

Distr.
RESTRINGIDA
E/CEPAL/R.28#/Add.3
26 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 el Plan Operacional
de Transporte en Brasil

Este informe fue preparado por la División de Transporte y Comunicaciones de la CEPAL sobre la base de las informaciones suministradas por la Empresa Brasileira de Planeamiento de Transporte - GEIPOT; está sujeto a revisión en cuanto a la forma y el contenido.

82-5-1109

INDICE

	<u>Página</u>
1. Introducción	1
2. Síntesis de la metodología	5
3. Evaluación	20
4. Descripción pormenorizada de la metodología utilizada en la segunda fase del plan	29
Anexo Resumen y evaluación del Plan Operacional de Transporte, Fase I, de Maíz	57

1. Introducción

El Plan Operacional de Transporte (POT) del Brasil se puso en marcha en 1975 en virtud de un acuerdo suscrito entre la Secretaría de Planificación de la República Federativa del Brasil y el Ministerio de Transportes de ese país. La labor sustantiva fue encomendada principalmente al organismo encargado de la planificación del transporte en dicho país, el GEIPOT (originalmente denominado Grupo Ejecutivo para la Integración de la Política de Transporte, y ahora Empresa Brasileña de Planeamiento de Transporte). Contó con la ayuda de la Fundación Instituto de Planificación Económica y Social (IPEA) y con la colaboración de muchos organismos públicos y privados que suministran servicios de transporte en el Brasil o son usuarios de ellos. Hasta el momento el Plan Operacional consta de tres etapas de las cuales se han completado las dos primeras; la tercera que se encuentra actualmente en fase de realizarse, se ha modificado desde su proyecto original. Estas tres etapas son:

- i) POT-I. En esta primera etapa se hizo una investigación detenida del transporte de los 20 grupos de productos más importantes en el transporte de carga en el Brasil a comienzos a mediados de los años setenta, de los cuales dependía críticamente la economía de ese país. Los 20 estudios correspondientes fueron realizados en el período comprendido entre 1975 y 1978. Ciertos productos -especialmente el carbón y el alcohol combustible- carecían por entonces de importancia y fueron estudiados con posterioridad, pero sólo los primeros veinte se incluyeron en el POT-II. En 1979 se preparó uno más sobre carbón mineral y carbón de leña, pero no fue terminado a tiempo para ser incluido en la segunda etapa del Plan Operacional. El objeto de cada uno de estos estudios era conocer la demanda de transporte por producto mediante la identificación de la forma en que se genera dicho transporte y la forma en que actualmente se presta ese servicio, y asimismo estudiar las medidas de corto plazo que podrían adoptarse para rectificar las deficiencias.^{1/} Los estudios correspondientes a la primera fase del Plan Operacional de Transporte suministraron también informaciones vitales para la segunda fase y especialmente matrices correspondientes a

^{1/} Plano Operacional de Transportes, Segunda Fase, Volumen 1, presentación. GEIPOT-Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes, Ministerio dos Transportes, Brasilia, 1980.

los viajes realizados en el año base (1974) por modo y ruta y matrices correspondientes a modos no específicos para los tres años, de término de las etapas 1977, 1980 y 1985.

- ii) POT-II. La segunda fase del Plan Operacional de Transportes integró los 20 primeros estudios realizados en la primera fase y comprendió "el análisis de los impactos que las corrientes de tráfico combinado tienen sobre el sistema de transporte y sobre la forma en que la situación de la oferta y demanda de transporte general se retroalimenta del transporte de grupos individuales de productos".^{2/} Se identificaron aquellas partes del sistema de transporte en las cuales podrían producirse déficit de capacidad y se recomendaron soluciones para resolver los problemas que podrían plantearse, las cuales asimismo fueron evaluadas.
- iii) POT-III. La tercera fase del Plan Operacional se proyectó originalmente sobre todo como una actualización de las dos etapas anteriores. El año 1980, fue año base del análisis; los años 1985 y 1990 se usaron como años de proyección. Se proyectó introducir ciertas variaciones metodológicas respecto de la primera y segunda etapa sobre la base de la experiencia adquirida. Se proyectó asimismo ajustar un tipo normal de modelo de repartición del tráfico entre modos de transporte ("modal split"), tarea que debía haber sido realizada en la segunda fase, pero que fue pospuesta porque resultó imposible ajustarla para que simulase el comportamiento observado. Sin embargo, luego se limitó el alcance del POT-III sólo a la estimación de líneas de deseo, es decir, el volumen de carga que debía transportarse de una determinada zona a otra. Así, en cierto modo llega a ser una actualización de los estudios del POT-II.

El Plan Operacional de Transportes del Brasil corresponde al Plan de Transporte Nacional de Argentina y a los estudios integrados de transporte realizados en Bolivia, el Paraguay y el Uruguay. A fines del decenio de 1970 se elaboró un Plan Nacional de Transporte del Brasil contenido en un informe de 18 volúmenes en su mayor parte independiente del Plan Operacional, aunque hizo uso de resultados de los análisis del POT-I. En todo caso el Plan de Transporte Nacional del Brasil no es comparable, por ejemplo con el plan de transporte nacional correspondiente

^{2/} Ibid, p. 7.

a la Argentina por cuanto se preocupa más de la orientación que debe seguir la política de transporte que de la elaboración de planes de acción y programas de inversión sobre la base de un análisis espacial desagregado. Se ha señalado asimismo que en la realidad la planificación del transporte en el Brasil a veces se aparta tanto de las conclusiones del Plan Nacional de Transporte como de las recomendaciones del Plan Operacional de Transporte y que es el resultado de una interacción más pragmática entre el Ministerio de Transporte y la Secretaría de Planificación. Esta característica se encuentra no sólo en la planificación del transporte del Brasil sino en la de muchos otros países del Cono Sur y de otras regiones. El objetivo de los estudios de transporte integrado es mejorar estas desviaciones con respecto de la trayectoria óptima que suelen producirse como resultado de estos procedimientos pragmáticos.

El Plan Operacional de Transporte se concentra en el análisis de 20 grupos de productos más bien que en tráfico de pasajeros y diversos otros tráficos de carga. Estos no han sido excluidos, pero no se ha elaborado para ello un modelo similar al preparado para los tráficos examinados en el Plan Operacional. Podría decirse que compiten con los tráficos estudiados en el Plan Operacional de Transporte por los servicios de transporte disponible, pero que el sistema de transporte ha sido ideado para dar énfasis a la satisfacción de las necesidades de los tráficos considerados en el Plan Operacional de Transporte más bien que a los otros. Este procedimiento resulta justificado cuando se tiene en cuenta que la prosperidad económica del Brasil depende de la comercialización de los productos incluidos en los estudios realizados en la primera etapa del Plan Operacional de Transporte y en el predominio de ellos en el mercado de transporte de carga. Gran parte de la planificación del transporte brasileño en los últimos años se ha ocupado de adaptar el sistema de transporte a las necesidades de unos pocos productos de importancia fundamental,^{3/} teniendo presente naturalmente que si el sistema de transporte es adecuado para estos productos lo sería también en gran medida para satisfacer las necesidades menores de los demás. Las actividades de planificación del transporte se han intensificado en el Brasil en los últimos años por efecto de la situación económica en que se encuentra el país y especialmente por la necesidad de conservar los combustibles

^{3/} Véanse por ejemplo los diversos informes de la serie Programa de ação para os corredores de exportação e abastecimento, GEIPOT, Ministerio de Transportes, Brasilia.

derivados del petróleo y en general las divisas. Por ese motivo y siempre que fuera posible, se ha preferido el transporte ferroviario y por agua al transporte por carretera y ello ha influido en la metodología empleada en el Plan Operacional de Transporte como se señala en la sección 3.2 de la presente monografía.

Esta monografía examina la primera y la segunda etapa del Plan Operacional de Transporte. La tercera etapa es de muy reciente iniciación; además, el alcance restringido que se le está dando a dicha etapa, a diferencia de la intención original, deja escaso margen al avance metodológico. En este estudio no se tratan in extenso ciertos aspectos importantes de los análisis de la segunda etapa, como por ejemplo el procedimiento de asignación y la evaluación de proyectos, debido a que en el informe de la segunda fase del plan operacional se tratan en forma relativamente superficial los componentes metodológicos correspondientes. Sin embargo, se recibió informaciones adicionales inestimables del Departamento de Planificación del GEIPOT (DEPLAN) que prestó ayuda a la CEPAL para la preparación del presente documento; sin las conversaciones con dicho departamento -aunque fueron menos frecuentes de lo que se hubiese deseado, en bien de la monografía- el presente estudio no habría podido llevarse a cabo.

Luego de esta sección introductoria viene una segunda sección dividida en dos partes. En la primera de ellas se resume la metodología empleada en la primera etapa del Plan Operacional de Transporte y en la segunda se examina la segunda etapa de dicho plan. Este examen es más detenido que el de la primera etapa por cuanto muchos de los estudios de la primera son muy particulares y las técnicas empleadas fueron determinadas más bien por las características del producto y por la disponibilidad de informaciones que por consideraciones de orden más general. Desde el punto de vista metodológico es muy posible que haya marcadas diferencias entre los estudios realizados en la primera etapa si bien aquellos resultados de más interés para esta monografía, es decir las matrices sobre las corrientes de carga, fueron elaborados con un formato estandarizado.

La tercera sección se divide también en dos partes, la primera de ellas se refiere a la primera etapa del Plan Operacional de Transporte y la segunda a su segunda etapa. Se hace una evaluación de las metodologías empleadas en cada una de ellas, dándole más importancia también en este caso, a la segunda etapa del plan.

/En la

En la cuarta y última sección se describe en forma detenida la metodología empleada en la segunda etapa del plan operacional. Se incluye un apéndice en que se examina minuciosamente y luego se evalúa la metodología empleada en uno de los estudios realizados en la primera etapa del plan operacional, la que se refiere al maíz y sus derivados.

2. Síntesis de la metodología

2.1 Síntesis de la metodología de la primera fase del Plan Operacional de Transportes

La primera fase del Plan Operacional de Transportes (POT) comprendió un análisis pormenorizado del transporte de los productos que componen la mayor parte del movimiento de carga en el Brasil y que revisten importancia fundamental para el buen funcionamiento de la economía del país. Se llevaron a cabo veinte proyectos distintos, en cada uno de los cuales se analizaron de uno a once productos diferentes. Más adelante se emprendió otro proyecto, sobre el carbón mineral y el de leña, pero demasiado tarde como para incluirlo en los análisis de la segunda fase del plan operacional. Los demás proyectos se refirieron a los siguientes productos: hierro y productos de acero, minerales, azúcar, sal, cemento, soja, trigo, productos de petróleo, fertilizantes, maíz, madera, celulosa y papel, carne, café, vehículos y repuestos automotrices, arroz, semillas y aceite de castor, frutas cítricas, algodón, productos petroquímicos y productos químicos.

La forma en que se estudiaron estos grupos de productos varió de caso en caso según sus características y la información disponible. En general, de cada grupo se obtuvieron los siguientes resultados:

- i) Matrices de origen-destino para el año base 1974, por grupo de productos, señalando los modos y rutas de transporte utilizados;
- ii) Matrices de origen-destino para los años futuros de análisis 1977, 1980 y 1985, sin indicar modo ni ruta;
- iii) Un diagnóstico general de la manera en que se transportaron los productos en el año base, recomendando soluciones para los problemas identificados.

La presente sección del trabajo se ocupa más bien de la elaboración de matrices y no del tercer tipo de resultados arriba señalado, no porque se considere que éste es menos importante sino para centrar la atención en aquellos aspectos metodológicos que tienen paralelo en otros planes integrales de transporte de los países del Cono Sur.

