicos y/o bachilleres.
- Capacidad de liderazgo de grupos.
- Habilidad para manejo de equipos electrónicos (gps, etc.).
- Edad entre 24 y 55 años.
- Liderazgo para manejar grupos de trabajo.

5.1.1.3.4 Contadores y Encuestadores

Requerimientos mínimos esperables:

- Personal de ambos sexos. Se dio preferencia a estudiantes.
- Edad entre 21 y 50 años.

Los contadores y encuestadores seleccionados fueron personas de las zonas aledañas a los sitios de relevamiento a los efectos de que no requieran transporte para llegar a los sitios.

5.2. Recopilación y revisión de información disponible y planificación de los trabajos

Esta fase comprendió básicamente actividades o tareas que posibilitaron comenzar el proyecto con la adecuada preparación de los recursos humanos y materiales necesarios para afrontar una campaña de relevamiento de datos en campo. Además, esta fase incluyó acciones de tipo administrativo que se han realizado previo a la Orden de Inicio, en las que se involucró desde un principio, al personal clave asignado a esta consultoría. Asimismo, para la movilización e instalación en campo se contó, además del coordinador de las tareas de campo, con la participación de los Jefes de Brigada y sus colaboradores. Estos últimos realizaron una tarea de apoyo durante el relevamiento de datos y reemplazaron al Jefe de Brigada en las horas del día donde el Jefe de Brigada cumpla su horario de descanso. Las principales actividades o tareas realizadas en esta fase preliminar fueron:

- Recopilación, revisión y evaluación técnica de toda la documentación suministrada por el MTC (instrumentos de recolección y/o formatos, serie histórica de tránsito de los últimos 10

años registrado en las estaciones de peaje discriminados por sentido y categoría de vehículos, datos históricos en estaciones de conteo). Datos del INEI (Censo Económico 2008, Encuesta de Hogares, tabla de conversión NANDINA a sectores de actividad, costos y precios de fletes).

- Reuniones preliminares con la OPP-MTC a fin de consensuar: formularios de conteos y encuestas, procedimientos de monitoreo y/o supervisión.
- Plan de Reclutamiento y Entrenamiento del personal de apoyo. Actividades de reclutamiento y capacitación de Jefes de Brigada y personal de apoyo: previo a la formalización de la Orden de Inicio, los consultores realizaron la selección de un equipo de personas con experiencia previa en ejecución de conteos y encuestas de tráfico. Se realizaron 2 jornadas de capacitación en las cuales participaron un total de 47 personas. Los 15 Jefes de Brigada fueron seleccionados de ese grupo que participó en las 2 jornadas de capacitación. Para realizar el reclutamiento del personal de apoyo se tomó en cuenta principalmente su nivel educacional, responsabilidad y la capacidad de asimilación ya que de ellos depende, en una buena parte, la calidad y confiabilidad de los datos relevados. Asimismo, se identificaron al momento de la preselección y capacitación del personal, las fortalezas individuales de los candidatos, su formación y experiencia, de forma de aprovechar el conocimiento de los individuos que ya han trabajado en este tipo de tareas.

Previo al inicio de las actividades de campo, se realizó una nueva instancia de capacitación el día 30/11/10 para reafirmar los conceptos y repasar cada una de las particularidades del relevamiento.

- Realización de pruebas piloto para validar el formato a utilizar en las encuestas origen-destino.
- Actividades de movilización e instalación en los sitios de relevamiento seleccionados.
- Preparación y presentación del Informe N°1 conteniendo la actualización de: Plan de Trabajo, Plan de Movilización y Cronograma de Actividades.

5.3. Ejecución y supervisión de trabajos de campo

5.3.1. Ejecución de conteos y encuestas

Debido a la coyuntura de inicio de actividades de campo (diciembre 2010), inicialmente se programaron dos fases de ejecución del trabajo de campo, eliminando el período desde el 15 de diciembre de 2010 al 8 de enero de 2011, por la distorsión ocasionada por Navidad y Año Nuevo. Sin embargo, durante la ejecución de la segunda fase se debió implementar una suspensión de las actividades de campo debido a la ocurrencia de fuertes precipitaciones pluviales en los departamentos de Sierra y Selva. En consecuencia, las fases finalmente ejecutadas fueron las siguientes:

- 1ra Fase: desde el 05 de diciembre de 2010 al 15 de diciembre de 2010, donde se relevaron las 8 estaciones siguientes:
- 2da Fase: desde el 09 de enero del 2011 al 26 de febrero de 2011, comprendió el relevamiento de información en 111 estaciones.
- 3ra Fase: desde el 13 de marzo de 2011 al 08 de abril de 2011, comprendió el relevamiento de campo en las restantes 56 estaciones.

En general, la programación de estaciones se focalizó en relevar al inicio las más cercanas a la ciudad de Lima y luego la Panamericana Norte. En las siguientes fases las estaciones se agruparon con el criterio de distribuirlas desde el norte hasta el sur del país y desde la costa a sierra y selva, tratando de reducir los tiempos de viaje entre estaciones. De esta forma se pretendió trabajar en más de una estación con el mismo personal local que ya había sido entrenado para trabajar en otro sitio, optimizando así la capacitación en campo.

Los conteos se realizaron teniendo en cuenta los siguientes criterios de clasificación:

- Conteo de 3 días: se clasificaron los vehículos de carga por tipo de carrocería durante los 3 días previstos (2 días laborables y 1 de fin de semana). El resto de los vehículos se clasificó por cantidad de ejes, como está previsto en los TdR.
- Conteo de 7 días: se clasificaron los vehículos de carga por tipo de carrocería durante los 2 días laborables en que el conteo se superpuso con la encuesta OD. El resto de los días se clasificó los vehículos por cantidad de ejes. Los otros tipos de vehículos se clasificaron por ejes durante los 7 días de duración del conteo. En el Anexo 3 de este informe se presenta el cronograma detallado de la ejecución de cada uno de los sitios de conteos y encuestas. Asimismo, se presentan las fichas de cada estación en las cuales se incluye los datos generales y de ubicación junto con imágenes de cada sitio relevado. Además, en el mismo Anexo se presenta en versión papel un plano de ubicación de las 175 estaciones relevadas y en versión digital un archivo kml que contiene la ubicación geográfica de las 175 estaciones para visualizar en google earth.

En cuanto a la ejecución de las encuestas, en todos los casos el Jefe de Brigada ordenó el trabajo de campo, seleccionando aleatoriamente los vehículos a encuestar, evitando sesgos en la composición de las muestras.

Tanto el Jefe de Brigada como su Asistente fueron los encargados de realizar en campo la primera revisión de los formularios de relevamiento. A medida que se fueron ejecutando los relevamientos de campo, cada Jefe de Brigada revisó los formularios de conteos y encuestas a los efectos de verificar que la información ha sido correctamente recolectada. Caso contrario, corrigió inmediatamente los errores, haciendo las aclaraciones pertinentes al personal de campo. También comprobaron que los formularios contengan toda la información correspondiente.

Luego de realizar estas verificaciones y una vez finalizado el relevamiento de cada estación, el Jefe de Brigada efectuó el envío de todos los formularios a la sede del Consultor ubicada en Lima. Para ello, se utilizaron las compañías de buses que realizan transporte de encomiendas a los efectos de asegurar la entrega a tiempo para su posterior ingreso de información a la base de datos.

5.4. Ejecución de trabajos de gabinete

5.4.1. Recepción de los formularios

Una vez que los formularios llegaron a la sede, tres grupos de trabajo realizaron la siguiente secuencia de tareas:

- Grupo 1 - Administración y almacén: fue el primer grupo que tuvo contacto con las planillas de campo y realizó la recepción de los formularios, la identificación de los conteos y encuestas, la revisión de las cantidades de formularios y por último la distribución de las planillas de conteos y encuestas a gabinete para ser ingresados a la base de datos.

- Grupo 2 - Verificación de datos: verificaron que las planillas de resumen de conteos estuvieran correctamente llenadas. Además, validaron cada encuesta y codificaron el código NANDINA.
- Grupo 3 - Digitación de datos: ingresaron los formularios a la Base de Datos diseñada para tal fin.

5.4.2. Control de calidad de planillas

Una actividad previa a la digitación, consistió en la verificación de los datos llenados por los encuestadores y clasificadores durante las actividades de campo, en las planillas de resumen de conteos y los datos de las encuestas de carga y pasajeros, de tal forma que el proceso de digitación se hiciera más rápido y que la base de datos fuera más consistente.

