

Distr.  
RESTRINGIDA

E/CEPAL/R.287/Add.1  
17 de mayo de 1982

ORIGINAL: ESPAÑOL

---

C E P A L

Comisión Económica para América Latina

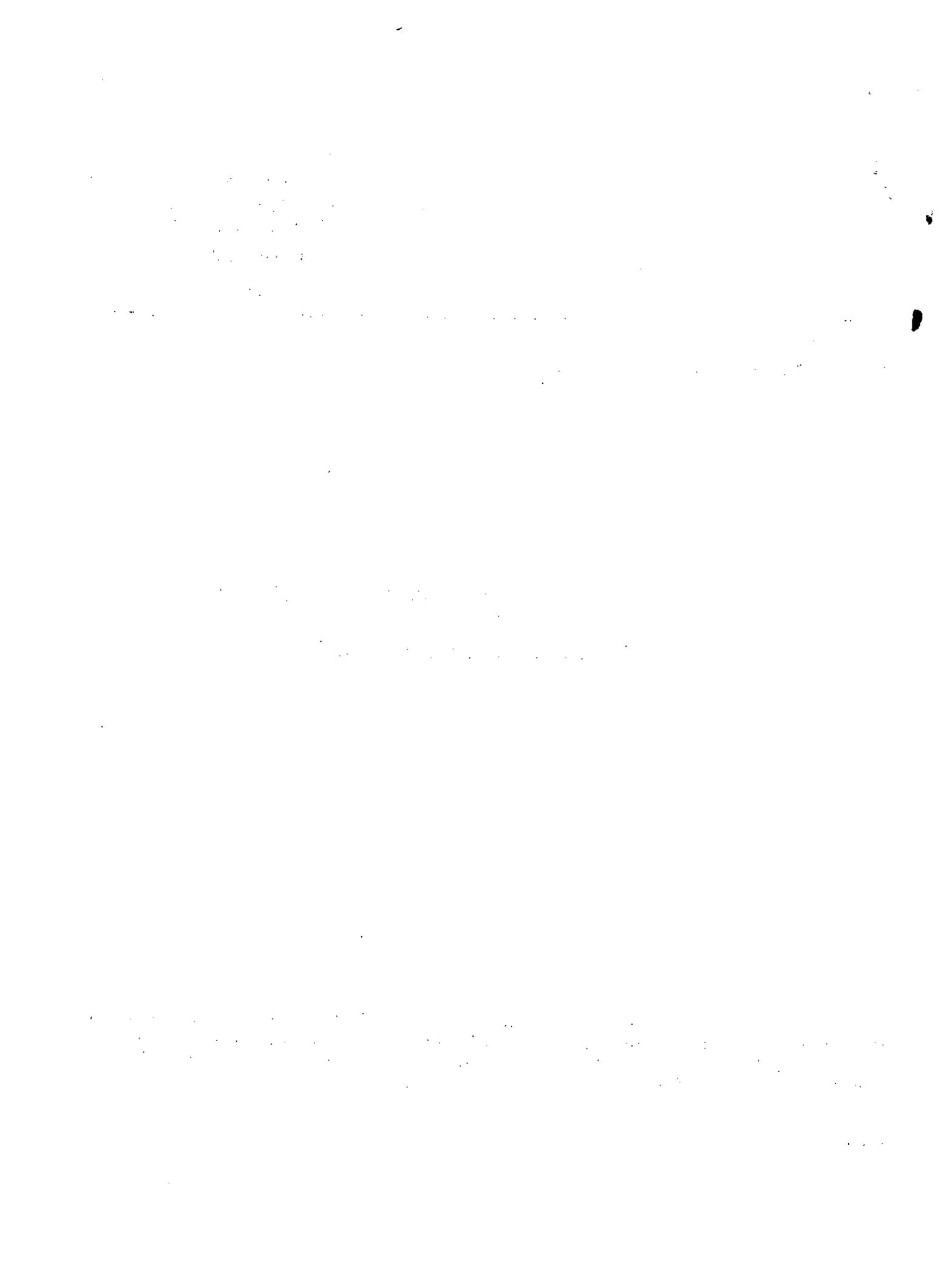


LA PLANIFICACION DEL TRANSPORTE EN LOS PAISES DEL CONO SUR

Las metodologías aplicadas en Argentina \*/

\*/ Este documento ha sido elaborado por la División de Transporte y Comunicaciones de la CEPAL, en cooperación con la Dirección Nacional de Planeamiento de Transporte del Ministerio de Obras y Servicios Públicos de la República Argentina y está sujeto a revisión de forma y fondo.

82-5-973



INDICE

	<u>Página</u>
1. Introducción .....	1
2. Síntesis de la metodología utilizada en la primera etapa del Plan Nacional de Transporte .....	6
3. Una evaluación de la metodología empleada en la primera fase del Plan Nacional de Transporte .....	18
4. Reseña detallada de la metodología de simulación y evaluación utilizada en la primera etapa del Plan Nacional de Transporte .....	31
Anexo - Análisis de algunos aspectos de los componentes de repartición entre modos de transporte y distribución del modelo de transporte utilizado en la primera etapa del PNT-RA .....	75



## 1. Introducción

El Plan Nacional de Transporte de la República Argentina está siendo elaborado bajo la responsabilidad de la Dirección Nacional de Planeamiento de Transporte, dependiente de la Subsecretaría de Transporte del Ministerio de Obras y Servicios Públicos.

Los objetivos del Plan son los siguientes:

- a) determinar el papel futuro de cada medio de transporte sobre la base del análisis y proyección de la futura demanda de transporte en relación con el desarrollo previsto de la economía;
- b) proporcionar un método para la supervisión y evaluación de la eficacia y eficiencia del sector transporte y adaptar o modificar sus planes cuando sea necesario;
- c) proponer un sistema para el planeamiento y coordinación futura de las inversiones y operaciones de transporte;
- d) especificar un conjunto de políticas y propuestas para aumentar la eficiencia operativa y de gestión en el sector transporte;
- e) establecer los procedimientos para la ejecución de las políticas y propuestas definidas.

Para formular el Plan Nacional de Transporte, la Dirección realizó un estudio del transporte nacional que consistió en:

- a) analizar las características de funcionamiento y de gestión de los principales servicios de transporte;
- b) formular, probar y evaluar conjuntos alternativos de políticas de inversión, de regulación, de precios, y otras políticas que sirvan de base al Plan Nacional de Transporte;
- c) efectuar recomendaciones acerca de la mejor manera de poner en práctica las políticas y propuestas incluidas en los planes de mediano y largo plazo.

La base legal del estudio reside en el Decreto del Poder Ejecutivo Nº 2044 del 13 de julio de 1977, el cual estableció que sus objetivos principales eran los siguientes:

- a) "proponer una estrategia nacional y un conjunto de políticas sectoriales para posibilitar el desarrollo, operación, mantenimiento y administración del Sistema Nacional de Transporte";

/b) "preparar

b) "preparar un Plan que se inscriba dentro de la estrategia nacional propuesta, describiendo el uso del futuro del sistema, la interrelación e importancia relativa entre sus componentes y una serie de cursos de acción dirigidos a mejorar el sistema en forma progresiva y coordinada";

c) "formular un programa de inversiones para el sector";

d) "fortalecer el proceso de planeamiento del Sistema Nacional de Transporte, dándole un carácter permanente y coordinado";

En cumplimiento de dichos objetivos básicos, el estudio debía tener en cuenta la necesidad de desarrollar un sistema nacional de transporte eficiente, que buscara optimizar el uso de los recursos disponibles, y contribuyera al crecimiento de los restantes sectores de la economía y al desarrollo general del país. Se debía prestar especial consideración a las exigencias de la seguridad y defensa nacionales como así también a la necesidad de un desarrollo armónico y equilibrado del interior del país.

El objetivo del Plan de dar al proceso de planeamiento un carácter permanente y coordinado lo distingue de los estudios integrados de transporte de otros países en el sentido de que en Argentina se le atribuyó especial importancia al elemento capacitación en las primeras etapas del estudio, lo que permitió que los funcionarios de la DNT adquiriesen una base sólida en materia de planificación del transporte y pudiesen desempeñarse en forma bastante autónoma después que los diversos grupos consultores contratados para la primera etapa del PNT-RA hubiesen abandonado el país.

El estudio solicitado se ocupa de la planificación a mediano y largo plazo. La DNPT también prepara planes de corto plazo, es decir, planes anuales que coordinan los propósitos de los diversos organismos modales que intervienen en el sector del transporte en Argentina. Además, a medida que se conozcan los resultados del estudio a mediano y largo plazo, se utilizarán en forma creciente para orientar la planificación a corto plazo. El estudio fue concebido de manera de dar prioridad al período comprendido hasta 1986, para lo cual los planes de inversión se especificaron por año. También, se proporcionaron indicadores menos precisos sobre las necesidades de inversión para el período comprendido hasta 1990 (año para el cual se desarrolló el modelo de transporte), aunque la intención original fue abarcar hasta 1996. El contenido analítico de la primera etapa del PNT-RA fue principalmente de naturaleza económica y de ingeniería, aunque el estudio también debía considerar aspectos tales como la integración nacional y las necesidades de la

/seguridad nacional.

seguridad nacional. Los programas de inversión elaborados incluyeron proyectos destinados a servir fines no económicos, pero de acuerdo con las informaciones, éstos no fueron evaluados por el grupo encargado del estudio. La presente monografía se ocupa exclusivamente de los aspectos económicos y de ingeniería.

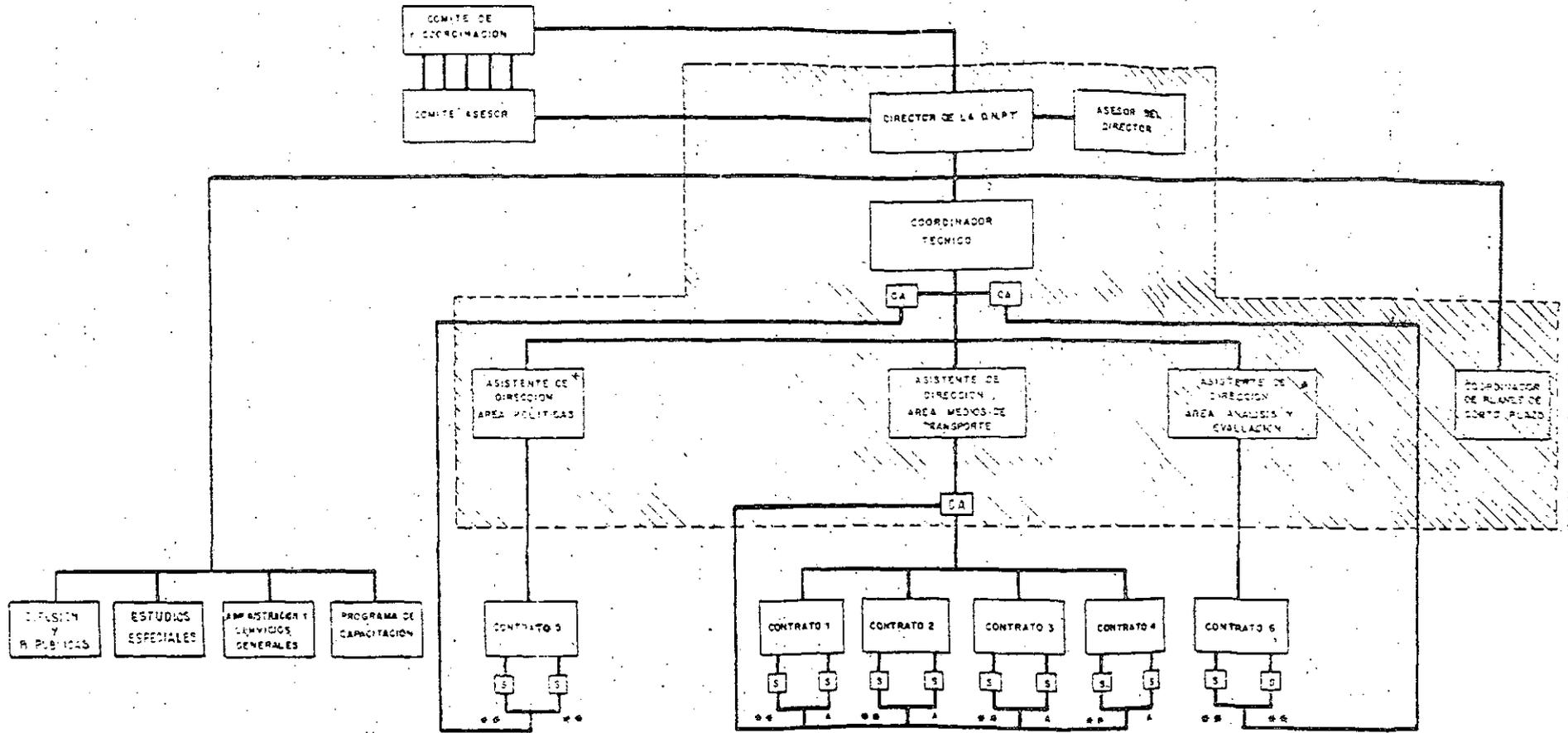
La estructura del estudio es particularmente compleja y exigió un alto grado de supervisión para asegurar la integración eficiente de las distintas actividades componentes. El gráfico 1 sintetiza esta estructura. Se observará que se contrataron seis grupos de consultores para colaborar en el estudio, esto es, los contratos 1 al 6. Los cuatro primeros grupos se encargaron de analizar la eficiencia y desarrollo de los cuatro medios de transporte principales: ferrocarriles, vías de agua (y ductos), carreteras y aire. El quinto contrato fue intrínsecamente diferente e incluyó labores relacionadas con la coordinación. Se ocupó de aspectos institucionales del sector de transporte, de la evaluación de metodologías y de la elaboración de informes. El sexto contrato, que es el que guarda mayor relación con esta monografía, comprendió el desarrollo del modelo de transporte y funciones auxiliares, así como una evaluación económica cuyas metodologías fueron especificadas por el grupo que prestó servicios con arreglo al quinto contrato.

Dieciséis funcionarios de la Dirección Nacional estuvieron integrados en el grupo de control (véase el gráfico 1) que se encargó de la coordinación general de las labores de los diversos grupos consultores. Estos profesionales también trabajaron en forma conjunta con los consultores en cuestiones técnicas. Al término del estudio constituían el núcleo del grupo de técnicos que continuarían trabajando y seguirían desarrollando las labores iniciadas por él.

Simultáneamente un grupo de ingenieros y economistas recién recibidos fueron asignados como personal de contraparte de los consultores a cargo de los estudios. Durante el período de elaboración del estudio este grupo de profesionales fue supervisado por dichos consultores, y pudo conocer tanto los problemas del sector, como adquirir experiencia en el manejo de las técnicas utilizadas.

Se ha formado así un equipo de especialistas que en este momento está en condiciones de continuar y profundizar las tareas desarrolladas, lo cual constituye uno de los logros más importantes del estudio. Antes de que se hiciera el estudio propiamente dicho estos profesionales de contraparte asistieron a cursos preliminares de capacitación en materia de planificación del transporte dictados en Argentina por profesores visitantes. La mayor parte de la capacitación se

Gráfico 1  
**ARGENTINA**  
**PLAN NACIONAL DE TRANSPORTE**  
**ESTRUCTURA DEL ESTUDIO**



GRUPO DE CONTROL

CA COORDINADOR DE AREA  
 S SUPERVISOR

\* ESTE CARGO SERA DURANDO POR EL JEFE DEL CUPO DEL CORRESPONDIENTE CONTRATO QUE FIGURA DEBAJO  
 \*\* PERSONA DE LA DNPT  
 A PERSONAL DE LOS ORGANISMOS DE TRANSPORTE LOCALES DEL GOBIERNO

CONTRATO 1: TRANSPORTE FERROVIARIO  
 CONTRATO 2: TRANSPORTE POR AGUA Y TUBERIAS  
 CONTRATO 3: TRANSPORTE AUTOMOTOR  
 CONTRATO 4: TRANSPORTE AEREO  
 CONTRATO 5: ADMINISTRACION Y POLITICA DE TRANSPORTE  
 CONTRATO 6: PROYECCIONES DEL SALDO, INTERACCION ENTRE OFERTA Y DEMANDA Y EVALUACION

JUNIO DE 1978

Fuente: Dirección Nacional de Planeamiento de Transporte, Buenos Aires.

/impartió en

impartió en inglés y los integrantes del grupo que no lo hablaban con fluidez debieron asistir con anterioridad a clases de inglés para adquirir la competencia lingüística necesaria. La mayoría de los consultores hablaba inglés y era necesario dominar ese idioma para trabajar con ellos.

La estructura del estudio fue revisada mediante conversaciones entre la Dirección Nacional (Organismo de ejecución del estudio), el Banco Mundial y varios de los grupos de consultores.

A raíz de estas conversaciones se simplificó el modelo de transporte propuesto que se describe en el documento E/CEPAL/R.287/Add.6 y se cambió por el que constituye el tema de los capítulos 2 y 4. La metodología simplificada de que se ocupa esta monografía debía desarrollarse y aplicarse en la primera etapa del estudio. El desarrollo y perfeccionamiento posteriores formarían parte de las etapas siguientes que serían llevadas a cabo principalmente por los funcionarios de la DNPT, con un mínimo de asistencia externa. (En diciembre de 1981, las labores del modelo se están llevando a cabo con la participación de un solo consultor extranjero.)

En el momento de prepararse este documento estaba por iniciarse la segunda fase del estudio. Su objetivo es profundizar algunas de las recomendaciones de política surgidas de la primera fase para su puesta en práctica.

La presente monografía sólo se ocupa de una pequeña proporción de los trabajos correspondientes a la primera etapa del PNT-RA, a saber, la metodología empleada para simular el transporte de carga y la elaboración de planes de inversión y otras políticas para el sector de transporte, específicamente el sector de transporte terrestre. La selección de este centro de atención especial obedece a la solicitud, que formularon los ministros de obras públicas y transporte de los países del Cono Sur de América Latina en la reunión que realizaron en Cochabamba, Bolivia, en mayo y junio de 1979, en el sentido de que la CEPAL analice las metodologías utilizadas en los estudios integrados del transporte de los países del Cono Sur. Los recursos de que dispone la CEPAL no permitieron analizar todos los aspectos de las metodologías utilizadas, por lo que ha sido preciso centrar la atención en los aspectos que se estiman de particular interés y utilidad para todos los países de la subregión. Como es natural, el interés de todos los países rebasa los aspectos abarcados, pero se estima que el

centro de atención se justifica. En sus planes de transporte no todos los países han incluido el transporte aéreo en pie de igualdad con otros modos, no todos tienen interés muy marcado por el transporte fluvial, a no todos les interesa el transporte de cabotaje, y al revisar los informes de los propios estudios integrados de transporte se comprueba que, en el plano nacional, el aspecto de la planificación del transporte que más interesa es la carga y no los pasajeros, puesto que es aquélla la principal preocupación del sector público y de ella dependen de manera decisiva las economías de los países.

La monografía se divide en los siguientes capítulos:

1. Introducción
2. Síntesis de la metodología utilizada en la primera etapa del Plan Nacional de Transporte
3. Evaluación de la metodología utilizada en la primera etapa del Plan Nacional de Transporte
4. Descripción detallada de la metodología utilizada en la primera etapa del Plan Nacional de Transporte.

Hay un anexo, en que se analizan algunos aspectos particularmente técnicos del modelo de distribución utilizado.

## 2. Síntesis de la metodología utilizada en la primera etapa del Plan Nacional de Transporte

### 2.1 Introducción

La presente monografía se ocupa principalmente de los análisis realizados por el grupo de consultores y profesionales de la Dirección Nacional de Planeamiento de Transporte (DNPT) asignado al contrato VI de la primera etapa del Plan Nacional de Transporte de la República Argentina (PNT-RA) y, cuando ello procede, de otros aspectos del desarrollo de dicho plan. Como se indica en el primer capítulo esta monografía, la primera etapa del PNT-RA abarcó mucho más que lo comprendido en la presente monografía. Sin embargo, ésta efectivamente se ocupa de los aspectos metodológicos de un componente del PNT-RA que desde el punto de vista lógico puede considerarse de manera relativamente independiente.

Si bien es importante apreciar que la labor realizada por los analistas que se ocuparon de las tareas asignadas al contrato VI (y a otros contratos) forma parte de un programa de trabajo más amplio para situar el contenido de la presente

/monografía en

monografía en el contexto que le corresponde, probablemente sea más importante tener conciencia de que los objetivos de la primera etapa del PNT-RA no sólo incluyeron el desarrollo de un plan nacional de transporte sino también el suministro de una base sólida a partir de la cual en el futuro la planificación en el transporte en Argentina podría evolucionar a través de la utilización de recursos humanos nacionales sin tener que depender de consultores extranjeros. Por ejemplo, algunas de las evaluaciones llevadas a cabo como parte de la primera etapa del PNT-RA no tuvieron tanto por objeto producir conclusiones definitivas sino más bien reunir experiencia respecto de procedimientos que pueden utilizarse para producir conclusiones definitivas en el futuro, cuando se haya perfeccionado el modelo de transporte mediante la incorporación de información adicional. Indudablemente, si los recursos disponibles se hubiesen destinado más a producir recomendaciones tales como programas de inversión que a sentar las bases a partir de las cuales podrían producirse ordinariamente dichos programas en el futuro, se habría podido obtener un plan de acción más preciso para el sector de transporte. El acento que pone el PNT-RA en el aspecto de capacitación es muy importante y la experiencia recogida podría ser de utilidad para otros países que estudien la posibilidad de desarrollar su capacidad en el campo de la planificación del transporte.

Otras consideraciones que deben tenerse presente antes de formular conclusiones sobre la metodología utilizada en la primera etapa del PNT-RA se refieren a las limitaciones en materia de disponibilidad de información de base y de capacidad de computadorización. Se espera llevar a cabo una encuesta completa de origen y destino realizada en carreteras pero ello no se hizo (aunque se dispuso de los resultados de una encuesta experimental) lo que tuvo consecuencias importantes para algunas etapas de los análisis, por ejemplo, el ajuste del modelo de distribución. La limitada capacidad de la computadora disponible para el estudio fue el factor más importante que influyó en el número relativamente reducido de zonas utilizado. En algunas etapas de los análisis se necesitó bastante ingenio para lograr el nivel de precisión requerido de un plan zonal que sólo incluía 40 zonas; por ejemplo, véase la nota final de la sección 4.8 de la presente monografía. En realidad, una de las principales razones por las cuales la metodología utilizada fue distinta de la propuesta originalmente, que era bastante más compleja (y que se describe en el documento E/CEPAL/R.287/Add.6) fue la escasa capacidad de la computadora.