/Las matrices

Las matrices se desarrollaron en forma empírica y bastante minuciosa, y probablemente constituyen el conjunto más detallado de estudios de esta naturaleza que se haya llevado a cabo hasta la fecha en los países del Cono Sur. Sin embargo, la metodología estuvo muy orientada al análisis de los canales de comercialización existentes y a proyecciones de la producción y el consumo a mediano plazo, y no a definir la forma en que podrían reaccionar la comercialización o la producción y el consumo a modificaciones en el sistema de transporte, por cuanto se consideró que la influencia de estos últimos sobre los primeros era relativamente poco importante.

El anexo del presente trabajo ofrece una descripción y una evaluación detalladas de la metodología utilizada para analizar el transporte de maíz, mientras que la síntesis de esta sección sólo reseña de manera general aquella utilizada en los diversos estudios de la primera fase del Plan Operacional de Transportes. Sin embargo cabe tener presente que en el detalle la metodología varió apreciablemente de un caso a otro, según las diferencias relativas a la disponibilidad de los datos, además de otras consideraciones.

Se determinó el volumen de producción del año base, que fue siempre 1974, pese a que los diversos estudios de la primera fase del plan se llevaron a cabo en el período comprendido entre 1974 y 1978, y se distribuyó entre las 455 zonas que comprenden el plan de zonas estándar del GEIPOT y del DNER (Departamento Nacional de Estradas de Rodagem). En algunos casos, la producción pormenorizada de acuerdo con este plan zonal o en un plano aún más detallado, pudo obtenerse directamente de las estadísticas oficiales industriales existentes o a través de encuestas especialmente encargadas. En otros, fue preciso estimar el volumen de producción por zonas a partir de la producción nacional o regional, por ejemplo, distribuyendo la producción total conocida de acuerdo con la capacidad productiva.

A continuación se realizó un análisis similar para el consumo. Por lo general la información disponible sobre el consumo fue menos completa que aquella relacionada con la producción. En algunas oportunidades se dispuso de estadísticas sobre el consumo industrial o intermedio en distintos niveles de agregación espacial, pero a menudo el consumo por zona de dichos productos debió estimarse a través del conocimiento de la oferta total del producto en cuestión o del bien, a cuya producción contribuye, modificada en caso necesario, por la cifra correspondiente a las importaciones menos las exportaciones, y de los coeficientes técnicos y la capacidad de las plantas. Se tomó en cuenta las políticas de almacenaje de las industrias consideradas. De manera similar, se distribuyó por zona el consumo intermedio

/agrícola en

agrícola en función del consumo animal en las distintas zonas y de las necesidades de semillas. Por lo general, el consumo final por zona se estimó a través del conocimiento de la oferta nacional o regional que luego se distribuyó entre las zonas según la población zonal, o como función de la población y del ingreso de las distintas zonas.

En esta etapa se dispuso de listas de la producción y del consumo por zona en 1974 respecto de cada producto estudiado. La etapa siguiente consistió en desarrollar -principalmente a través de la observación- una matriz de origen-destino para el mismo año para cada producto. En general, la información se obtuvo de una encuesta de las organizaciones que participan en la comercialización de los productos en estudio. Junto con desarrollar las matrices y utilizar los resultados de las mismas encuestas, se reunió información sobre la elección de modo de transporte y de las rutas escogidas, de tal manera de poder especificar las matrices por modo para el año base, con archivos complementarios que indicasen las rutas utilizadas entre pares determinados de origen y destino. En esencia, las matrices se construyeron utilizando los datos observados y sólo se recurrió a técnicas sintéticas cuando no se dispuso de observaciones. En algunos casos se entrevistó a una muestra de productores o elaboradores, o de ambos, y la matriz resultante se desarrolló ajustando los factores en la forma necesaria para llegar a la producción y el consumo de cada zona. Por lo general, los volúmenes distribuidos fueron las diferencias entre la producción y el consumo estimados para cada zona; en los casos en que la primera resultó superior al segundo, la zona fue exportadora neta y a la inversa.^{4/} Los puertos fueron tratados como zonas de producción (importaciones) y consumo (exportaciones).

Cuando no se dispuso de información suficiente para desarrollar las matrices a partir de datos observados, ellas se completaron partiendo de la base de que la distribución del tráfico entre las zonas de producción y de consumo reduciría al mínimo la distancia total recorrida. Además, en el tráfico por carretera, a menudo fue preciso sintetizar parcialmente la asignación orientando el tráfico a través del camino pavimentado más corto.

^{4/} Sin embargo, parece que en algunos casos se utilizaron fuentes sectoriales para pasar por encima de este principio, permitiendo así que una zona fuese a la vez exportadora e importadora, como suele suceder debido al traslape de los canales de comercialización y a que dentro de un mismo producto se dan distintos grados y calidades.

El análisis de la situación en el año base prosiguió con el estudio de los problemas que afectan el transporte de los distintos productos en las condiciones existentes. En algunos casos, los proyectos de la primera fase del Plan Operacional de Transportes pudieron utilizar los resultados preliminares de la segunda fase de dicho plan y establecer qué tramos que en 1977 se encontraban en situación crítica (véase la sección 4.6) transportaban volúmenes importantes de determinados productos comprendidos en dicho plan.

Para algunos productos se proyectaron la producción y el consumo hasta 1985 bajo dos hipótesis, una optimista y la otra pesimista, de las cuales se sacó posteriormente un promedio para utilizarlo en la segunda fase del plan. Los métodos utilizados para proyectar la producción variaron de un tipo de producto a otro. En el caso de los productos agropecuarios, se solió extrapolar la tendencia, mientras que los pronósticos relativos a algunos productos industriales manufacturados en gran escala en un número reducido de plantas, se basaron en los planes de expansión de las empresas pertinentes. La proyección del consumo generalmente se logró por distintos métodos según si el producto en cuestión era un bien intermedio o un artículo de demanda final. En el primer caso, el aumento del consumo se basó en el crecimiento de la industria que utiliza el producto a manera de insumo tomando en cuenta además otros factores cuando era necesario. En el segundo, el consumo se vinculó con el aumento de la población o con éste unido al incremento del ingreso de acuerdo con una adecuada elasticidad de la demanda con relación al ingreso, aunque, en algunos casos, se formuló hipótesis sobre la evolución en los coeficientes de consumo por persona hasta los años de proyección.

En la mayoría de los casos, las matrices correspondientes a 1985 y a los dos años intermedios de 1977 y 1980 se desarrollaron partiendo de la base de que el patrón de distribución seguiría siendo igual al de 1974. No se estimaron la repartición del tráfico ni el modelo de asignación para estos años.

2.2 Síntesis de la metodología de la segunda fase del Plan Operacional de Transportes

La segunda fase del Plan Operacional de Transportes, tuvo como principal objetivo analizar el transporte de aquellos productos seleccionados en la primera fase del estudio en el año base (1977) y a mediano plazo (1985), con el fin de identificar los estrangulamientos del sistema de transportes y recomendar medidas para resolver los problemas surgidos.

/La metodología

La metodología se basó en parte en la que se elaboró para el estudio sobre el transporte brasileño realizado en forma conjunta por el GEIPOT y varios grupos de consultores extranjeros especializados en determinados aspectos de la planificación del transporte durante el período de 1965-1969 (el Estudio del Transporte en Brasil). Sin embargo, hubo varias diferencias importantes tanto de orientación como de detalles entre las metodologías utilizadas en ambos estudios, aun cuando éstas tengan entre sí cierta vinculación.

La metodología adoptada en la segunda fase del plan debe verse a la vez, a la luz de los efectos de la actual coyuntura económica en el sector de transporte y de algunas dificultades prácticas planteadas por los esfuerzos infructuosos de afinar un modelo de repartición del tráfico. En lo que respecta a los primeros, hay que tener presente que Brasil es un país que ha registrado tasas de crecimiento económico bastante altas en los últimos 14 años, que naturalmente han impuesto grandes exigencias al sector de transporte.^{5/} Se reconoció la necesidad de adaptar la capacidad del sistema de transportes a dichas exigencias y se asignaron al sector amplios recursos de inversión. Estos se concentraron principalmente en las carreteras que, por ejemplo, en 1968 recibieron más de 80% del total de recursos de inversión destinados a carreteras, ferrocarriles y vías de agua interiores juntos. Estas inversiones se coordinaron en gran medida a través del Estudio del Transporte en Brasil, llevado a cabo a fines de los años sesenta por el GEIPOT, en colaboración con consultores externos y con el Banco Mundial como organismo de financiamiento.

Como consecuencia de la primera crisis del petróleo de 1973-1974, aumentó apreciablemente el volumen de divisas que el país debió asignar a la importación de energía y se hizo incluso más importante que antes utilizar los recursos del país en forma eficiente. El crecimiento de la economía se detuvo un poco, pero siguió siendo alto en relación con el del resto del mundo lo que unido a las proporciones continentales del territorio y al hecho de que para poder alcanzar el desarrollo es preciso mejorar el acceso a gran parte de él, se tradujo en sostenidas exigencias sobre el sector de transportes, que ahora tenía que arreglárselas para hacer frente

^{5/} En 1981, sin embargo, la tasa de crecimiento económico bajó a -3%, según el Balace Preliminar de la Economía Latinoamericana durante 1981, E/CEPAL/L.260/Rev.1 de fecha 22 de diciembre de 1981. A pesar de ello, el balance de pagos del Brasil mejoró ostensiblemente en 1981, por lo cual es muy probable que la economía vuelva a recuperar su tradicional dinamismo en 1982.

a tales exigencias con una asignación de recursos de inversión que en términos reales era cada vez menor.^{6/} Dentro de esta baja de los recursos, la proporción asignada a los ferrocarriles generalmente aumentó, en términos tanto relativos como absolutos; los recursos asignados a los caminos disminuyeron en cifras absolutas bajando primero y luego manteniéndose más o menos constantes en cifras relativas.

Así, pues, en el Brasil la planificación del transporte apunta a lograr la productividad en función del volumen de demanda satisfecho por unidad de inversión. También es importante reducir lo más posible el volumen de recursos consumidos en el funcionamiento del sistema de transportes. Al respecto, reviste particular importancia el consumo de combustible. Brasil debe importar cerca de cuatro quintos del petróleo que consume y hay limitadas probabilidades de que la producción interna aumente de manera significativa a corto o mediano plazos. Este hecho, unido a la acumulación de una apreciable deuda externa para financiar parte del esfuerzo de desarrollo, ejerce presión en el balance de pagos y exige medidas correctivas. Entre las diversas medidas adoptadas para reducir el consumo de derivados del petróleo cabe mencionar la sustitución de los combustibles derivados del petróleo por alcohol de producción nacional. Sin embargo, hasta la fecha, aunque el avance tecnológico haya permitido reemplazar la gasolina por el alcohol, los proyectos y programas para reducir el consumo de petróleo diesel a través, por ejemplo, del uso de carbón en lugar de fuel oil y del reemplazo de diesel por aceites vegetales no han alcanzado un impacto significativo. Brasil se encuentra en la interesante situación de ser un país con déficit de petróleo que exporta gasolina (excedentes). Por lo tanto, la reducción del consumo del petróleo diesel y de petróleo combustible es una meta importante. Se considera que el traslado de una parte de la demanda de transporte que actualmente es atendida por camiones a los ferrocarriles y vías de agua, es uno de los aspectos de la política para resolver este problema.

Lo anterior ayuda a explicar el interés del plan operacional por asegurar la satisfacción de la demanda de transporte prevista con un bajo consumo de recursos, de manera especial trasladando a otros modos de transporte parte de aquella que actualmente se mueve por carretera. Los planificadores conciben una situación en que los ferrocarriles y el transporte por agua, así como el transporte

^{6/} Véase el cuadro 8.3 del Anuario Estadístico dos Transportes, 1979, en el que se afirma que en el quinquenio 1974-1979 la inversión en transportes, excluidos los vehículos, acusó una baja general con fluctuaciones de año en año.

camionero, funcionan de manera razonablemente eficiente, lo que no siempre sucede en la actualidad, y en la cual los fletes reflejan los costos para quien proporciona los servicios de transporte, lo que a menudo tampoco es el caso en la actualidad. Si todo el transporte funcionara en forma razonablemente eficiente y si las tarifas reflejaran los costos, cabría esperar que los expedidores de carga no seguirían manifestando tanta preferencia por el transporte camionero.