Este grupo estuvo integrado por personas con experiencia en manejo de encuestas, conocimiento de la red vial nacional y de la división política del Perú y apoyados por un Mapa Vial, el módulo de consultas de UBIGEO del Instituto Nacional de Estadística e Informática e internet y otras herramientas de geo-referenciación. En las siguientes ilustraciones se muestra parte del equipo encargado de la recepción y control de calidad de las planillas.

Ilustración 17: proceso de foliación de planillas y verificación de datos



Ilustración 18: equipo de control de calidad



5.4.3. Digitación de Planillas

Se implementó una sala de cómputos con un servidor y 10 terminales y se conformaron 2 grupos de digitación. El primer grupo trabajó de 07:00 a 15:00 horas y el segundo de 15:00 a 22:00 ingresando a la base de datos la información de los formularios de conteo y encuestas.

Ilustración 19: Centro de Cómputo con 10 digitadoras por turno



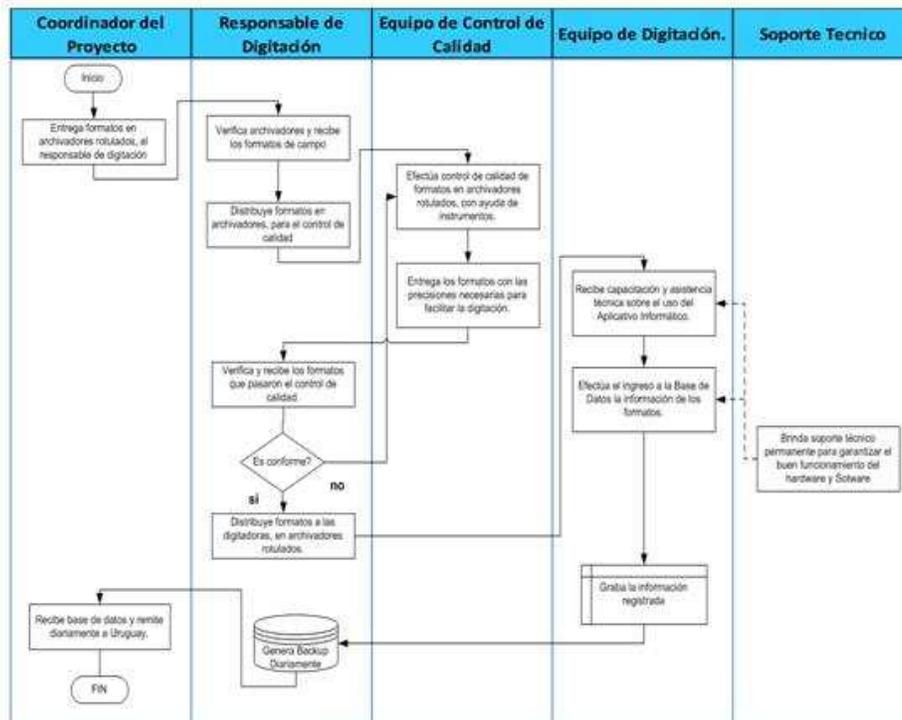
Para la digitación de los formularios se desarrolló un aplicativo informático cuyo detalle se desarrolla en el apartado 6.7 del presente informe.

Los procesos de control de calidad y digitación de datos han contado con la supervisión directa de un ingeniero en transportes con amplia experiencia en estudios de tránsito, cuya labor ha consistido en la integración del trabajo de ambos grupos, aclarando de manera concurrente las dudas que surgían.

Diariamente se generó en forma automática un back up que para mayor seguridad se guarda en un banco de datos del Consorcio ubicado en Uruguay. Más allá de este proceso automático, el sistema permitía hacer back up de forma manual, para resguardar la información procesada en horarios extendidos.

En la Ilustración 20 se presenta esquemáticamente el proceso de control de calidad y digitación realizado.

Ilustración 20: diagrama de proceso de control de calidad y digitación



5.4.4. Consistencia de Base de Datos

Esta actividad se desarrolló luego de ingresar toda la información al Aplicativo Informático, la cual ha permitido corregir los errores de digitación, mediante procesos continuos de reportes – revisión – corrección, aplicando criterios estandarizados de unidad de medida de las mercancías, capacidad de carga y pasajeros por tipo de vehículo y otras acciones que han permitido contar con una base de datos consistente, para el inicio del procesamiento de las matrices.

5.5. Actividades finales y de cierre

5.6. Problemas presentados, soluciones adoptadas y sugerencias para evitarlos a futuro

5.6.1. Alcances sobre el procedimiento y la metodología de las actividades de campo

En este apartado se incluyen algunos comentarios relacionados con la operativa desarrollada durante los relevamientos de campo.

En la Carretera Panamericana Norte y Carretera Panamericana Sur, donde el cronograma preveía efectuar simultáneamente varias estaciones de encuesta, se utilizaron stickers, con la finalidad de evitar encuestar repetidamente al mismo conductor.

El Consultor, en conjunto con el Equipo de Supervisión del Estudio, acordó en desarrollar simultáneamente la encuesta al conductor de ómnibus y las encuestas a los pasajeros con uno o dos encuestadores adicionales. Si bien esto tenía el inconveniente del fraccionamiento de la encuesta del conductor del ómnibus y de los pasajeros, mejoró la cantidad del número de pasajeros encuestados, redujo el tiempo de detención del vehículo y la molestia al usuario.

El MTC, a través del Equipo de Supervisión del Estudio consideró oportuno no efectuar encuestas a los pasajeros del “Servicio Exclusivo en Ómnibus” debido a que se encuentran prohibidos de dejar subir o bajar personas durante su recorrido.

Debido a que durante la ejecución de las encuestas de origen-destino se deben cumplir determinados criterios de seguridad, se decidió con el Equipo de Supervisión del MTC, que la ubicación de las estaciones de conteo y encuestas incluidas en los TdR sería referencial, pudiendo variarse siempre que no se afecte el control del tramo homogéneo.

Para ubicar y/o relocalizar las estaciones de control, se consideraron las siguientes exigencias y criterios mínimos:

- El tramo no se halle en curva.
- Buena visibilidad del conductor, con una distancia apropiada para la detención del vehículo con respecto al punto de encuesta y en ambos sentidos.
- Tener iluminación nocturna (cerca poblado, estación de combustible, otros).
- Tener una berma apropiada para el refugio de los vehículos, sin afectar la circulación.

A sugerencia del Equipo de Supervisión del MTC, en los casos que correspondía, las estaciones se ubicaron en los puntos de control cercanos a los Centros de Tolerancia Cero, con la finalidad de facilitar la labor del encuestador durante la detención de los vehículos.

En la mayoría de las EOD, la ubicación y/o reubicación de los puntos de control requirió un gran esfuerzo para el personal de campo y apoyo policial para encontrar lugares apropiados que

proporcionarán seguridad tanto al personal como a los usuarios, debido a la gran cantidad de encuestadores por turno solicitados en los TdR.

5.6.2. Modificación y/o cambio de estaciones de control

Fue reubicada la estación E031 Pativilca, debido a la situación actual con la construcción de la nueva vía de evitamiento entre Barranca-Pativilca, que modifica dicho tramo de la Carretera Panamericana Norte. Por esta razón se definió ejecutar la estación cerca de Paramonga, a fin de controlar el tráfico de larga distancia.

La estación C585-Campanilla, fue reubicada en el acceso norte de Juanjuí, por el requerimiento del apoyo policial y las medidas de seguridad del personal.

La estación C564-Aucayacu fue reemplazada por la estación C168-Tingo María, ubicada en Luyango (frente al Grifo La Marginal).

La estación C598-Dv. Pampachiri fue suprimida debido a interrupción de tránsito por deficiencia en un puente. Por lo tanto, se continuó con el cronograma de relevamiento ejecutando, en la misma fecha, el relevamiento de la estación Sta. María de Chicmo.

En sustitución de la estación C598-Dv. Pampachiri, se agregaron las siguientes Estaciones:

- Estación E139-Colán, ubicada en Emp. PI-101 (Dv. Pueblo Nuevo) – Paita
- Estación E138-Simón Rodríguez, ubicada en el tramo Amotape-El Arenal

En total se ejecutaron 175 estaciones de control vehicular y encuestas origen-destino.

6. RESULTADOS

6.1. Conteos y clasificación vehicular

En el Anexo 4 se presentan los reportes con los resultados de los relevamientos de campo y los procesamientos de IMD.

6.2. Matrices origen-destino de carga

En el Anexo 13 se presentan los reportes de las matrices muestrales y expandidas de carga en cada estación, por sección Nandina y total.

6.3. Matrices origen-destino de pasajeros

En el Anexo 14 se presentan los reportes de las matrices muestrales y expandidas de pasajeros en cada estación, por motivo de viaje y total.

6.4. Matriz de insumo-producto regional

Anexo 8 se muestran las 24 matrices elaboradas para el año 2009 en miles de soles corrientes para cada uno de los departamentos.