## 2.2 Alcance de la primera etapa del PNT-RA

La primera etapa del PNT-RA se centró en las principales corrientes de transporte en Argentina. De esta manera, construyó modelos del movimiento de seis principales grupos de productos y de las corrientes de pasajeros en los principales corredores. Los seis grupos de productos son:

- cereales;
- azúcar;
- cemento;
- vino;
- productos de acero;
- petróleo y productos de petróleo.

Al evaluar las políticas alternativas y elaborar los programas de inversión por modos se tuvo en cuenta otras clases de tráfico, pero no se construyeron modelos de ellas.

La estructura metodológica global fue tradicional. Puede dividirse en los siguientes elementos, cada uno de los cuales se describe en forma sintetizada en los párrafos posteriores de esta sección de la monografía:

- desarrollo de pronósticos macroeconómicos y demográficos;
- determinación de la producción y del consumo de los productos analizados;
- desarrollo de matrices de origen-destino en el año base, por modo de transporte;
- desarrollo del modelo de repartición entre los modos de transporte;
- desarrollo del modelo de distribución de los modos de transporte;
- asignación de los viajes;
- evaluación de las alternativas.

El año base fue 1979 y el único año futuro respecto del cual se obtuvieron resultados del modelo completo fue 1990, no obstante que también hicieron pronósticos de la producción y del consumo para 1985-1995, respecto de los cuales se podía desarrollar el modelo completo, en caso necesario.

## 2.3 El desarrollo de pronósticos macroeconómicos y demográficos

A través de todo el trabajo se utilizó una tendencia de población, la que se puso a disposición del PNT-RA en forma desagregada por una fuente oficial. El propio PNT-RA desarrolló tres tendencias económicas alternativas. La tendencia central, que fue la única utilizada para la construcción de modelos en la primera

etapa, parte del supuesto de una tasa de crecimiento económico anual de 4%, cifra levemente superior a la tasa de crecimiento promedio desde fines de la Segunda Guerra Mundial. Se establecieron tasas de crecimiento coherentes para los principales sectores de la economía las que posteriormente se utilizaron para orientar los pronósticos de la producción y del consumo. También se especificaron tasas de crecimiento sectorial para las hipótesis de que los resultados de la economía nacional fuesen superiores (5%) o inferiores (3%).

#### 2.4 La determinación de la producción y del consumo de los productos analizados

Ante todo se estableció la producción y el consumo nacionales de los productos analizados para cada año de interés (1979, 1985, 1990 y 1995). A continuación dicha producción y consumo se asignaron por zonas. El plan por zonas comprendió 40 zonas concentradas en aquellas regiones del país en que se concentra la producción y el consumo de los seis grupos de productos.

Los métodos utilizados para estimar la producción y el consumo en el plano nacional variaron bastante de caso en caso, de tal modo que en el presente capítulo sólo puede ofrecerse una reseña general. En el capítulo 4 de esta monografía el lector que lo desee podrá encontrar mayores pormenores. En general, se desarrollaron relaciones estadísticas para explicar y pronosticar la producción y el consumo internos; de tal modo que la diferencia entre ambas tendencias da lugar a las corrientes de comercio internacional estimadas, sea de exportaciones o de importaciones. En la mayoría de los casos se ajustaron varias formas de relación diferentes para la producción (en el caso de los cultivos, separadamente para la superficie sembrada y el rendimiento) y para el consumo de cada tipo de producto, seleccionándose para su utilización la más conveniente desde el punto de vista estadístico y lógico. Por diversas razones, en varias oportunidades no se pudo utilizar este método estándar. Por ejemplo, el crecimiento acelerado del cultivo de la soja en los últimos años anuló todo intento de estimar la producción futura por técnicas de regresión, y se utilizaron métodos más cualitativos. En lo que respecta al azúcar, la aparentemente elevada elasticidad de la oferta se traduce en amplias fluctuaciones de la producción de un año a otro por lo que no se pudo aplicar con éxito el método estándar; en cambio, se estimaron por separado el consumo y las exportaciones y la producción se obtuvo por la suma de ambos. En el caso del cemento, la producción y el consumo se estimaron en forma conjunta mediante un modelo simultáneo.

A menudo, las propias variables independientes utilizadas en las ecuaciones para estimar la producción debieron estimarse mediante ecuaciones auxiliares. Por ejemplo, la relación utilizada para pronosticar la producción de trigo usó el tamaño de los rebaños de reses y ovejas existentes en las regiones del país en que se cultiva trigo y maíz como variables independientes, mientras que la ecuación utilizada para pronosticar el rendimiento del trigo se basó en el precio del período anterior. Por lo general, los pronósticos de la producción nacional no tuvieron presente la competencia en que entraron los distintos productos para obtener los recursos aunque, como se señala más adelante, posteriormente se realizaron pruebas de coherencia.

Las ecuaciones para estimar el consumo utilizaron como variables independientes las medidas de la actividad del sector, sea doméstica o industrial, que utiliza el producto en cuestión. A menudo se incluyeron además otras variables independientes, por ejemplo, la ecuación utilizada para estimar el consumo per cápita de harina de trigo (que luego se convirtió en equivalente del consumo de trigo) se basó en el ingreso nacional neto por persona, en el precio del trigo y en una tendencia cronológica. El consumo de los distintos productos de acero considerados se vinculó con el índice de producción del sector que consume el determinado producto y, en un caso, el precio.

La producción y el consumo fueron luego distribuidos por zonas. Al PNT-RA le interesaban los movimientos a mayor distancia, que usualmente serían interzonales y que estarían sujetos a competencia entre modos de transporte. Por lo tanto, las zonas de "producción" pertinentes, fueron aquellas en que comienzan dichos movimientos mientras que las zonas de "consumo" correspondientes serían aquellas en que terminan tales movimientos. Estas no son necesariamente los verdaderos puntos de origen y de consumo final del producto en cuestión. Por ejemplo, en el caso del azúcar, el movimiento aplicable es aquel que tiene lugar de la refinería al mayorista, elaborador, o puerto, mientras que en el caso del trigo el movimiento aplicable es aquel que va de la granja al molino o al puerto. Los métodos utilizados para distribuir la producción a las zonas variaron apreciablemente de un caso a otro. En algunos casos, la distribución se logró sobre la base de la ubicación y capacidad esperadas de las plantas de producción, esto es, de las refinerías, acerías, etc. En el caso de los cereales se desarrolló un procedimiento relativamente complejo en virtud del cual la producción de cada zona se

/relacionó con

relacionó con la producción de la misma en el período anterior, con los rendimientos estimados, la superficie de terreno que habrá que trasladar desde otros cultivos y de usos no relacionados con cultivos para cumplir con el total de la producción nacional y con la cantidad de estas clases de terrenos que existía en las distintas zonas en el período anterior. El procedimiento se aplicó sucesivamente a cada clase de cereal, y la superficie disponible para su utilización por un producto correspondió al saldo restante después de haberse tratado los productos anteriores.

La distribución del consumo por zona de los productos utilizados con fines industriales se basó en la distribución geográfica esperada de la actividad en los sectores consumidores mientras que el consumo de productos consumidos como demanda final se basó en las tendencias recientes o en la distribución de la población. La distribución del consumo se apoyó en gran medida en las conclusiones de una encuesta especial destinada a identificar los canales a través de los cuales se comercializan los seis grupos de productos (EUTC, o Encuesta a Usuarios del Transporte de Carga).

Se realizaron una serie de comprobaciones para ver si los pronósticos nacionales y la distribución por zonas de la producción y del consumo eran internamente coherentes y de otra manera razonables. Por ejemplo, la producción y el consumo de cereales se pronosticó en forma agregada, esto es, para todos los cereales en su conjunto, y se comparó con la suma de las estimaciones hechas para cada producto. Asimismo, se hicieron comprobaciones para determinar si las estimaciones de la producción (de cereales, petróleo, etc.) eran compatibles con la disponibilidad de recursos, si los niveles implícitos del consumo per cápita de los distintos productos eran razonables, etc., se comprobó que las proyecciones no siempre eran perfectamente compatibles, pero evidentemente se estimó que las diferencias carecían de importancia práctica y, por lo tanto, se aceptaron las proyecciones sin modificaciones.

#### 2.5 El desarrollo de matrices de origen y destino en el año base, por modo de transporte

Para el año base, 1979, se desarrollaron matrices de origen-destino por modo de transporte para cada grupo de productos abarcado por el estudio. La fuente principal de información utilizada para esta labor fue la EUTC. También se utilizaron otras fuentes, en especial estadísticas publicadas por las industrias en

/juego, pero

juego, pero la labor se vio obstaculizada por la falta de información básica adecuada. Hubo que lamentar en especial la falta de información de una encuesta completa de origen y destino en los caminos. En varios casos, la matriz correspondiente a los camiones se estimó desarrollando una matriz para todos los modos de transporte a partir de la EUTC y de fuentes industriales, restando de ella los componentes de ferrocarril y vías de agua (ambos cuales se encontraban bastante bien definidos por las fuentes estadísticas disponibles). El método utilizado varió bastante de caso en caso, según la naturaleza de la información disponible.

Durante la primera etapa del PNT-RA no se desarrollaron matrices sintetizadas para el año base. Sin embargo, el desarrollo de un modelo sintético de distribución para 1990 se basó en información generada por la especificación de las matrices "observadas" para 1979.

#### 2.6 El desarrollo del modelo de repartición entre los modos de transporte

La primera etapa del PNT-RA consideró únicamente tres modos de transporte de carga, esto es, los trenes de carga ordinarios, los trenes bloque y los camiones. Se definieron las redes a través de las cuales se podían calcular los costos del transporte de zona a zona en cada uno de estos modos y se procuró ajustar un modelo para explicar la repartición de los modos de transporte en el año base, que pudiera luego utilizarse para sintetizar la repartición entre modos bajo condiciones diferentes en el futuro. En el caso de los cereales, el modelo de repartición entre modos se relacionó funcionalmente con el modelo de distribución, en el sentido de que los costos utilizados para este último eran valores compuestos de los costos utilizados para el primero, obteniéndose la vinculación funcional mediante un parámetro ( $\lambda$ ) establecido durante el ajuste del modelo de repartición entre los modos de transporte de manera de representar hasta qué punto los expedidores utilizan el modo que supuestamente entraña el costo de transporte más bajo y no otro modo. El modelo de repartición entre los modos de transporte, cuya descripción matemática puede encontrarse en la sección 4.7 de la presente monografía, usa como datos de entrada las estimaciones del costo de cada uno de los modos para el expedidor; dicho modelo determina la proporción del total de tráfico que probablemente habrá de utilizar cada modo. El modelo opera en los movimientos de una zona a otra y para cada grupo de productos.

/La estimación

La estimación del costo del transporte para el expedidor comprende los siguientes elementos:

i) el valor del flete, incluidos los costos adicionales por concepto de carga, entrega, etc.;

ii) el costo por concepto de intereses en tránsito, que por lo general fue una partida relativamente insignificante en relación con el costo total estimado;

iii) un factor aditivo que supuestamente representa las desventajas relativas de un modo con relación a otro, por encima de los costos directos que debe sufragar el expedidor.

El factor iii) de la lista anterior fue agregado a los otros dos costos. Sus valores para 1979 se derivaron considerando en forma subjetiva las ventajas relativas de los servicios ofrecidos por los distintos modos. Después de haberse derivado así inicialmente, los valores se ajustaron de manera que el modelo pudiese reflejar adecuadamente la repartición entre modos observada en 1979. Los valores finales resultantes solieron ser muy significativos en relación con los fletes. El principal coeficiente de ajuste,  $\lambda$  en la fórmula de la sección 4.7, determina hasta qué punto los expedidores prefieren utilizar el modo que entraña los costos más bajos, y no aquellos que tienen costos más altos. Mientras mayor sea el valor de  $\lambda$ , mayor sensibilidad de los expedidores a los costos en la forma definida por los elementos i), ii) y iii) arriba señalados.<sup>1/</sup> El modelo resultó difícil de ajustar adecuadamente.

Una vez ajustado lo mejor posible, el modelo se aplicó para estimar la repartición entre modos para las diversas pasadas que se hicieron del modelo en las condiciones correspondientes a 1990, utilizando como insumo los costos esperados en dicho año. Se ajustó el factor iii) de la lista anterior a fin de que reflejase la calidad de servicio esperada de los diversos modos de transporte en el futuro.

---

<sup>1/</sup> En esta clase de modelos de repartición entre los modos, si el valor de  $\lambda$  es elevado ello puede significar que hay importantes diferencias de calidad de los servicios entre los diversos modos, que el grado de acceso de algunos expedidores a las diversas alternativas modales varía mucho, que algunos expedidores basan sus decisiones en informaciones incompletas, etc.

## 2.7 Desarrollo del modelo de distribución

Se sintetizaron matrices de corrientes de carga para 1990 respecto de los cereales utilizando una técnica distinta de la utilizada para otros productos, resultando más complejo el método utilizado para los primeros. En lo que respecta a los demás productos las matrices correspondientes a 1990 (para todos los modos) se derivaron mediante la aplicación a las matrices equivalentes a 1979 de factores de crecimiento iguales a la relación entre la producción y el consumo en las diversas zonas en 1990 y 1979. Este método no tiene en cuenta las variaciones relativas de los costos del transporte en el período comprendido entre 1979 y 1990 y por lo tanto no fue necesario repetirlo para las distintas condiciones en que podrá encontrarse la red en 1990.

El método utilizado para los cereales sí tuvo en cuenta los costos de transporte. Este método se basó en el concepto de un modelo de gravedad. Como se observó, los costos usados como insumo se obtuvieron del costo del transporte por los distintos modos. El método comprendió diversas etapas. Se utilizó un modelo de gravedad de doble limitación para desarrollar matrices, primero de trigo y luego de otros cereales para los consumidores nacionales. La producción restante después de estimar estas dos matrices representa las ventas de exportación. El tipo de modelo de gravedad utilizado para desarrollar las matrices correspondientes a las ventas de exportación presentaba algunas características inusuales que se detallan en la sección 4.8 de la presente monografía, y tenía en parte una sola limitación y en parte una doble limitación. Los costos de transporte utilizados a manera de insumo se modificaron de manera de tener presentes las diferencias esperadas en el precio de venta de los distintos puertos de exportación, estimadas considerando las características de los distintos puertos, en especial el calado disponible, que a su vez determina el tamaño de los buques que pueden fondear en ellos y, por lo tanto, los costos de transporte por unidad para el país importador.

La función disuasiva utilizada por el modelo para distribuir las corrientes de cereales para exportación comprendió tanto un componente exponencial como uno de función de potencia, y para ajustarlo se necesitaron tres parámetros. No se

/ajustó de

ajustó de acuerdo con las condiciones imperantes en 1979 sino más bien se utilizó para desarrollar matrices para 1990 utilizando funciones de distribución de la duración de los viajes derivados de la información disponible correspondiente a 1979.

## 2.8 Asignación de los viajes

En el caso de los viajes en camión, el método utilizado para asignarlos en 1990 fue el que se conoce como asignación por incremento. Respecto de 1979 se utilizó un procedimiento sencillo de "todo o nada", puesto que normalmente no era necesario repartir el tráfico entre rutas competitivas.<sup>2/</sup> Antes de operar el modelo de asignación, el movimiento se convirtió de su expresión en toneladas a un número equivalente de camiones mediante la aplicación de factores de conversión por tipo de producto.

El método de asignación por incremento equivale fundamentalmente a canalizar sucesivamente porcentajes de la matriz de viajes por carretera, recalculando los costos del transporte en cada iteración sobre la base del movimiento ya asignado y de las funciones que relacionan el movimiento con la velocidad y la velocidad y los costos de transporte. El método parte de la base de que los viajes siguen el recorrido de costo mínimo para el usuario. Para aplicarlo fue preciso especificar las funciones que relacionan la velocidad con el movimiento teniendo en cuenta que parte de la capacidad de la carretera se utilizaría por tráfico no incluido en el modelo, en especial por el tráfico de automóviles.

El movimiento de ferrocarriles se asignó directamente de acuerdo con los itinerarios utilizados por los Ferrocarriles Argentinos, que es la empresa ferroviaria estatal.

---

<sup>2/</sup> Sin embargo, el método de asignación incremental, véase más adelante, puede repartir el movimiento entre cualquier par de zonas entre rutas competitivas. Considerando el caso ilustrativo de la asignación del flujo entre cualquier par de zonas a dos rutas competitivas, el primer incremento del flujo se asigna a la ruta alternativa "A". Luego se revisan las velocidades tomando en cuenta la asignación de este primer incremento para que el costo por la ruta "B" se haga más barato. El segundo incremento se asignaría a la ruta "B".

## 2.9 Evaluación de las alternativas

Durante la primera etapa del PNT-RA se llevaron a cabo varias clases de evaluación diferentes. Pueden agruparse en dos categorías: evaluación de proyectos (y la elaboración de los programas de inversión correspondiente) y evaluación de políticas. La evaluación de proyectos no se basó mucho en el modelo transporte descrito en las primeras secciones del presente capítulo del trabajo puesto que debieron llevarse a cabo al mismo tiempo que las etapas finales de desarrollo del modelo. Algunas de las clases de evaluación de políticas utilizaron bastante el modelo de transporte, si bien se llevaron a cabo no sólo para obtener conclusiones destinadas a orientar la formulación de políticas, sino también para adquirir experiencia sobre la manera de conducir dichas evaluaciones. Las conclusiones alcanzadas no deben considerarse definitivas puesto que al realizar las evaluaciones aún no se había perfeccionado el modelo de transporte.

La evaluación de los proyectos de carreteras entrañó analizar las distintas clases de proyectos en condiciones características a fin de establecer los niveles de tráfico críticos que deberían predominar para las distintas clases de carreteras existentes para justificar su conversión a las diversas clases de carreteras mejoradas. Estos niveles de tráfico crítico, unidos al conocimiento del estado actual de la red de carreteras, a los niveles de tráfico predominantes y de las tasas de crecimiento del tráfico, permitieron establecer proyectos óptimos para cada tramo de la red real de carreteras. A continuación se evaluaron estos proyectos de acuerdo con procedimientos estándar para establecer beneficios y costos y se asignaron como corresponde por año a un programa de inversiones en carreteras. Sin embargo, los proyectos que se evaluaron de esta manera sólo constituyeron una pequeña parte del programa total de inversiones en carreteras propuesto, que en su mayor parte se especificó por métodos menos analíticos.

Se definieron proyectos de inversiones en ferrocarriles en cada uno de los siete principales corredores ferroviarios del país. El proyecto para cada corredor comprendía subproyectos en los tres campos correspondientes a la vía, las locomotoras y otro material rodante, y se identificaron comparando el estado actual de cada corredor en estos tres aspectos con las normas deseadas, que se

/consideraba razonable

consideraba razonable alcanzar. Cada subproyecto se evaluó estimando el ahorro de costos que se obtendría en caso de llevarse a cabo, dado que los otros dos subproyectos relacionados con el corredor ya se habían realizado. Se calcularon las tasas de rentabilidad interna y los subproyectos se ubicaron en un programa de inversión que además abarca proyectos que se estimó que valía la pena poner en ejecución lejos de los corredores principales. Estos últimos no fueron evaluados.

El principal tipo de evaluación de política realizado procuró estimar los efectos económicos del reemplazo del régimen actual de precios en las diversas modalidades de transporte a la vez bajo un régimen basado en la fijación del precio de acuerdo con el costo promedio y con arreglo a un método que utiliza un sistema basado en los costos marginales. Los componentes de repartición entre modos y asignación del modelo de transporte se aplicaron bajo las tres políticas de fijación de precios alternativas y los resultados se evaluaron utilizando una metodología basada en el excedente del consumidor, notable por la medida en que desagregó los beneficios por tipo de beneficiario y de esta manera permitió identificar las consecuencias en la distribución de las variaciones propuestas al sistema de fijación de los precios. Otra característica notable de todas las evaluaciones realizadas es el uso de precios de cuenta rigurosamente estimados.

### 3. Una evaluación de la metodología empleada en la primera fase del Plan Nacional de Transporte

#### 3.1 Introducción

En general se puede decir que la metodología desarrollada para la primera fase del Plan Nacional de Transporte de la República Argentina, es la más avanzada de todas las metodologías usadas en la planificación de transporte en el ámbito nacional en el Cono Sur. De otro modo, algunas restricciones impuestas durante la ejecución de la primera fase del Plan significaron que esta metodología no pudiera aplicarse en forma suficientemente detallada y desagregada para obtener de ella resultados más precisos. Sin embargo, cabe acentuar que no se pretendía que la primera fase generase resultados demasiado exactos ya que en fases subsiguientes se esperaba introducir algunos refinamientos a la misma metodología, así como contar con más datos básicos y con equipos computacionales de mayor capacidad.

La primera fase del Plan (PNT-RA), como ya hemos dicho en el primer capítulo de esta monografía, tenía varios objetivos, incluyendo la formación de un equipo de profesionales y técnicos argentinos quienes acumularían experiencia práctica al trabajar junto a los consultores extranjeros para poder continuar las labores de planificación una vez que estos consultores se fuesen del país. La importancia dada a este objetivo de capacitación, y el plazo fijo para llevar a cabo la primera fase de los análisis, explica perfectamente la decisión de considerar una mayor agregación aun a costa de obtener una cobertura parcial en los estudios. Lo importante, desde el punto de vista de la formación de profesionales locales, era desarrollar y aplicar una metodología apta para la planificación y pasar por todas las etapas que forman parte del proceso para que los funcionarios nacionales pudieran adquirir la experiencia necesaria para futuras fases del PNT-RA. No era esencial aplicarla en forma pormenorizada ni exhaustiva.

Como ya se ha dicho, otra limitación que hubo que afrontar en la primera fase del PNT-RA fue la poca capacidad del computador disponible. La capacidad computacional de cualquier estudio de transporte está muy relacionada con el número de zonas que pueden considerarse, puesto que, aproximadamente, las necesidades de computaciones varían de acuerdo con el cuadrado del número de zonas. Por lo tanto, hubo que restringir el número de zonas consideradas a solamente cuarenta, lo que resulta reducido tomando en cuenta la dimensión territorial de la República Argentina. Si estas cuarenta zonas cubriesen todo el país (considerando solamente

el territorio continental) cada una, en promedio, tendría que incluir un área bastante grande de aproximadamente 70 000 kilómetros cuadrados o la superficie de Bélgica y Holanda juntas. Sin embargo, teniendo en cuenta esta restricción, durante la primera fase se consideró conveniente no intentar cubrir todo el país, prefiriéndose concentrar los análisis en aquellas partes del país que generan la mayor parte de la producción y en donde está ubicada la mayoría del consumo de bienes. Estas áreas incluían más o menos la mitad del área territorial de Argentina continental. En ciertas etapas de los análisis hubo que realizar ciertos arreglos en el modelo para extraer el máximo grado de detalle dada la restricción computacional.