Es posible que el hecho de que no se haya podido ajustar en forma satisfactoria un modelo de repartición del tráfico, haya influido en el enfoque metodológico de la segunda fase del plan operacional. Después del infructuoso intento por hacerlo, se resolvió abordar la simulación de la futura repartición del tráfico (para los grandes movimientos que tendrían que utilizar tramos congestionados si siguieran realizándose por las mismas rutas y modos que los observados en los estudios de la primera fase del plan), mediante un modelo que no necesita ajustarse, esto es, el tráfico se canalizó a través de la combinación del modo y recorrido que se traduce en el menor costo financiero para quienes proporcionan los servicios de transporte. Se estimó que este procedimiento pragmático era compatible con la necesidad de reducir lo más posible el consumo de recursos por el transporte.

En el gráfico 1 se resume la metodología de la segunda fase del Plan Operacional de Transportes.

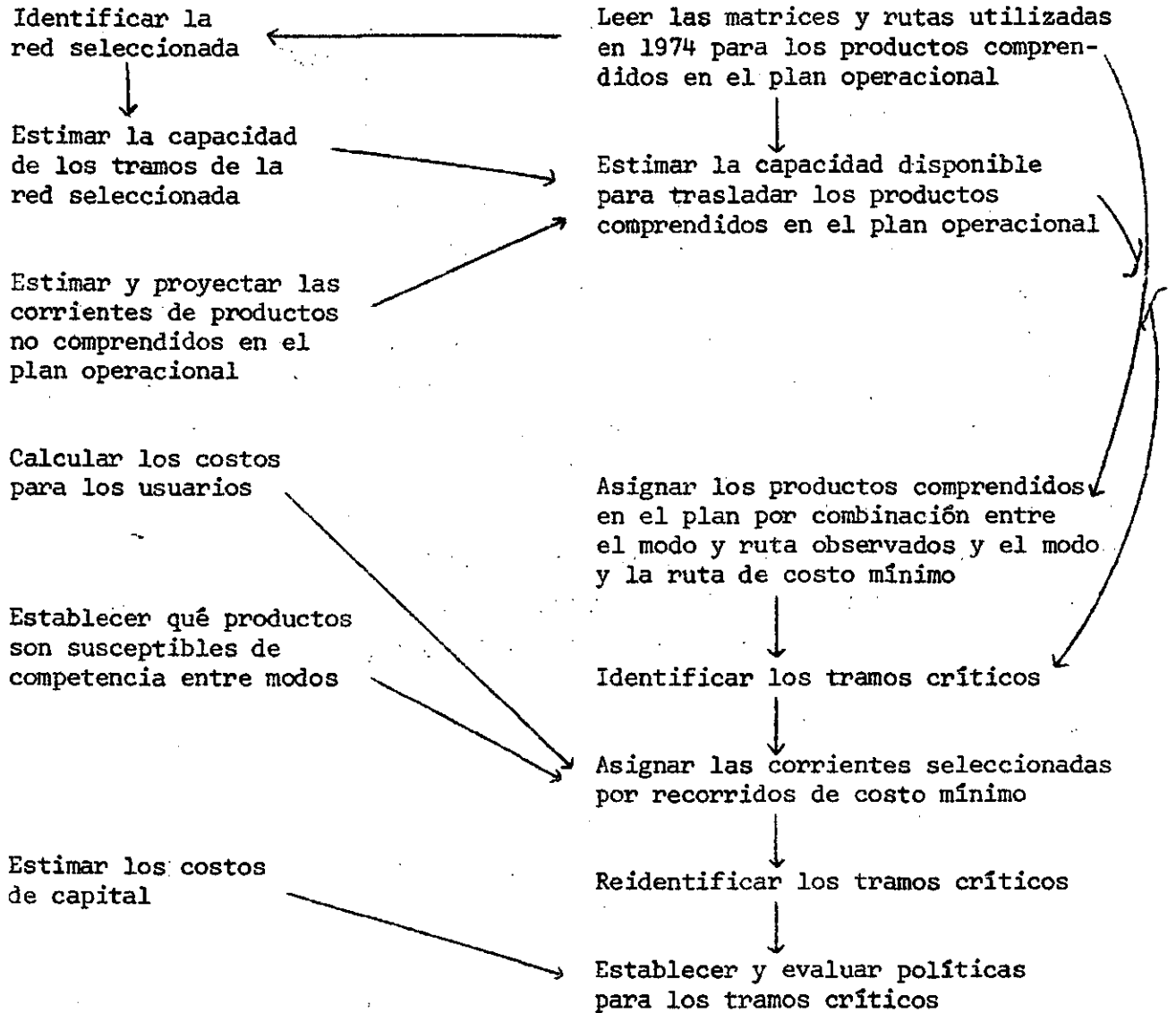
En dicha segunda fase se utilizaron los siguientes resultados de la primera fase del plan:

- Las matrices de los movimientos correspondientes a 1974, por ruta y modo;
- Las matrices para 1977, 1980 y 1985, sin indicación de ruta ni modo;
- Los tramos que formaban la red de transporte en 1974.

Se estableció la capacidad mensual de transporte de carga de cada tramo de una red seleccionada. Esta equivalió a un subconjunto del total de tramos considerados en la primera fase del plan, esto es, los tramos más importantes desde el punto de vista del transporte de carga que en su conjunto representaron 84% de las corrientes de tráfico estimadas en los diversos estudios de la primera fase del plan operacional. Para una explicación exacta de los tramos incluidos en la red seleccionada, véase la sección 4.2 del presente trabajo.

/Gráfico 1

Gráfico 1. Representación esquemática de las actividades de la segunda fase del Plan Operacional de Transportes



/La capacidad

La capacidad de las carreteras se estimó partiendo de la base de que el tráfico debería fluir en forma relativamente libre, es decir, no obstante que la capacidad estimada podía sobrepasarse permitiendo cierta congestión, se consideró más conveniente fijar una capacidad inferior a fin de mantener la buena calidad de los servicios de transporte por carretera. Ante todo, la capacidad se fijó en función del número de unidades de carros de pasajeros (UCP) por día. Un camión equivale a aproximadamente tres UCP, pero esta cifra varía según las condiciones del lugar, tales como la gradiente de una determinada sección del camino. Se consideró que la proporción de camiones en el movimiento total de vehículos cuando el camino se utiliza a plena capacidad era igual a la medida o proyectada por los recuentos de tráfico. (A los autobuses y otros vehículos se les asignó un equivalente en UCP igual a la unidad. Se partió de la base de que el tráfico de pasajeros utilizaba parte de la capacidad disponible, dejando para el transporte de carga, tanto de productos comprendidos en el plan operacional como de otra clase de productos, el resto de dicha capacidad.

La carga media de los camiones se estimó para el país en su conjunto y, por lo tanto, como ya se había estimado la proporción de camiones cuando la carretera opera a plena capacidad, se estableció el movimiento total de carga permitido por tramo. Este se hizo respecto de cada uno de los futuros años de análisis, esto es, 1977, 1980 y 1985. La capacidad de carga de un tramo determinado no fue necesariamente la misma todos los años, porque es posible que se haya programado el mejoramiento del tramo y porque por lo general, la proporción de camiones dentro de la corriente de transporte no se mantiene invariable a través del tiempo.

En lo que respecta a los ferrocarriles, las capacidades estimadas efectivamente representan el tonelaje máximo que pueden trasladar, sujetas a las limitaciones geométricas y estructurales de la vía. Las primeras, que en la segunda fase del plan se denominan limitaciones infraestructurales y que son impuestas más que nada por la longitud de los apartaderos y por las gradientes máximas admitidas, limitan el número de trenes que pueden pasar por día y el tonelaje bruto máximo de cada uno en un tramo (que también depende de la potencia de las locomotoras disponibles) mientras que las limitaciones estructurales (de naturaleza superestructural) tales como la carga admisible de la vía, de la plataforma y de los puentes, limitan la carga máxima de los vagones. En su conjunto, ambas determinan la capacidad efectiva de cada tramo de ferrocarril.

/La segunda

La segunda fase del plan operacional también consideró la navegación interna, el transporte de cabotaje, los ductos y los puntos de transbordo y estimó la capacidad de los tramos de la red seleccionada representada por estos componentes de la red de transporte. Como es la práctica general en la segunda fase del plan operacional, las estimaciones de la capacidad parten de la base de que las instalaciones funcionan de manera razonablemente eficiente y, por lo tanto, es posible que en algunos casos difieran de la capacidad real en las condiciones existentes.

En dicha fase del plan, la repartición entre medios y la asignación a rutas, se refirieron expresamente a los productos abarcados en la primera. Como el tráfico de estos productos se disputaría con otros la capacidad de transporte disponible, en la segunda fase debió estimarse el volumen de los productos no abarcados por el plan transportado en un año base mediante un método que varió ligeramente de un modo en otro según las estadísticas disponibles y luego proyectar el tráfico así establecido hasta 1985. Se partió implícitamente de la base de que el tráfico de productos no comprendidos en el plan operacional sería menos flexible en lo que respecta a la elección de ruta y modo, puesto que no fue reasignado ni siquiera cuando se canalizó a través de tramos cuya capacidad era inadecuada para satisfacer la demanda.

La estimación del tráfico de productos no comprendidos en el plan operacional en el año base resultó más compleja para los tramos de carretera que para otras partes de la red de transporte, puesto que debió considerarse tanto el tráfico intrazonal como los movimientos entre zonas. En el período comprendido entre 1972 y 1976 se realizaron estudios del transporte por carretera que abarcaron todo el país y éstos proporcionaron estimaciones del tráfico intrazonal e interzonal (tanto de productos abarcados por el plan operacional como de otros no incluidos en él) por clase de vehículo. El primero se proyectó por tipo de vehículo según el crecimiento esperado de la flota pertinente hasta 1985 en la zona en que se encontraba la parte principal del tramo, crecimiento que antes se había estimado en forma econométrica. En lo que respecta al tráfico interzonal, su crecimiento se estimó aplicando factores de crecimiento de las matrices de viajes obtenidas en los estudios del transporte por carretera. El tráfico así estimado se comparó con los volúmenes de tráfico medidos para 1977 con los ajustes necesarios. Al parecer, el tráfico de productos comprendidos en el plan operacional, que es íntegramente interzonal, se asignó a los distintos modos (como se explica más adelante) y luego

se restó del tráfico total del tramo en cuestión, de tal modo que la diferencia representó el volumen de tráfico de productos no comprendidos en el plan relacionado con el tramo.

El método utilizado para los demás modos de transporte varió ligeramente entre un modo y otro, pero en términos generales corresponde al siguiente modelo: el tráfico de productos no comprendidos en el plan operacional para el año base (1974 o 1977, según el modo) se determinó sea directamente a partir de las estadísticas de las empresas pertinentes o sobre la base de la diferencia entre el tráfico total obtenida de esta fuente y la asignación de las matrices de la primera fase del plan operacional. En general, se partió de la base de que el tráfico de productos no comprendidos en el plan crecería a razón de 8% al año hasta 1985, esto es combinando una tasa de crecimiento económico supuesto de 6% para el país y una elasticidad de 1.3.