6.5. Metodología de actualización de la matriz de origen-destino

6.5.1. Consideraciones previas

La generación de matrices de origen/destino a escala nacional requiere la realización de campañas de encuestas y conteos de tránsito sumamente extensas, con el problema que ello implica, tanto en relación al tiempo necesario para su ejecución y procesamiento, como su costo, con el agregado que dicho esfuerzo siempre resulta en una matriz que refleja la realidad al momento de realizar la campaña.

Para atenuar los inconvenientes mencionados, una práctica habitual y que es ampliamente aceptada en este tipo de estudios es la generación de una matriz base que se elabora a partir de datos recolectados en campo mediante la ejecución masiva de una cantidad importante de encuestas de origen/destino y conteos clasificados de tránsito. El Consultor sugiere que dicha campaña debería ejecutarse en forma espaciada en el tiempo para evitar los sesgos relacionados con la estacionalidad del tránsito. Lo más adecuado es ejecutar los trabajos de campo tomando en cuenta los ciclos estacionales; en consecuencia, se deberían realizar durante 2 o 4 épocas de un año.

Otro elemento a tener en cuenta en los relevamientos de campo es que la información a recolectar debe ser precisa y se debe hacer un esfuerzo por diseñar una encuesta que se focalice en relevar los datos más importantes, evitando realizar encuestas muy extensas que generan rechazo en los encuestados, disminuyen la precisión de las respuestas brindadas, etc.

Una vez obtenida la matriz base, la información se actualiza mediante la aplicación de modelos computacionales.

Para poder aplicar estos modelos, es necesario realizar conteos vehiculares en algunos arcos seleccionados de la red, para posteriormente actualizar la matriz de forma que se refleje la variación en el tránsito registrada en esos arcos seleccionados.

Así, se logra actualizar una matriz de origen/destino obtenida mediante la realización de encuestas, sin la necesidad de llevar a cabo una nueva campaña masiva de encuestas, sino una campaña reducida de conteos vehiculares.

Para ejecutar esta actualización, el Consultor sugiere utilizar una herramienta denominada TFlowFuzzy para aplicar en el modelo de macro-simulación VISUM de PTV VISION. Dicha herramienta se basa en la generación de una matriz de viajes a partir de una matriz de viajes base, utilizando conteos de tránsito y modelización de conteos en base a conjuntos de datos Fuzzy.

Esquemáticamente, este tipo de herramientas resuelven matemáticamente, cual debería ser la nueva matriz de origen/destino para que los arcos de la red vial seleccionada presenten los nuevos valores de tránsito que fueron aforados.

Antes de presentar los pasos que se deben cumplir en esta metodología de actualización, se debe destacar que la herramienta utiliza como insumo, no solo la matriz origen/destino base y los conteos actualizados para su calibración, sino también un modelo de la red vial existente para que los usuarios realicen los desplazamientos entre los distintos orígenes y destinos.

Esto es de gran importancia, ya que es clave que dicha red esté correctamente calibrada para que la modelación permita obtener resultados adecuados. En caso contrario, los resultados de viajes de la matriz origen/destino actualizada presentarán distorsiones y no representarán los valores reales.

La calibración de la red implica que exista una densidad de arcos y nodos suficientes como para representar las distintas alternativas disponibles en la red nacional de carreteras y que estos arcos

y nodos hayan sido ponderados con atributos numéricos que reflejen fielmente el poder de atracción de tránsito que tienen sobre los usuarios.

Esto estará asociado a la longitud de la ruta, a la velocidad que los usuarios pueden desarrollar sobre el tramo y, a su vez, la velocidad estará asociada con el resto de los vehículos existentes en el arco, con las características geométricas (pendientes, cantidad y ancho de carriles, etc.), las características estructurales de la carretera, su mantenimiento, la existencia de cuellos de botella, elementos que reduzcan la capacidad, etc.

Si la red no está correctamente calibrada, la asignación de volúmenes entre los distintos arcos presentará distorsiones y, en consecuencia, disminuirá la confiabilidad de los valores obtenidos.

6.5.2. Etapas de la actualización de la matriz origen/destino

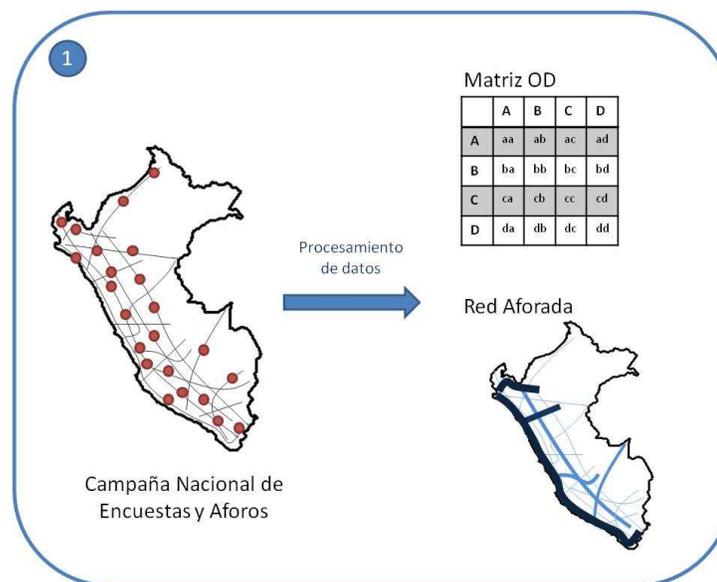
A continuación se describen las etapas a seguir para realizar la actualización de la matriz origen/destino.

1. Generación de una matriz de origen/destino base y el aforo de los tramos que componen la red vial nacional.

Una campaña nacional de encuestas permite confeccionar una matriz de origen/destino única nacional, mientras que la campaña de conteos permite obtener los volúmenes de tránsito en distintos tramos de la red vial. Tanto la matriz única como los datos de tránsito en la red han sido parte de los productos elaborados por el Consultor en este Estudio. Por lo tanto, se dispone de la información necesaria para ejecutar esta primera etapa de la metodología de actualización.

En la Ilustración 21 se representa en forma esquemática la etapa de generación de una matriz de origen/destino base y el aforo de los tramos que componen la red vial nacional.

Ilustración 21: generación de MOD única y aforo de tramos en la red vial nacional



2. Confección de un modelo de la red de carreteras y su calibración con la información relevada durante la campaña de encuestas y conteos base.

En esta etapa se debe confeccionar un modelo de la red vial mediante un software de macro-simulación que contenga una rutina de actualización de matrices (a los efectos de anticipar la etapa siguiente). Al modelo de la red vial se le debe asignar la demanda de la matriz origen/destino base

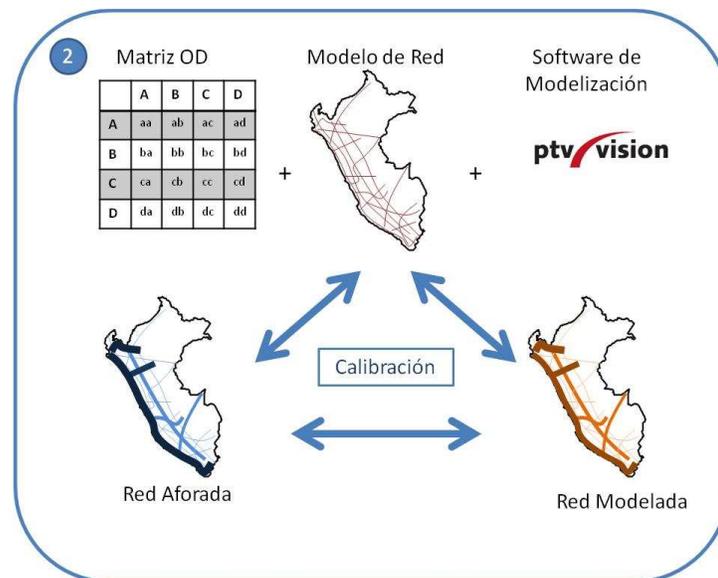
que fue obtenida en la etapa de generación (etapa 1). El Consultor sugiere utilizar el modelo de macro-simulación VISUM ya que es una herramienta cuyas características se adaptan perfectamente a los fines requeridos en la metodología de actualización y permiten obtener valores representativos de la realidad.

Una vez que se ha establecido un modelo de asignación de tránsito a la red, se calibran los arcos y los nodos que conforman el modelo de la red mediante sucesivas corridas, tomando como referencia los conteos realizados durante la campaña base. Este proceso no es trivial, ya que la calibración de la red requiere, por un lado, de un buen conocimiento del estado actual de la red y, por otro lado, del correcto y eficaz uso de este tipo de herramientas de modelación de demanda.