Otro factor limitante fue la disponibilidad de datos, especialmente la ausencia de una encuesta completa de entrevistas de origen-destino en las carreteras. La Argentina en general es un país donde existe una base de datos estadísticos relativamente amplia para un estudio de transporte en el plano nacional. Por ejemplo, en forma regular se recogen informaciones muy completas sobre la producción agrícola, con un nivel de desagregación considerable. Por otra parte, los Ferrocarriles Argentinos regularmente recogen informaciones estadísticas sobre los movimientos ferroviarios por tramo, producto, origen y destino. Sin embargo, en cualquier estudio de transporte es muy importante contar con información sobre los movimientos por carretera, en especial aquella que permita la formación de matrices origen-destino por productos (y personas) transportados por este medio. La primera fase contaba con los resultados de una encuesta de naturaleza piloto sobre origen-destino en las carreteras, y para los flujos de camiones desde y hacia los puertos se disponía de informaciones estadísticas, pero la encuesta completa de origen-destino en las carreteras no pudo realizarse durante la primera fase del estudio, debiendo postergarse hasta 1982. Por lo tanto, algunas operaciones, por ejemplo la calibración del modelo de distribución, tuvieron que llevarse a cabo de una manera diferente a la que se habría utilizado si se hubiera contado con los resultados de una encuesta completa.

Considerando las limitaciones enunciadas, se puede señalar que la metodología adoptada en la primera fase del PNT-RA fue sumamente acertada. En algunos aspectos fue tan adecuada que probablemente en el futuro, cuando se levanten las restricciones, sólo será necesario introducir pequeñas modificaciones para obtener resultados de excelente calidad.

/Este capítulo

Este capítulo de la monografía se refiere a la evaluación de la metodología usada en la primera fase del PNT-RA. Esta evaluación debe necesariamente considerar dos aspectos de la metodología, a decir: i) la forma en la cual fue empleada en la primera fase del PNT-RA, y ii) la forma en la cual será empleada en el futuro una vez que la disponibilidad de datos y la capacidad computacional preseten menos restricciones que las con que se tuvo que operar en la primera fase del PNT-RA. Vale decir, se refiere principalmente a los aspectos metodológicos, ya que la presente monografía forma parte de un estudio de éstos realizado a solicitud de los Ministros de Obras Públicas y Transporte de los países del Cono Sur.

Las secciones siguientes del capítulo se refieren respectivamente a la metodología de la primera fase del PNT-RA como fue implementada, i.e., sujeta a las prevalecientes restricciones computacionales y de datos, y a la misma metodología en un contexto más general, i.e., cómo podría operar sin dichas restricciones.

### 3.2 Una evaluación del modo en que fue aplicada la metodología de la primera fase del PNT-RA

Las limitaciones computacionales y de disponibilidad de datos presentes en la primera fase del PNT-RA afectaron la calidad de los resultados obtenidos. En el capítulo del informe del PNT-RA que trata las evaluaciones llevadas a cabo en la primera fase del análisis, se hace notar que los resultados obtenidos no pueden ser tratados como definitivos, resaltando especialmente la necesidad de disponer de más datos. El mismo informe señala que dado que el personal del DNPT ha sido bien capacitado en el manejo del modelo de transporte, no se presentarían mayores problemas para operarlo nuevamente al disponerse de más información. La calidad de los resultados de esta primera fase no sólo se habría mejorado al disponer de más información, sino que también si la disponibilidad en la capacidad computacional hubiese permitido una mayor desagregación.

La deficiencia principal de datos se refiere a la ausencia de la encuesta en las carreteras contemplada originalmente, ya que sólo se llevó a cabo una encuesta piloto. La falta de datos de una encuesta global en las carreteras presentó dificultades importantes, que sólo fueron subsanadas a través del uso de técnicas normalmente consideradas poco desables.

Como ejemplo se puede citar la especificación de la matriz de tráfico del año base para cada modo. La disponibilidad de buenas estadísticas sobre tráfico de carga por ferrocarril y transporte acuático permitió preparar matrices de estos

dos modos para cada uno de los grupos de productos analizados. Fue posible compilar las matrices de todos los modos sobre la base de la información contenida en las encuestas de mercado de los diferentes productos, junto con información suplementaria de fuentes industriales. La técnica a veces empleada para obtener matrices de camiones fue de sustraer las matrices ferroviarias y acuáticas del total.

El efecto principal de la limitación sobre la capacidad computacional disponible fue la reducción del número de zonas de análisis a 40, lo que constituye una cantidad pequeña en relación con el área total de Argentina. Como consecuencia del uso de zonas de gran tamaño, muchos movimientos que habrían sido interzonales en otros estudios resultaron intrazonales en el PNT-RA. Los movimientos intrazonales no se incluyeron en el modelo de transporte, por lo que éste subestimó el volumen total de tráfico en las carreteras y en menor grado en las conexiones ferroviarias y acuáticas (donde el tráfico local normalmente es menos importante que en las carreteras). El tráfico no incluido fue considerado en la estimación de las velocidades de tráfico en las conexiones carreteras (i.e., efectos de la congestión), pero el hecho de no haber tomado en cuenta en el modelo una cantidad considerable de tráfico debe haber tenido un impacto considerable en la calidad de los resultados del estudio, y también limita la utilización potencial del modelo.

En este contexto cabe hacer notar que la evaluación de los proyectos viales para el desarrollo del programa de inversiones en carreteras no pudo utilizar los resultados del modelo, puesto que éstos no estaban disponibles cuando fueron llevadas a cabo las evaluaciones. Sin embargo, no está claro que el modelo en su forma actual tenga la capacidad de aportar mucho más a las evaluaciones de proyectos de carreteras que se realicen en el futuro.

Debe recordarse que la primera fase del PNT-RA consideró solamente seis grupos de productos (además de los viajes de pasajeros en los corredores principales). La limitación del análisis de carga a sólo seis productos no fue debida a restricciones en la capacidad computacional disponible, sino a consideraciones de tiempo y presupuesto que limitaron la cantidad de datos que podrían recolectarse. Los seis productos considerados son aquellos que se estiman los más importantes en el mercado de transporte de carga argentina, los que representan el 54% del total del tráfico de carga interurbano, expresados en toneladas-kilómetro. Al

/excluir el

excluir el petróleo crudo y los productos de petróleo la proporción se reduce a sólo el 30% del total (véase el cuadro 3). Para incrementar significativamente estos porcentajes habría que analizar un número desproporcionado de otros productos, cada uno de los cuales contribuye relativamente poco al total de los volúmenes de tráfico.

La principal duda que debe plantearse frente a la primera fase del PNT-RA, dejando de lado los elementos de entrenamiento, es si la metodología utilizada era capaz de producir resultados valiosos. Se preparó un programa de inversiones para transporte por carretera y por ferrocarril, se analizaron políticas de precios alternativos y se obtuvieron varios otros tipos de resultados pero, en general, falta comprobar que los resultados obtenidos son suficientemente confiables para guiar la planificación del transporte en la nación. Los argumentos empleados para dudar de la confiabilidad de dichos resultados incluyen los siguientes:

i) El grupo de seis productos analizados representa sólo aproximadamente el 54% del total de flujo interurbano de carga del país;

ii) La primera fase del PNT-RA incluyó solamente 40 zonas, por lo que una parte de la carga representada por estos seis grupos de productos que habría sido transportada a cortas distancias fue considerada como tráfico intrazonal en vez de entre zonas;

iii) No se calibró ningún modelo de distribución para el año 1979. El procedimiento usado para productos diferentes de los granos no requería de calibración, implicando que la forma de distribución observada para 1979 se podría aplicar en 1990, realizando sólo los ajustes necesarios a las matrices para reflejar los cambios de producción y consumo en las diferentes zonas de origen y destino. Este principio asume que los cambios en el sistema de transporte durante los próximos 20 años no afectarán la distribución de las corrientes de carga. En el caso de los cereales las matrices de 1990 fueron simuladas usando como guía funciones que muestran la distribución de viajes en relación al costo de transporte derivado de las matrices de 1979. Por haberse basado en los costos de transporte, las matrices resultantes reflejarían cambios en el sistema de transporte.

Cuadro 3

LA IMPORTANCIA RELATIVA DE LOS SEIS GRUPOS DE PRODUCTOS ANALIZADOS EN  
EL MERCADO TOTAL DE CARGA TRANSPORTADO EN ARGENTINA 1979/1980

Grupo de productos	Producción anual (miles de toneladas)	Distancia media estimada de transporte, en km	Ton/km (en millones)
Azúcar	1 400	1 100	1 540
Cemento	6 500	550	3 575
Granos	28 000	300	8 400
Petróleo crudo	26 000	1 000	26 000
Productos petroleros	26 000	200	5 200
Productos de fierro y acero	3 500	500	1 750
Vino	2 300	1 000	2 300
1. <u>Total</u>			<u>48 765</u>
2. Demanda de transporte de carga interurbana 1979/1980 a/			90 000
3. Transporte por ducto, flujo aproximado de 1979			13 000
4. Línea 2 más línea 3			113 000
5. Línea 1 como porcentaje de la línea 4			54%

Fuente: CEPAL, basándose en estadísticas del Plan Nacional de Transporte, especialmente en el Plan de Corto Plazo, Programa del Sector Transporte - 1979, República Argentina, Poder Ejecutivo Nacional.

a/ Esta cifra no incluye movimientos por ducto.

/iv) Los

iv) Los programas de inversiones en carreteras y ferrocarriles se elaboraron independientemente del modelo de transporte, ya que éste no había producido resultados utilizables a la fecha en que se requerían para la estimación de inversiones de acuerdo con el plazo de entrega fijado. Los métodos usados abarcaron solamente ciertos tipos de proyectos, y en parte los programas de inversiones no eran producto de ningún procedimiento de evaluación. Solamente el 65% del costo total del programa de inversiones en carreteras propuesto representa proyectos que fueron evaluados, correspondiendo el 35% restante esencialmente a proyectos que fueron aceptados como rentables económicamente o desde otros puntos de vista.

v) La primera fase del PNT-RA incluía una serie de controles para asegurar que las diferentes proyecciones de producción y consumo eran a la vez razonables y consistentes entre ellas mismas y con las proyecciones macroeconómicas. En las secciones 4.3 y 4.4 de esta monografía se describen varios de los controles realizados. Sin embargo, habría sido valioso considerar ciertos tipos de controles que no se hicieron, como por ejemplo asegurar que las estimaciones de las futuras exportaciones de cereales fueran compatibles con el valor de las exportaciones totales en las proyecciones macroeconómicas.

### 3.3 Una evaluación de las cualidades intrínsecas de la metodología desarrollada en la primera fase del PNT-RA

No existe un límite preciso entre las características inherentes de una metodología y la forma en que ésta es aplicada, puesto que algunas de esas características podrían modificarse de acuerdo con las condiciones de aplicación. No obstante, aquí se pretende hacer tal distinción con el objetivo de evaluar las cualidades intrínsecas de la metodología desarrollada e indicar los resultados que podrían haberse obtenido si se hubieran liberado las restricciones computacionales y de datos que existían en la primera fase del PNT-RA, reconociendo que en etapas posteriores cualquier cambio en las condiciones puede dar lugar a modificaciones en algunos detalles de la metodología. La concentración en los aspectos críticos, más bien que en lo elogiable, es consistente con el tratamiento dado a los otros países analizados en el Estudio Integrado de Transporte.

En el informe principal se sugieren formas de mejorar las metodologías de planificación del transporte, resaltando los aspectos más interesantes de las metodologías usadas en los diferentes países del Cono Sur.<sup>3/</sup> Sin embargo, a fin

---

3/ La planificación del transporte en los países del Cono Sur: evaluación comparativa de las metodologías aplicadas en cinco países (E/CEPAL/R.287).

de no dar una impresión injusta de la calidad de la metodología elaborada en la primera fase del PNT-RA, se hará mención de algunas de sus características más favorables, varias de las cuales son únicas entre los estudios nacionales de transporte del Cono Sur, antes de presentar los aspectos criticables.

El desarrollo y empleo de precios sombra en las evaluaciones de proyectos y políticas constituye una característica especialmente favorable. Aunque en esta monografía no se analiza el principio por el cual fueron derivados los precios sombra, ya que se concentra en la metodología del modelo de transporte, es importante resaltar su uso. El PNT-RA confeccionó procedimientos para estimar factores que permitían convertir en precios sombra los precios de mercado de las divisas, el costo de capital, la mano de obra y el petróleo.

Se decidió aceptar la tasa de descuento recomendada por las autoridades pertinentes para la evaluación de proyectos, en vez de calcular la tasa sombra correspondiente. Lo que es más, se consideró que la situación de prácticamente pleno empleo prevaleciente en Argentina en 1979 (año base para la estimación de precios sombra) significaba que el precio sombra de la mano de obra estaba reflejado en el precio de mercado imperante.

Por otra parte, se calcularon precios sombra para divisas y petróleo que diferían poco de los precios de mercado, exceptuando los casos del aceite combustible, el queroseno y, en menor grado, el combustible diesel. Si la misma metodología se hubiese aplicado en otros países del Cono Sur, o aun en Argentina en las condiciones actuales, algunos de los precios sombra probablemente habrían sido más altos que aquellos aplicables en el año 1979, lo que estaría indicando que su aplicación podría haber sido aún más importante en otros países o en otros años.

Una segunda característica favorable de la metodología analizada fue el modo en que se integraron la partición modal y los modelos de distribución en el análisis del transporte de ciertos productos. Como se explica en la sección 4.8, los costos usados para la distribución de cereales se compusieron de los costos individuales de cada uno de los modos disponibles para el transporte de estos productos. El PNT-RA es el primer estudio integrado de transporte conducido a nivel nacional en el Cono Sur que ha adoptado dicho procedimiento, previamente empleado sólo a niveles regional y urbano, que permite que el modelo de distribución sea más realista y al mismo tiempo más sensible a medidas de política. Por ejemplo,

/si subiera

si subiera el costo de transportar cereales entre cierto par de zonas de origen y destino a través del segundo modo más barato, se disminuiría la cantidad de cereales transportados entre esas dos zonas. Muchos otros modelos, incluyendo aquellos usados en otras partes del Cono Sur, no habrían modificado la cantidad total transportada. Es razonable que esta cantidad deba variar, ya que el modo que según el modelo de transporte es el más barato entre un específico par de zonas no necesariamente lo sería en realidad para todos los usuarios. El modelo utiliza costos medios zona a zona, los que no son aplicables a los orígenes o destinos reales que no coinciden con el centro de la zona. Además, debe considerarse que los usuarios son heterogéneos en otros sentidos, tales como en sus posibilidades de conseguir menores tarifas por un determinado modo.

Desafortunadamente, como se menciona en la sección 4.8, esta fase del plan no aplicó a las matrices de los demás productos los mismos principios utilizados en la estimación de matrices de cereales.

Otros aspectos positivos de la metodología empleada incluyen: i) la forma en que se usó un procedimiento convencional para evaluar el excedente del consumidor en la identificación de los costos y beneficios de las partes interesadas, a diferencia de la práctica usual de combinar costos y beneficios sin indicar quienes los perciben; ii) la forma exhaustiva en que se llevaron a cabo las proyecciones de producción y consumo de los grupos estudiados, haciendo uso de los datos relativamente buenos existentes en Argentina, y iii) el reconocimiento de la congestión en la asignación de viajes.

A continuación se presentan las características criticables de la metodología, algunas de las cuales pueden requerir una mayor atención en fases posteriores del PNT-RA. Sin embargo, debe recordarse que el presente estudio se refiere a aspectos metodológicos que en muchos casos pueden ser variados sin producir un impacto significativo en los resultados finales. Por lo tanto, algunas de las siguientes características pueden ser interesantes principalmente a nivel conceptual, mientras que otras son de importancia práctica:

i) Aproximadamente la mitad del programa de inversiones en ferrocarriles no tuvo como base los resultados de una evaluación económica, por lo que debe ser considerado con cierta cautela.

/ii) Ya

ii) Ya se mencionó en la sección 3.2 iv) que debido a las restricciones impuestas a la metodología no hubo una validación real de los modelos de distribución. Se podría criticar también el hecho de haber empleado un tipo de modelo para los cereales y otro para los productos restantes. El de cereales basó su distribución en los costos de transporte, entre otros factores, pero esos costos no fueron considerados para los otros productos. Los costos de transporte tienden a ser más relevantes en la distribución de viajes mientras mayor es su importancia relativa en el valor final del producto, por lo que cuanto menor es su precio unitario, mayor tiende a ser la necesidad de incorporar los costos de transporte en la lista de factores usados para determinar la distribución de viajes. Así, sería razonable basar los patrones de distribución de productos tales como el vino, cuyo valor es de alrededor de US\$ 1 000 por tonelada, en factores distintos de los costos de transporte. Sin embargo, si éstos se incluyeron entre los factores utilizados para explicar la distribución de cereales, cuyo valor es de unos US\$ 150 por tonelada, también deberían haberse tomado en cuenta para productos como el cemento, cuyo valor es de aproximadamente US\$ 85 por tonelada.

iii) El modelo de asignación del PNT-RA se destaca al reconocer la posibilidad de congestión -es decir, la interacción entre las velocidades y los flujos de tráfico- y sus efectos sobre los costos, siendo así el único estudio integrado de transporte en el Cono Sur que ha incorporado este factor en su simulación del transporte a pesar de que sólo se incluyó la congestión de las carreteras y los puertos. En el caso del transporte ferroviario, podría ser importante a futuro si las inversiones llevadas a cabo resultaran insuficientes para mantener a los niveles actuales la capacidad por sección de ruta. Podría también llegar a ser importante en los puntos de transbordo, aunque en ese caso tendría más impacto en la partición modal que en las asignaciones.

iv) Desde el punto de vista conceptual no es totalmente satisfactoria la rutina del modelo de asignación que simula la congestión en carreteras. El método usado, que se resume en la sección 4.9, implica que el tráfico entre zonas de origen y destino debe ser asignado de acuerdo a diferentes grupos de costos. En la realidad todo el tráfico entre un mismo par de zonas de origen y destino incurre en los mismos costos, pero éstos pueden variar a lo largo del día y los diferentes usuarios del camino pueden percibirlos en formas distintas; el modelo de asignación no tomó en cuenta explícitamente dichas variaciones. Asimismo, la

rutina de asignación por incrementos sucesivos enfrenta al economista con el problema de decidir qué grupo de costos debe usar en sus evaluaciones. Dado que diferentes partes de la matriz de viajes por carretera se asignan de acuerdo a distintos grupos de costos, el problema es de difícil solución.

v) La primera fase del PNT-RA utilizó un conjunto de técnicas particularmente rigurosas y bien concebidas para las proyecciones de producción y consumo de los productos considerados, cuya calidad hasta cierto punto superó a la del método usado para distribuir por zonas los totales nacionales, especialmente en el caso de la producción de cereales. Como se explica en la sección 4.2, el procedimiento empleado era bastante arbitrario, ya que no contemplaba de manera realista la competencia entre los diferentes cultivos por la tierra disponible. A fin de asignar la tierra en forma satisfactoria a diferentes usos potenciales, sería necesario considerar simultáneamente los rendimientos, precios y otros factores de cada cultivo posible, lo que no se hizo. Por el contrario, en cada zona se asignó la tierra a cada cultivo por separado para alcanzar los totales determinados a nivel nacional. Este procedimiento no es determinante, ya que sus resultados dependen del orden en que fueron considerados los diferentes cultivos, lo que se dejó al juicio del analista.

vi) Los métodos de evaluación de proyectos fueron sólidos más bien que precisos, y es posible que se revisen durante las fases subsiguientes. Se requeriría cierto grado de revisión para que esos métodos pudieran utilizar las estimaciones de tráfico provenientes del modelo de transporte. Podrían mejorarse también en lo que se refiere al tratamiento del tráfico generado, desviado y suprimido, ya que en la primera fase se supuso que la realización de un proyecto vial produciría un incremento del tráfico debido a factores de generación y desvío derivados de reducciones en los costos de transporte. Habría sido conceptualmente más satisfactorio desarrollar funciones sencillas que relacionaran las cantidades de tráfico generado, desviado y suprimido con las variaciones en los costos para los usuarios, lo que habría permitido, por ejemplo, hacer estimaciones sobre los efectos de la congestión en la supresión de tráfico, especialmente en los casos en que no se implementaron proyectos. Indudablemente se escogió el método usado porque era fácil de aplicar, pero una vez elaboradas las mencionadas funciones de costos, su aplicación habría sido igualmente fácil.

/Existe evidencia

Existe evidencia de que el impacto del desvío de tráfico en la evaluación de los proyectos ferroviarios podría haber asumido un carácter más favorable en los proyectos analizados que en la realidad. La posibilidad de que frente a la ausencia de inversiones en ferrocarriles el tráfico ferroviario pueda desviarse a otros modos no fue considerada en el cálculo de los beneficios de los proyectos ferroviarios, pero en el tomo del PNT-RA que presenta los resultados de la evaluación de los proyectos ferroviarios se menciona que la incorporación de dicho desvío elevaría los beneficios estimados. Este incremento de los beneficios dependería de si el traslado proviniera de los trenes bloque o de los trenes regulares de carga. Si el traspasso se efectuara desde trenes bloque cuyos costos son inferiores a los costos de transporte por carretera, el método de evaluación habría subestimado los beneficios. Por el contrario, si el tráfico se trasladara de trenes regulares de carga la metodología estaría sobrestimando los beneficios.

Existen otros factores que deben ser considerados antes de determinar el impacto real en los cálculos de los beneficios de la exclusión del desvío del tráfico ferroviario, tales como las diferencias entre las tarifas y los verdaderos costos económicos de transporte, y la posible incidencia de la congestión en uno u otro de los dos modos en cuestión. Por esto no se puede llegar a una conclusión definitiva sin realizar análisis más refinados de la interacción entre niveles de tráfico y costos de transporte. Dichos análisis sin duda serán llevados a cabo en las fases subsiguientes del PNT-RA.

Se podrían mencionar otras críticas más en detalle de la tecnología desarrollada, pero no tienen cabida en este informe. Tal como se presenta, la metodología elaborada en la primera fase contiene varios aspectos especialmente favorables y constituye un punto de partida sólido para las etapas posteriores del PNT-RA, en las que se puede visualizar la evolución del modelo de transporte con algunas de las características inicialmente propuestas (y descritas en el informe E/CEPAL/R.287/Add.6). Una vez en operación, este modelo debería ser muy flexible y capaz de manejar una amplia gama de tareas de planificación del transporte. Elevar el modelo a un estado operacional requerirá de tiempo y esfuerzos considerables, no sólo en su perfección sino también en la recolección de datos. No obstante, el modelo tal como fue empleado en la primera fase del PNT-RA proporciona una base satisfactoria para la planificación del transporte.