En la segunda fase del Plan los productos se clasificaron según su tendencia a utilizar el transporte por carretera, por una parte, o el transporte ferroviario o por agua, por la otra. Se pretendía utilizar esta clasificación en el caso de que no se pudiera elaborar otro procedimiento más adecuado de repartición del tráfico. (En realidad, se prefirieron otros métodos y la clasificación no se aplicó integralmente.) Cada producto fue asignado a uno de cinco grupos según la tendencia intrínseca a utilizar un modo u otro, la clase de manipulación exigida y el tipo de almacenamiento necesario. Lo primero se estableció ubicando el punto que representa a cada producto en un gráfico, uno de cuyos ejes representa el valor inverso de la medida en que el producto exige un alto nivel de servicios mientras que el otro indica hasta qué punto se despachan grandes volúmenes del producto entre determinados puntos de origen y destino. Parte del gráfico indica que el producto requiere un alto nivel de servicio y se despacha en volúmenes reducidos entre una multiplicidad de zonas, mientras que la otra señala que el producto tiene características opuestas desde el punto de vista del transporte. Los productos cuyas coordenadas los sitúan en la primera parte del gráfico tenderían a transportarse por carretera, mientras que aquellos que se sitúan en la segunda tenderían a ser despachados por ferrocarril a distancias inferiores a 1 500 kilómetros, o bien por agua si las distancias son superiores. Los que se sitúan en la zona intermedia estarían sujetos a competencia entre los diversos modos de transporte.

/Como se

Como se explicará más adelante, la repartición entre medios y la asignación a rutas, se reunieron en una sola tarea que tuvo características relativamente inusuales debido a la orientación especial de los análisis de la segunda fase del plan operacional y a que no se pudo elaborar un modelo corriente de repartición del tráfico. Las corrientes más concentradas de un determinado origen a un determinado destino fueron reasignadas: en vez de las vías identificadas en los estudios de la fase I, se les fijaron otras rutas y otros modos de transporte, según cual de ellos representase el menor costo financiero para el transportista. Estos costos comprendieron los impuestos y cualesquiera subsidios aplicables, y se basaron en los costos de suministro del servicio, pero no se incluyeron algunos costos generalmente relacionados con la decisión de transporte, tales como los costos por concepto de intereses sobre los productos en tránsito, los costos de los seguros y la variación del tiempo de viaje. Como se examina con cierto detenimiento en la sección 3.2 de la presente monografía, el uso de los costos así definidos es inusual en un estudio de índole general como la segunda fase del plan operacional.

Los costos no se estimaron muy minuciosamente. Los costos del transporte por carretera se estimaron para un camión de 10 toneladas como el producto de un costo por tonelada-kilómetro en condiciones ideales por un factor de distancia virtual que refleja en qué medida el tramo en cuestión difería del ideal. Los costos del transporte ferroviario se estimaron para componentes separados, tales como tracción, mantenimiento de la vía y administración, y luego se combinaron en una fórmula final que se aplicó a cada tramo. Los costos del transporte de cabotaje se estimaron en forma muy aproximada por tonelada/kilómetro respecto de la carga a granel sólida, la carga a granel líquida y la carga general a partir de los costos por tonelada/kilómetro en el mar y por tonelada en puerto sobre la base de las distancias medias transportadas.^{7/} También se estimaron los costos de operación de otros modos de transporte por tonelada/kilómetro y aquellos de los puntos de transbordo por tonelada.

^{7/} En los casos en que la distancia recorrida era superior (inferior) a la media, el costo por tonelada/kilómetro sería inferior (superior) al estimado en la segunda fase del plan debido a la menor (mayor) importancia relativa de los costos en puerto.

Se estimaron los costos de inversión indicativos a fin de utilizarlos en los análisis de costo/beneficio de las posibles soluciones a los problemas de los tramos críticos cuyo movimiento, según se estima, alcanza o sobrepasa a la capacidad. Dichos costos se especificaron en términos financieros más bien que económicos a fin de facilitar la elaboración de presupuestos de programas, pero se convirtieron a términos económicos para la evaluación de los proyectos (restando los impuestos y subsidios de los costos financieros, no obstante que en general no se hicieron ajustes por concepto de precios sombra). Además en la segunda fase del plan operacional se comparó el costo financiero para el transportista a través de la combinación de la ruta y modo de hecho seleccionados, según fueron definidos en los estudios de la primera fase del plan, con aquel correspondiente a la combinación de menor costo. Se consideró que la suma en que el primero rebasa el segundo, es el valor de la conveniencia para el usuario, de su opción preferida. (La palabra "conveniencia" puede no ser la más apropiada en este contexto, por cuanto, en muchos casos, se habría calculado utilizando el costo de proporcionar un servicio, mientras que el usuario paga un flete que quizás no guarde estrecha relación con este costo.)

Se reunieron en una sola las etapas de asignación y repartición entre modos. El procedimiento utilizó el costo financiero mínimo y trató los modos de la misma forma que las rutas. Se procuró ajustar las funciones de la repartición entre modos a partir de los datos sobre aquella extraída de los estudios de la primera fase del plan, pero no se logró hacerlo y el asunto se postergó hasta la tercera etapa del estudio; sin embargo, como se dijo en el capítulo 1, la tercera fase del plan operacional actualmente no se refiere a la repartición entre modos.

Las matrices con que se trabajó en la etapa del estudio relacionada con la asignación y de la repartición entre modos, se refirieron a un mes punta simulado, y se utilizó el movimiento del mes de septiembre para todos los productos, con una sola excepción. De esta manera, en cifras globales, el movimiento asignado sería ligeramente superior al de un mes real cualquiera, pero esto no habría influido en la simulación de la elección de ruta, ya que ésta no consideró los costos por concepto de congestión. A continuación se reseña el procedimiento utilizado para los análisis de 1977. El mismo proceso general se utilizó también para los años 1980 y 1985.

/Inicialmente, se

Inicialmente, se hizo una asignación de las matrices de origen a destino según los trayectos, es decir, las combinaciones de rutas y modos de transporte utilizadas en 1974 (según lo comprobado en los estudios de la primera fase del plan operacional), con las modificaciones que se estimaron razonables como para dar cuenta de los cambios producidos a partir de dicho año en la red de transportes. Tras haber decidido no seguir adelante con el intento de elaborar un modelo de repartición entre modos, en la acepción normal del término, esta asignación "observada" se modificó apreciablemente, mediante un procedimiento denominado "asignación pragmática". Esta última procuraba simular la repartición entre modos y rutas que se produciría en el caso de que fuera igual la calidad del servicio ofrecido por los diversos modos de transporte, por cuanto se pensó que en las condiciones vigentes, ciertos modos de transporte ofrecen mejor servicio que otros al usuario. Especialmente, se pensaba que los camioneros prestaban buenos servicios, muy superiores a los del ferrocarril, lo que llevaba a los usuarios a preferir los camiones como modo de transporte, aun cuando éstos no fueran óptimos desde el punto de vista nacional.

La característica esencial del procedimiento de asignación pragmática consiste en que los principales movimientos, es decir, los considerados más apropiados para el transporte ferroviario, son redirigidos hacia el trayecto que supondría el mínimo de costo financiero para los proveedores de servicios de transporte (cuyos costos incluyen los impuestos). Se pensó que el esquema de asignación resultante sería el que se produciría en caso de cumplirse las dos condiciones siguientes: i) si todos los modos de transporte funcionaran con la misma eficiencia; ii) si todas las tarifas de fletes se fijaran de acuerdo con los costos de los servicios respectivos. Para los efectos de este ejercicio, se consideró como movimiento principal aquel de al menos 50 000 toneladas entre una combinación origen-destino, en caso de haberse realizado el transporte por carretera en 1974, y de al menos 100 000 toneladas, si se utilizó otro medio de transporte.

Tras la aplicación del procedimiento de asignación pragmática, se identificó una serie de tramos "críticos". El "tramo crítico" se definió como aquel en que se producirían congestiones en caso de no tomarse medidas al respecto. Más específicamente, un tramo crítico es aquel en que la suma del movimiento de productos comprendidos y no comprendidos en el plan operacional alcanza un mínimo del 70%

de la capacidad del tramo. Se utilizó esta cifra y no la del 100% a fin de poder identificar los tramos próximos a la saturación, con el fin de realizar los estudios, aplicar los procedimientos y realizar las obras de construcción necesarias para corregir las condiciones existentes antes de que el nivel de tráfico supere la capacidad de los tramos.^{8/}

Algunas de las soluciones propuestas para los tramos críticos -especialmente los ferroviarios- entrañaban inversiones para aumentar la oferta de transporte; otros eran de tipo más institucional u operacional. Se hicieron estudios de beneficio/costo acerca de las posibles mejoras infraestructurales. El volumen metodológico del informe de la segunda fase del plan operacional sólo dedica unas pocas líneas a los métodos de evaluación de dichos proyectos; sin embargo, el Departamento de Planificación del GEIPOT tuvo la gentileza de suministrar información complementaria acerca de la evaluación de los proyectos camineros, lo que permite resumir en esta monografía la forma de evaluación de dichos proyectos. La evaluación de los proyectos de carreteras consideró los costos de la congestión que, según las proyecciones, habrían de producirse si no se llevara a cabo el proyecto propuesto, para lo cual se utilizó un procedimiento estándar del GEIPOT. No se permitió que la congestión influyese en el volumen de tráfico simulado ni en su distribución en el tiempo. Los proyectos fueron ubicados en un programa de inversiones recomendado de acuerdo con el año óptimo de iniciación que se determinó estimando el año en que los beneficios anuales serían superiores a los costos de oportunidad del capital. Los proyectos se clasificaron según la relación entre los beneficios y los costos, la que supuestamente se utilizó para definir los proyectos que no se llevarían a cabo si escaseaban los recursos de inversión, como sucedería si el crecimiento económico evolucionaba de acuerdo con el criterio pesimista.

^{8/} El informe de la segunda etapa del plan operacional señala que se hicieron: una asignación para 1977, dos para 1980 y cuatro para 1985, a fin de tomar en cuenta que el crecimiento económico para los períodos 1977-1980 y 1980-1985 podría ser relativamente alto o relativamente bajo, lo que afectaría la disponibilidad de financiamiento para los proyectos de transporte y por consiguiente la capacidad del sistema de transporte. Sin embargo, en realidad este procedimiento no se aplicó, y sólo se hizo una asignación para cada año, considerando sólo un estado posible de la red de transporte en cada uno de ellos.

/Los proyectos

Los proyectos de ferrocarriles y los proyectos relacionados con otros modos de transporte no fueron evaluados en términos económicos. En el primer caso, se hizo una lista de las inversiones recomendadas tramo por tramo, señalando la naturaleza de la mejora, el año en que se haría efectiva y el año en que el tráfico volvería a copar la oferta disponible. Ambos años se determinaron a partir de los pronósticos de tráfico y de las estimaciones de la capacidad y no basándose en principios económicos. En lo que respecta a la navegación interna y al cabotaje, se formularon recomendaciones sobre la flota necesaria para manejar la corriente de tráfico esperada. Respecto de los puntos de transbordo, se formularon recomendaciones minuciosas para cada uno de los puntos principales.

La segunda fase del plan operacional incluyó además numerosas recomendaciones y conclusiones más generales. Algunas de ellas son de especial importancia, tales como la necesidad de aumentar la eficiencia del sistema ferroviario nacional a fin de poder explotar más plenamente las ventajas de costo del transporte ferroviario.

3. Evaluación

3.1 Evaluación de la metodología empleada en la primera etapa del Plan Operacional de Transportes

La primera fase del plan operacional sólo podría evaluarse cabalmente si se hubiesen analizado los veinte informes de los distintos estudios que comprenden la primera fase de dicho plan, lo que rebasaba los recursos disponibles para elaborar el presente trabajo. Sólo se han analizado detenidamente dos de los informes pero, los que tratan el maíz y la carne, unidos a otra información general procedente de fuentes complementarias, permiten llegar a algunas conclusiones. Las observaciones críticas más importantes se refieren a una labor no realizada en la primera fase del plan y no a la manera en que se llevaron a cabo las labores efectivamente realizadas.

No hay duda que todos los estudios de la primera fase fueron realizados minuciosamente y generaron una gran cantidad de información no sólo sobre el transporte de estos productos sino también sobre la forma en que se producen, distribuyen y consumen. Probablemente son más detallados que cualesquiera otros estudios de la misma naturaleza llevados a cabo hasta ahora en el Cono Sur y, probablemente en cualquiera otra región de América Latina.