Adicionalmente, el desarrollo y calibración de este modelo de la red tiene un importante valor en sí mismo, que excede el propio alcance de la metodología de actualización de una MOD. En efecto, se constituye en una herramienta necesaria y de gran utilidad para los técnicos que actúan en las áreas vinculadas a la planificación y gestión de la red vial nacional de carreteras. Del mismo modo, este software de modelación presenta una amplia gama de funcionalidades que permiten elaborar productos gráficos de fácil lectura para la difusión de la información contenida en los estudios de demanda.

En la Ilustración 22 se representa en forma esquemática la etapa 2 de la metodología de actualización de la matriz de origen/destino, utilizando para ello el software mencionado.

Ilustración 22: confección del modelo de la red vial



3. El último paso se desarrolla al momento de realizar la actualización de la matriz origen/destino base.

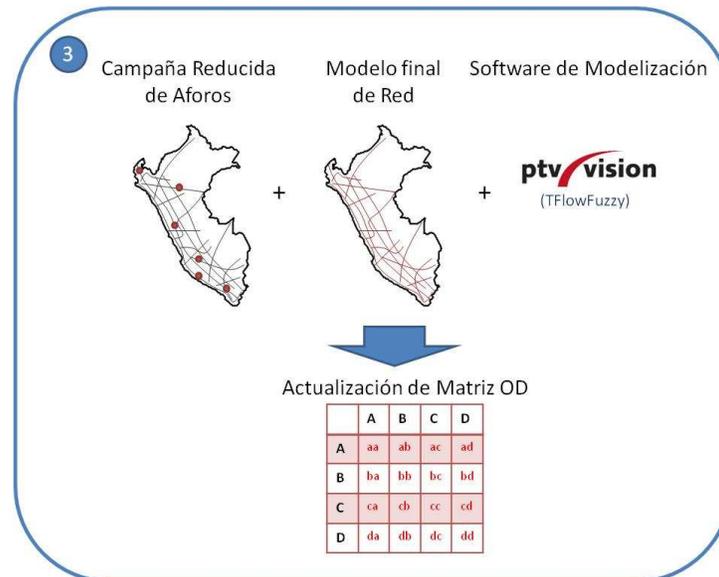
En esta etapa se realiza una nueva campaña de relevamientos de datos de campo pero más reducida que la elaborada en la etapa 1. En efecto, solamente se deben ejecutar conteos de tránsito en arcos de la red específicamente seleccionados. Luego, se realiza la corrida de una herramienta de actualización de matrices. Como se ha mencionado, el Consultor sugiere la aplicación del TFlowFuzzy de VISUM con el cual, mediante un proceso iterativo, se recalcula una matriz de origen/destino actualizada.

El resultado de la nueva matriz debe ser una combinación de viajes entre los distintos pares O-D, tal que ejecutando el mismo modelo de asignación utilizado en la etapa 2 sobre el modelo de red vial, pero utilizando como demanda esta nueva matriz O-D, se obtienen resultados de volumen de

tránsito en los arcos que son similares a los relevados durante la nueva campaña de conteos. Esta similitud no será exacta, por lo que debe haber un procedimiento de validación de la calibración especificada previamente.

En la Ilustración 23 se representa en forma esquemática la etapa final para la obtención de la matriz de origen/destino actualizada.

Ilustración 23: obtención de la MOD actualizada



6.5.3. Propuesta de un plan de relevamientos de campo para actualizar la MOD

6.5.3.1. Consideraciones previas

La actualización de los datos incluidos en una matriz OD requiere ejecutar relevamientos en distintos sitios de la red. Es importante que estos relevamientos se realicen de forma sistematizada y con una frecuencia que permita atenuar las estacionalidades que existen en el comportamiento del tránsito.

Más allá de la aplicación particular para actualizar una matriz OD, el establecimiento de un sistema de relevamiento de tránsito permite, entre otros objetivos más amplios, estimar con un buen nivel de precisión y de confianza, en cada tramo de la red, el volumen de tránsito por categoría de vehículo, su clasificación, velocidades y pesos promedios por eje. De esta forma se dispondrá de la información necesaria, no solo para actualizar una matriz OD sino también para el diseño de los pavimentos, los estudios de movilidad y de capacidad de vías. También se dispondrá de información privilegiada sobre el movimiento de mercaderías y turístico de país, información que será fundamental para efectuar estudios económicos.

En un sistema de relevamiento sistemático de datos de tránsito existen básicamente 3 tipos de puestos: puestos de operación continua durante los 365 días del año (unidades de peaje, puestos permanentes), puestos estacionales (operan con una frecuencia anual de 4 a 6 veces por año) y puestos de cobertura (operan con una frecuencia de una o 2 veces por año)

6.5.3.1.1 Puestos de operación continúa

Unidades de Peaje: relevan datos clasificados de tránsito durante los 365 días del año. Si bien tienen una categorización fija de vehículos y pueden presentar períodos con ausencia de datos (por obras de mantenimiento, etc.), son fuentes de información permanentes y ubicadas en distintos sitios de la red vial.

Puestos Permanentes: realizan conteos de vehículos en forma continua los 365 días del año. Dichos puestos, que realizan el registro, conteo, clasificación en categorías, medición de dimensiones, velocidad y pesaje dinámico de los vehículos, deberían estar ubicados en las principales rutas de la red vial. Para su instalación se requiere disponer de una tecnología adecuada a los fines perseguidos. Existen varias opciones de tecnología, pero en cualquiera de ellas es necesario realizar adaptaciones a la realidad local, definiendo cantidad y tipo de categorías a relevar, dimensiones de los vehículos, etc. Este tipo de tecnologías permite el monitoreo, la programación y descarga de la información en forma remota desde un centro de control. La fuente de energía de las estaciones puede ser solar o mediante red eléctrica convencional, en función de su ubicación geográfica y disponibilidad de servicios.

6.5.3.1.2 Puestos estacionales

Los Puestos Estacionales tienen por finalidad cubrir parte de la red principal no cubierta por los Puestos Permanentes y la red vial secundaria o de nivel seguidamente inferior a la red principal. Operan con una frecuencia que puede variar de 4 a 6 veces por año y con relevamientos cuya duración es de 7 días consecutivos durante 24 horas. En estos puestos se realiza el registro, conteo, clasificación en categorías y medición de dimensiones y velocidad. La tecnología utilizada es similar a la de los Puestos Permanentes pero requieren menor inversión ya que no realizan mediciones de peso de los vehículos. Con los datos recolectados en los Puestos Estacionales se amplía el conocimiento del tránsito en la red, logrando información confiable y aumentando la cobertura de la red. Los procesadores utilizados en estos puestos reciben energía de una batería de 12 voltios que tiene una capacidad suficiente para operar en forma autónoma durante 2 semanas.

6.5.3.1.3 Puestos de cobertura

Los Puestos de Cobertura pueden operar mediante la modalidad de conteos manuales o utilizar una tecnología más simple que los Puestos Estacionales. Existen tecnologías que utilizan equipamientos completamente portátiles y las cuales permiten recolectar la misma información que la descrita para los Puestos Estacionales; funcionan con una batería y un pequeño panel solar incorporado en la unidad de procesamiento.

En general, estos puestos operan una o 2 veces por año durante 1 semana y tienen como objetivo ampliar la cobertura al resto de la red no cubierta por los Puestos Permanentes y Estacionales. Más allá de la finalidad requerida para la actualización de una matriz OD, mediante esta modalidad de puestos de cobertura se podrán ejecutar estudios especiales, por ejemplo: censos clasificados en intersecciones de rutas (censos de giros), conteos específicos en hora punta, etc. Este tipo particular de censos se realizará con una duración variable que dependerá de la finalidad específica.

6.5.3.2. Ubicación de los puestos a relevar

La teoría para la determinación de la ubicación de los puestos de conteos es muy amplia y variada. Existen cuatro reglas básicas que rigen la localización de los puestos de conteo, las cuales se detallan a continuación:

Regla de cubrimiento: los conteos deben ser localizados de manera que una cierta proporción del flujo entre cualquier par origen-destino pueda ser observada.

Regla del máximo flujo neto: la selección de un número dado de puestos de conteos en los arcos debe efectuarse considerando que maximice el flujo neto interceptado y en donde cada fracción de flujo es considerada una sola vez.

Regla de máxima interceptación de flujo: considerando un cierto número de conteos, se eligen aquellos que interceptan tanto flujo como sea posible.

Regla de independencia lineal de los arcos: la localización de los conteos debería realizarse de modo que el flujo relevado por ellos sea linealmente independiente.