### 3.4 Conclusiones sobre la metodología usada por la primera fase del PNT-RA

No cabe ninguna duda de que la metodología desarrollada en la primera fase del PNT-RA forma una base muy sólida para la futura planificación de transporte en la Nación. Además, incluye varios aspectos que podrían estudiarse con vistas a su aplicación en otros países del Cono Sur.

La metodología aplicada en la primera fase del PNT-RA no pudo ser más perfeccionada, por las limitaciones mencionadas en la parte introductoria de este capítulo de la monografía. Asimismo, hubo también otras restricciones que es preciso tener presentes como el tiempo reducido de que se dispuso para terminar los análisis de la primera fase, lo que originó que las evaluaciones de los proyectos ferroviarios y viales tuvieran que hacerse en forma aproximada sin contar con los resultados del modelo de transporte.

En fases futuras del PNT-RA se ampliará el número de zonas consideradas, se analizará un porcentaje mayor del transporte de carga que la considerada en la primera fase, se perfeccionará el tratamiento de congestión y también se espera incorporar mejoras en otras etapas de los análisis.

La metodología tal como ha sido aplicada en la primera fase representa un importante avance desde varios puntos de vista y una vez que se perfeccione constituirá una excelente combinación de pragmatismo y evolución analítica que puede servir de base para mejorar considerablemente la planificación en los países del Cono Sur.

#### 4. Reseña detallada de la metodología de simulación y evaluación utilizada en la primera etapa del Plan Nacional de Transporte

##### 4.1 Introducción

A grandes rasgos, la primera etapa del PNT-RA desarrolló pronósticos macroeconómicos que, unidos a proyecciones de la población, se utilizaron para predecir la producción y el consumo de seis principales grupos de productos (y de la generación de tráfico de pasajeros en los principales corredores) para 1990 y otros años futuros, así como para el año base de 1979. A continuación, estas estimaciones nacionales de la producción y del consumo se distribuyeron por zonas utilizando un plan zonal que abarcó aquellas regiones del país en que se concentra la actividad económica. Respecto del año base, se especificaron matrices origen-destino compatibles con estas estimaciones zonales, para cada modo de transporte y cada grupo de productos. También se ajustó un modelo de repartición entre modos de transporte para 1979. Las matrices por todos los modos en su conjunto correspondientes a 1990 se simularon de distintas maneras para los diferentes grupos de productos y se dividieron según la utilización del modelo de repartición entre modos. Estas matrices se desarrollaron para dos estados posibles de la red de transporte, uno de los cuales parte de la base de la existencia de un puerto principal nuevo. Los viajes correspondientes a 1990 se asignaron teniendo en cuenta la congestión (en carreteras) y contemplando un margen por concepto del tráfico generado por los grupos de productos y categorías de viajes de pasajeros no incluidos en el modelo.

Se realizaron dos tipos de evaluación, una de las políticas y la otra de los proyectos. Las evaluaciones de política llevadas a cabo durante la primera fase del PNT-RA fueron preliminares y serán objeto de revisión, utilizando la misma metodología básica, en fases posteriores. La evaluación de proyectos de la primera fase debió realizarse más que nada en forma independiente del modelo de transporte, puesto que al elaborar los programas de inversión no se conocían los resultados de dicho modelo.

En el presente capítulo se ofrece una descripción relativamente pormenorizada de la metodología utilizada en la primera etapa del PNT-RA, basada en los volúmenes del PNT-RA mencionados en la bibliografía.

##### /4.2 Determinación

#### 4.2 Determinación de las variables macroeconómicas

El PNT-RA sólo utilizó una proyección de la población la que fue proporcionada, ya distribuida en las 41 zonas utilizadas en la primera etapa del estudio, por el Instituto Nacional de Planificación Económica.

Se establecieron tres tasas de crecimiento económico alternativas las que fueron calificadas internamente por el grupo de estudio del PNT-RA. Se observó que, en Argentina, desde la Segunda Guerra Mundial la tasa de crecimiento del producto interno bruto ha fluctuado por largos períodos entre 3.1% y 3.9% al año. El producto bruto del sector industrial ha crecido a tasas que fluctúan entre 4.0 y 5.1%, el sector agrícola entre 1.4 y 2.3% y el sector minero entre 5.8 y 9.9% anual.

Las tres tasas de crecimiento global proyectadas a partir del producto interno bruto fueron 3%, 4% y 5% al año, es decir, baja, mediana y alta respectivamente. Se especificaron tasas de crecimiento compatibles para los tres sectores mencionados para cada una de estas tres alternativas. También se derivaron las tasas de crecimiento de un sector residual.

Se especificaron los valores absolutos del producto para los años 1980, 1985, 1990 y 1995, que son de interés para el PNT-RA para su uso posterior como variables exógenas para las proyecciones económicas detalladas, según se explica más adelante.<sup>4/</sup>

#### 4.3 Estimación de la producción nacional y zonal de productos agrícolas

El método utilizado para proyectar la producción de productos agropecuarios varió de un producto a otro. En la presente sección se ofrecen ejemplos relacionados con cultivos de azúcar y cereales.<sup>5/</sup>

En el caso del azúcar, se partió de la base que la producción sería igual a la suma del consumo interno y de las exportaciones, cada uno de los cuales se estableció en forma independiente, según se señala en la sección 4.4 de la presente monografía. Se analizaron otros métodos para estimar el volumen de la producción de azúcar pero ninguno de ellos resultó satisfactorio, al parecer debido a que la elevada elasticidad de la oferta se traduce en amplias fluctuaciones en la producción total de un año a otro.

---

<sup>4/</sup> En la primera etapa del PNT-RA sólo se hicieron pronósticos de tráfico respecto de 1990.

<sup>5/</sup> Esto es, azúcar refinada.

Por otra parte, en el caso del trigo, se pudo ajustar la siguiente función a las tendencias pasadas en la superficie asignada:

$\text{Log AS} = 24\ 461 - 0.556 \log \text{EO} - 0.974 \log \text{EV}$ , en que,

AS = miles de hectáreas sembradas de trigo,

EV = miles de cabezas de ganado en las regiones sembradas de trigo y maíz del país,

EO = como EV, pero relacionado con el número de ovejas.

Esta ecuación tiene en cuenta el hecho de que el trigo y los pastos se disputan la tierra. Para fines de proyección, EO y EV debieron estimarse en forma independiente. Las estimaciones requeridas de las variables se generaron por funciones que vincularon el tamaño de los rebaños con el producto interno bruto del país.

La ecuación 4.2.1 debió complementarse por una relación que predice el rendimiento. La ecuación elegida para ello fue la siguiente:

$\text{Log RT} = 5\ 104 + 0.207 \log \text{PrT} (t-1) + 0.0103t$

en que,

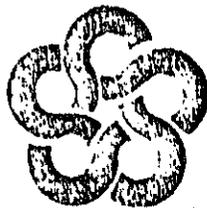
RT = rendimiento del trigo en kilogramos por hectárea sembrada;

PrT (t-1) = precio del trigo por tonelada en pesos de 1960 el año anterior;

T = año, medido de 1938 = 1.

Para esta ecuación los precios se proyectaron de acuerdo con la evolución histórica.

En algunos sentidos, los métodos utilizados para proyectar la producción de otros cultivos de cereales fueron distintos de los reseñados más arriba respecto del trigo, según las estadísticas disponibles y, en especial, la bondad del ajuste revelada en los diversos análisis estadísticos llevados a cabo. Por lo general, se debió comprobar la calidad estadística de las funciones seleccionadas, y además demostrar que eran razonables desde el punto de vista lógico. Las variables independientes para las ecuaciones destinadas a predecir la superficie sembrada comprendieron el precio y la superficie sembrada en el período anterior. Sin embargo, en el caso de la soja, el aumento acelerado del cultivo de este producto que se produjo a partir de 1960 hizo descartar la proyección basada en ecuaciones de regresión basadas en la evolución pasada por motivos lógicos más que estadísticos y en cambio se utilizaron métodos más cualitativos. Muchas de las ecuaciones utilizadas para predecir el rendimiento nacional comprenden el tiempo, el precio rezagado uno o dos años y otras variables independientes. En los cuadros 1 y 2 se resumen las distintas variables explicativas utilizadas.



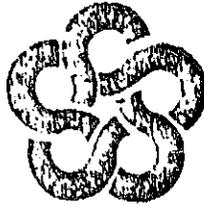
# Plan Nacional de Transporte

- 34 -

Cuadro 1

PROYECCIONES DE PRODUCCION, CRITERIOS PARA  
EXTRAPOLAR VARIABLES EXPLICATIVAS

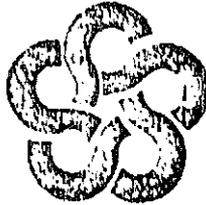
Hipótesis Mínima	Hipótesis Media	Hipótesis Máxima
<b>AZUCAR</b>		
<p>Crecimiento Cons interno para crec. PBI al 3%.</p> <p>Crecimiento exportaciones del 3% anual.</p> <p>Producción igual consumo interno + Exportaciones.</p>	<p>Crecimiento cons. interno para crec. PBI al 4%.</p> <p>Crecimiento exportaciones del 5% anual.</p> <p>Producción = Consumo Interno + Exportaciones.</p>	<p>Crecimiento cons. interno para crec. PBI al 5%</p> <p>Crecimiento exportaciones del 5% anual.</p> <p>Producción = Consumo interno + Exportaciones</p>
<b>CEMENTO</b>		
<p>igual al consumo interno, estimándose simultáneamente por un modelo bicuacional. Crecimiento PBI del 3,4 y 5% en cada una de las hipótesis.</p>		
<b>TRIGO</b>		
<p>Crecimiento existencias <u>bovinas</u> cuando PBI crece al 3%.</p> <p>Decrecimiento existencias <u>ovinias</u> al 4.12% anual.</p> <p>Precio real del trigo, <u>mínimo</u> observado.</p> <p>Tendencia en el tiempo.</p>	<p>Crecimiento existencias <u>bovinas</u> cuando PBI crece al 4%.</p> <p>Decrecimiento existencias <u>ovinias</u> al 4.12% anual.</p> <p>Precio real del trigo, <u>media</u> observado.</p> <p>Tendencia en el tiempo.</p>	<p>Crecimiento existencias <u>bovinas</u> cuando PBI crece al 5%</p> <p>Decrecimiento existencias <u>ovinias</u> al 4.12%.</p> <p>Precio real del trigo, <u>máximo</u> observado.</p> <p>Tendencia en el tiempo.</p>
<b>MAIZ</b>		
<p>Precio real del maíz <u>mínimo</u> observado.</p> <p>Area sembrada con maíz <u>desfasada</u> un período.</p> <p>Tendencia en el tiempo</p>	<p>Precio real del maíz <u>media</u> observado.</p> <p>Area sembrada con maíz <u>desfasada</u> un período.</p> <p>Tendencia en el tiempo.</p>	<p>Precio real del maíz, <u>máximo</u> observado.</p> <p>Area sembrada con maíz <u>desfasada</u> un período.</p> <p>Tendencia en el tiempo.</p>



Cuadro 1 (cont.)

PROYECCIONES DE PRODUCCION, CRITERIOS PARA  
EXTRAPOLAR VARIABLES EXPLICATIVAS

Hipótesis Mínima	Hipótesis Media	Hipótesis Máxima
<b>SORGO</b>		
Superficie sembrada con sor go desfasada un período. Tendencia en el tiempo. Precio real del sorgo, mí nimo observada.	. Superficies sembrada con sor desfasada un período. . Tendencia en el tiempo. . Precio real del sorgo, media observada.	. Superficies sembrada con sor go desfasada un período. . Tendencia en el tiempo. . Precio real del sorgo, máxi mo observada.
<b>SOJA</b>		
Crecimiento área sembrada al 5 anual Crecimiento de los rendi mientos en 30 kg/año	. Crecimiento área sembrada al 6.5% anual (=crecimiento mun dial 72 - 79 ) . Rendimientos crecen con el transcurso del tiempo.	. Area máxima susceptible de ser incorporada a cultivo. . Crecimiento de los rendi mientos en 120 kg/año.
<b>OTROS GRANOS FINOS</b>		
PBI crece al 3 % anual.	. PBI crece al 4 % anual.	. PBI crece al 5 % anual.
<b>OTROS OLEAGINOSOS</b>		
Tendencia en el tiempo.	. Tendencia en el tiempo.	. Tendencia en el tiempo.
<b>PETROLEO</b>		
Tendencia en el tiempo.	. Tendencia en el tiempo.	. Tendencia en el tiempo.
<b>NAFTAS, GAS-OIL, DIESEL-OIL, OTROS DERIVADOS</b>		
Igual consumo mínimo proyectado.	. Igual consumo medio pro yectado.	. Igual consumo máximo pro yectado.



- 36 -

Cuadro 1 (conc.)

PROYECCIONES DE PRODUCCION, CRITERIOS PARA  
EXTRAPOLAR VARIABLES EXPLICATIVAS

Hipótesis Mínima	Hipótesis Media	Hipótesis Máxima
FUEL-OIL		
Tendencia en el tiempo de la relación "fuel-oil/total petróleo procesado."	. Tendencia en el tiempo de la relación "fuel-oil/total petróleo procesado."	. Tendencia en el tiempo de la relación "fuel-oil/total petróleo procesado."
LAMINADOS TERMINADOS		
Tendencia en el tiempo.	. Tendencia en el tiempo.	. Tendencia en el tiempo.
VINO		
Producción según hipótesis de media - intervalo de confianza.	. Crecimiento PBI al 4% . Exportaciones máxima proyectadas. . Precio real del vino que equilibra oferta y demanda. . Tendencia en el tiempo. . Producción de uva proyectada según su tendencia.	. Producción según hipótesis de media + intervalo de confianza.



## Plan Nacional de Transporte

- 37 -

Cuadro 2

PROYECCIONES DE DEMANDA, CRITERIOS PARA EXTRAPOLAR  
VARIABLES EXPLICATIVAS

Hipótesis Mínima	Hipótesis Media	Hipótesis Máxima	Exportaciones/ Importaciones
Azúcar			
Crecimiento cons. per cá-pita para crec. PBI al 3% Proyección población INPE	Crecimiento cons. per cá-pita para crec. PBI al 4% Proyección población INPE	. Crecimiento cons. per cá-pita para crec. PBI al 5% . Proyección población INPE	. Media = crecim. exportaciones al 5 % anual  . Mínima y Máxima =según desviación frente a media; crec. exportaciones del 5 % anual.
Cemento			
Crec. consumo total para crec. PBI al 3 % Tendencia en el tiempo Cons. desfasado dos años	Crec. consumo total para crec. PBI al 4 % Tendencia en el tiempo Cons. desfasado dos años	. Crec. consumo total para crec. PBI al 5% . Tendencia en el tiempo . Consumo desfasado dos años	. Cero
Trigo			
Crec. del cons. per capita para crec. PBI al 5 % Proyección población INPE Precio real del trigo máximo observado	Idem al 4 % Proyección población INPE Precio real del trigo medio observado	. Idem al 3 % . Proyección población INPE . Precio real del trigo mínimo observado	. Exportaciones como diferencia entre producción y consumo interno proyectados (incluyendo semillas)

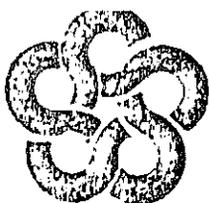


## Plan Nacional de Transporte

- 38 -

Cuadro 2 (cont. 1)

Hipótesis Mínima	Hipótesis Media	Hipótesis Máxima	Exportaciones/Importaciones
Maíz			
Producción de maíz mínima proyectada	. Producción de maíz media proyectada	. Producción de maíz máxima proyectada	. Exportaciones según producción proyectada de maíz
Exportación máxima proyectada	. Exportación media proyectada	. Exportación mínima proyectada	
Sorgo			
Precio real del sorgo, máximo observado.	. Precio real del sorgo, media observada.	. Precio real del sorgo, mínimo observado.	. Exportación como diferencia entre producción y consumo interno proyectados.
Precio real carne vacuna, media observada.	. Precio real carne vacuna, media observada.	. Precio real carne vacuna, media observada.	
Tendencia en el tiempo.	. Tendencia en el tiempo.	. Tendencia en el tiempo.	
Proyección población INPE.	. Proyección población INPE.	. Proyección población INPE.	
Soja			
Consumo mínimo proyectado de otros oleaginosos	. Consumo per cápita (actual) constante en el tiempo  . Proyección población INPE.	Consumo máximo proyectado de otros oleaginosos	. Exportación como diferencia entre producción y consumo interno (incluyendo semillas) proyectados.
Otros granos finos			
Producción de otros granos finos, mínima proyectada	. Producción de otros granos finos, media proyectada	Producción de otros granos finos, máxima proyectada	. Exportación como diferencia entre producción y consumo interno (incluyendo semillas) proyectados
Lino			
Producción de lino mínima proyectada Consumo de lino desfasado un año Precio internacional del lino, máximo observado	. Producción de lino media proyectada . Consumo de lino desfasado un año . Precio internacional del lino, media observado	Producción de lino máxima proyectada Consumo de lino desfasado un año Precio internacional del lino, mínimo observado.	. Exportaciones como diferencia entre producción y consumo interno (incluyendo semillas) proyectados.

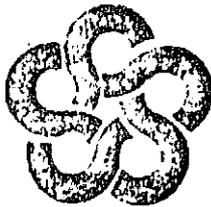


## Plan Nacional de Transporte

- 39 -

Cuadro 2 (cont. 2)

Mínima	Media	Máxima	Exportaciones/ Importaciones
Otros Oleaginosos			
<ul style="list-style-type: none"> <li>. Precio real de los aceites vegetales máximo observado</li> <li>. Precio real de la grasa de cerdo, media observada</li> <li>. Consumo desfasado un año</li> <li>. Proyección población INPE</li> <li>. Tendencia en el tiempo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Idem, media observada</li> <li>. Idem</li> <li>. Idem</li> <li>. Idem</li> <li>. Idem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Idem, mínimo observado</li> <li>. Idem</li> <li>. Idem</li> <li>. Idem</li> <li>. Idem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Exportaciones como diferencia entre producción y consumo interno (incluyendo semillas proyectados)</li> </ul>
Petróleo			
<ul style="list-style-type: none"> <li>. Crec. del consumo total para crec. del PBI al 3 %</li> <li>. Precio medio proyectado del petróleo</li> <li>. Tendencia en el tiempo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Idem, al 4 %</li> <li>. Idem</li> <li>. Idem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Idem, al 5 %</li> <li>. Idem</li> <li>. Idem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Importaciones o exportaciones como diferencia entre producción y consumo proyectados</li> </ul>
Nafta Común			
<ul style="list-style-type: none"> <li>. Crec. del consumo total para crec del PBI al 3 %</li> <li>. Precio nafta común máx. proyect.</li> <li>. Tendencia en el tiempo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Idem, al 4 %</li> <li>. Idem, medio</li> <li>. Idem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Idem, al 5 %</li> <li>. Idem, mínimo</li> <li>. Idem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Cero</li> </ul>

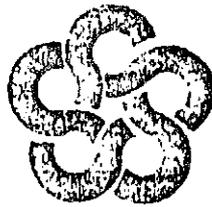


## Plan Nacional de Transporte

- 40 -

Cuadro 2 (cont. 3)

Mínima	Media	Máxima	Exportaciones/ Importaciones
Nafta Especial			
Crec. del cous. total para crec. del PBI al 3 %	. Idem, al 4 %	. Idem, al 5 %	. Cero
Precio mínimo de la nafta común proyect.	. Idem, medio	. Idem, máximo	
Precio máximo de la nafta especial proy.	. Idem, medio	. Idem, mínimo	
Tendencia en el tiempo	. Idem	. Idem	
Gas Oil			
Precio máximo del gas-oil proyectado	. Idem, medio	. Idem, mínimo	. Cero
Tendencia en el tiempo	. Idem	. Idem	
Fuel Oil Diesel Oil			
Crec. sector industrial al 4 %	. Idem, al 5,1 %	. Idem, al 6 %	. Exportaciones de fuel oil como diferencia entre producción y consumo interno proyectados
Tendencia en el tiempo	. Idem	. Idem	. Diesel - Oil : cero



## Plan Nacional de Transporte

- 41 -

Cuadro 2 (conc.)

Mínima	Media	Máxima	Exportaciones/ Importaciones
Otros Derivados del Petróleo			
. Tendencia en el tiempo	. Idem	. Idem	. Cero
Laminados Terminados			
. Crec. del sector industrial al 4%	. Idem, al 5,1%	. Idem al 6 %	. Importaciones co- mo diferencia en- tre producción y consumo interno proyectados
. Precios laminados	. Idem	. Idem	
. Crec. sector construcción al 3 %	. Idem al 4 %	. Idem al 5 %	
. Producción de petróleo mínima proyectada	. Idem media	. Idem máxima	
Vino			
. Consumo s/hipóte- sis media-interva- los de confianza (equivalente para crec. PBI al 3%)	. Crec. consu- mo total pa- ra crec. PBI al 4 % . Precio real del vino que equilibra to- tera y de- manda	. Consumo s/hi- pótesis media + intervalo de confianza (e- quivalente pa- ra crec. PBI al 5 %)	. Exportaciones s/tenden- cia en el tiempo + in- tervalo de confianza.

Después de proyectar la producción nacional de cereales, bajo hipótesis de tasas de crecimiento bajas, medianas y altas, se comparó la suma de los resultados con las proyecciones realizadas relacionando la producción de todos los cultivos considerados conjuntamente con el producto interno bruto del país utilizando varios planteamientos estadísticos alternativos. Se llegó a la conclusión de que la suma de las proyecciones medidas correspondientes a los distintos productos se acercaba bastante a la proyección hecha relacionando linealmente la producción global con el producto interno bruto y proyectando el último a la tasa media de 4% anual, incluidas variables simuladas correspondientes a los últimos años a fin de caracterizar el crecimiento bastante dinámico registrado por la producción de sorgo y en especial de soja. Se consideró que las proyecciones medias para los distintos productos eran razonables y coherentes.

Las proyecciones individuales se hicieron sin remitirse a la competencia por la tierra entre los distintos cultivos de tal modo que es muy posible que la proyección mínima para cualquier producto "x" coincida con la máxima de cualquier otro producto "y" y no habría razones para que la proyección global mínima deba obtenerse de la suma de las proyecciones mínimas correspondientes a los distintos productos. Una situación similar se da en el caso de la proyección máxima. En su primera fase, el PNT-RA no utilizó las proyecciones mínimas y máximas de cada producto. Sin embargo, hicieron proyecciones de la producción total alta y baja de cereales (considerando únicamente los cultivos analizados y no otros de menor importancia no analizados), relacionando esta producción total con el producto interno bruto y proyectando éste a razón de 3 y 5% al año respectivamente, aunque sólo se utilizaron con fines de comparación.