/Las matrices

Las matrices se estimaron principalmente a través de la observación, si bien en los casos en que no se dispuso de información se simuló el patrón de distribución de manera de reducir al mínimo la distancia cubierta. Los datos observados provinieron de los sistemas estadísticos de los organismos modales en los casos del transporte ferroviario y por agua; los datos sobre el transporte carretero se obtuvieron a partir de encuestas. Se estimaron las matrices por modo para 1974. Como se indica en la sección 4.6, en la segunda etapa del plan simularon cambios en los itinerarios por el modelo de repartición entre medios, pero no los cambios de la distribución, cuando el movimiento de los tramos críticos se aproxima al máximo de la capacidad de éstos. Los estudios de la primera fase del plan generaron alguna información sobre las razones por las cuales se dio la determinada repartición del tráfico observado en 1974 pero no llegó a procesarse. Si se hubiese utilizado en la segunda fase la información recopilada de esta manera se habría podido elaborar un modelo de repartición del tráfico y de asignación que pudiese sintetizar el comportamiento del año base.

El hecho de que no se hicieron análisis profundos de las razones por las cuales se dio el comportamiento observado es quizás una de las observaciones más importantes que puede formularse a los estudios de la primera fase del plan operacional. Tales análisis, habrían sido reveladores a fin de evaluar la importancia relativa de los distintos factores que influyen en sus decisiones relacionadas con la elección de modo de transporte, así como un análisis de la forma en que reaccionó la repartición entre modos de los distintos productos, a variaciones anteriores de la calidad y de las tarifas de los servicios.

Cualesquiera observaciones adicionales sobre metodología rebasan los alcances del presente informe. Sólo se han estudiado detenidamente dos de los proyectos de la primera fase del plan, además de otros documentos de índole más general, en circunstancias que para realizar una evaluación completa habría que analizar cabalmente cada uno de los proyectos llevados a cabo.

3.2 Una evaluación de la metodología empleada en la segunda fase del Plan Operacional de Transportes

Entre los diferentes factores que influenciaron la metodología empleada en la segunda fase del plan, cabe subrayar los siguientes:

- i) La experiencia de GEIPOT en realizar estudios anteriores, entre los cuales conviene mencionar el Estudio del Transporte en Brasil, llevado a cabo por GEIPOT y equipos de consultores extrarregionales en el período 1965 a 1969, y los planes directores de carreteras, ferrocarriles y puertos elaborados por GEIPOT y los respectivos organismos modales.
- ii) El ambiente económico del país durante el período de la realización de la segunda fase del plan. Este ambiente ya se ha descrito en el segundo capítulo de esta monografía.

La metodología usada en la segunda fase del plan fue bastante innovadora en algunas partes pero también se benefició de la acumulada experiencia de GEIPOT en la materia, por ejemplo, en la aplicación del principio de evaluar proyectos de carreteras a través del concepto del "comprimiento virtual" (longitud efectiva) usado en Brasil desde su introducción por el Estudio del Transporte en Brasil. El ambiente económico del país impactó en el plan en diferentes formas, incluyendo i) aplicación de los modelos principalmente a aquellos productos que constituyen la mayor parte de la demanda en el sistema de transporte interurbano del país y de cuyo movimiento depende la economía de Brasil, y ii) la acentuación de los análisis hacia la maximización de la utilización de la infraestructura existente.

3.2.1 La filosofía básica

En las encuestas que formaron parte de los análisis de la primera fase se encontraron casos en que la partición modal no se hizo exclusivamente en función de los costos de transporte, ya que varios usuarios enviaron su carga a través de modos de transporte que no les ofrecieron el menor costo, considerando los fletes y otros gastos incurridos por el usuario. Se investigaron algunos de estos casos y se hizo evidente que la mejor calidad de servicios ofrecidos por el transporte camionero atrajo la preferencia del usuario desde el transporte ferroviario y acuático aun cuando estos últimos eran más baratos en términos del flete cobrado. Esta situación produjo como resultado que los sistemas ferroviario y acuático operaran con un alto grado de ociosidad, mientras la demanda de transporte por carretera real o potencialmente aumentó las presiones en el espacio vial existente para crear congestión y la conveniencia aparente de proveer más capacidad.^{9/}

^{9/} Se usó el término "conveniencia aparente" porque en el fondo podría no ser conveniente ampliar las capacidades, considerando que el tráfico podría en algunas circunstancias, dirigirse a otros modos de transporte.

La menor calidad del transporte ferroviario y acuático podía tener varias dimensiones, tales como la mayor probabilidad de pérdida o daño de la mercancía, menor confiabilidad y mayores demoras.

Se consideró factible mejorar la calidad de los servicios de transporte ferroviario y acuático al nivel alcanzado por el transporte por carretera. Si fuese así, el usuario no tendría una preferencia por enviar su carga por carretera (en condiciones "ceteris paribus" de fletes). Produciría un mejor equilibrio entre el uso de los varios medios de transporte del punto de vista nacional, aprovechando más la capacidad existente de los sistemas ferroviario y acuático y disminuyendo la congestión carretera y la conveniencia aparente de gastar sumas importantes en ampliar vías y construir nuevas carreteras. La metodología usada por la segunda fase del Plan Operacional de Transportes se basó en el supuesto de que la calidad de servicio ofrecido por los otros medios alcanzaba el nivel del transporte camionero. Además, en la aplicación de este supuesto se asumió que los fletes cobrados por todos los modos de transportes eran iguales a los costos financieros de la producción de transporte. Por lo tanto, utilizando estos dos principios, se podía estimar la partición modal (de flujos de carga que se movían en cantidades suficientes para hacer factible el transporte ferroviario o acuático) sobre la base de los costos de transporte, definidos de esa manera. Este aspecto del Plan Operacional de Transportes del Brasil lo distingue de estudios realizados en otros países del Cono Sur, que esencialmente estimaron los volúmenes futuros de tráfico, y los programas de inversión correspondientes, suponiendo que las calidades de servicio de los diferentes modos, en general, permanecerían como estaban en el año base. (Sin embargo, en un estudio se supuso que habría cambios relativos en la calidad de los servicios ofrecidos en casos específicos y, en otro estudio, en la evaluación económica -aunque no en la simulación del tráfico- se supuso que habría menos pérdidas en el futuro con el transporte ferroviario.)

Es claro que, explícita o implícitamente, los estudios integrados de transporte y estudios semejantes, tienen que hacer suposiciones sobre la calidad de los servicios de los modos competitivos en los años de proyección. Podría ser preferible realizar evaluaciones económicas de diferentes niveles de mejoras en las calidades de servicio y basar el plan en la combinación óptima de calidades así determinadas. Sin embargo, por otra parte, no hay garantía que soluciones óptimas se conviertan en realidad. Podría dudarse que las calidades de servicio

de los distintos modos permanezcan en el futuro en sus niveles existentes, o que cambien proporcionalmente para que la partición modal no sea afectada. En los decenios recientes es probable que la calidad del transporte camionero haya mejorado en comparación con la del transporte ferroviario y acuático, debido en gran parte a mejoras en la condición de las redes de carreteras y las actitudes empresariales en el sector camionero. Al mismo tiempo, la calidad del servicio ferroviario a menudo se ha deteriorado con la concentración de la inversión pública en el sistema vial.

Es posible que estas tendencias históricas se inviertan en los años venideros. Hay señales en algunos países que las empresas ferroviarias se están comportando en forma más competitiva, a veces liberadas de restricciones institucionales tales como sistemas de fletes bastante inflexibles. Además, se espera que los avances en el transporte multimodal mejoren la atracción de los ferrocarriles y vías navegables del punto de vista del usuario. De otro lado es indudable que estos dos modos de transporte seguirán conservando ciertas desventajas intrínsecas que los hacen inconvenientes para el movimiento de algunos productos. Sin embargo, cabe esperar que la gran mayoría de los productos analizados en el Plan Operacional no sufran en forma significativa de dichas desventajas.

Entre las desventajas intrínsecas señaladas se incluye un mayor número de transbordos en comparación con el transporte por camión, porque los productores y/o consumidores pocas veces cuentan con patios ferroviarios o muelles propios; cada operación de transbordo incurre en la probabilidad de daños o pérdidas de la carga. Los transbordos también producen demoras, que son acentuadas en el caso del transporte ferroviario por el tiempo gastado en los patios mientras los trenes se reordenan. Dichas desventajas pueden ser importantes cuando se trata de carga de alto valor unitario o de naturaleza perecedera. No obstante, muy pocos de los productos analizados por el Plan Operacional caen en estas categorías y, por lo tanto, el transporte ferroviario o acuático sería muy adecuado para la mayoría de ellos. Considerando las demoras por ejemplo, si la tasa de interés fuera 10% anualmente, los costos de interés diarios alcanzarían cincuenta centavos de dólar estadounidense en solamente dos o tres de los veinte grupos de productos listados en la sección 2.1 de esta monografía (o sea, vehículos y repuestos automotrices, café y tal vez la carne); y solamente las frutas cítricas y la carne podían incurrir en costos importantes por concepto de la naturaleza perecedera del producto transportado.

/Por tanto,

Por tanto, hay que concluir de la segunda fase del plan, que la suposición de que la calidad de los servicios de transporte ferroviario y acuático alcanzarían la ofrecida por el transporte camionero pudo ser un poco optimista, especialmente en los casos de la aplicación del modelo para los años 1977 y 1980, pero es probable que el impacto práctico de la suposición haya sido significativo solamente en pocas ocasiones. Habría sido una tendencia a sobrestimar los volúmenes de tráfico asignados a los ferrocarriles y al transporte acuático, y a subestimar los asignados a carreteras, de esta manera tendiendo a sobrestimar las inversiones necesarias en los primeros dos modos de transporte y una subestimación de la conveniencia de invertir en el sistema vial. Cabe señalar que es posible que el supuesto normal de que las calidades relativas de los servicios ofrecidos por los diferentes modos de transporte permanezcan sin variación entre el año base y el año de proyección podría inducir a errores en el sentido contrario.^{10/}

3.2.2 Otros aspectos metodológicos

Más allá de la diferencia fundamental entre la segunda fase del Plan Operacional de Transportes de Brasil y otros estudios comparables en el Cono Sur, cabe comentar sobre otros aspectos de la metodología empleada en el desarrollo del plan. Una de las características del plan que valdría considerar con miras a incorporarla en otros estudios de la misma naturaleza trata de la inclusión de los puntos de transbordo en la red de transporte y la asignación a estos puntos de igual importancia a la asignada a los tramos de carreteras, ferrocarriles y transporte acuático. El plan sugirió inversiones y cambios operacionales no solamente con respecto al sistema de transporte propiamente tal, sino también para los puntos de transbordo. El tratamiento dado fue necesariamente relativamente amplio, pero GEIPOT ha realizado otros análisis reconociendo que los puntos de transbordo y los tramos de carreteras combinan para formar un solo conjunto, en los cuales se emplearon métodos más refinados y muy interesantes.^{11/}

^{10/} La segunda fase del plan no estimó el costo necesario para llevar la calidad de servicio del transporte ferroviario y acuático a la del transporte camionero.

^{11/} Véase, por ejemplo, Transporte a granel e almacenamiento-fase II, relatorio técnico N° 1, Resumen da metodologia, GEIPOT, enero de 1980.