El plan propuesto por el Consultor tiene como guía de base estas reglas básicas; sin embargo, es fácil comprender que difícilmente se puedan cumplir las 4 en forma simultánea. Más aún, estas reglas constituyen una guía pero no necesariamente implica que sean cumplidas en todos los casos. Además, para aplicar estas reglas y las metodologías de determinación de los puestos a relevar es necesario disponer de una asignación de tránsito a la red, lo cual excede el alcance de este proyecto.

Hechas estas aclaraciones, el Consultor, basado en el conocimiento de la red vial de Perú, el comportamiento de los flujos de tránsito y en la experiencia de la implementación y el control de la red de conteos de tránsito en Uruguay, sugiere inicialmente, mejorar la calidad y cantidad de los relevamientos de tránsito mediante la elaboración de un plan de conteos especialmente diseñado que cumpla con los objetivos de actualización de la matriz OD.

La sistematización de un proyecto de relevamiento estadístico de tránsito que recolecte información histórica durante varios años tendrá como resultado el mejoramiento tanto en la calidad como en la cantidad de información disponible, asegurará contar con información fiable y consistente para la actualización de matrices O-D.

6.5.3.2.1 Listado de puestos de relevamiento

En función de lo expresado y a los efectos de completar la etapa N°3 del proceso de actualización de la MOD, los Consultores sugieren, iniciar una primera etapa (durante el periodo de implementación de nuevas instalaciones), con relevamientos clasificados de tránsito, tal como la OPP, viene ejecutando anualmente, programados en periodos de 4-5 años, Se sugiere, a modo referencial

1. Establecer un Cronograma Periódico de relevamientos en Unidades de Peaje
 - a. Relevamiento de volumen vehicular clasificado, cada 2-3-4 años, en las Unidades de Peaje a cargo del MTC, (entre 50% y 25% de Unidades de Peaje relevadas anualmente), en forma rotativa,
 - b. En cada Unidad de Peaje, se efectuarían dos/tres relevamientos clasificados anuales, según tipología de la OPP. Dichos controles corresponderían a los meses de mayor y menor volumen vehicular de cada Unidad de Peaje, tomando como referencia, el volumen y clasificación mensual, de cada una de ellas del periodo anterior.
 - c. En forma similar, se acordaría con las Empresas Concesionarias, una programación de actividades similares en las Unidades de Peaje a su cargo.

- d. La periodicidad se establecería en función del IMDA y ubicación geográfica, ejemplo anual en las Unidades de Peaje Serpentín Pasamayo, Variante Pasamayo, Chilca, Corcona (accesos a Lima), Chicama, Piura-Paita, Variante Uchumayo, Caracoto. Estas Unidades de Peaje se hallan en tramos concesionados, con IMDA > 4,000 veh/día
 - e. La ejecución de relevamientos en las Unidades de Peaje del MTC y Concesionarios, deben ser concordados en los periodos de ejecución, a fin de no perturbar innecesariamente a los usuarios
2. Simultáneamente, en las Unidades de Peaje, se efectuaría la encuesta origen-destino, conjuntamente con los relevamientos vehiculares anuales, durante un periodo a ser establecido (entre 2-4 días), con un formato simplificado, que podría tomar como referencia los principales elementos del Formato de la OPP y del Estudio de Demanda 2010
 3. Suplementariamente, se requiere periódicamente (bianual o trianual), efectuar por lo menos dos “relevamientos vehiculares y encuestas origen-destino”, en aquellos tramos viales, en los cuales
 - a. Las Unidades de Peaje, no son representativas de las variaciones del volumen vehicular. Ello se presenta principalmente en las carreteras con bajo IMDA y/o zonas alejadas de las principales ciudades, ejemplo: “Villa Rica- Oxapampa”, “Chachapoyas- Rodríguez de Mendoza”, “Bagua Chica-Muyo”, “Cajamarca-San Marcos” “Dv. S.M. de Pangoa-Puerto Ocopa, “Yauri-El Descanso”, otras
 - b. Se hayan efectuado mejoramientos viales
 - c. Cambios en la Demanda, asociados a las evoluciones que puedan ocurrir en cuanto al desarrollo de nuevas actividades económicas o modificaciones en ellas que afecten los viajes entre pares OD

6.5.3.2.2 Frecuencia de relevamiento

Como se mencionó, la frecuencia de relevamiento debe tener como objetivo evitar los sesgos relacionados con la estacionalidad del tránsito. Por ello, los Consultores sugieren la siguiente frecuencia para los conteos de tránsito:

La frecuencia de relevamiento y encuesta OD, como se indico en el acápite anterior variara, según el IMDA, del tramo vial, de la Red Vial Nacional

- Frecuencia anual, en estaciones con IMD superior a 4,000 veh/día
- Frecuencia bianual, en estaciones con IMD inferior a 200 veh/día
- Frecuencia entre 3-5 años, en estaciones con IMD inferior a 4,000 veh/día y superior a 200 veh/día
- Según requerimientos específicos en la Red Vial Departamental

6.6. Factores de corrección estacional

Los factores de corrección estacional se determinaron a partir de series anuales de tráfico registradas en los últimos 10 años (2000-2010), de las Unidades de Peaje. En las estaciones que se disponía menos de 10 años de información, se utilizó toda la serie histórica disponible. La finalidad de utilizar los factores de corrección estacional es eliminar las diversas fluctuaciones del volumen de tráfico. Estas fluctuaciones tienen su origen en las variaciones estacionales ocurridas durante el año debidas a:

- Factores recreacionales.
- Factores climatológicos.
- Épocas de cosecha.
- Festividades
- Vacaciones escolares.

El cálculo del factor de corrección mensual (FCm) se realizó a partir de la información proporcionada por Provías Nacional y entregada al Consultor por el MTC. La serie de datos corresponde al volumen vehicular mensual registrado en cada Unidad de Peaje a nivel nacional desde el año 2000 hasta el año 2010.

Dichas Unidades de Peaje fueron asociadas individualmente con las 175 estaciones de control vehicular y de encuestas de origen/destino (EOD) indicadas en los Términos de Referencia del presente Estudio.

La metodología aplicada para la obtención del FCm implicó:

1. Agrupar la información anual y mensual en vehículos ligeros y vehículos pesados.
2. Para cada unidad de peaje y cada año, se aplicó la siguiente fórmula:

$$FCm = \frac{IMDA}{IMDM}, \text{ donde:}$$

FCm = Factor de Corrección mensual por tipo de vehículo (ligeros o pesados)

IMDA = Volumen Promedio Diario Anual clasificado en la unidad de peaje.

IMDM = Volumen Promedio Diario del mes de ejecución del conteo en la unidad de peaje.

3. Si en la serie anual por tipo de vehículo de la unidad de peaje, faltaba del tránsito de un mes, se estimó haciendo el promedio del mes anterior y posterior al mes faltante.
4. Si en la serie anual faltaron 3 o más meses sin información, no se calculó el FCm para dicho año.
5. El FCm Final de cada unidad de peaje se obtuvo como promedio simple de los años con información para el período 2000-2010.
6. Se utilizó el mismo valor de FCm en ambos sentidos de circulación.
7. Si todos los días del conteo pertenecen a un único mes, se utilizó el factor de corrección correspondiente a dicho mes. De lo contrario se utilizó el factor del mes en el cual existan más días de conteo. Por ejemplo, si el conteo fue del 30 de enero al 01 de febrero, se utilizó el factor de corrección de enero.

En el Anexo 5 de este informe se adjuntan los Factores de Corrección Mensual de vehículos ligeros y vehículos pesados para los años 2000 a 2010, discriminados por unidad de peaje y el Factor de Corrección Promedio de las series existentes entre los años 2000-2010 para los meses de enero, febrero, marzo, abril y diciembre (debido a que durante estos meses se ejecutaron los relevamientos de datos). El valor definitivo del FCm es el que se presenta en la columna Total. Estos valores se ingresaron en el software para ser utilizados en los cálculos de IMDA y expansiones de matrices.

6.7. Base de datos y software entregados

6.7.1. Base de datos

Toda la información de los conteos y encuestas realizadas en campo se ingresó en una base de datos que el Consultor diseñó para tal fin. Junto con la entrega del presente informe, el Consultor instaló en las oficinas de la Contraparte el motor de la base de datos y la base de datos que contiene toda la información relevada en campo.

El motor de la base de datos elegido fue PostgreSQL 8.4. Es un sistema de bases de datos objeto-relacional que tiene las características de los mejores sistemas de bases de datos comerciales. PostgreSQL es libre y el código fuente completo está disponible para cualquiera que lo desee modificar, ya sea con fines privados, comerciales o académicos.

Para la administración de la base de datos PostgreSQL se utilizó la herramienta pgAdmin, que es un entorno de escritorio visual.