El método empleado para distribuir la producción nacional por zonas también varió de caso en caso. Se aplicó únicamente al caso medio, esto es, en que se supone que el crecimiento fue de 4%. En el ejemplo del azúcar se utilizó una metodología simple que no tuvo en cuenta la competencia por la tierra entre el azúcar y otros cultivos. Ello era factible en el caso del azúcar, que es un cultivo que sólo se produce en algunas zonas, que se especializan en esta producción.<sup>6/</sup> Se

---

<sup>6/</sup> Posteriormente se hizo una comprobación para ver si los resultados eran razonables.

hicieron dos distribuciones diferentes. Se dio preferencia a aquélla que partía de la base de que la distribución proporcional hasta 1995 se mantendría en el nivel medio del período 1974-1978.

En lo que respecta a los cultivos de cereales se utilizó un método que tuvo parcialmente en cuenta la competencia por obtener la tierra entre los cultivos y entre los cultivos y otros usos. Sin embargo, dicha competencia se trató de una manera bastante limitada y algo discrecional (pero bastante compleja). Dicho tratamiento se aprecia en la sección 3 de la presente monografía. La fórmula básica por que se rigió la distribución por zonas en la producción de cereales fue la siguiente, aunque respecto de la mayoría de los cultivos se utilizó de manera simplificada:

$$Q_i^{nt} = (L_i^{n,t-1} + \sum_n \Delta L_i^{nmt} - \sum_n \Delta L_i^{mnt}) R_i^{nt} + \Delta L_i^{n*t} R_i^{n*t} \quad (4.2.3)$$

en que

$Q_i^{nt}$  = producción en la zona "i" del producto "n" en el año "t";

$L_i^{n,t-1}$  = superficie sembrada con "n" en el año (t-1) en la zona "i";

$\Delta L_i^{nmt}$  = superficie trasladada del cultivo "m" al cultivo "n" en la zona "i" entre el año (t-1) y "t";

$\Delta L_i^{mnt}$  = igual que la anterior, pero con el traslado de "n" a "m";

$R_i^{nt}$  = rendimiento de la zona "i" del cultivo "n" en terrenos no marginales;

$R_i^{n*t}$  = igual que lo anterior, pero en terrenos marginales;

$\Delta L_i^{n*t}$  = superficie trasladada del uso no agrícola a "n" entre el año (t-1) y el año "t" en la zona "i".

La ecuación 4.2.3 se aplicó discrecionalmente ante todo a la soja puesto que el hecho de que se esperaba que la producción de este cultivo seguiría aumentando a tasas relativamente altas permite simplificaciones si se analiza antes de examinar los demás cereales. Puede partirse de la base de que  $\Delta L_i^{mjt}$  ("j" representa la soja y "m" cualquier otro cereal) generalmente es igual a cero y que la superficie dedicada a la soja continuaría incrementando a expensas del maíz, del sorgo y de otros usos, tales como los pastizales. La estimación de la producción futura de soja por zonas se hizo fundamentalmente en tres etapas:

i) Se estimó la superficie sembrada de soja en "t" pero que no se cultivaba en (t-1) como función de a) tasa de crecimiento de la superficie sembrada de soja

/entre (t-2)

entre (t-2) y (t-1), para cada zona; b) proporción de terrenos sin cultivar situados en la determinada zona en estudio; c) cantidad de terrenos no usados para cultivos trasladados a la soja entre (t-1) y "t".<sup>7/</sup>

ii) Se estimó la superficie trasladada de otros cultivos a la soja en cada zona en estudio. Para ello hubo que considerar de manera bastante discrecional los siguientes factores: a) un índice que supuestamente indica el atractivo que ejerce el traslado al cultivo de la soja a partir sucesivamente de cada uno de los demás cultivos, índice que resulta más alto mientras mayor sea el rendimiento de la soja en la zona en cuestión y mayor la superficie sembrada con otros cultivos en el período anterior; b) un índice binario que efectivamente permite trasladarse del cultivo de cualquier cereal salvo el trigo al de la soja, pero no el traslado a partir del trigo (puesto que éste se cultiva en rotación con la soja); y c) la superficie total de terrenos de todas las zonas que se trasladaron a la soja a partir de cada uno de los demás cultivos.

iii) Las etapas i) y ii) dieron los valores de  $\Delta L_i^{nmt}$  y  $\Delta L_i^{n^*t}$  necesarios para la ecuación 4.2.3. Las variables dependientes  $Q_i^{nt}$  se evaluaron aplicando el rendimiento de las zonas que se obtuvo para cada una de ellas a partir de la evolución nacional del rendimiento de la soja, ya estimado en forma independiente, y del rendimiento de cada zona determinada en el período anterior.

A continuación de la soja, se distribuyó por zonas la producción de, primero, otros cereales finos seguidos por la de otras semillas oleaginosas. La razón para proceder así radica en que desde el punto de vista cuantitativo es bastante insignificante y en términos relativos está bajando (de manera que  $\Delta L_i^{nmt}$  podría fijarse en cero). En general la distribución por zonas partió de la base de que los rendimientos se mantienen en sus niveles actuales mientras que la superficie sembrada de cada zona disminuye de acuerdo con la tendencia nacional implícita en el pronóstico de la producción de todo el país.

A continuación se trató el sorgo, seguido del maíz y del trigo, en este orden, basándose en que el crecimiento esperado del sorgo era superior a aquel del maíz

---

<sup>7/</sup> El total que habría que trasladar al cultivo de soja en el país habría estado implícitamente contenido en las proyecciones de la producción y el rendimiento a través de todo el país. Las cantidades trasladadas a partir de cada otro cultivo y de usos no consistentes en cultivos, se estableció en forma subjetiva, utilizando el criterio y la experiencia del consultor.

que, por su parte, era más alto que el del trigo. La cantidad de terrenos sembrados de sorgo por zona se estimó en función de la superficie sembrada en el período anterior, de la cantidad de terrenos disponibles en la zona en cuestión (en comparación con todas las demás zonas) después de la distribución de la soja, de otros cereales finos y de otras oleaginosas, y del total de terrenos adicionales que deberían trasladarse al sorgo para alcanzar la producción estimada. Esta última consideró aquellos ya trasladados del sorgo a la soja y los trasladados al sorgo a partir de usos distintos de los cultivos.

El mismo principio se aplicó en el caso del maíz salvo que en algunas zonas centrales no se permitió un incremento del cultivo de maíz. En ambos casos, esto es, del sorgo y del maíz, los rendimientos se estimaron de la misma manera que para la soja.

El trigo se cultiva en rotación con la soja. Por lo tanto, el incremento de la superficie sembrada de trigo que se necesita para generar la producción proyectada comprende la ya asignada a la soja y un residuo. Estas superficies residuales se asignaron de acuerdo con los terrenos aún disponibles en cada zona, modificados por factores de ajuste discrecionales cuando ello se estimó necesario. El rendimiento por zona se estimó partiendo de la base de que la relación entre los distintos rendimientos zonales y el rendimiento nacional promedio, que ya se había pronosticado, se mantendría constante a través del tiempo.<sup>8/</sup>

#### 4.4 Estimación del consumo de productos agropecuarios en los planos nacional y zonal

El método utilizado varió ligeramente de un caso a otro, si bien en la mayoría de ellos la estimación del consumo nacional se basó en la tendencia histórica de la demanda final. A continuación, ésta se distribuyó por zonas según donde tiene lugar la elaboración, más bien que el consumo final, ya que al PNT-RA le interesaban los movimientos a mayor distancia en los cuales hay competencia entre modos de transporte y no los viajes cortos entre los elaboradores y los consumidores finales, movimientos que en la mayoría de los casos serían intrazonales y en que generalmente la única modalidad de transporte factible sería el camión. En la mayoría de los casos fue preciso evaluar la demanda tanto externa como interna.

---

<sup>8/</sup> El informe pertinente del PNT-RA no explica muy claramente algunos detalles de los procedimientos utilizados para la distribución de la producción de cereales por zonas. Se parte de la base de que el procedimiento se aplicó durante un año antes de ocuparse del año siguiente. Es posible que sólo se haya probado cada 5 años.

En el caso del azúcar, la demanda interna se estimó a través de una simple función lineal que vincula el consumo por habitante con el producto interno bruto por habitante (a precios de 1960). En este caso el movimiento que habrá que considerar era aquel desde la refinera al mayorista y no aquel entre el productor de caña y el refinador. (Por lo general, este último movimiento tiene alcance local.9/) La distribución a las zonas del consumo de azúcar para la demanda interna final se basó en información generada por la Encuesta a Usuarios de Transporte de Cargas (EUTC). Esta encuesta abarcó a distribuidores, mayoristas, etc., y, conjuntamente con las estadísticas industriales, permitió establecer la cantidad destinada a cada zona en los últimos años. La participación de las distintas zonas en el total permaneció más o menos invariable entre 1973/1974 y 1977/1978 y por lo tanto se partió de la base de que las proporciones observadas últimamente se mantendrían hasta 1995.

El consumo de azúcar para exportación se proyectó en forma independiente en vez de considerarlo como la diferencia entre la producción y el consumo interno. Como ya se mencionó en la sección 4.2 respecto del azúcar de manera excepcional la producción se obtuvo de la suma del consumo interno y externo estimado en independiente. La proyección del consumo de exportación no se hizo en forma econométrica, y se basó en la tasa de crecimiento de la demanda mundial de azúcar estimada por el Banco Mundial (5% anual) y la cuota asignada actualmente a Argentina con arreglo al Convenio Internacional del Azúcar.

El consumo interno de la mayoría de los cereales se estimó mediante la relación estadística que resultase más satisfactoria entre aquéllas que se ajustaron a los datos históricos. En el caso del trigo, se eligió la siguiente ecuación:

$$\log CA_h = 2.16813 - 0.22556 \log INN - 0.13753 \log Pt - 0.8408 t \quad (4.4.1)$$

en que

$CA_h$  = consumo estimado de harina de trigo por persona en toneladas por año

$INN$  = ingreso nacional neto por persona en pesos de 1960

$Pt$  = precio del trigo en pesos de 1960 por quintal, esto es 100 k

$t$  = año, a partir de 1946 = 1.

Esta ecuación fue seleccionada entre 9 fórmulas ajustadas que utilizan el consumo de harina como variable dependiente y 19 fórmulas que explican el consumo

---

9/ A veces se hace por ferrocarril más bien que por camión.

de trigo. Tiene un valor de  $R^2$  de 0.72 y una razón F de 20.28. Se prefirió pronosticar el consumo de harina para su ulterior conversión en consumo de trigo más bien que predecir este último en forma directa, al parecer por motivos estadísticos. Tres proyecciones se basaron en la ecuación 4.4.1, variando el pronóstico de INN de acuerdo con las tres proyecciones del producto interno bruto. Obsérvese que mientras más alta fue la tasa de crecimiento, menor fue el consumo de trigo. Para convertir la harina en trigo se utilizó un factor de 0.8, y la demanda interna total estuvo constituida por las cantidades requeridas para semilla.

El consumo interno de maíz no pudo estimarse estadísticamente porque al parecer los datos históricos contienen contradicciones. Sin embargo, se comprobó que las exportaciones podían explicarse en función de la producción, de la siguiente manera:

$$X = -0.65230 + 0.61559 Q ; R^2 = 0.8805 \quad (4.4.2)$$

(t = 14.8667)

en que X y Q indican respectivamente las exportaciones y la producción. (Aunque el documento de trabajo pertinente del PNT-RA no lo dice, esta ecuación entraña que el consumo interno, N, es igual a  $0.38441 Q + 0.65230$ .)

El consumo de soja no se pudo proyectar satisfactoriamente en forma econométrica; todas las funciones ajustadas entrañaban valores muy altos (en torno a 10) de la elasticidad-ingreso de la demanda, lo que no se estimó razonable y difícilmente podría haberse utilizado como base de proyección confiable. Así, pues, las tres proyecciones (baja, mediana y alta) se estimaron de la siguiente manera: i) la mínima partió de la base de que en el futuro el consumo de soja guardaría la misma relación que tiene actualmente con la estimación mínima del consumo de semillas de otras oleaginosas, que se proyectó en forma independiente; ii) la media entrañó que se mantendría el consumo actual de semillas per cápita; iii) la alta partió del supuesto de que la soja mantendría su actual participación en el mercado de aceites y que éste crecería a la tasa implícita en la proyección alta relacionada con las demás oleaginosas.

Para apreciar hasta qué punto los resultados de las proyecciones del consumo de los distintos productos de cereales resultaban razonables, se relacionó el consumo total de éstos en forma lineal con la población. Se ajustó la siguiente fórmula:

$$TCA_g = -4\ 248.36 + 0.6145 N \quad R^2 = 0.6254 \quad (4.4.3)$$

(6.6289)

/en que

en que

$TCA_g$  = consumo de todos los productos de cereales analizados excepto la soja en miles de toneladas

$N$  = población de Argentina en miles.

Se comparó la proyección estimada por la ecuación 4.4.3 aplicando la proyección de la población mencionada en la sección 4.2 de este trabajo (y agregando la proyección separada del consumo de soja) con la suma de las proyecciones medianas de los distintos productos. Se llegó a la conclusión de que la suma de las proyecciones medias de los distintos productos tendía a situarse por encima de la proyección implícita en la ecuación 4.4.3, pese a lo cual se aceptaron las proyecciones separadas. En la primera etapa no se utilizaron las proyecciones baja y alta del consumo de los distintos productos.

En todos los casos aplicables se tuvo presente que parte de la producción de cereales se reservaría para semilla. El consumo de semillas se distribuyó por zonas de acuerdo con la superficie sembrada.

La distribución del consumo interno por zonas se ajustó de acuerdo con la forma en que se consume el cereal en cuestión. En el caso del trigo, por ejemplo, la distribución zonal reflejó la participación de las diversas zonas en el total de trigo adquirido para molienda entre 1974 y 1978. En lo que respecta al maíz, 40% del consumo corresponde a uso industrial y 60% a forraje. El que se consume industrialmente se distribuyó por zona según las cantidades de maíz adquiridas por las plantas de cada zona, de acuerdo con lo revelado en la EUTC. El que se utiliza para forraje se distribuyó de acuerdo con la distribución de los cerdos, que son los principales consumidores de esta clase de forraje en Argentina.

En lo que respecta a la proyección media, las exportaciones de cereales generalmente se estimaron por el excedente de producción sobre el consumo interno, salvo en algunos casos, por ejemplo el azúcar, en que se proyectó directamente. El volumen total implícito de cereales exportados se comparó luego con el total por exportar estimado aplicando el mismo principio a las proyecciones medias de consumo y producción de todos los cereales considerados en conjunto. Se observaron diferencias apreciables pero no se introdujeron correcciones a la proyección de las exportaciones derivadas para cada producto. Los volúmenes de exportación se proyectaron en las hipótesis de producción y consumo bajas y altas, utilizando las estimaciones globales del consumo y de la producción, aunque las estimaciones resultantes no se aprovecharon en la primera fase del PNT-RA.

#### 4.5 Estimación de la producción y del consumo nacional y zonal de productos industriales

Los productos industriales considerados en la primera etapa del PNT-RA (que constituye el tema del presente trabajo) fueron el cemento, el petróleo y sus productos, los artículos de hierro y acero, y el vino (contándose el azúcar como producto agrícola pese a que se transporta como producto refinado). Su producción se proyectó de distintas maneras según la información disponible y otras consideraciones. En algunos casos, el método empleado fue relativamente complejo en comparación con los que se utilizan ordinariamente para la planificación del transporte; por ejemplo, en el caso del cemento para estimar simultáneamente la producción y el consumo se empleó la regresión mínima cuadrática en dos etapas. Sin embargo, para mayor brevedad en este trabajo sólo se analiza en detalle el caso de los productos de hierro y acero.

Los productos de acero se clasificaron en tres clases: chapas, productos distintos de chapas (a los que se alude como barras) y tubos sin soldadura. Para su proyección se utilizó un informe reciente sobre el sector del hierro y el acero en Argentina.<sup>10/</sup> En vez de utilizar un modelo simultáneo, el consumo se proyectó por separado y a continuación se hizo una estimación independiente de la producción. El comercio se estableció por la diferencia entre ambos. El consumo de chapas se proyectó utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{CAPD} = 8.042 \text{ (IVFPI)} \begin{matrix} 1.427 \\ (9.62) \end{matrix} \quad (P) \begin{matrix} -0.440 \\ (-2.17) \end{matrix} \quad R^2 = 0.86 \quad (4.5.1)$$

F = 43.55      n = no especificado

en que

CAPD = consumo de chapas de acero, equivalente en toneladas de acero crudo

IVFPI = índice de la producción física industrial

P = índice de precios al por mayor de los productos de hierro y acero, en términos reales.

Se hicieron proyecciones bajas, medias y altas, a partir de tasas de crecimiento del valor IVFPI de 4, 5.1 y 6% respectivamente, cada cual respecto de dos supuestos diferentes sobre los precios, uno en que se parte de la base de que se mantiene el nivel actual de precios y el otro en el supuesto de que hacia 1985

---

<sup>10/</sup> La demanda de acero en la Argentina 1980/1990 y su impacto en la balanza de pagos, por Cartas y Frediana, Revista Estudios, Año 2, Nº 9, pp. 56 a 72.

los precios bajarían a los niveles internacionales a medida que la economía se abra a la competencia internacional. En definitiva, se adoptaron las proyecciones basadas en el primer supuesto.

El consumo de barras se proyectó por:

$$\text{CANPD} = 19.261 (\text{IVFPC})^{0.831} \quad R^2 = 0.60 \quad F = 25.50 \quad (4.5.2)$$

Las proyecciones baja, mediana y alta se realizaron utilizando tasas de crecimiento de 3, 4 y 5%, respectivamente, del valor IVFPC, que es el índice de la producción de construcción expresado en términos materiales.

Los tubos sin soldadura son utilizados predominantemente por el sector petrolero. Su consumo se proyectó utilizando:

$$\text{CATD} = 0.740 (\text{IVFPP})^{1.381} \quad R^2 = 0.62 \quad F = 25.69 \quad (4.5.3)$$

Las tres proyecciones se obtuvieron aplicando tasas de crecimiento alternativas de IVFPP, índice de la producción física de petróleo y gas.

La producción de los tres grupos de productos se proyectó utilizando funciones que relacionaron el logaritmo del producto con el logaritmo del tiempo. En el caso de los tubos se incluyó una variable simulada que representó un cambio de condiciones a partir de 1977. Las proyecciones baja y alta se derivaron en la forma sencilla y bastante atrayente de derivar las ecuaciones dadas por los límites de confianza inferior y superior en el nivel de 95% a partir de las funciones ajustadas.

Luego hubo que distribuir por zonas las estimaciones de la producción y consumo futuros. La distribución zonal del consumo de chapas se sintetizó proyectando la actividad industrial por zona y asignándola en la forma consiguiente. La distribución zonal del consumo de barras, que se usan principalmente en el sector de construcción se hizo de acuerdo con la distribución por zonas ya establecida para el caso del cemento. El consumo de tubos por zona se relacionó con la ubicación de las actividades de extracción de petróleo.

Por lo general, la distribución zonal de la producción se basó en la ubicación de las plantas existentes por zona y en la participación reciente de cada una en el total producido. La producción zonal futura por zona se basó en la distribución zonal durante el período 1977-1979, supuesto que se justifica sobre la base de los planes de la industria.

#### 4.6 Pruebas de coherencia de las proyecciones del consumo, la producción y el comercio de los productos analizados

Después de proyectar el consumo, la producción y el comercio de los seis principales grupos de productos analizados, el PNT-RA investigó, de manera aproximada, si las proyecciones eran compatibles a la vez entre sí y con las proyecciones macroeconómicas y demográficas resumidas en la sección 4.1 de la presente monografía. Pese a que no siempre se registró un alto nivel de coherencia, las proyecciones no se revisaron. Las comprobaciones se relacionaron con los siguientes aspectos:

i) Criterios de proyección: en general, se llegó a la conclusión de que las bases para las proyecciones eran compatibles con las proyecciones macroeconómicas. Se consideró que el hecho de que las proyecciones alta y baja de los cereales se basaran en el análisis de la cifra global correspondiente a todos los cereales y no en el análisis de los cultivos de distintos cereales (método que se utilizó para la proyección mediana) eliminó cualquier posibilidad de que los pronósticos de los precios (que se necesitaban para algunas de las ecuaciones a fin de proyectar la producción y el consumo de los distintos productos) pudiesen ser incompatibles, ya sea entre sí o con los pronósticos macroeconómicos.<sup>11/</sup>

ii) Tasas de crecimiento de los distintos productos: para la proyección mediana se compararon las tasas de crecimiento de la producción de los distintos productos analizadas por el PNT-RA con las tasas de crecimiento especificadas para los sectores macroeconómicos (véase la sección 4.1 de este trabajo) y se comprobó que no hay indicios de que sean incompatibles.

iii) Disponibilidad de recursos naturales: respecto de cada zona se comparó la cantidad de tierra requerida para los cultivos de cereales con la cantidad de terrenos disponibles (al parecer, únicamente para la proyección media) estimándose que la proyección era viable.<sup>12/</sup> También se consideró la disponibilidad de terrenos para la producción de azúcar y vino y, pese a que se menciona que tendrían que producirse algunos incrementos notables respecto de la superficie de terreno que tradicionalmente se asigna a estos productos, parece que las proyecciones

---

<sup>11/</sup> Cabe recordar que las proyecciones altas y bajas no fueron aprovechadas durante las etapas ulteriores de análisis de la primera fase del PNT-RA. Se espera que se utilizarán en fases posteriores en pruebas de sensibilidad.

<sup>12/</sup> El rendimiento implícito tendría que ser ligeramente distinto del estimado en la forma descrita en la sección 4.2 de este trabajo, pero se consideró que las diferencias carecían de importancia práctica.

/fueron aceptadas.

fueron aceptadas. La disponibilidad de recursos también se comparó con la producción de petróleo proyectada y al parecer ésta también se aceptó, aunque habría que encontrar nuevas reservas.

iv) Consumo por persona: se analizó la evolución prevista del consumo de los productos abarcados por el estudio y aunque la parte pertinente del informe no contiene conclusiones al respecto, cabe suponer que el PNT-RA consideró que las repercusiones de las proyecciones del consumo (al parecer para el caso medio) eran razonables.

v) Exportaciones: se calculó el tonelaje de exportaciones proyectado para todos los productos analizados considerados en su conjunto respecto de los tres años horizonte y bajo las tres hipótesis, esto es baja, media y alta, y se comparó con el tonelaje correspondiente a 1977. Se calcularon las tasas de crecimiento y se aceptaron las consecuencias de las proyecciones. No se intentó hacer otras comprobaciones, por ejemplo, comparar el valor de las exportaciones con el valor esperado de las importaciones.