También vale considerar la manera en que el plan no solamente evaluó proyectos, sino además determinó cuáles son los proyectos que deben evaluarse. Algunos estudios evalúan proyectos sugeridos por los organismos modales, u otros partidos interesados que, evidentemente, podrían influir negativamente en la calidad del estudio. El plan identificó tramos críticos en los cuales el flujo de tráfico estimado se aproximaría a la capacidad disponible y para cada tramo así identificado se desarrolló posibles proyectos de inversión o de cambios operacionales en el caso de algunos modos, el ferroviario por ejemplo. En detalle, el método usado no se había perfeccionado, puesto que, por ejemplo, no consideró la congestión en la estimación de los volúmenes de tráfico. Si la congestión fuese reconocida, una parte del tráfico estimado podría ocurrir en horas diferentes, desviarse a rutas o modos alternativos, o dejar de realizarse, de esta manera reduciendo la necesidad de invertir. La congestión fue reconocida durante la etapa de evaluar los proyectos (aunque solamente en los casos de los proyectos viales), lo que muestra un aspecto interesante de la segunda fase del plan. Sin embargo, la manera de analizarla fue relativamente amplia y, como ya se ha indicado, implicó una inconsistencia entre la parte del plan que trata de la simulación y la que se dirige a la evaluación. Por otro lado, cabe reiterar que el Plan Operacional de Transportes, al igual que los estudios semejantes en otros países, no intentó realizar análisis muy detallados.

Cabe mencionar también la cobertura y comprensión del plan de zonas, el plan estándar del GEIPOT y el DNER, empleado en el Plan Operacional de Transportes, que divide el país en 455 zonas, con un área media de aproximadamente 19 000 kilómetros cuadrados. Este tamaño todavía es relativamente grande, aunque habría sido impracticable aplicar el modelo de transporte con más zonas. Ningún otro estudio llevado a cabo en el Cono Sur ha usado más de 75 zonas. El Plan Operacional de Transportes también consideró un número relativamente grande de productos, más de ochenta, agrupados en más de veinte tipos genéricos. Estos productos representan más de 80% de las corrientes de tráfico de carga en el país. Es posible que otros estudios semejantes hayan abarcado una proporción parecida de las corrientes, pero puesto que consideraron menos productos habrían alcanzado un menor grado de precisión en sus resultados. Como ejemplos del grado de detalle alcanzado por el Plan Operacional de Transportes, en este aspecto se puede citar el desarrollo de matrices separadas para los movimientos de productos petroquímicos y químicos, que habrían sido analizados en forma conjunta en otros estudios.

La economía brasileña se caracteriza por un nivel de intervención gubernamental relativamente alto. Esta intervención tiene varias dimensiones; por ejemplo, se imponen medidas para disminuir las salidas de divisas y para estimular los ingresos de las mismas a través de las exportaciones. Además hay incentivos fiscales para invertir, especialmente en las regiones menos desarrolladas del país. Es razonable interpretar el conjunto de tales medidas en el sentido que el precio comercial de la divisa no representa adecuadamente su valor real al país y que las tasas de interés del mercado no son suficientes para originar el volumen de inversión que el gobierno considere óptimo. También, por decreto los salarios son ajustados cada seis meses en función de la inflación, recibiendo ajustes menores en términos proporcionales, los que reciben salarios más altos. Por tanto, sería razonable suponer también que los costos de la mano de obra no son representativos del costo de este factor en términos de las oportunidades.

A pesar de estos argumentos a favor del empleo de precios sombra para la divisa, el capital y la mano de obra en evaluaciones económicas en el Brasil, el Plan Operacional de Transportes, no los utilizó. Sin embargo, reconoció que había una necesidad de reducir la cantidad de capital invertida en el sistema de transporte por emplear un método de análisis que puso énfasis en la maximización del uso de la infraestructura existente. No obstante, su especificación de los costos en términos de precios de mercado podía haber arrojado resultados no completamente consistentes con los objetivos socioeconómicos del país. Cabe acentuar que el uso de precios sombra en la planificación de transporte al nivel nacional aún no es común en los países del Cono Sur.

Otro aspecto que el Plan Operacional de Transportes tiene en común con estudios en otros países del Cono Sur trata de la manera relativamente aproximada en que fueron evaluados los proyectos viales y el hecho que solamente dichos proyectos se evaluaron en términos económicos. Las evaluaciones económicas de proyectos en estudios de alcance nacional necesariamente carecen de detalle, principalmente porque los modelos carecen de precisión a nivel del tramo particular, pero es posible refinar la metodología usada para maximizar la imparcialidad y consistencia de las evaluaciones. El método de evaluación de proyectos viales de la segunda fase del plan traza sus orígenes en el Estudio del Transporte en Brasil que realizó importantes avances en la evaluación de proyectos de transporte, incluyendo algunos

/que tratan

que tratán de los conceptos básicos de evaluación. El Plan Operacional de Transportes no pudo preparar una lista de prioridades de inversión para el sector transporte en general, puesto que como se mencionó anteriormente, solamente los proyectos viales fueron evaluados en términos monetarios. Habría sido imposible, por ejemplo, determinar si proyectos viales en general serían más beneficiosos que los ferroviarios. Cabe acentuar que la gran mayoría de los estudios semejantes en el Cono Sur no trataron de comparar proyectos entre diferentes modos que es algo muy difícil de realizar satisfactoriamente.

3.2.3 Conclusiones finales

No hay duda que el Plan Operacional de Transportes en general, considerando sus primeras dos fases, representa un hito en la planificación de transportes en el plano nacional no solamente en Brasil sino también en el Cono Sur en general. Del punto de vista metodológico tiene mucho que aportar a futuros estudios. En algunos aspectos se puede lamentar que la tercera fase del plan no incorporase todas las etapas inicialmente propuestas. Básicamente la tercera fase trata de la estimación de líneas de deseo (estimaciones de volúmenes de carga que deseen transportarse entre distintos pares de zonas) para los distintos productos, o sea, actualiza las matrices estimadas en la primera fase aunque no aplica la demanda estimada a redes de transporte, que fue el tema de la segunda fase. Si la tercera fase contuviese las mismas etapas básicas que contuvo la segunda, cabe esperar que habría perfeccionado aún más la metodología empleada en la segunda fase. Se pretendía, por ejemplo, desarrollar un modelo calibrado de partición modal. Se intentó calibrar tal modelo durante la segunda fase, pero se encontraron serias dificultades al igual que en el caso de otros estudios semejantes en el Cono Sur, y así la calibración se postergó para la tercera fase, aunque finalmente no llegó a incluirse en esa fase. Sin embargo, se espera que la valiosa experiencia de GEIPOT al desarrollar la segunda fase del Plan Operacional de Transportes sea aprovechada en otros análisis a nivel regional más bien que nacional y posiblemente, en el futuro forme la base de otro plan nacional en cobertura.

4. Descripción pormenorizada de la metodología utilizada en la segunda fase del plan

4.1 Introducción

El principal objetivo de la segunda fase del Plan Operacional de Transportes consistía en identificar las secciones de la red de transportes del Brasil, cuyo funcionamiento probablemente deberá mejorarse o que requerirán inversiones de capital para que su capacidad guarde relación con el tráfico que, según las proyecciones deberá utilizarla en el período comprendido hasta mediados de los años ochenta. La segunda fase del plan incorporó como elemento los resultados de la primera fase respecto de los distintos productos. Se aplicaron las corrientes de tráfico a la red preexistente utilizando una combinación de los trayectos observados, para las corrientes de volumen relativamente escaso, y de los trayectos de costo mínimo, para las de mayor volumen. Luego se identificaron los tramos críticos, es decir, aquellos en que la corriente simulada se acercaba a la capacidad máxima del tramo. Para dichos tramos críticos, se hicieron evaluaciones para determinar las medidas adecuadas para corregir el desequilibrio entre la oferta y la demanda. Este análisis se realizó respecto de los años que definen las tres fases, esto es, 1977, 1980 y 1985, tomando como punto de partida en cada caso, los resultados del análisis de los años anteriores.

Parte de la metodología utilizada se reseña adecuadamente en el tercer volumen de la segunda fase del plan, titulada Metodología Geral, pero el grado de detalle de las descripciones fluctúa significativamente.

La preparación de esta monografía no habría sido posible sin contar con información adicional al informe de la segunda fase del plan operacional, la que fue gentilmente proporcionada, tanto verbalmente como por escrito, por el Departamento de Planificación (DEPLAN) del GEIPOT.

El gráfico 1 presenta la metodología utilizada. En la presente sección se describen en forma detallada los componentes de la metodología y no se detiene mucho en su evaluación, la que se ofrece en el capítulo 3.

4.2 Selección de la red para un examen pormenorizado

La segunda fase del plan se ocupó más que nada de evaluar la capacidad de la red de transporte del país para hacerse cargo del movimiento de carga. No tendría mucho sentido analizar toda la red identificada en la primera fase del plan puesto que algunos tramos de ella sólo transportan volúmenes reducidos de carga. Dichos

/tramos ya

tramos ya sea operarían dentro de su capacidad, o bien el tráfico de carga transportado en ellos influiría relativamente poco en las actividades destinadas a evaluar si la capacidad disponible sería suficiente para satisfacer la demanda prevista.

La principal ventaja de considerar sólo una parte de la red total de transporte de la primera fase del plan consistió en que no fue preciso reunir y procesar información básica relacionada con los tramos no incluidos. La red de tramos por analizar se conoce como "red seleccionada". En general para la asignación del tráfico a rutas se tuvo en cuenta la totalidad, y no tan sólo la parte seleccionada de la red, si bien sólo se registraron las cargas de los tramos abarcados por dicha red seleccionada.

La red seleccionada correspondiente a 1977 se formó a partir de la red considerada en los diversos estudios de la primera fase del plan, de la siguiente manera:

- i) Se incluyeron todos los tramos que transportan anualmente más de 500 mil toneladas de carga;
- ii) Se incluyeron todos los tramos con un tráfico diario promedio de más de 500 vehículos;
- iii) La red seleccionada correspondiente a 1977 incluyó todos los tramos situados en las rutas entre parejas de zonas cuyo intercambio ascendería a lo menos a 50 mil toneladas anuales en caso de utilizarse las carreteras y a 100 mil si se utilizaban otros modos de transporte. De esta manera, los tramos incluidos transportaban casi 84% del tráfico estimado en los diversos estudios de la primera fase del plan.

Como se explicara, se realizó un análisis de la relación entre el movimiento y la capacidad en todos los tramos de la red seleccionada para cada año que define las etapas.

Se estima que la red seleccionada para los análisis de 1980 y 1985 se amplió a partir de la del análisis correspondiente a 1977, a fin de incluir nuevos tramos, en caso necesario y asimismo las rutas utilizadas entre parejas de zonas con tráfico superior a 50 mil toneladas en el caso de las carreteras y 100 mil en el caso de otros modos de transporte en los años posteriores, pero no en 1977.

/La red

La red comprendió tramos pertenecientes a las siguientes categorías:

- i) Tramos de carreteras;
- ii) Tramos de ferrocarriles;
- iii) Tramos de transporte por agua, incluidos la navegación interior y el cabotaje;
- iv) Tramos de ductos;
- v) Tramos que representan puntos de transbordo y zonas de almacenamiento, y
- vi) Conectores centroides.

El plan de zonas utilizado fue el mismo empleado para la primera fase del plan, esto es, el plan estándar del GEIPOT y el DNER para el país. No se analizó el movimiento intrazonal pese a que se tuvo en cuenta al estimar la capacidad de los tramos de carreteras. El comercio externo se trató creando zonas ficticias en el mar que representan el conjunto de los países de ultramar que comercian con el Brasil.

Se reunió información sobre las características físicas de cada tramo a fin de establecer su capacidad y el costo de las inversiones para aumentarla. También se obtuvieron estimaciones del tráfico en cada tramo a fin de compararlas con las corrientes de tráfico estimadas en los estudios de la primera fase, que se ocupó del movimiento de productos comprendidos en el plan operacional dejando de lado los elementos residuales.

La naturaleza exacta de la información reunida varió de una clase de tramo a otra. Por ejemplo, en los tramos de carreteras se reunió información sobre:

- el kilometraje por tipo de superficie;
- el ancho de la pista;
- el número de puentes de menos de siete metros de ancho;
- el número de curvas de radio inferior a 100 metros;
- el número de pistas en cada dirección, y
- el volumen de tráfico por clase de vehículo.