6.7.1.1. Características de PostgreSQL

Algunas de las principales características del PostgreSQL son, entre otras:

6.7.1.1.1 Alta concurrencia

Mediante un sistema denominado MVCC (acceso concurrente multiversión, por sus siglas en inglés) PostgreSQL permite que mientras un proceso escribe en una tabla, otros accedan a la misma tabla sin necesidad de bloqueos. Cada usuario obtiene una visión consistente de lo último a lo que se le hizo commit. Esta estrategia es superior al uso de bloqueos por tabla o por filas común en otras bases, eliminando la necesidad del uso de bloqueos explícitos.

6.7.1.1.2 Amplia variedad de tipos nativos

PostgreSQL provee nativamente soporte para:

- Números de precisión arbitraria.
- Texto de largo ilimitado.
- Figuras geométricas (con una variedad de funciones asociadas).
- Direcciones IP (IPv4 e IPv6).
- Bloques de direcciones estilo CIDR.
- Direcciones MAC.
- Arrays.

Adicionalmente los usuarios pueden crear sus propios tipos de datos, los que pueden ser por completo indexables gracias a la infraestructura GiST de PostgreSQL. Algunos ejemplos son los tipos de datos GIS creados por el proyecto PostGIS.

6.7.1.1.3 Otras características

- Claves ajenas también denominadas Llaves ajenas o Claves Foráneas (foreign keys).
- Disparadores (triggers): Un disparador o trigger se define como una acción específica que se realiza de acuerdo a un evento, cuando éste ocurra dentro de la base de datos. En PostgreSQL esto significa la ejecución de un procedimiento almacenado basado en una determinada acción sobre una tabla específica. Ahora todos los disparadores se definen por seis características:
 - El nombre del disparador o trigger
 - El momento en que el disparador debe arrancar
 - El evento del disparador deberá activarse sobre...
 - La tabla donde el disparador se activará
 - La frecuencia de la ejecución
 - La función que podría ser llamada

Entonces combinando estas seis características, PostgreSQL le permitirá crear una amplia funcionalidad a través de su sistema de activación de disparadores (triggers).

- Vistas.
- Integridad transaccional.
- Herencia de tablas.
- Tipos de datos y operaciones geométricas.
- Soporte para transacciones distribuidas. Permite a PostgreSQL integrarse en un sistema distribuido formado por varios recursos (por ejemplo, una base de datos PostgreSQL, otra Oracle, una cola de mensajes IBM MQ JMS y un ERP SAP) gestionado por un servidor de aplicaciones donde el éxito ("commit") de la transacción global es el resultado del éxito de las transacciones locales.

6.7.1.1.4 Funciones

Bloques de código que se ejecutan en el servidor. Pueden ser escritos en varios lenguajes, con la potencia que cada uno de ellos da, desde las operaciones básicas de programación, tales como bifurcaciones y bucles, hasta las complejidades de la programación orientada a objetos o la programación funcional.

Los disparadores (triggers en inglés) son funciones enlazadas a operaciones sobre los datos.

Algunos de los lenguajes que se pueden usar son los siguientes:

- Un lenguaje propio llamado PL/PgSQL (similar al PL/SQL de Oracle).
- C.

- C++.
- Java PL/Java web.
- PL/Perl.
- pI PHP.
- PL/Python.
- PL/Ruby.
- PL/sh.
- PL/Tcl.
- PL/Scheme.
- Lenguaje para aplicaciones estadísticas R por medio de PL/R.

PostgreSQL soporta funciones que retornan "filas", donde la salida puede tratarse como un conjunto de valores que pueden ser tratados igual a una fila retornada por una consulta (query en inglés).

Las funciones pueden ser definidas para ejecutarse con los derechos del usuario ejecutor o con los derechos de un usuario previamente definido. El concepto de funciones, en otros DBMS, son muchas veces referidas como "procedimientos almacenados" (stored procedures en inglés).

6.7.2. Software

El software específico fue desarrollado en Genexus X evolution 1 U4, generando código .NET.

Es un software multiusuario que accede a una única base de datos centralizada.

El software fue instalado también en las oficinas de la Contraparte, y consta de:

- Menú Ingreso de Datos: permite visualizar los datos de conteos volumétricos clasificados por ejes y por tipo de carrocería así como las encuestas de cargas y pasajeros.
- Menú Reportes y Consultas: permite visualizar los reportes de volumen, matrices muestrales, matrices expandidas y conteos por hora.
- Menú Exportación: permite visualizar los reportes de matrices únicas de cargas y pasajeros.

En el Anexo 9 de este informe se incluyen los documentos de Diseño de la Base de Datos y los Scripts de creación de la base de datos. En el Anexo 10 se adjunta el Manual de Usuario, el Manual para Instalación del Servidor y el Manual para Instalación de Estaciones de Trabajo.

6.7.2.1. Características de GeneXus

6.7.2.1.1 Paradigma

GeneXus permite el desarrollo incremental de aplicaciones críticas de negocio, independientemente de la plataforma.

GeneXus se basa en un paradigma que es completamente diferente del paradigma de desarrollo de los sistemas habituales: no se inicia a partir de un modelo de datos preexistentes o de las concepciones abstractas de lo que es importante y qué no es importante para la empresa:

En cualquier organización, hay varios usuarios (desde el Gerente General al más bajo posiciones en la empresa). Pero, ¿hay alguien con un conocimiento amplio de la organización de datos? ¿Hay alguien que conozca los datos con un nivel adecuado de objetividad y detalle? Por supuesto que no. Esto no es un problema exclusivo de las grandes corporaciones, que se produce en empresas de cualquier tamaño.

GeneXus toma como punto de partida las diferentes visiones de sus usuarios. Cada usuario, en cualquier nivel de la empresa, tiene un muy buen conocimiento de la visión de los datos con los que trabaja todos los días.

GeneXus parte de estas visiones y encuentra el modelo de datos ideal derivado de ellos.

6.7.2.1.2 Puro conocimiento

GeneXus trabaja con el conocimiento puro, y este conocimiento es independiente de la tecnología utilizada.

6.7.2.1.3 100% de mantenimiento automático

GeneXus "realmente conoce" la base de datos y los programas (ya que tiene el conocimiento para generarlos). Por lo tanto, es capaz de automáticamente, y en cualquier momento, deducir un informe sobre el impacto causado por los cambios realizados en los programas y la base de datos. Y una vez que este informe es aceptado, puede propagar automáticamente todos estos cambios a los datos y los programas.

GeneXus garantiza el mantenimiento 100% automático de las aplicaciones debido a su tecnología única, y es el único producto en todo el mundo capaz de hacer esto

6.7.2.1.4 Independiente de la plataforma, la arquitectura y la tecnología

El conocimiento puro tiene un valor permanente y es independiente de los elementos de menor nivel, tales como la plataforma (hardware, sistema operativo, servidor de base de datos, servidor de aplicaciones, etc.), la arquitectura (cliente centralizado, 2 niveles / servidor, 3 - nivel de cliente / servidor, orientado a las redes multi-servidor, tales como Java o Microsoft. NET), o la tecnología disponible. En consecuencia, el conocimiento que ha sido recopilado en el desarrollo de un sistema con una plataforma específica y la arquitectura y en un contexto tecnológico específico, se puede utilizar para generar sistemas para otra plataforma, la arquitectura y el contexto tecnológico.

GeneXus protege el conocimiento de todos los usuarios independientemente de la tecnología: No importa qué tecnologías se utilizarán en el futuro, el conocimiento será el mismo por lo tanto, mediante la construcción de los generadores necesarios, este conocimiento será reutilizado para generar sistemas para las nuevas tecnologías.

7. CONCLUSIONES, COMENTARIOS Y RECOMENDACIONES FINALES

7.1. Sobre las actividades de campo

En opinión del Consultor, sería conveniente limitar a 12 el número de encuestadores/turno en las estaciones de encuestas origen-destino, teniendo en consideración que la ubicación de lugares apropiados para la detención segura de vehículos en una gran longitud vial, es difícil de conseguir

debido a que en la mayoría de las carreteras del país las condiciones orográficas solo han permitido características de diseño geométrico, con calzada y bermas de ancho reducido, agravado por deficiente visibilidad.

Asimismo, se sugiere que la modalidad de dimensionado de las brigadas sea ajustada al tránsito existente en cada sitio. Por ejemplo, en aquellos tramos cuyo tránsito es inferior a 100 veh/día, se permita ajustar la cantidad de encuestadores a 2 o 3 por turno para evitar improductividad de personal ocioso.