El PNT-RA llegó a la conclusión de que en los próximos años habrá bastante incertidumbre en torno a los resultados de la economía mundial y que actualmente la economía argentina atraviesa por un período de relativa inestabilidad. Pese a algunas reservas, el grupo que realizó el estudio llegó a la conclusión de que sus proyecciones eran adecuadas para la labor que les correspondía realizar.

#### 4.7 Derivación de matrices para el año base correspondientes a los productos analizados

Se construyeron matrices por modo de transporte para el año base, 1979, y se utilizaron para ajustar los modelos (véanse las secciones 4.8 y 4.9). También se estimaron matrices para los años horizonte de 1985, 1990 y 1995 para servir de base a la estimación de las corrientes de transporte en esos años.<sup>13/</sup> Las matrices del año base se construyeron principalmente a partir de la EUTC y de las fuentes industriales existentes.

En general, el volumen del informe del PNT-RA que se refiere a esta materia señala que la base de información disponible fue insuficiente, en especial en lo que respecta al tráfico por carretera, puesto que no se llevó a cabo una encuesta completa de origen y destino en los caminos, y la encuesta experimental sólo abarcó

---

<sup>13/</sup> La intención fue obtener matrices para los tres años futuros indicados, pero durante la primera etapa del estudio no se estimaron aquellas correspondientes a 1985 y 1995.

un número reducido de lugares. Por lo tanto, el movimiento de camiones a menudo debió estimarse como la diferencia entre el movimiento total estimado y aquel transportado por otros modos de transporte, respecto de los cuales se disponía de información más confiable (por ejemplo, de las estadísticas ferroviarias). Se observa que las matrices resultantes podrían contener celdas nulas para los movimientos de una zona a otra que en realidad contienen apreciables volúmenes de tráfico. (No se estimó una matriz sintetizada para 1979, como la que habría podido construirse ajustando un modelo de tipo de gravedad a la información sobre el movimiento en el año base. El modelo de distribución se ajustó a 1990 utilizando funciones de distribución de los viajes en el año base.)

La forma en que se construyó la matriz correspondiente al año base para un producto determinado dependió de la información disponible sobre el producto en cuestión y no vale la pena describir la forma en que se derivó cada uno debido a que los métodos utilizados se relacionaron específicamente con cada caso. A fin de darle cierta continuidad al trabajo a continuación se analizan los casos del azúcar, cereales y productos de hierro y acero.

Considerados en su conjunto, los cereales son el principal producto sólido que se traslada por el servicio de transporte. El maíz, el trigo, la soja y el sorgo se trataron por separado, mientras que los otros ocho productos y grupos de productos se consideraron en forma global puesto que se careció de información básica suficiente para analizarlos por separado. Las fuentes de información incluyen las estadísticas de la empresa Ferrocarriles Argentinos, las notas de envío por camión, la producción y el consumo zonales, en la forma estimada en las secciones 4.3 y 4.4 de este trabajo, las conclusiones de la EUTC e información adicional procedente de fuentes industriales.

La primera etapa del análisis consistió en tabular las matrices del movimiento ferroviario registrado en las estadísticas de Ferrocarriles Argentinos. A continuación, se reunieron las notas de envío de los camiones para el transporte de cereales llegadas a los puertos y se hizo un muestreo de las mismas, de diferente manera según los distintos puertos. A partir de estas muestras se establecieron matrices del movimiento de camiones y se redujeron a factores hasta enterar el total de la población pertinente.

A continuación, se analizó la coherencia de las matrices restantes, de la siguiente manera. Para cada zona de origen y cada grupo de productos por separado se elaboraron cuadros divididos en las siguientes columnas:

/1. Producción

1. Producción zonal del cereal en cuestión (en la forma señalada en la sección 4.3).

2. Cantidad de cereales consumidos dentro de la zona (en la forma establecida en la metodología que se explica en la sección 4.4).

3. Envíos por ferrocarril, según aparecen en las matrices construidas a partir de las estadísticas de Ferrocarriles Argentinos.

4.  $1 - 2 - 3$ , esto es, proporción de la producción que no se consume internamente ni se despacha por ferrocarril.

5. Cantidad transportada por camión a los puertos abarcados por las matrices de camiones construidas en la forma antes señalada.

6.  $4 - 5$ , esto es, implícitamente, los envíos hechos por camión a las industrias y a los puertos no abarcados.

7. Despachos por camión desde los puertos abarcados hasta las industrias.

8.  $5 + 6 + 7$ , esto es, el total de envíos por camión.

Estos cuadros revelaron contradicciones, tales como, en algunos casos, valores negativos en la columna 6. Dichas contradicciones podrían deberse a variaciones de las existencias y al transporte para almacenamiento y no al consumo industrial o a las exportaciones. Se introdujeron diversas enmiendas que parecieron razonables. Además, se asignaron a la industria 250 000 toneladas de la cosecha de sorgo (y se distribuyeron por zonas de acuerdo con el consumo industrial del maíz) puesto que se sabía que se utilizaba aproximadamente esta cantidad con fines industriales, pese a que ello no se manifestó en la información cuantitativa. Después de realizar los ajustes necesarios, la distribución se estimó generalmente con la ayuda de las matrices correspondientes a ferrocarriles y carreteras que se habían obtenido previamente (a partir de las estadísticas de Ferrocarriles Argentinos y de las notas de envío de los camiones, respectivamente). La matriz del movimiento de camiones no dirigido a los puertos se sintetizó utilizando un modelo de gravedad de doble limitación, que constituyó una excepción a la regla general adoptada por el PNT-RA de estimar las matrices del año base sin recurrir a métodos sintéticos.

En lo que toca al azúcar, el procedimiento utilizado para estimar las matrices correspondientes al año base se apoyó más en las conclusiones de la EUTC, que en el caso de los cereales. Primero, las matrices correspondientes al consumo interno y a las exportaciones, se estimaron por separado independientemente del modo. A continuación se sumaron y se dividieron en los componentes /modales restando

modales restando del total el tráfico ferroviario y el tráfico por agua, que es bastante conocido, y partiendo de la base de que el saldo debe transportarse por carretera. El principal problema que debió superarse fue que la EUTC, sobre la cual descansaba gran parte del procedimiento, sólo incluía una muestra de refinerías, y fue preciso estimar el movimiento de las demás.

En el caso de la matriz para todos los modos correspondiente al movimiento de azúcar para el consumo interno, se obtuvo información de una muestra de refinerías de la EUTC que registró el destino de las entregas de las plantas. Además, una fuente industrial proporcionó una matriz de los envíos de refinerías a provincias para el período 1978/1979,<sup>14/</sup> así como tabulaciones del total de las ventas internas por refinería para 1979, año base del PNT-RA. Sin entrar en detalles algebraicos, la matriz requerida correspondiente a 1979 se elaboró bajo el supuesto de que se podrá obtener la distribución entre las refinerías y las provincias consumidoras considerando la matriz correspondiente a 1978/1979 y luego ajustándola de acuerdo con el movimiento total (ventas) de 1979 de cada planta. La repartición entre las distintas zonas dentro de cada provincia se obtuvo de la EUTC que, como se dijo, abarcó una muestra de refinerías.

La distribución del azúcar canalizado al mercado de exportación en el año base se estimó de la siguiente manera general. En Argentina se asigna a cada refinería una cuota anual de exportación basada en la cuota total de exportación para el país con el arreglo al Convenio Internacional del Azúcar y en la producción total de la refinería el año anterior. La cantidad real exportada a menudo varía ligeramente con relación a la cuota, sin embargo, este principio permitió estimar de manera razonablemente confiable los volúmenes exportados por las refinerías no abarcadas por la EUTC. Para estimar la distribución por puerto de las exportaciones de las refinerías no incluidas en la EUTC se utilizaron simples procedimientos de división proporcional.

Las matrices observadas correspondientes a 1979 que se desarrollaron para los productos de hierro y acero, no distinguen entre tipos de productos, es decir, se combinaron en uno solo los tres grupos de productos separados utilizados para estimar la producción y el consumo. La matriz para todos los modos se estimó basándose principalmente en la información de la EUTC. A continuación, se desarrolló

---

<sup>14/</sup> Hay que tener presente que, en general, las zonas son subdivisiones de las provincias.

una matriz de tráfico ferroviario a partir de la información proporcionada por Ferrocarriles Argentinos, una matriz para las vías de agua basada en la información de la EUTC, mientras que la matriz correspondiente a las carreteras resultó del saldo, es decir, la matriz para todos los modos menos la participación del tráfico ferroviario y por agua.

Naturalmente, las matrices debían referirse a las ventas (o compras) más bien que a la producción. La EUTC proporcionó información sobre ventas pero sólo respecto de las empresas abarcadas por ella, pero en el caso del número relativamente reducido de plantas no incluidas en la EUTC dicha información debió estimarse a partir de los datos de producción ajustando su producción a factores por la razón entre las ventas y la producción de las empresas abarcadas. La manera en que se distribuyeron las ventas de las empresas no abarcadas por la EUTC se interpretó de diversas maneras a partir de aquella de las empresas abarcadas.

La clasificación de los productos utilizada por Ferrocarriles Argentinos no coincidió exactamente con las definiciones adoptadas por el PNT-RA para los productos de hierro y acero. Cuando ello fue posible, se hicieron ajustes discretos a los datos proporcionados por Ferrocarriles Argentinos. De lo contrario, la matriz del movimiento ferroviario se construyó teniendo presente la probabilidad de que contuviese un pequeño margen de error debido a estas diferencias de clasificación.

Las matrices para 1990 se estimaron de acuerdo con el modelo de distribución que se describe más adelante, en la sección 4.9. En el presente trabajo, la repartición entre modos se analiza antes que la distribución, y no a la inversa, debido a que, en el caso de los cereales, la metodología utilizada derivó los costos utilizados para la distribución a partir de los costos por modo individualmente considerado y de un parámetro ajustado de manera de explicar la repartición entre modos disponibles. Es el primer estudio integrado del transporte realizado hasta ahora en los países del Cono Sur que ha utilizado este sistema.

#### 4.8 Repartición

#### 4.8 Repartición entre modos de transporte

Según se explica en el informe E/CEPAL/R.287/Add.6, el modelo de repartición entre modos de transporte inicialmente propuesto tenía dos etapas. En la primera, se dividiría todo el tráfico entre los diversos submodos, como por ejemplo los diferentes tipos de trenes. Los resultados de esta repartición submodal se incorporarían luego al modelo principal de repartición entre modos. Sin embargo, finalmente se decidió que, para los efectos de la primera fase del PNT, el nivel de detalle requerido no hacía preciso estimar la repartición submodal.

Se hizo una estimación separada para cada una de las seis agrupaciones de productos consideradas en la primera fase del PNT, en lo que se refiere a la repartición entre modos. Se distinguieron tres modos: de transporte carretero, de transporte ferroviario en trenes bloque y de transporte ferroviario común. Se especificaron los costos mediante la cuantificación de la siguiente fórmula:

$$c_{ijk}^n = A_k^n + B^n F_{ijk}^n + D^n t_{ij}^n \quad (4.8.1)$$

en la cual

$c_{ijk}^n$  = el costo entre las zonas "i" y "j" por el modo "k" para el producto "n".

$F_{ijk}^n$  = flete correspondiente, incluso costos necesarios de carga y descarga y de transporte entre zonas del terminal, es decir, el flete total de zona a zona si el producto fuere enviado mediante el modo "n" durante la parte principal del viaje.

$t_{ijk}^n$  = tiempo correspondiente del viaje.

Los valores A, B y D son coeficientes adecuados. En general, B se hizo coincidir con la unidad (por cuanto el valor de  $c_{ijk}^n$  se expresaría en unidades monetarias y no en tiempo ni en otro denominador) por lo cual D correspondió a un valor de tiempo en relación con el dinero. Este valor de tiempo no fue ajustado. En cambio, se basó sobre el valor de la carga y una tasa de interés supuesta del 10%. Así, la importancia cuantitativa del término final en (4.8.1) fue en la mayoría de los casos insignificante. En el caso del azúcar se fijó en 0, basándose en que el expedidor se vería obligado de todas maneras a almacenar su carga en caso de que ésta no estuviere en tránsito (debido a la diferencia temporal entre los períodos de cosecha y de comercialización).

/Los valores

Los valores de "A" representan "la calidad del servicio" ofrecido por un determinado modo de transporte a un determinado producto. Un indicador inicial de las calidades del servicio se obtuvo de los análisis detallados de productos realizados como parte de la EUTC. Luego éstos fueron ajustados en diversas etapas durante la calibración del modelo de repartición entre modos de transporte, y por lo tanto se trata en el hecho de parámetros de ajuste.<sup>15/</sup> Sus valores finales oscilaron entre 0 y 35, y en el caso de algunos productos su efecto sobre los resultados de la repartición entre modos puede ser muy significativo. Por ejemplo, en el caso de productos de acero transportados 1 000 kilómetros, el flete de cualquiera de los modos de transporte estaría muy próximo a los 32.5 miles de pesos. El valor de "A" para los dos modos ferroviarios alcanzó a 35, lo que efectivamente duplicaba con creces el flete ferroviario y por lo tanto simulaba la transferencia del tráfico hacia las carreteras. Los factores "A" en general no se mantuvieron en sus valores de 1979 al aplicarse el modelo a la situación de 1990. Se ajustaron para reflejar las calidades de servicio esperadas para este último año.

El modelo utilizado para la repartición entre modos fue del tipo logit siguiente:

$$P_{ijk}^n = \frac{e^{(-\lambda c_{ijk}^n)}}{\sum_k e^{(-\lambda c_{ijk}^n)}} \quad (4.8.2)$$

en la cual  $P_{ijk}^n$  representa la proporción de la corriente del producto "n" entre las zonas "i" y "j" mediante el modo "k". El parámetro de ajuste es lambda.

Antes de aplicar este modelo se dividieron las corrientes de productos (mediante un procedimiento sobre el cual se da escasa información) entre aquellos susceptibles de transporte en tren bloque (o un tren de carga común), en caso de contarse con ellos, y el resto. Si bien no se conocen los detalles del procedimiento, éste se describe a continuación en términos generales.

---

<sup>15/</sup> Se sabe que todos los demás estudios nacionales de transporte tuvieron grandes dificultades para ajustar un modelo de repartición entre modos, o bien, en uno de los casos, no hicieron el intento de realizar dicho ajuste. Se cree que Argentina tropieza con el mismo tipo de dificultades de ajuste.

Para cada tipo de producto, se analizaron los tamaños de cada cargamento ajustando una función logarítmica normal para simular razonablemente la distribución de los tamaños de los cargamentos observados en las encuestas de productos. Contando con las distribuciones ajustadas, se estimó la proporción de cargamentos de más de 250 toneladas. Aparentemente, los cargamentos de al menos 250 toneladas permitían considerar la alternativa del transporte por vía del tren bloque, por cuanto el total del volumen anual entre las zonas de origen y las de destino cumplía con ciertos niveles mínimos, que oscilaban entre 15 000 toneladas en el caso de los cereales a 30 000 toneladas en el caso del vino, del cemento y de los productos del acero. Estos niveles mínimos parecen estar vinculados a la densidad del cargamento (coeficiente de estiba) del producto respectivo, si bien también se habrían tomado en consideración otros factores.

Lambda determina la medida en que la repartición entre modos se hace sensible a  $c_{ijk}^n$ ; mientras mayor sea el valor de lambda, más sensible es la repartición entre modos a estos costos generalizados. Finalmente, se llegó a un ajuste en un valor de 0.2, el que se mantuvo constante para todo tipo de productos.

En ciertos casos, se hicieron algunos ajustes finales arbitrarios, necesarios para reflejar determinadas características particulares. Por ejemplo, entre un par de zonas la repartición entre modos de transporte se forzó de modo de simular que toda la corriente de fuel oil se transportaba por tren bloque.

#### 4.9 Distribución de viajes

El meollo del procedimiento de distribución utilizado para sintetizar las matrices de viaje para 1990 fue un programa conocido como FREDD, que acepta datos sobre producciones y consumo zonales y también sobre costos interzonales o bien una matriz existente, y produce una nueva matriz de flujo entre zonas. Matemáticamente, el modelo se asemeja a un modelo de gravedad. El procedimiento se realizó separadamente para cada producto. Los cereales se trataron en forma diferente a la de los otros productos;<sup>16/</sup> en general, para los primeros se utilizó un método más complejo. En este apartado de la monografía se abordarán ambos métodos, comenzando por el de los otros productos, que es el más simple.

---

<sup>16/</sup> El modelo se "ajustó" para las condiciones de 1990 y no de 1979, utilizando funciones de las frecuencias contra los costos de viaje observados en 1979, con la información incompleta de la cual se disponía. No se sintetizó una distribución para 1979.

/Aparentemente, todos

Aparentemente, todos los demás productos (es decir, no cereales) fueron distribuidos de la siguiente forma general por medio de un modelo de doble limitación, que si bien se parece a un modelo de gravedad, no lo es propiamente:

$$T_{ij} = A_i O_i B_j D_j f_{ij} \quad (4.9.1)$$

donde  $T_{ij}$  es la cantidad de viajes entre la zona "i" y la zona "j",  $O_i$  representa la producción en la zona "i",  $D_j$  el consumo en la zona "j" y  $f_{ij}$  el flujo del año base entre las zonas "i" y "j".<sup>17/</sup> Los factores  $A_i$  y  $B_j$  garantizan la doble limitación, o sea aseguran respectivamente, que el modelo envía de cada zona "i" a todas las zonas "j" la producción generada en "i" y dirige a cada zona "j" de todas las otras zonas "i" el consumo que se supone que se realiza en "j".

Quedará claro que este procedimiento basa la distribución de 1990 en los cambios de producción y consumo por zona entre 1979 y 1990, pero no en los cambios que se produzcan en las condiciones de acceso. Los costos de transporte no están considerados explícitamente en el proceso.

Sin embargo, en el caso de los cereales, no se consideró sostenible por diversas razones el supuesto según el cual el cambio en el patrón de costos de transporte no influiría en el futuro patrón de distribución; por ello, el programa FREDD se aplicó utilizando los costos de transporte en vez de la matriz de flujo existente. No se aplicó separadamente el modelo para cada tipo de cereal analizado, es decir, maíz, sorgo, soja, etc., y por lo tanto podrían haber surgido ciertas inconsistencias implícitas en los resultados. Sin embargo, se aplicó cuatro veces para 1990:

- i) flujo de trigo hacia la industria;
  - ii) otros cereales a la industria;
  - iii) cereales de exportación, dada la inversión portuaria proyectada para 1990;
  - iv) cereales de exportación incluyendo el puerto propuesto de Aguas Profundas.
- Cada tipo de flujo tiene características significativamente diferentes, lo que justifica un trato especial para cada uno.

En el caso de los cereales, se simuló en primer lugar la distribución del trigo y otros cereales a la industria. Los términos  $O_i$  y  $D_j$  (de la ecuación 4.9.1) se estimaron como sigue. En el caso de  $O_i$ , es decir, las producciones de viaje, se restaron a las producciones zonales establecidas como se describió en el

<sup>17/</sup> Modificado en ciertos casos para que los flujos de 1990, simulados por el modelo, se consideraran razonables.

apartado 4.3 de la presente monografía las cantidades de consumo local (que no generan corrientes interzonales). Los residuos sirvieron de  $O_i$  para las aplicaciones i) y ii) del modelo de distribución. Las cantidades remanentes tras dichas aplicaciones se utilizaron como parámetros de  $O_i$  para la aplicación en el caso de cereales para la exportación.

Las aplicaciones i) y ii) de  $D_j$  fueron los montos consumidos por la industria en las diversas zonas, estimadas según el principio explicado en el apartado 4.4. En el caso de las aplicaciones iii) y iv) los parámetros  $D_j$  se hicieron equivalentes a la capacidad de manejar exportaciones de los puertos exportadores en las zonas "j". Dado que el puerto de Aguas Profundas aumentaría notablemente la capacidad de manejo de productos de exportación y cambiaría la distribución zonal de dicha capacidad, se estimó necesario simular dos veces la distribución en el caso de las exportaciones; en una de ellas se suponía que dicho puerto existía, y en la otra no.

Si bien el PNT-RA trataba primero los flujos hacia la industria y luego los flujos para exportación, conviene describir estos últimos en primer lugar. El modelo de gravedad utilizado era esencialmente de una sola limitación (en el extremo de la producción) modificado, en caso necesario (según se dice más abajo), por la imposición de una limitación en el extremo de destino. Los índices de atracción para las zonas de destino fueron las capacidades efectivas anuales de manejo de los puertos estimadas para 1990. Estas se obtuvieron tomando en cuenta las capacidades mensuales máximas y las variaciones estacionales.

El modelo general puede expresarse del mismo modo que en el caso de los otros productos (no cereales):

$$T_{ij} = A_i O_i B_j D_j f_{ij} \quad (4.9.2 = 4.9.1)$$

pero  $B_j$  y  $D_j$  se definen en forma diferente a la del modelo de "otros productos", como se explicó antes. Los costos de viaje entre zona y zona utilizados en el modelo son generalmente compuestos de los costos de cada uno de los modos de transporte, y se construyen en la forma siguiente:

$$-c_{ij} = \frac{\log \sum_k e^{-\lambda} c_{ijk}}{+\lambda} \quad (4.9.3)$$

Los factores  $f_{ij}$  se estiman luego de la siguiente manera:

$$/f_{ij}$$

$$f_{ij} = (-\mu_3 c_{ij})^{\mu_4} \cdot e^{-\lambda_3 c_{ij}} \quad (4.9.4)$$

donde los parámetros están determinados por ajuste. En ciertos casos se reconocieron las variaciones en los precios de venta en los diversos puertos y se las utilizó para ajustar el valor de  $f_{ij}$  a un nuevo valor  $f_{ij}^*$  especificado como sigue:

$$c_{ij}^* = \mu_{1j} c_{ij} - \mu_{2j} \quad (4.9.5)$$

$$f_{ij}^* = (-\mu_3 c_{ij}^*)^{\mu_4} \cdot e^{-\lambda_3 c_{ij}^*}$$

donde el término  $\mu_{2j}$  es el exceso de precio por tonelada ofrecido en el puerto  $j$  y por sobre la media de todos los puertos.<sup>18/</sup> Estas diferencias en los precios de oferta (para 1990) se estimaron considerando los costos probables del transporte marítimo, que varían según la calidad de las instalaciones ofrecidas por los diversos puertos, especialmente el calado máximo.

El factor  $B_j$  se utilizó para garantizar que no se enviara a los puertos de la zona  $j$  cereal de exportación en cantidades que excedieran sus capacidades de manejo. En primer lugar, se fijó en la unidad para todas las zonas, lo que implica que el modelo carecía de restricciones en cuanto al extremo de destino. En los casos en que la cantidad de cereal enviado a una determinada zona excedía la capacidad de manejo de los puertos respectivos,  $B_j$  se hizo igual a  $(\sum_i O_i A_i f_{ij})^{-1}$ , lo que convierte el modelo en un modelo de doble limitación en el caso de dichas zonas, garantizando con ello que la cantidad de cereal enviado a las zonas para su expedición no exceda la capacidad disponible.