En general, la información se obtuvo a partir de las fuentes publicadas, y se recurrió muy poco a investigaciones originales. En los casos en que los archivos del GEIPOT no contenían la información necesaria, ella se obtuvo de la autoridad pertinente.

4.3 Estimación de la capacidad y del tráfico de los tramos: razones de capacidad

Para cada tramo de las diversas categorías definidas en la sección 4.2, se procuró estimar las siguientes razones correspondientes a cada uno de los años que definen las etapas:

$$\alpha = \frac{c_p}{c_t} \quad \text{y} \quad \beta = \frac{c_t}{c'_t}$$

en que c_p = movimiento de productos comprendidos en el plan en ese tramo;

c_t = movimiento total del tramo;

c'_t = capacidad del tramo

α representa la importancia del tráfico de productos comprendidos en el plan dentro del movimiento total. El tráfico de productos no comprendidos en el plan se proyectó en forma independiente en 1977-1980 y 1985 y se partió de la base de que utilizaba una proporción de la capacidad disponible;

β se utilizó para identificar los tramos críticos.

Como es natural, el método utilizado para estimar c'_t varió de una clase de tramo a otra. Por lo tanto, en la presente sección del trabajo se analiza cada clase de tramo.

El valor de c_p sólo podía estimarse una vez asignado el tráfico de productos comprendidos en el plan. Dicho proceso de asignación se examina más adelante en la sección 4.6 de este trabajo. Sin embargo, por lo general, el movimiento total de tráfico c_t , incluye un componente de productos no abarcados por el plan y, por lo tanto, exige realizar una operación complementaria de estimación que se reseña en esta sección.

4.3.1 Estimación de la capacidad y cálculo del tráfico: razones de capacidad de los tramos de carreteras

Se hicieron estimaciones de ambas razones, esto es α y β para cada tramo de la red de carreteras en los tres años que definen las etapas de la segunda fase del estudio, vale decir, 1977, 1980 y 1985. Su cuantificación fue relativamente compleja ya que en el caso de las carreteras el tráfico intrazonal asume un importante papel y es preciso considerar distintos tipos de vehículos con diferentes capacidades de carga y diferente consumo de espacio vial por unidad. La descripción que ofrece el volumen metodológico del informe sobre esta parte de la segunda fase

/del plan

del plan explica bien muchos detalles pero a veces resulta difícil comprender los principios lógicos implícitos.^{12/} Como se explicara, en el caso de los demás modos de transporte, para cuantificar las razones β se proyectó de manera sencilla el tráfico por tramo de productos no comprendidos en el plan y luego se combinó con el tráfico de productos sí incluidos, la forma estimada por el modelo de asignación. Las razones α se obtuvieron de las estimaciones de las corrientes de productos comprendidos y no comprendidos en el plan.

En el caso del transporte por carretera, no se hizo una estimación independiente del tráfico de productos no incluidos en el plan. Por otra parte, sí se estimó en forma independiente el tráfico total que abarcaba el tráfico de ambas clases de productos. Al parecer, c_t se estimó a partir de esta proyección independiente, y por lo tanto, no dependió para nada de la asignación de los productos comprendidos en el plan. Implícitamente, el elemento de productos no incluidos en el plan fue la diferencia entre la estimación independiente del tráfico total y la asignación del tráfico de productos comprendidos en el plan.

Se empezará por explicar la forma en que se estimó el tráfico total y a continuación se describe la estimación de la capacidad de los tramos. Más adelante, en la sección 4.6, se trata de la asignación de los productos comprendidos en el plan.

Los valores mensuales de c_t fueron dados por la fórmula

$$c_t = CA \times c_m \times 30 \quad (1)$$

en que CA es el número medio de camiones que utilizan diariamente el tramo;

c_m = es la carga media de los camiones en toneladas;

y la cifra 30 indica el número de días del mes típico.

El valor de c_m se estimó de manera aproximada para todos los tramos y en forma más completa para el análisis pormenorizado de los tramos críticos (véase la sección 4.6). El procedimiento aproximado partió de la base de que la descomposición de la corriente de camiones en cada tramo se ajusta al promedio nacional de 4:5:1 para los camiones medianos, pesados y articulados, respectivamente.

^{12/} Cabe señalar que el tomo metodológico fue preparado para el uso interno del GEIPOT y organismos asociados y no para observadores de otras instituciones.

Según cifras obtenidas de fuentes industriales, la capacidad nominal de estas tres clases de vehículos asciende a 8, 12 y 21 toneladas, respectivamente. Se consideró que el factor medio de carga era 70% y, por lo tanto, la carga media de las tres clases de camiones equivale a 5.6, 8.4 y 14.7 toneladas, respectivamente, o 7.7 toneladas por camión en promedio. En estos cálculos no se hizo referencia a la densidad de la carga transportada.

Más adelante se perfeccionó este cálculo aproximado respecto de los tramos críticos, es decir, aquellos cuya razón entre la carga y la capacidad $\frac{c_t}{c_r}$ es a lo menos 0.7. Dichos tramos, que podrían constituir estrangulamientos, fueron el centro de la atención de la segunda fase del plan operacional. Al determinar el valor c_m para los tramos críticos la principal diferencia a partir del procedimiento básico fue que se reconoció que la proporción de la corriente total de camiones de distintas clases que utilizan un tramo determinado puede ser diferente del promedio nacional supuesto en el procedimiento estándar. Se estimó la proporción de camiones medianos, pesados y articulados dentro del tráfico total de camiones en los tramos críticos y se calcularon las variables x_1 , x_2 y x_3 como la diferencia entre esta proporción para tramos determinados y los valores promedio utilizados en el método estándar.

Manteniendo los factores de carga media y la capacidad nominal de los camiones del procedimiento estándar puede demostrarse por simple operación algebraica que la diferencia de la carga media por camión en comparación con el caso básico, que puede ser positiva o negativa, es dada por

$$dc_m = 2.8x_2 + 9.1x_3, \text{ que se aproximó a } 3(x_2 + 3x_3)$$

Por lo tanto, la diferencia correspondiente de la carga transportada si el tráfico total de camiones es CA es proporcionada por $dQ = CA \times dc_m = 3CA(x_2 + 3x_3)$. En los casos en que era inferior a 30 toneladas por día, se pasó por alto y se utilizó el resultado del procedimiento estándar. En cambio, si superaba las 30 toneladas por día se corrigió la capacidad del tramo en la cifra correspondiente.

La fórmula (1) también exige especificar CA -que es la corriente media diaria de camiones- por tramo de carretera. Los valores de esta variable se establecieron remitiéndose a la información obtenida de una serie de estudios regionales del transporte por carretera llevados a cabo para distintas partes del país entre 1972 y 1976. Dichos estudios estimaron el tráfico por tramo de vehículos de distintas

/clases para

clases para sus respectivos años base, subdividido en tráfico local (intrazonal) y a larga distancia (interzonal). A partir de esta información se estimaron los valores de CA para los años base. Como estos últimos también se necesitaban para los años 1977, 1980 y 1985 que definen las etapas de la segunda fase del plan, fue preciso proyectarlos. El crecimiento de tráfico local por clase de vehículo se basó en el crecimiento esperado de la flota de vehículos de cada una de dichas clases en la zona a que se asignó el tramo, esto es, la zona en que se sitúa la mayor parte o la totalidad de él. Estas tasas de crecimiento de las flotas por zona se habían estimado aplicando técnicas de regresión a los estudios anteriores del transporte regional por carretera.

El tráfico interzonal se proyectó utilizando un método conocido como "fratar". Este método entraña ampliar de manera internamente coherente una determinada matriz de viajes para año base a factores de crecimiento zonal. De ello se desprende por lógica (aunque el volumen pertinente del informe de la segunda fase del plan no lo deja en claro) que el crecimiento del tráfico por tramo se estimó asignando la matriz antes y después de su ampliación.

Se dispuso de datos sobre la corriente total de tráfico en muchos tramos en el año 1977, y éstos se utilizaron para afinar los métodos utilizados para la proyección.

La misma información generada por estos estudios regionales del transporte por carretera se utilizó para establecer la capacidad de transporte de carga de cada tramo de carretera. Para cada año de proyección se estableció esta capacidad basada en el supuesto fundamental de que la razón $T_c = \frac{CA}{TMD}$ -esto es, CA como proporción del tráfico total diario (TMD) en la forma medida en los estudios del transporte por carretera o según se proyectó utilizando la información adicional generada por éstos (como se dijo)- mantendría en el futuro los valores establecidos para cada tramo en el año base. Partiendo de este supuesto, se estableció la capacidad de los tramos en la forma que se indica a continuación:

Para fijar la capacidad de los tramos de carretera se utilizó el nivel de servicios "D" del Highway Capacity Manual, edición de 1965.^{13/} Se pueden adaptar corrientes superiores, pero de acuerdo con normas inferiores, sujetas a la congestión

^{13/} Highway Capacity Manual, Highway Research Board, Department of Transportation, Washington, D.C.

que se deseaba evitar. No se intentó determinar una combinación óptima de servicio y de capacidad. La capacidad por día, C, en unidades de automóviles de pasajeros (UAP) de una carretera en el nivel de servicios "D" es dada por:

$$C = 15\ 000 \times W \times N \text{ para carreteras pavimentadas;}$$

$$C = 1\ 500 \times W \times N \text{ para caminos de grava;}$$

$$C = 1\ 200 \times W \times N \text{ para caminos de tierra en que,}$$

W = factor de resistencia lateral de acuerdo con los cuadros del Highway Capacity Manual y que se fijó inicialmente en la unidad, soliendo ajustarse posteriormente;

N = número de vías por sentido.

Estas fórmulas entrañan que la carga diaria equivale a 10 veces la carga en la hora de máxima densidad de tráfico.

A los efectos de los cálculos se consideró que el tráfico estaba constituido únicamente por camiones (con un factor UCP de 2 a 12, según las condiciones del camino) y vehículos tipo automóvil (con un factor UCP igual a la unidad). Si el factor UCP de un camión es "E", el valor inverso de este factor para la corriente de tráfico en general puede calcularse a partir de la expresión:

$$T_c = \frac{1}{1 - P_c + E \times P_c} = \frac{1}{1 + P_c (E - 1)}$$

en que P_c es la proporción de camiones de la corriente total de tráfico medida en vehículos. Por lo tanto, la corriente máxima que puede utilizar el tramo, en vehículos, dada la proporción de camiones en el tráfico total es

$$C' = C \times T_c = \frac{1}{1 + P_c (E - 1)}$$

Por lo tanto, a plena capacidad el tráfico máximo de camiones es

$$CA' = P_c \times C'$$

El tráfico mensual máximo de carga en el tramo es dado por

$$C'_t = CA' \times C_m \times 30$$

en que C_m es el promedio de toneladas transportadas por camión estimado en la forma antes señalada y 30 indica el número de días de un mes.

/Las razones

Las razones β podrían cuantificarse con la información que se habría obtenido por los procedimientos antes descritos, sin depender de la asignación de los productos comprendidos en el plan operacional. Por otra parte, las razones α no podían cuantificarse sin haber asignado dichos productos.

Se estimó la capacidad residual de cada tramo. Esta se define como la capacidad mensual de transporte de carga disponible para la asignación de productos comprendidos en el plan operacional. En el informe se define como

$$c_r = c'_t - c_t + c_p$$

que es lo mismo que

$$c_r = c'_t - (c_t - c_p)$$

Como se define más arriba la capacidad residual da la capacidad disponible para el tráfico de productos comprendidos en el plan, pero la definición matemática deja de manifiesto que antes de estimar la capacidad residual disponible para el tráfico de estos productos, éstos deben asignarse. El concepto de capacidad residual tiene mayor significación en el caso de otros modos de transporte en que el tráfico de productos no comprendidos en el plan se proyectó en forma independiente.