La composición de todas las Brigadas con personal estable, con experiencia en capacitación y ejecución de campañas de encuestas de origen-destino en las 175 estaciones fue un factor fundamental en la realización del Estudio. La participación de 2 Jefes de Brigada y 2 clasificadores permanentes en cada Brigada no solo facilitó la movilización entre puntos de control sino que aseguró disponer de personal debidamente entrenado en cada punto de control durante el período del Estudio.

El Consultor sugiere que la campaña de relevamiento de datos debería ejecutarse en forma espaciada en el tiempo para evitar los sesgos relacionados con la estacionalidad del tránsito. Lo más adecuado es ejecutar los trabajos de campo tomando en cuenta los ciclos estacionales; en consecuencia, se deberían realizar durante 2 o 4 épocas de un año.

Otro elemento a tener en cuenta en los relevamientos de campo es que la información a recolectar debe ser precisa y se debe hacer un esfuerzo por diseñar una encuesta que se focalice en relevar los datos más importantes, evitando realizar encuestas muy extensas que generan rechazo en los encuestados, disminuyen la precisión de las respuestas brindadas, etc.

7.2. Sobre los resultados de los conteos clasificados

Del análisis comparativo de la participación de medios de transporte (vehículos ligeros, transporte público y transporte de carga), se infieren las siguientes conclusiones:

El mayor volumen vehicular de ligeros (automóviles y camionetas) se produce en los tramos comprendidos entre dos ciudades o poblaciones cercanas, que representan polos de atracción del área de influencia. En la Tabla 19 se muestran las estaciones en las que esto se produce:

Tabla 19: Tramos viales con cantidad de vehículos ligeros > 2000 veh/día

Tramos viales con vehículos ligeros > 2000 veh/día		
Estación	Nombre	Tramo
E142	SANTO TOMÁS	Chiclayo (Acceso Norte) > Lambayeque (Acceso Sur)
E041	CHILCA	Puente Pucusana > Playa León Dormido
E075	POROY	Dv. Cachimayo (PE-03S/PE-28G) > Cusco (PE-03S/PE-28H)
C592	CARACOTO	Caracoto > Paucarcolla
C173	SIMBILA	Dv. Catacaos (PE-01N/PE-1NL) > Sechura
C057	OROPESA	Cusco (PE-03S/PE-28H) > Huacarpay PE-03S/CU-123)
C122	VARIANTE DE PASAMAYO	Dv. Ancón (PE-01N/PE-1NB) > Dv. Huaral (PE-01N/PE-1NC)
C174	MOCCE	Mocce (PE-01N/PE-1NK) > Dv. Ferreñafe
E032	SUPE	Huaura (PE-01N/PE-018) > Ingreso Supe
C506	PIURA-SULLANA	Piura Acceso Norte > Ovalo Dv. Paita (Emp. PE-01N/PE-002)
E077	MOROCOCHA	Cruce FF.CC > Pte. Huaymanta
E042	SAN CLEMENTE	Dv. El Carmen > San Clemente (PE-28A/IC-101)
E012	PORCÓN	Cajamarca Sur (Zona Urbana) > Porcón
C280	VESIQUE	Dv. Nepeña (PE-01N/AN-103) > Dv. Pto Vesique

E063	CALAPUJA	Calapuja > Juliaca (Acceso Norte)
C099	CORCONA	Cupiche > Cocachacra
C569	JAHUAY	Limited PE-01S (11/15) Jahuay > Dv. Chincha Alta
E049	SAN JOSÉ	Pte. Montalvo (PE-01S/PE-36A) > Dv. Ilo (PE-01S/PE-036)

El mayor volumen vehicular en el transporte público de pasajeros en ómnibus, se produce en los tramos que presentan tráfico de paso de/hacia ciudades de mayor desarrollo económico o turístico. Las estaciones se indican en la Tabla 20:

Tabla 20: Tramos viales con cantidad de ómnibus > 500 veh/día

Tramos viales con ómnibus > 500 veh/día		
Estación	Nombre	Tramo
E041	CHILCA	Puente Pucusana > Playa León Dormido
E111	SERPENTÍN DE PASAMAYO	Dv. Ancón > Km. 49+400
C107	CHICAMA	Trujillo Norte (El Milagro) > Chicama
C106	VIRÚ	Dv. Virú > Dv. Pto. Salaverry (PE-01N/PE-010)
E042	SAN CLEMENTE	Dv. El Carmen > San Clemente (PE-28A/IC-101)
C569	JAHUAY	Limited PE-01S (11/15) Jahuay > Dv. Chincha Alta
E032	SUPE	Huaura (PE-01N/PE-018) > Ingreso Supe
C277	EL PARAÍSO	Dv. Las Salinas > Óvalo Huacho
C592	CARACOTO	Caracoto > Paucarcolla
C506	PIURA-SULLANA	Piura Acceso Norte > Ovalo Dv. Paita (Emp. PE-01N/PE-002)
C057	OROPESA	Cusco (PE-03S/PE-28H) > Huacarpay PE-03S/CU-123)
C010	CHUIN	Chócope > Paiján
C570	ICA	La Guanera (PE-01S/PE-028) > La Angostura
C280	VESIQUE	Dv. Nepeña (PE-01N/AN-103) > Dv. Pto Vesique
C099	CORCONA	Cupiche > Cocachacra
E075	POROY	Dv. Cachimayo (PE-03S/PE-28G) > Cusco (PE-03S/PE-28H)
C171	PACANGUILLA	Emp. PE-01N/PE-1NI > Lím. Dep. La Libertad/Lambayeque
E031	PATIVILCA	Salida Barranca > Ingreso Pativilca

El mayor volumen vehicular en el transporte de carga se produce tanto en los tramos que presentan tráfico de paso de/hacia ciudades de mayor desarrollo económico, de/hacia puertos, aeropuertos, mercados mayoristas, como de intercambio entre polos comerciales cercanos, como lo muestra la Tabla 21:

Tabla 21: Tramos viales con cantidad de camiones > 1000 veh/día

Tramos viales con camiones > 1000 veh/día		
Estación	Nombre	Tramo
E111	SERPENTÍN DE PASAMAYO	Dv. Ancón > Km. 49+400
E041	CHILCA	Puente Pucusana > Playa León Dormido
E042	SAN CLEMENTE	Dv. El Carmen > San Clemente (PE-28A/IC-101)
C569	JAHUAY	Limited PE-01S (11/15) Jahuay > Dv. Chincha Alta
C277	EL PARAÍSO	Dv. Las Salinas > Óvalo Huacho
E032	SUPE	Huaura (PE-01N/PE-018) > Ingreso Supe
E142	SANTO TOMÁS	Chiclayo (Acceso Norte) > Lambayeque (Acceso Sur)
C099	CORCONA	Cupiche > Cocachacra

Tramos viales con camiones > 1000 veh/día		
Estación	Nombre	Tramo
C107	CHICAMA	Trujillo Norte (El Milagro) > Chicama
C280	VESIQUE	Dv. Nepeña (PE-01N/AN-103) > Dv. Pto Vesique
E077	MOROCOCHA	Cruce FF.CC > Pte. Huaymanta
C106	VIRÚ	Dv. Virú > Dv. Pto. Salaverry (PE-01N/PE-010)
C010	CHUÍN	Chócope > Paiján
E031	PATIVILCA	Salida Barranca > Ingreso Paramonga
C570	ICA	La Guanera (PE-01S/PE-028) > La Angostura
C171	PACANGUILLA	Emp. PE-01N/PE-1NI > Lím. Dep. La Libertad/Lambayeque
E114	HUARMEY	Gramadal > Huarney (Dv. Aija)
C102	NAZCA	Dv. El Ingenio > Pte. Nazca
C506	PIURA-SULLANA	Piura Acceso Norte > Ovalo Dv. Paita (Emp. PE-01N/PE-002)
C578	VARIANTE UCHUMAYO	Dv. Cerro Verde (PE-34A/AR-108) > Uchumayo
C057	OROPESA	Cusco (PE-03S/PE-28H) > Huacarpay PE-03S/CU-123)
C592	CARACOTO	Caracoto > Paucarcolla

En la Tabla 22 se realiza un análisis de las estaciones que presentan una combinación de volumen alto, agrupado en grandes tipologías de vehículos: vehículos ligeros / ómnibus / camiones, considerando los siguientes valores límites:

- Vehículos Ligeros: IMD > 2000 veh/día
- Ómnibus: IMD > 500 veh/día
- Camiones: IMD > 1000 veh/día

En dicho cuadro se observa que las estaciones E041-Chilca, E032-Supe, C277-El Paraíso, C569-Jahuay, E111-Serpentín Pasamayo, C099-Corcona, C122-Variante Pasamayo, corresponden a estaciones de acceso/salida ya sea de la Región Lima o de la provincia de Lima, con posibilidades de transporte de/hacia el Puerto del Callao, Aeropuerto Jorge Chávez, Mercado Mayorista y otros.