Se impuso otro control destinado a garantizar que el monto de transporte intrazonal, es decir de las exportaciones a través de un puerto que provinieran de la zona del mismo puerto, no excediera el mínimo de producción (tras restar el consumo local y el flujo hacia la industria) y el consumo (es decir exportación) de la zona multiplicado por un factor observado para el año base.

El modelo utilizado para los flujos a la industria fue básicamente similar, pero más simple que el utilizado para los flujos de exportación. No se utilizaron factores de ajuste de precios y en todos los casos el modelo fue de doble limitación.

---

<sup>18/</sup> Así, la forma del modelo utilizado se transforma en  $T_{ij}^* = A_i^* O_i B_j^* D_j F_{ij}^*$ .

En el caso de todas las aplicaciones, los parámetros fijados mediante ajustes fueron  $\mu_3$ ,  $\mu_4$ , y  $\lambda_3$ , que son los presentes en la formulación de  $f_{ij}$  (función 4.9.4). Se fijaron valores para los tres casos mencionados antes (i), ii) y iii)); fue imposible ajustar los parámetros para la aplicación suponiendo la existencia del puerto de Aguas Profundas, por cuanto éste aún no se ha construido. Los parámetros  $\lambda_3$  y  $\mu_4$  tienen distintos efectos sobre la distribución.  $\lambda_3$  rige la medida en que se concentran los flujos entre zonas alejadas, mientras que  $\mu_4$  afecta principalmente la concentración de los flujos de distancia más breve. El parámetro  $\mu_3$  rige esencialmente la influencia del componente potencial de la función 4.9.4, en relación con la influencia de la porción exponencial. Esta última se mantuvo constante para los tres modelos. Puesto que primero se aplicaron los modelos de derivación de flujos entre zonas productoras y consumidores industriales, y luego los modelos relativos a los flujos de exportación, se procuró (presumiblemente tras el análisis de información de la EUTC) evitar una excesiva concentración en las primeras, por cuanto esto implicaría que todos los cereales producidos en los distritos cercanos a las industrias se destinarían a estas últimas, sin dejar nada para la exportación.

El ajuste de los modelos de distribución de cereales podría haber sido un procedimiento relativamente complicado, por cuanto era preciso cuantificar tres parámetros para cada modelo. Se obtuvo una primera pauta acerca de los valores probables de los parámetros simulando la distribución de los flujos de transporte carretero de cereales con datos de 1979, lo que era necesario también para estimar aquellas partes de la matriz para los cuales no existían observaciones adecuadas (véase el apartado 4.7). El "ajuste" se realizó de hecho con informaciones relativas a producciones y atracciones de viaje para 1990 y no para 1979, utilizando distribuciones estimadas de largo y frecuencia de los viajes para 1979. El ajuste de un modelo de distribución en ausencia de un conjunto completo de matrices observadas es necesariamente un ejercicio inexacto. Sin embargo, el volumen pertinente del informe del consultor señala que lo que se necesita para la comparación es el patrón de flujos en cuanto a su concentración y dispersión; ni aun este último habría estado disponible en forma completa.<sup>19/</sup>

<sup>19/</sup> Para el modelo de distribución de los cereales se procuró subdividir ciertas zonas. Esto se logró modificando el sistema de enumeración de zonas sin exceder el límite de número total de zonas impuesto por la computadora utilizada. Por ejemplo, esto significaba utilizar los números de ciertas zonas que generan escaso cereal para subdividir las zonas en que éste es más abundante, añadiendo la producción de las zonas suprimidas a las de las zonas adyacentes a ellas.

#### 4.10 Asignación de viajes

La asignación de viajes para 1990 se logró mediante un procedimiento de asignación incremental. Básicamente, se procedió como sigue: se estableció la capacidad de cada tramo carretero y se extrajo la parte utilizada por flujos no sometidos al modelo. La capacidad restante se consideró disponible para los flujos modelados. Estos últimos fueron convertidos a vehículos a partir de las cifras de tonelaje, utilizando factores para cada tipo de producto, y con un conjunto diferente de factores para 1990, tomando en cuenta los cambios institucionales esperados que incidirían en la carga de camiones. Para cada tipo de instalación se especificaron curvas relativas a las velocidades y a los flujos, utilizando información pertinente del Highway Capacity Manual.<sup>20/</sup> Una proporción de la matriz de camiones se asignó utilizando las velocidades que regirían si no hubiese congestión alguna, y luego se recalcularon las velocidades mediante las curvas de velocidad contra flujo. Luego se asignó una nueva proporción de la matriz con estas nuevas velocidades y el proceso se repitió hasta completar la matriz.

Para 1979 se utilizó una rutina simple de "todo o nada", por cuanto no era preciso simular los efectos de la congestión. Los recorridos sintetizados se compararon con los observados (probablemente con datos de EUTC) y con los datos de recuento de tráfico, haciéndose correcciones en caso necesario.

Para los otros modos de transporte, las rutas se fijaron de acuerdo con itinerarios conocidos, o se modelaron en forma simple, sin tomar en cuenta la congestión.

#### 4.11 Evaluación de políticas y proyectos

En el PNT-RA se incluían dos tipos básicos de evaluaciones, una de las políticas y otra de los proyectos. En términos generales, la evaluación de políticas se basaba en gran medida en el modelo de transporte descrito en apartados anteriores del presente capítulo, y la evaluación de proyectos utilizaba escasamente dicho modelo (por cuanto se realizó antes de contar con sus resultados). En esta sección, se describen ambos tipos de evaluación.

Se realizaron tres evaluaciones generales de políticas, que fueron las siguientes:

i) evaluación de los efectos del cambio en los fletes sobre la repartición entre modos de transporte;

---

<sup>20/</sup> Highway Capacity Manual, edición de 1965, Highway Research Board, Department of Transportation, Washington, D.C., Estados Unidos.

/ii) evaluación

ii) evaluación de los efectos de los cambios producidos en políticas de inversión y funcionamiento sobre el total de los costos de transporte;

iii) evaluación de los cambios de los principios sobre los cuales se basa la fijación de precios de transporte.

El volumen respectivo del informe del PNT-RA destaca que las evaluaciones generales de políticas realizadas como parte de la primera etapa del estudio sirven más bien como ilustraciones del tipo de evaluación que puede realizarse cuando se cuenta con el modelo de transporte, y no son concluyentes en sí mismas. Se previene al lector contra tratar los resultados como definitivos, por cuanto se creía que la versión del modelo de transporte sobre la cual se basaban las evaluaciones precisaba mayor examen y consolidación. Se dice específicamente que se hicieron una serie de ajustes al modelo con el fin de incluir nuevos datos, y que se dispuso en consecuencia de menos tiempo para la verificación general del modelo. Se expresa confianza en la capacidad de los profesionales argentinos capacitados de acuerdo con el conjunto de actividades del PNT-RA para realizar la mayor parte de las nuevas labores relacionadas con el modelo, sin necesidad de recurrir a ayuda externa.

En general, las evaluaciones de política del tipo i) constituyen esencialmente pruebas de sensibilidad, por cuanto están diseñadas para determinar cuánto variarían las estimaciones del tráfico en caso de que los montos de los fletes fueran diferentes a los utilizados en el procedimiento del modelo. La evaluación no constituyó una evaluación económica en el sentido aceptado del término, por cuanto no se hizo estimación de beneficios ni de costos. El componente de repartición entre modos del modelo total de transporte (versión 1979) se utilizó para determinar en qué medida se reubicaría el tráfico entre los tres modos disponibles (es decir, camiones, trenes de carga comunes, y trenes bloques) si los montos de los fletes fueran diferentes a los utilizados en el modelo. Se hicieron seis aplicaciones: las primeras tres sobre el supuesto de que, sucesivamente, los montos de flete mediante camiones, trenes de carga comunes y trenes bloque fueran un 20% más altos que los utilizados en el modelo, y en las últimas tres sobre el supuesto de que dichos fletes fueran inferiores en un 20%. A partir de los resultados de dicha aplicación, se calcularon medidas de elasticidad de la demanda, tanto directas como cruzadas.

/El segundo

El segundo tipo de evaluación de políticas en realidad no implicaba al modelo de transporte como tal; se basaba, en cambio, en los resultados de los análisis realizados por los consultores contratados para los estudios de cada uno de los modos de transporte, es decir los contratos I al IV. Para los efectos de la primera fase del FNT-RA, sólo el transporte ferroviario fue objeto de este tipo de evaluación. En un caso se investigó en qué medida cambiaría el total de los costos de transporte, comprendiendo los costos de operación y de inversión, si se disminuyera el gasto de mantenimiento permanente de las vías, de modo que cada tramo ferroviario bajara de la categoría de mantenimiento que entonces tenía a la inmediatamente inferior. En otro caso, se examinó el efecto sobre los costos de inversión en caso de que los tramos ferroviarios mejoraran en calidad una vez que el tráfico alcanzara ciertos niveles predeterminados. Para estos análisis no se modificó la asignación estimada por el modelo de transporte, es decir, no se aplicó ninguna parte del modelo de transporte.<sup>21/</sup>

El tercer tipo de evaluación de políticas incluyó la aplicación de los modelos de repartición entre modos y de asignación. Se hizo también una completa evaluación económica. La comparación se refirió a los aspectos fundamentales de la política de precios. En un caso, se comparó la estructura de precios preexistentes con un régimen de precios de costos promedio en todos los modos; en otro se comparó la estructura preexistente con un régimen de precios de costos marginales. Para cada aplicación se estimó el costo apropiado por tramo (costo promedio o costo marginal respectivamente) según el nivel de tráfico existente. Los costos se especificaron en términos económicos, reconociéndose los precios sombra. (En general, podría afirmarse que el costo promedio o marginal de un tramo determinado varía según el nivel de tráfico. Tomando como insumo los costos promedios o marginales, del modelo de transporte podrían derivarse niveles estimados de tráfico diferentes a los utilizados para la estimación de dichos costos. Si dichos niveles de tráfico diferentes fueran utilizados como insumos

---

<sup>21/</sup> Cabe señalar que este segundo tipo de evaluación se basa en los mismos conceptos básicos en los que se basan las evaluaciones de carreteras hechas en el Estudio Integral del Transporte en Bolivia a través del modelo HDM. Véase el informe E/CEPAL/R.287/Add.2, La planificación del transporte en los países del Cono Sur: Las metodologías aplicadas en Bolivia.

para el procedimiento de estimación de costos promedios o marginales, se podría calcular otro conjunto de costos. Esto indica que, al menos en el plano conceptual, si no en el práctico, sería conveniente reiterar el modelo de transporte y el algoritmo de estimación de costos hasta lograr una convergencia. Dichas reiteraciones no se realizaron, por cuanto no se las consideró necesarias, dada la naturaleza relativamente preliminar de las pruebas.)

Una vez aplicados los modelos de repartición entre modos y de asignación con el insumo de los costos revisados, se hizo una evaluación económica estándar de tipo excedente del consumidor. Un rasgo notable de dicha evaluación fue que el efecto económico se estimó para cada parte interesada (es decir, para los usuarios del sistema de transporte de carga, para la compañía ferroviaria, para el Estado, etc.) en un nivel de desagregación muy superior al normal. Así, los responsables de formular políticas contaron con mucho más información que la que suele haber en estos casos. El tráfico no sometido al modelo fue tomado en cuenta en la estimación de beneficios.

El PNT-RA consideró asimismo proyectos y formuló planes de inversión. En este apartado se tratan las evaluaciones de los proyectos carreteros y ferroviarios. En general, éstas se refinieron a las estrategias globales y no a los detalles en el nivel de los proyectos particulares en sí mismos. Por ejemplo, en el caso de los proyectos camineros, el objetivo explícito de las evaluaciones fue la determinación del monto de la inversión que habría de realizarse entre 1981 y 1990, y no la formulación detallada de un programa de inversiones. Sin embargo, para determinar este monto total se utilizó como medio la evaluación de los proyectos particulares, por cuanto una parte del total de la inversión necesaria provenía de los costos de los proyectos considerados viables. (Sin embargo, el programa se refería principalmente a proyectos no evaluados, aunque considerados justificados por otras razones.)

El método utilizado para determinar el plan de inversión caminero es básicamente el siguiente. En primer lugar, se identificaron y se estudiaron los costos de diferentes tipos de proyectos camineros. Dadas composiciones de tráfico representativas (según tipo de vehículos) y los costos de operación de los vehículos,

/se hizo

posible determinar el flujo diario medio de tráfico mínimo para hacer viable un determinado proyecto, en términos económicos.<sup>22/</sup> El flujo diario mínimo de tráfico necesario para justificar cada proyecto se comparó con los niveles de tráfico esperados para cada tramo de la red caminera, y se especificó el proyecto pertinente, en su caso, para cada sección. Se hicieron evaluaciones económicas de los proyectos así especificados. El programa de inversión propuesto reconoció los resultados de estas evaluaciones económicas, pero se vio dominado por otros proyectos que, o bien no eran susceptibles de evaluarse mediante la metodología estandarizada, o bien fueron considerados convenientes por razones no económicas.

El volumen respectivo del informe PNT-RA señala que los resultados de algunas de las partes de los análisis deben ser tomados en cuenta con mucho cuidado. Más bien podría decirse que se empleó una metodología de evaluación económica de carácter sólido, y más aproximativo que exacto, lo que sin duda fue la intención de quienes hicieron el estudio. Los proyectos generados se considerarían luego con más detalle, lo que no fue posible en la primera fase del PNT-RA. En los párrafos siguientes se da una descripción relativamente completa del procedimiento adoptado.

Primera etapa. La especificación de los proyectos. Se identificaron siete tipos de proyectos, que van desde la pavimentación y otros trabajos conexos para un camino de tierra de dos pistas ya existente a la construcción de una autopista de cuatro vías destinada a reemplazar un camino pavimentado de dos pistas. Se estimaron los costos de capital para cada tipo de proyecto, utilizando diversas técnicas: en ciertos casos fue posible identificar los costos mediante contratos recientes celebrados por la Dirección Nacional de Vialidad; en otros, los costos se derivaron de estudios realizados como parte del plan nacional; en otros, se recurrió a estimar los costos unitarios de las diversas operaciones y a determinar cuántas de ellas serían necesarias en los siete tipos de proyectos.

Segunda etapa. Estimación de los costos del transporte. Los costos de operación de los vehículos habían sido estimados en el marco del Plan Nacional de Transporte, y se utilizaron para desarrollar un programa de inversión caminera. Se habían especificado en función del estado de la carretera respectiva, pero para los

---

<sup>22/</sup> Estos flujos críticos, o mínimos, dependerían en cierta medida del ritmo de crecimiento del tráfico, lo cual, según la hipótesis, variaría de acuerdo con las diferentes regiones del país.

efectos del desarrollo del programa de inversión caminera (y con el fin de extraer la influencia de los niveles de mantenimiento), se supuso que se les mantendría en buenas condiciones. Sin embargo, hubo dos excepciones a esta regla: en primer lugar, en el caso "sin proyecto" donde el proyecto es de reconstrucción, se supone el mal estado de la carretera; en segundo lugar, se supone un estado regular para los caminos de tierra y de grava. Se supuso en todos los casos que el 55% del flujo era de automóviles, el 5% de buses y el 40% de camiones (con la excepción de que pruebas en autopistas y carreteras de múltiples vías, fueron realizadas también suponiendo que un 20% del tráfico correspondía a camiones y un 75% a automóviles).

Las evaluaciones tomaron en cuenta los efectos de la congestión. Las relaciones entre flujo y velocidad se derivaron de una fuente citada como "Manual de Capacidad de Calzada", que presumiblemente se refiere a Highway Capacity Manual, editado por la Junta de Investigación Caminera (Highway Research Board) de los Estados Unidos. Se supuso que los camiones y los buses circularían a las velocidades de circulación estimadas para ellos en caso que no haya congestión, excepto si el volumen del tráfico disminuye la velocidad de los automóviles, en cuyo caso la velocidad de los camiones sería la misma que la de los automóviles. Los costos de operación de los vehículos se estimaron de acuerdo a las velocidades ajustadas según la congestión. Se cuantificó el costo del tiempo de viaje personal, haciendo variar el valor unitario de acuerdo con el ingreso del viajero y si el viaje se realiza o no en horas de trabajo.

Otros costos reconocidos en la estimación de beneficios fueron los de mantenimiento de los caminos y los de accidentes. Se ajustó una función sencilla destinada a estimar los costos de mantenimiento de las carreteras a partir del número aproximado de ejes equivalentes que las utilizaran. Los costos de accidentes se incorporaron en forma muy aproximada: los beneficios debidos a menor cantidad de accidentes se estimaron generalmente en un 5% de los beneficios originados en otras fuentes. El evitar que se cerraran los caminos de tierra durante períodos de mucha lluvia fue también reconocido en forma muy general. Los beneficios consiguientes se estimaron en un 10% de los beneficios estimados por otras razones.

/Tercera etapa:

Tercera etapa: La determinación de niveles mínimos de tráfico para justificar cada tipo de proyecto. Dados los costos de capital y de operación en los estados existentes y mejorados (y presumiblemente una tasa de crecimiento del tráfico) se hizo posible determinar cuál sería el nivel actual de tráfico diario que tendría que alcanzarse para que resultara conveniente, en términos económicos, sustituir el nuevo estado mejorado por el actual. El cálculo de estos niveles críticos mínimos de tráfico tuvo por supuesto una tasa de descuento del 10%, y también se supuso que la construcción demoraría uno o dos años, según el tipo de proyecto. Los cálculos supusieron que una vez realizado el proyecto éste generaría nuevo tráfico y atraería tráfico proveniente de otras vías, en porcentajes arbitrarios que variaban según el tipo de proyecto. Para ambos tipos de tráfico se atribuyeron beneficios iguales a la mitad del ahorro en los costos del funcionamiento del tráfico existente (y del crecimiento en dicho tráfico). Al final de los cálculos se agregaron los beneficios correspondientes a impedir embotellamientos y accidentes.

Cuarta etapa. La determinación de proyectos adecuados por cada tramo de carretera. A fin de identificar el proyecto más adecuado, en su caso, para cada tramo de carretera, se hizo necesario en primer lugar predecir los niveles de tráfico. Para ello, los resultados del procedimiento de modelos de transporte tratado en apartados anteriores de este capítulo de la monografía, se tomaron en cuenta solamente en una escala muy reducida, y presumiblemente porque el modelo de transporte sólo consideraba explícitamente seis tipos principales de productos y tráfico de pasajeros en los corredores más importantes o porque el modelo no se había perfeccionado cuando se llevaron a cabo las evaluaciones. Al no contar con datos adecuados más recientes, la predicción del tráfico se basó en una serie de recuentos de 1973. Estos fueron puestos al día para 1980, en el plano nacional, a tasas diferentes para los diversos tipos de vehículos. La proyección hasta 1990 tomó como punto de partida las tasas de crecimiento determinadas por el modelo de transporte (para el tráfico de automóviles privados, de buses interurbanos, y de camiones respectivamente) pero éstos fueron modificados posteriormente para tomar en cuenta las diferencias regionales esperadas en el crecimiento del tráfico. En el caso del tráfico de camiones la tasa de crecimiento nacional se modificó de acuerdo con las predicciones de consumo de petróleo diesel por región, utilizando como cifra de control la estimación

/nacional de

nacional de crecimiento. (Para el tráfico de automóviles y buses, el crecimiento regional del tráfico se relacionó, respectivamente, con el incremento esperado en el número de vehículos y con la población conjuntamente, y también con la población exclusivamente.)

Dado el flujo estimado del tráfico existente en la red caminera, y su crecimiento, el actual estado de cada tramo de la carretera, y el nivel de tráfico estimado como crítico para justificar cada tipo de proyecto, se eligieron estados deseables de los caminos para cada tramo de carretera. El cálculo debió tomar en cuenta un elemento de opinión, por cuanto la tasa de crecimiento del tráfico en cada tramo podría haber sido diferente al promedio supuesto en la tercera etapa.

Quinta etapa. La formulación del programa de inversión caminera. Una vez identificado el tipo de proyecto preferido para cada tramo de la carretera, se asignó a un determinado año (hasta 1985-1986) según cuando se predecía que el tráfico de dicho tramo alcanzaría el nivel mínimo crítico necesario para justificar el proyecto, o, lo que vendría a ser lo mismo en determinadas circunstancias, cuando la tasa de rendimiento del primer año alcanzaría a un 10%. Los análisis de beneficio/costo de cada proyecto se realizaron aplicando los mismos principios generales utilizados para determinar los niveles críticos mínimos del tráfico.

El programa de inversión propuesto estaba compuesto por diversos tipos de proyectos, tales como ensanches, reconstrucción de caminos, etc. Dentro de cada tipo, los proyectos se justificaron de diversas maneras: algunos sobre la base de análisis de beneficio/costo; otros se consideraron económicamente justificables pero no fueron sometidos a análisis de beneficio/costo ya sea porque la metodología normalizada no se prestaba para ello o porque no se contaba con datos suficientes como para aplicarla; otros fueron considerados viables por razones no económicas, tales como de estrategia general de desarrollo, etc. El programa reconoció asimismo que algunos proyectos, que no fueron evaluados, ya habían sido autorizados. El programa propuesto se completó mediante proyectos no evaluados. Sólo un 27% de la inversión total propuesta para el período 1981 a 1985 correspondió a proyectos evaluados por el PNT-RA.

Como en el caso del programa de inversión caminera, las inversiones ferroviarias recomendadas por el PNT-RA incluían las evaluadas y las no evaluadas. Los proyectos evaluados se concentraban en los principales corredores ferroviarios del país. Se decidió en forma subjetiva que el 50% de la inversión total hasta 1990 debía realizarse en estos corredores principales.

/La base

La base analítica del programa de inversión propuesto para los ferrocarriles consistió en la identificación de proyectos potenciales en siete de los principales corredores del sistema ferroviario, y en la evaluación de dichos proyectos. El programa se complementó asignando inversión a las partes del sistema ajenas a los corredores principales "para evitar mayores deterioros". No queda exactamente en claro cómo se determinaron los montos por invertir en estas otras partes del sistema, pero el resultado de este procedimiento fue que alrededor de 530 000 millones de pesos (de 1979) se propusieron como inversión anual hasta 1985 (bajando a 410 000 millones en 1990) de los cuales alrededor de un 50% correspondería a los corredores principales.

La metodología utilizada para evaluar los proyectos relativos a corredores principales se resume como sigue. Para cada uno de los 10 principales grupos de productos, así como para el movimiento de pasajeros, se estimó el tráfico sin tomar en cuenta el modelo de transporte (cuyos resultados no estaban disponibles por entonces). Si bien no se utilizaron los resultados del modelo, se consideró que las predicciones eran coherentes con un 4% anual de crecimiento del PIB. Se hizo una estimación del tráfico en 1979, el año base, especificando también las tasas de crecimiento anual. Para el cálculo de los beneficios, se consideró que el tráfico no variaba, se ejecutaran o no los proyectos considerados. Sin embargo, en la descripción de la evaluación de los proyectos ferroviarios contenida en los volúmenes respectivos del informe del PNT-RA (y otros documentos auxiliares) queda implícito que se esperaba perder dicho tráfico si no se realizaban los proyectos, debido al bajo nivel de servicio que se ofrecería. Queda también implícito que si se hubiera considerado en el cálculo de beneficios la pérdida de tráfico en relación con la competencia de los otros modos de transporte, las tasas estimadas de rendimiento habrían sido más altas, aunque no existe certeza de ello, según se explicó en el apartado 3 de esta monografía.

El proyecto de cada corredor comprendía hasta tres tipos de subproyectos:

i) renovación y mejoramiento de la vía permanente; ii) adquisición o reconstrucción de vagones, y iii) adquisición y reconstrucción de locomotoras. Se consideró la posibilidad de adquirir más vagones de pasajeros, pero no se identificaron deficiencias en este aspecto. Los diversos subproyectos de cada corredor se identificaron tomando en cuenta la condición existente de cada corredor y comparándola con un estado considerado conveniente, fijado en forma arbitraria pero razonable. Por ejemplo, se establecía una condición considerada conveniente para la vía permanente (para ofrecer un nivel satisfactorio de servicios) y se examinaba la vía existente en el mismo corredor, permitiendo así la identificación del número de kilómetros /que deberían

que deberían renovarse y el largo que debería ser sometido a mejoramiento. La renovación y mejoramiento de estos tramos se consideraron como el proyecto de vía permanente para el corredor respectivo.

Una vez identificados dichos proyectos, que comprendían hasta tres subproyectos diferentes para cada corredor, se sometieron a evaluación. El rasgo esencial de dichas evaluaciones consistió en que cada subproyecto, por ejemplo el subproyecto relativo a la vía permanente, se evaluó en el supuesto de que los otros dos, relativos a vagones y locomotoras, ya habían sido llevados a la práctica. Las evaluaciones procuraron tomar en cuenta que la inversión en un determinado aspecto de la operación ferroviaria no tendría pleno efecto si al mismo tiempo no se realizaban inversiones en los aspectos conexos, sin las cuales la plena potencialidad de la primera inversión no llegaría a realizarse. Por ejemplo, el valor de mejorar la condición de la vía permanente sería muy limitado si la condición de las locomotoras y del resto del equipo rodante no permitiera a los trenes una circulación más rápida.

Los costos se transformaron en precios sombra utilizando los factores de ajuste elaborados por el consultante para el contrato V del PNT-RA. Se estimaron mediante el estudio de propuestas recientes para cada tipo de trabajo. Se definieron los beneficios como aquellas economías que se producirían en caso de llevarse a la práctica el respectivo subproyecto (y dada la ejecución previa de los otros subproyectos). Por ejemplo, se supuso que los subproyectos de la vía permanente traerían consigo los siguientes beneficios:

- reducción en los costos de mantenimiento de la vía permanente;
- reducción de accidentes;
- reducción en los costos de mantenimiento del material rodante;
- ahorro en el tiempo de viaje de los pasajeros;
- ahorro en material rodante, debido a la mayor velocidad;
- ahorro en el mantenimiento de material rodante debido a las mayores velocidades (lo que reduce el número de locomotoras, carros y vagones que deben ser sometidos a esas operaciones);
- reducción en los costos de personal, debido a las mayores velocidades.

Los costos y los beneficios se estimaron en general en forma relativamente sólida. Los resultados de las evaluaciones se expresaron en forma de tasas internas de retorno. Estas se utilizaron para determinar el lugar de cada plan en la formulación del programa de inversiones 1981-1985, lo que se especificó año por año, y las inversiones propuestas para el período 1986-1990.



Anexo

ANALISIS DE ALGUNOS ASPECTOS DE LOS COMPONENTES DE REPARTICION ENTRE MODOS DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCION DEL MODELO DE TRANSPORTE UTILIZADO EN LA PRIMERA ETAPA DEL PNT-RA 1/

Los componentes de repartición entre modos y de distribución correspondientes al modelo de transporte utilizado por el PNT-RA fueron relativamente avanzados en términos metodológicos, si se los compara con los otros estudios integrados de transporte realizados en el plano nacional por países del Cono Sur, si bien en ciertos estudios regionales, notablemente en el sistema de Planejamento de Transportes del Estado de São Paulo en Brasil, se han aplicado criterios semejantes. El rasgo esencial de la metodología es la derivación de costos para la distribución de los costos por cada modo de transporte disponible, de modo que las etapas de repartición entre modos y de distribución se integran y son recíprocamente coherentes. Todo cambio en el costo de un determinado modo de transporte incide en la distribución, aunque el cambio no rebaje el costo mínimo de transporte entre ninguna pareja de zonas.

El modelo de repartición entre modos utilizados por el PNT-RA puede expresarse como sigue:

$$P_{ijk} = \frac{e^{-\lambda c_{ijk}}}{\sum_k e^{-\lambda c_{ijk}}} \quad (A.2.1.)$$

Los costos utilizados para la distribución se estiman mediante:

$$-C_{ij} = \frac{\log \sum_k e^{-\lambda c_{ijk}}}{\lambda} \quad (A.2.2)$$

La ecuación A.2.2. puede expresarse en formas alternativas como las siguientes:

$$-C_{ij} = \frac{\log \left[ \frac{e^{-\lambda c_{ijk}}}{P_{ijk}} \right]}{\lambda} \quad (A.2.3.)$$

o bien

$$-C_{ij} = \frac{\log e^{-\lambda c_{ijk}} - \log P_{ijk}}{\lambda} \quad (A.2.4.)$$

---

1/ El presente anexo se refiere al procedimiento aplicado para los cereales. El modelo de distribución utilizado para otros productos fue más simple. (Véase el apartado 4 de la presente monografía.)

Según el valor que se asigne al parámetro lambda, parece posible que las últimas tres expresiones, que son esencialmente la misma cosa pero escrita en formas diferentes, den por resultado costos negativos (o, en el lenguaje del informe PNT-RA, parece posible que las utilidades sean positivas). En la última expresión,  $c_{ij}$  sólo sería positivo en el siguiente caso:

$$\log P_{ijk} > \log e^{-\lambda c_{ijk}} \quad (\text{A.2.5.})$$

es decir cuando

$$\log P_{ijk} > -\lambda c_{ijk} \quad (\text{A.2.6.})$$

Si esta desigualdad no se mantiene, los costos utilizados para distribución serían negativos. Para que los costos sean positivos es preciso que

$$-\lambda < \frac{\log P_{ijk}}{c_{ijk}}$$

Generalmente, no parece haber razón para que lambda no asuma otros valores, es decir, valores que llevarían a valores negativos de  $c_{ij}$ , dependiendo de la sensibilidad de la repartición entre modos a los costos de transporte de los diversos modos disponibles.

En general, a mayor valor de lambda, mayor es la sensibilidad de la repartición entre modos a los costos de los diversos modos. Si lambda es pequeño, el usuario o expedidor no toma mucho en consideración los costos de transporte (tal cual son medidos e incluidos en la definición de  $c_{ijk}$ ). En estas condiciones, los costos de distribución pueden ser negativos.

Si bien los costos de transporte lógicamente no se consideran en forma normal como negativos, excepto tal vez en el caso de viajes personales dedicados al turismo, puede no importar que sean negativos los costos de distribución, por cuanto en otro sentido parecen tener buen comportamiento, y no tender a producir resultados irrazonables al aplicarse el modelo de distribución. Aun cuando sean negativos en algunos casos, entre parejas de zonas con buen acceso serían inferiores a los correspondientes a parejas de zonas con mal acceso. Por ejemplo, si lambda es 0.05,  $c_{ij}$  tendría los siguientes valores entre cuatro parejas de zonas servidas por tres modos de transporte en cada caso, con los costos que se muestran en los respectivos vectores:

$$\sqrt{-7 \quad -20 \quad -9} \quad c_{ij} = -10.73$$

$$\sqrt{-10 \quad -22 \quad -13} \quad c_{ij} = -7.59$$

$$\sqrt{-12 \quad -25 \quad -15} \quad c_{ij} = -5.37$$

$$\sqrt{-25 \quad -45 \quad -30} \quad c_{ij} = +9.72$$

Si lambda se fijase al 0.2, que fue el valor ajustado por el PNT-RA, los cuatro valores de  $c_{ijk}$  serían positivos (4.22; 7.53; 9.58, y 23.37, respectivamente).

El cuadro 1 del presente anexo, muestra como cambia la repartición entre modos a medida que se altera el valor de  $\lambda$ . Dicho cuadro muestra además como el valor asociado de  $c_{ijk}$  cambia al alterarse  $\lambda$ ; los valores son negativos cuando  $\lambda$  es bajo, y positivos al aumentar lambda. El gráfico 1 de este anexo ilustra como varía  $c_{ij}$  en cuanto varía uno de los  $c_{ijk}$  para los valores alternativos de  $\lambda$ .

En el caso de los cereales, la función de disuasión utilizada para la distribución tomó en el PNT-RA la siguiente forma:

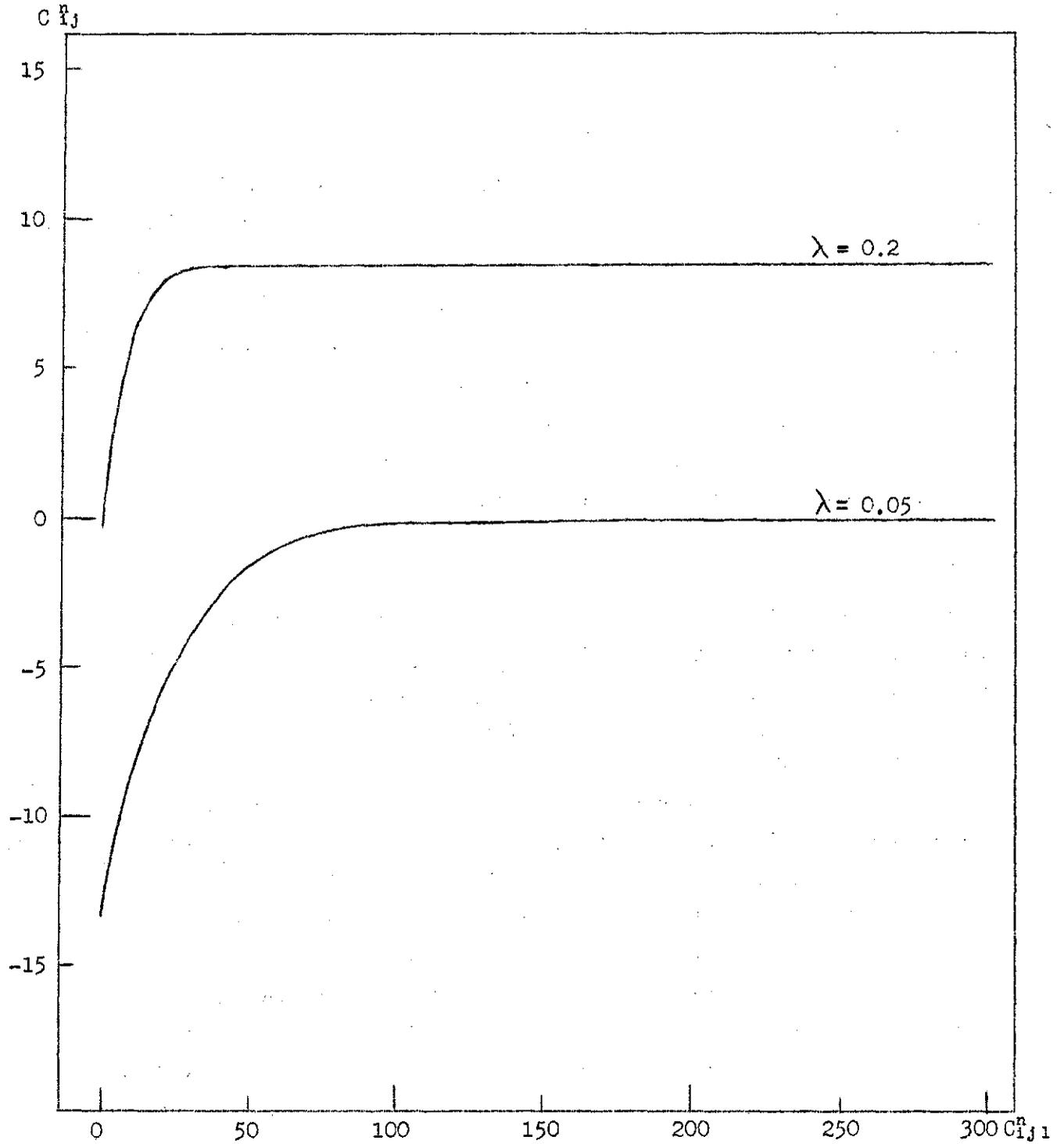
$$f_{ij} = (-\mu_3 c_{ij})^{\mu_4} e^{-\lambda_3 c_{ij}} \quad (A.2.7)$$

Los parámetros de ajuste variaron entre un caso y otro, pero en el caso del trigo entregado a las industrias  $\mu_3$  se fijó en -0.5;  $\mu_4$  en -0.1, y  $\lambda_3$  se hizo igual a 0.25. Utilizando estos parámetros, el valor de  $f_{ij}$  varía como se muestra en el cuadro 2 de este anexo para valores de  $c_{ij}$  entre 1 y 100.

El informe PNT-RA (capítulo XVIII del conjunto de volúmenes preparado por el consultor para el contrato VI en página 122) analiza los efectos de cada uno de los parámetros de ajuste, es decir, cómo cada uno de ellos incide en el patrón de distribución simulada. Parece posible investigar el efecto de cada uno de los parámetros sobre la distribución calculando la elasticidad de  $f_{ij}$  respecto de cada uno de los tres parámetros sucesivamente, para diferentes valores de  $c_{ij}$ , manteniendo constantes los otros dos, aunque esto no incorporaría los cambios en los valores de los factores de equilibrio  $A_i$  y  $B_j$ , al cambiar  $f_{ij}$ . Estos valores deben cambiar a fin de que la matriz de viajes resultante cumpla con las limitaciones según las cuales el número de viajes originados en cada zona "i" debe ser igual al total preestablecido para dichas zonas, y cada zona "j" debe atraer un número correcto de viajes. Sin embargo, el trato de dichos cambios en los valores  $A_i$  y  $B_j$

Gráfico 1

LA VARIACION DEL COSTO COMPUESTO USADO EN LA DISTRIBUCION, O SEA  $C_{ij}^n$ , AL VARIAR  $C_{ij1}^n$ , SI  $C_{ij2}^n$  ES 20 Y  $C_{ij3}^n$  ES 9, POR VALORES DIFERENTES DE  $\lambda$



es matemáticamente muy complicado. Si se pasaran por alto los cambios en el número de viajes entre diferentes parejas de zonas, como si cambia por ejemplo,  $\mu_4$  se reflejaría en cambios en  $f_{ij}$ . El no tomar en cuenta los efectos sobre  $A_i$  y  $B_j$  equivale a considerar que el modelo de distribución es del tipo que carece de limitaciones.

Los efectos de  $\mu_4$  sobre  $f_{ij}$  podrían medirse de la siguiente manera:

$$\frac{\delta f_{ij}}{\delta \mu_4} = \log(-\mu_3 c_{ij}) (-\mu_3 c_{ij})^{\mu_4} e^{-\lambda_3 c_{ij}} \quad (\text{A.2.8.})$$

y la elasticidad correspondiente se define como

$$\frac{\delta f_{ij}}{\delta \mu_4} \cdot \frac{\mu_4}{f_{ij}} \quad (\text{A.2.9.})$$

Las series de tres elasticidades figuran en el cuadro 2 de este anexo. Podrá observarse que la elasticidad respecto de  $\mu_3$  baja al aumentar  $c_{ij}$ , y así aproximadamente al aumentar la distancia entre zonas. El informe PNT-RA afirma (en la página XVIII-121 del informe del consultor para el IV contrato) que el valor de  $\mu_3$  no tiene efectos sobre la distribución simulada. No es fácil imaginar cómo puede ser así. El informe sostiene que se trata de un factor de escala; sería así si se aplicara a ambos términos que contienen  $c_{ij}$  en la expresión A.2.7. Sin embargo, como puede verse, se aplica al componente potencial, pero no al componente exponencial. Así, si  $\mu_3$  fuera inferior a la unidad, la ponderación del componente de potencia se reduciría en relación con la de la parte exponencial. Aparentemente, esto incidiría en el patrón de distribución.

El informe afirma también que  $\lambda_3$  tiene mayor influencia sobre los viajes largos, mientras que la influencia de  $\mu_4$  se concentra en los más cortos. Esto parece corresponder a las dos columnas finales del cuadro 2 de este anexo. La elasticidad en  $c_{ij} = 100$  decuplica la de  $c_{ij} = 10$  en el caso de  $\lambda_3$ , pero el múltiplo correspondiente en el caso de  $\mu_4$  es inferior a 2 1/2. Es posible dar otros ejemplos de lo mismo, pero no puede hacerse una afirmación general sin considerar los efectos de los cambios en los parámetros de distribución sobre el  $A_i$  y  $B_j$ , lo que es muy complicado de hacer en forma rigurosa y generalizada.

El cuadro 3, enumera para los valores de  $c_{ij}$  de 10 a 100 el cambio porcentual en viajes que se produciría si se tratara de un modelo de distribución sin limitaciones con una función de disuasión del tipo especificado en A.2.7., con los valores de parámetros ajustados por el PNT-RA para el caso de los flujos de trigo hacia la industria, y si sucesivamente cambiaran los valores de  $\mu_4$  y  $\lambda_3$ . El valor de  $\mu_4$  cambia en 1% y el valor de  $\lambda_3$  se cambia de modo que la variación en el número total de viajes sea igual a la que se produciría si  $\mu_4$  cambiara en 1%. Puede apreciarse que el efecto de  $\mu_4$  es mayor cuando  $c_{ij}$  es igual a 10 pero que el de  $\lambda_3$  es mayor al ser más alto  $c_{ij}$ .

Cuadro 1

VARIACION EN LA REPARTICION ENTRE MODOS DE TRANSPORTE Y EN EL COSTO COMPUESTO AL VARIAR EL VALOR DE  $\lambda$  a/

	Porcentaje de viajes mediante			$c_{ij}$
	modo 1 $P_{ij1}$	modo 2 $P_{ij2}$	modo 3 $P_{ij3}$	
0.05	41.21	21.51	37.28	-10.73
0.10	47.82	13.03	39.15	-0.38
0.20	57.32	4.26	38.42	4.22
0.30	63.73	1.29	34.98	5.50

a/ Variación en la repartición entre modos de transporte  $P_{ijk}$ , y el costo compuesto  $c_{ij}$ , al variar el valor de  $\lambda$  cuando los costos respectivos de los tres modos de transporte disponibles ascienden a \$ 7, \$ 20 y \$ 9.

Cuadro 2

ELASTICIDADES DE  $f_{ij}$  CON RESPECTO A i)  $\mu_3$ , ii)  $\mu_4$  y iii)  $\lambda_3$ ,  
CON DIFERENTES VALORES DE  $c_{ij}$  a/

$c_{ij}$	$f_{ij}$	$\frac{\delta f_{ij}}{\delta \mu_3} \cdot \frac{\mu_3}{f_{ij}}$	$\frac{\delta f_{ij}}{\delta \mu_4} \cdot \frac{\mu_4}{f_{ij}}$	$\frac{\delta f_{ij}}{\delta \lambda_3} \cdot \frac{\lambda_3}{f_{ij}}$
1	0.83	0.102	-0.0699	0.2515
5	0.26	0.0202	-0.0919	1.2596
10	0.070	0.0100	-0.1600	2.5000
15	0.019	0.0067	-0.2039	3.8158
20	0.0054	0.0050	-0.2281	5.0926
25	0.0015	0.0040	-0.2527	6.1667
30	0.00042	0.0033	-0.2714	7.7381
35	0.00012	0.0028	-0.2842	8.6667
40	0.000034	0.0025	-0.2971	9.9265
45	0.000010	0.0021	-0.2970	10.7250
50	2.70 x E-6	0.0020	-0.3219	12.5000
55	7.67 x E-7	0.0018	-0.3312	13.7549
60	2.18 x E-7	0.0017	-0.3399	15.0229
65	6.19 x E-8	0.0015	-0.3473	16.2359
70	1.76 x E-8	0.0014	-0.3557	17.4716
75	5.01 x E-9	0.0013	-0.3613	18.7625
80	1.43 x E-9	0.0012	-0.3678	19.9301
85	4.06 x E-10	0.0012	-0.3744	21.2438
90	1.16 x E-10	0.0011	-0.3793	22.4138
95	3.29 x E-11	0.0011	-0.3860	23.7842
100	9.39 x E-12	0.0010	-0.3908	25.000

a/ Valores de  $f_{ij}$  como función de  $c_{ij}$  en el modelo de distribución de trigo a la industria, y valores para la elasticidad de  $f_{ij}$  respecto de los diferentes parámetros de ajuste.

Cuadro 3

LA VARIACION EN LA CANTIDAD DE VIAJES SI EL MODELO GRAVITACIONAL  
USADO NO TUVIERA LIMITACIONES AL VARIAR,  
RESPECTIVAMENTE,  $\mu_4$  y  $\lambda_3$  a/

$c_{ij}$	Cambio en el porcentaje de viajes si $\mu_4$ cambia en 1%	Cambio en el porcentaje de viajes si $\lambda_3$ cambia en 1%
10	-0.16	0.05
20	-0.23	-2.61
30	-0.27	-5.32
40	-0.30	-7.57
50	-0.33	-10.21
60	-0.34	-12.80
70	-0.36	-15.31
80	-0.37	-17.83
90	-0.38	-20.38
100	-0.40	-23.04

a/ Cambios porcentuales en los viajes con diferentes valores de  $c_{ij}$  para un modelo de distribución libre de limitaciones, con una función de disuasión del mismo tipo que la utilizada por el PNT-RA para los flujos de grano, con los valores de los parámetros ajustados para el caso del flujo de trigo a la industria en caso de variar  $\mu_4$  en un 1% y de variar  $\lambda_3$ , de modo que el cambio total en la cantidad de viajes sea igual al que se produciría en caso de variar  $\mu_4$  en un 1%.