Situación similar se presenta con las siguientes estaciones:

- C107-Chicama y C106-Viru (cercanas a la ciudad de Trujillo).
- Estación E077-Morococha, ubicada en la carretera Central, con Acceso a la Rutas R03S hacia Huancayo, Huancavelica, Ayacucho, R03N hacia Cerro de Pasco Huánuco, Ucayali Ruta 020A La Merced, Pucallpa/Satipo.
- Tramos viales que conectan dos o más ciudades relevantes de su área de influencia
 - E042-San Clemente, Estación de Control (PC) ubicada entre Chíncha-Dv. Ayacucho-Pisco.
 - E141 Santo Tomas, PC ubicado entre Chiclayo-Lambayeque.
 - C592-Caracoto, PC ubicado entre Juliaca-Puno.
 - E075-Poroy, C057-Oropesa, ubicados en el tramo Huarcapay-Cusco-Desvío Cachimayo.

- o C173-Simbila, C506-Piura-Sullana, PC ubicados en Dv. Catacaos Piura-Sullana, respectivamente.

Tabla 22: Tramos viales con valor alto de volumen vehicular combinado

Estación	Nombre	Principales tramos viales según características de volumen vehicular	Tipo de transporte relevante (veh/día)
			lig>2000; buses>500; camiones>1000
E041	CHILCA	Puente Pucusana > Playa León Dormido	ligeros+bus+camiones
E042	SAN CLEMENTE	Dv. El Carmen > San Clemente (PE-28A/IC-101)	ligeros+bus+camiones
E032	SUPE	Huaura (PE-01N/PE-018) > Ingreso Supe	ligeros+bus+camiones
C107	CHICAMA	Trujillo Norte (El Milagro) > Chicama	bus+camiones
C277	EL PARAÍSO	Dv. Las Salinas > Óvalo Huacho	bus+camiones
C569	JAHUAY	Limited PE-01S (11/15) Jahuay > Dv. Chinchá Alta	bus+camiones
E111	SERPENTÍN DE PASAMAYO	Dv. Ancón > Km. 49+400	bus+camiones
C106	VIRÚ	Dv. Virú > Dv. Pto. Salaverry (PE-01N/PE-010)	bus+camiones
E077	MOROCOCHA	Cruce FF.CC > Pte. Huaymanta	ligeros+camiones
E142	SANTO TOMÁS	Chiclayo (Acceso Norte) > Lambayeque (Acceso Sur)	ligeros+camiones
C592	CARACOTO	Caracoto > Paucarcolla	ligeros+camiones
C057	OROPESA	Cusco (PE-03S/PE-28H) > Huacarpay PE-03S/CU-123)	ligeros+camiones
C506	PIURA-SULLANA	Piura Acceso Norte > Ovalo Dv. Paita (Emp. PE-01N/PE-002)	ligeros+camiones
C099	CORCONA	Cupiche > Cocachacra	camiones
C280	VESIQUE	Dv. Nepeña (PE-01N/AN-103) > Dv. Pto Vesique	camiones
C010	CHUIN	Chócope > Paján	buses
C174	MOCCE	Mocce (PE-01N/PE-1NK) > Dv. Ferreñafe	ligeros
E075	POROY	Dv. Cachimayo (PE-03S/PE-28G) > Cusco (PE-03S/PE-28H)	ligeros
C173	SIMBILA	Dv. Catacaos (PE-01N/PE-1NL) > Sechura	ligeros
C122	VARIANTE DE PASAMAYO	Dv. Ancón (PE-01N/PE-1NB) > Dv. Huaral (PE-01N/PE-1NC)	ligeros

En la Tabla 23 se presenta un detalle de la cantidad de estaciones según los rangos de IMD discriminados en ligeros, ómnibus y camiones.

Tabla 23: Resumen desagregado de volumen vehicular (cantidad de estaciones)

Resumen desagregado del volumen vehicular por tipo e IMD								
IMD (veh/día)	Ligeros	%	Omnibus	%	Camiones	%	IMD	%
IMD < 5,000	3	2%		0%		0%	12	7%
2,000 < IMD < 5000	15	9%		0%	7	4%	25	14%
1,000 < IMD < 2000	29	17%	8	5%	15	9%	48	27%
500 veh/día < IMD < 1000	50	29%	14	8%	20	11%	36	21%
100 < IMD < 500	61	35%	53	30%	77	44%	42	24%
IMD < 100	17	10%	100	57%	56	32%	12	7%

7.3. **Sobre los resultados de las encuestas de origen-destino**

El resultado mostrado en el apartado 7.2, en relación al volumen vehicular, se refleja igualmente en los resultados obtenidos y mostrados en las matrices de carga y pasajeros.

7.4. **Sobre los resultados de la matriz de insumo-producto**

Las MIP departamentales permiten observar la actividad económica en un determinado momento del tiempo en cada departamento y brindan información valiosa sobre las ventas entre los distintos sectores de la economía.

A pesar de sus ventajas, la elaboración de las matrices a nivel departamental se enfrenta con la limitación de la información disponible. Estas limitaciones exigen, para alcanzar el nivel de desagregación requerido, la adopción de diversos supuestos y aproximaciones. Las matrices se obtienen a partir del supuesto de que la estructura de costos que surge del Censo Económico 2008 se aplica a los Valores Agregados Brutos por grandes sectores económicos elaborados por el INEI para cada uno de los departamentos que resultan de las Cuentas Nacionales, ajustándose a su vez por los impuestos a la producción y los derechos de importación para obtener los Productos Brutos Internos de cada uno de los sectores y departamentos. Por otro lado, la falta de información sobre el sector agropecuario y los servicios gubernamentales, requirió la estimación de estos sectores, al igual que para los Valores Brutos de Producción del transporte de carga que se estimaron a partir de las encuestas origen-destino.

A partir de la metodología desarrollada y en función de los supuestos anteriores y cálculos realizados, se elaboraron las Matrices de Insumo-Producto que ofrecen una visión de las estructuras productivas departamentales, con énfasis en el sector de transporte, bajo las limitaciones expuestas. Se debe tener en cuenta que, debido a la forma de construcción de las matrices, su uso con fines de análisis y evaluación del transporte resulta adecuado. Ello se basa en que la mejor información disponible utilizada provino de estos sectores. Por tanto, la aplicación de esta herramienta para otro tipo de análisis implica que las limitaciones especificadas dificulten aún más este uso y la confiabilidad de los resultados a alcanzar.

Finalmente, es importante visualizar en el conjunto de matrices, la participación del PBI departamental y la incidencia del PBI del sector transporte de carga en los totales nacionales, cuyos resultados se presentan en la Tabla 24:

Tabla 24: Incidencia del PBI transporte de carga y PBI departamental en totales nacionales

Departamento	% del PBI transporte de carga Perú	% del PBI Perú
Amazonas	0%	1%
Áncash	3%	5%
Apurímac	0%	0%
Arequipa	6%	6%
Ayacucho	1%	1%
Cajamarca	2%	3%
Cusco	2%	3%
Huancavelica	0%	1%

Departamento	% del PBI transporte de carga Perú	% del PBI Perú
Huánuco	0%	1%
Ica	8%	3%
Junín	0%	3%
La Libertad	13%	5%
Lambayeque	4%	3%
Lima	46%	49%
Loreto	0%	2%
Madre de Dios	0%	0%
Moquegua	1%	2%
Pasco	0%	1%
Piura	9%	5%
Puno	1%	2%
San Martín	2%	1%
Tacna	1%	1%
Tumbes	1%	0%
Ucayali	0%	1%

7.5. Otras conclusiones y comentarios

Teniendo en cuenta la importancia de disponer de una base de datos de conteos actualizada, el Consultor sugiere que se disponga de un software a medida para la sistematización del procesamiento de los datos de conteos vehiculares y encuestas de origen-destino que se releven en futuras campañas.

En la misma línea con el comentario anterior, el Consultor sugiere que, a los efectos de utilizar conjuntamente las estimaciones de tránsito y los datos obtenidos en las matrices únicas, se disponga de un modelo de macro-simulación que, entre otras actividades, permita calibrar un modelo de asignación de tránsito a la red. Esto tiene un importante valor en sí mismo, pues se constituye en una herramienta necesaria y de gran utilidad para los técnicos que actúan en las áreas vinculadas a la planificación y gestión de la red vial nacional de carreteras. Del mismo modo, este tipo de herramientas presenta una amplia gama de funcionalidades que permiten elaborar productos gráficos de fácil lectura para la difusión de la información contenida en los estudios de demanda.