4.3.2 Estimación de la capacidad y cálculo de las razones correspondientes a los tramos de ferrocarriles

También se estimaron las razones α y β para los tramos de ferrocarriles utilizando una metodología relacionada con aquella aplicada a los tramos de carreteras pero ajustada a las características especiales del transporte ferroviario y destinada a aprovechar las estadísticas disponibles.

La determinación de la capacidad por tramo admitió dos influencias independientes, a saber, la infraestructura y la superestructura. Desde el punto de vista de la primera, el máximo de carga transportable se estimó a partir de la longitud y de la frecuencia máximas de los trenes dado el trazado físico de cada sección de línea férrea entre las vías de apartadero. Las consideraciones relacionadas con la superestructura se relacionan con el tonelaje máximo que pueden soportar la vía y el lecho de la vía.

La determinación de la capacidad desde el punto de vista de la infraestructura se logró separadamente para cada sección de cada tramo, definiéndose una sección como el segmento entre una vía de apartadero y otra. Se estableció una clase característica de tren para cada sección teniendo presentes la longitud máxima

/de los

de los trenes permitida por la longitud de las vías de apartadero, la potencia de las locomotoras disponibles (reconociendo la posibilidad de que funcionen como unidades múltiples) y otras consideraciones. A continuación se calculó el número de trenes aceptable por día, de la longitud máxima, considerando factores tales como el período de paralización necesario para mantenimiento, la clase de sistema de señales, el tiempo de viaje entre parada y parada y si la sección comprende una sola vía o doble vía. De esta manera se estimó el máximo de trenes de longitud máxima para cada tramo, probablemente a partir del valor para la sección de la capacidad infraestructural mínima del tramo.

Desde el punto de vista de la superestructura, los tramos de ferrocarril se clasificaron utilizando una escala de nueve categorías de la Unión Internacional de Ferrocarriles (UIF), según las condiciones del balasto y de los durmientes, el peso y antigüedad de los rieles, etc. Se calculó un máximo de toneladas brutas por año para cada categoría, el que probablemente se utilizó para modificar el tráfico máximo de carga estimado a partir de consideraciones relacionadas con la infraestructura en los casos en que este último límite era superior al primero.

En este punto se habría estimado el valor de c'_t para cada tramo de ferrocarril. Los valores correspondientes a los años futuros tuvieron en cuenta los programas para mejorar los tramos. Para cuantificar las razones α y β fue además necesario establecer los valores correspondientes a c_p (la corriente de tráfico de productos comprendidos en el plan operacional) y c_t (el tráfico total) a la vez por tramo y por año. Los valores de c_p se establecieron mediante la asignación de los productos y para cuantificar los valores de c_t debió esperarse la definición de c_p .

El tráfico de productos no comprendidos en el plan operacional forma parte del valor c_p calculado para 1977 y extrapolado a 1980 y 1985. Los valores correspondientes a 1977 se calcularon a partir de las diferencias entre el tráfico total, según las estadísticas del sistema federal de ferrocarriles (RFFSA), el ferrocarril paulista (FEPASA) y la Compañía del Valle del río Doce (que es propietaria de importantes líneas ferroviarias especializadas para el tráfico de minerales), y el tráfico de productos comprendidos en el plan estimado asignando las matrices correspondientes a 1977 de los estudios de la primera fase del plan a través de los recorridos observados. Estas diferencias, que generalmente fueron pequeñas

/ya que

ya que los estudios de la primera fase del plan abarcaron el tráfico granelero en que se especializan los ferrocarriles, se extrapolaron a 1980 y 1985 a razón de 8% al año, que es el producto de una tasa de crecimiento económico anual supuesta de 6% y una elasticidad de 1.3, cifras ambas consideradas como estimaciones razonables.

4.3.3 Estimación de la capacidad y cálculo de las razones correspondientes a los tramos de transporte por agua

La capacidad de los tramos de transporte por agua se determinó a partir del número y clase de buques disponibles mediante métodos que no se reseñan en el presente trabajo. La estimación y proyección a 1980 y 1985 del tráfico de productos no comprendidos en el plan se logró de la misma manera que para los tramos de ferrocarriles, con la salvedad de que el año base para los cálculos fue 1974 y no 1977.

4.4.4 Estimación de la capacidad y cálculo de las razones correspondientes a los puntos de transbordo

La capacidad de los puntos de transbordo agua-tierra se estableció separadamente de aquella de los puntos tierra-tierra, debido a que las características de ambas son diferentes. Se estimó que había tres clases de capacidad distintas: i) la de la actividad de carga y descarga en sí y de los movimientos conexos desde y hacia las zonas de almacenamiento; ii) la capacidad de almacenamiento, y iii) la capacidad de los sistemas de recepción y entrega. La presente subsección se ocupa de las dos primeras. La tercera se establece en parte por las características de los tramos de acceso (vías férreas o carreteras) hacia y desde los puntos de transbordo y se examinan en las secciones 4.3.1 y 4.3.2 de este trabajo. Sin embargo, además se hicieron estimaciones de la productividad de las operaciones reales de recepción y entrega de carga en la propia zona de transbordo, por métodos que no se describen en el informe de la segunda fase del plan.

La capacidad anual de los puertos se estimó de acuerdo con el modelo general,

$$C = TO \times DD \times PD \times n$$

en que PD = productividad por fondeadero;

DD = número de días trabajados por año;

TO = tasa de ocupación = $\frac{\text{tiempo de servicio en horas al día por buque}}{\text{tiempo de servicio en horas al día por buque}}$

n = número de fondeaderos.

Se calculó separadamente la capacidad de carga general, a granel, de líquidos y contenedorizada. Siempre que ello fue posible se tuvieron presentes las características especiales de los distintos puertos. Para los puntos de transbordo tierra-tierra, se utilizaron los mismos principios básicos.

En el caso de los puntos tierra-tierra y, de manera más general, a lo largo de la segunda fase del plan, la capacidad se calculó partiendo del supuesto de que las operaciones se llevaban a cabo con un "grado de eficiencia razonable". De esta manera, las capacidades utilizadas pueden ser distintas de aquellas que resultarían si se utilizaran los actuales métodos de operación.

Para calcular las capacidades de almacenamiento, las tasas de manipulación en toneladas por hora se estimaron de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$R = \frac{s \times h \times d \times f \times t_o}{t_d \times t_e}$$

en que s = superficie disponible para almacenamiento;

h = altura media a que se apila la mercancía almacenada;

d = densidad de los bienes almacenados (en toneladas por metro cúbico);

f = factor de ajuste para tener en cuenta la naturaleza específica de la zona de circulación en el punto de transbordo;

t_o = tasa de ocupación, esto es, proporción de horas al mes en que el almacén está ocupado;

t_d = número de horas al día en que tiene lugar la carga o descarga;

t_e = tasa de rotación de la carga en el almacén en días.

A continuación se determinó la capacidad mensual por

$$C_1 = R \times t_d \times N_{dm}$$

en que N_{dm} es el número de días en el mes.

Los principios anteriores permitieron estimar los valores c'_t para las razones α y β . El volumen de tráfico de productos no comprendidos en el plan se estimó de manera análoga, pero algo distinta de la utilizada para los tramos de ferrocarriles. El movimiento de productos no comprendidos en el plan se obtuvo a partir de las estadísticas de los diversos puntos de transbordo correspondientes a 1974. Se proyectó a la misma tasa de 8% utilizada para el tráfico ferroviario de productos no comprendidos en el plan, obteniéndose así la capacidad disponible

/para los

para los productos comprendidos en el plan. Una vez asignados estos últimos se pudo calcular los valores C_t . Las estimaciones de C_t obtenidas de esta manera se compararon con la corriente total de tráfico a través de los puntos de transbordo correspondientes a 1974. El informe del estudio expresa que las cargas se verificaron con las estadísticas de los puntos de transbordo seleccionándose para su utilización la cifra que pareció más confiable, pero no se entrega otra información acerca de cómo se aplicó en la práctica este procedimiento de verificación.^{14/}

4.4 Clasificación de los productos según preferencia por un determinado medio de transporte

Los productos del plan operacional se clasificaron de acuerdo con la clase de almacenamiento, el tipo de manipulación y la tendencia inherente del producto a ser despachado por un modo de transporte y no por otro. Este procedimiento de clasificación fue analizado con detenimiento en el volumen metodológico del informe sobre la segunda fase del plan operacional. El procedimiento se aplicó, pero los resultados no fueron utilizados en la práctica: sólo se habrían usado si no se hubiera dispuesto de un proceso más satisfactorio de repartición entre modos de transporte. Aun cuando no tuvo efectos sobre la segunda fase del plan operacional, el procedimiento se describe en esta monografía por cuanto constituye un aspecto interesante del análisis de la repartición entre los modos de transporte. El estudio del último factor (la tendencia a utilizar un determinado modo de transporte) fue el aspecto más complejo desde el punto de vista analítico: cada producto se ubicó en un gráfico en que los ejes "x" e "y" se definieron de la siguiente manera:

$$x = \frac{10^6}{CP \cdot (1 + \gamma) \cdot v}$$

$$y = \frac{Q}{OD} \cdot DMT$$

en que Q = toneladas transportadas en 1974 (miles);

CP = valor medio del producto en cruceiros por toneladas;

OD = número de pares de zonas entre las cuales se transportó el producto en 1974;

DMT = distancia media transportada en kilómetros;

^{14/} También se analizó el tráfico por oleoducto, pero éste no reacciona de la misma manera que el tráfico por otros modos y por este motivo no se trata en este trabajo metodológico.

$1 + \gamma$ = factor que representa las pérdidas y daños como promedio por viaje respecto del tipo de producto en cuestión;

v = velocidad "requerida" por el producto, que se fijó discrecionalmente, sea en 30 o en 60 kph.

Los productos que tenderían a utilizar las carreteras serían aquellos situados debajo de la línea

$$\frac{x}{200} + \frac{y}{15\ 000} = 1$$

y los que se inclinan hacia el transporte por ferrocarril serían aquellos ubicados por encima de la línea

$$\frac{x}{200} + \frac{y}{200\ 000} = 1,$$

con la salvedad de que en los casos en que DMT fuese superior a 1 500 se preferiría el transporte por agua y no por ferrocarril. Los productos cuyas coordenadas se sitúan entre las líneas trazadas por las funciones (7) y (8) podrían disputarse los modos de transporte.

Además, los productos comprendidos en el plan se clasificaron según el tipo de manipulación que necesitan (es decir, distinguiendo entre carga general, carga a granel sólida y carga a granel líquida) y la clase de almacenamiento requerida (esto es, en silos o almacenes cubiertos, en estanques, a la intemperie o en alguna clase de almacén especializado).

Como resultado final los productos comprendidos en el plan se clasificaron en los cinco grupos siguientes:

1. Productos a granel sólidos que se almacenan a la intemperie y que tienden a transportarse por ferrocarril.

2. Carga general que tiende a utilizar el transporte por carretera y se almacena sea a la intemperie, bajo techo o en almacenes especiales.

3. Carga a granel sólida susceptible de competencia entre modos de transporte que se almacena ya sea a la intemperie o en almacenes cubiertos (incluso silos).

4. Carga a granel líquida que se almacena en tanques y es susceptible de competencia entre modos de transporte.

5. Carga general susceptible de competencia entre modos de transporte y que se guarda en almacenes cubiertos.

4.5 Estimación de los costos de transporte

Para los efectos de la repartición del tráfico, se hizo necesario disponer de estimaciones de los costos del transporte. La definición de los costos de transporte considerada aplicable, era el costo financiero para el transportista, incluidos cualesquiera impuestos y subsidios aplicables. Los costos se estimaron aproximadamente como una suma por tonelada por kilómetro por tramo, salvo el caso de aquellos tramos que constituyen puntos de transbordo, en que el costo se especificó por tonelada. Se estimó que los costos desarrollados servían para calcular lo que se denominó costos diferenciales o costos de conveniencia del usuario, esto es, la diferencia entre el costo por el modo y ruta elegidos en la práctica y aquel correspondiente al modo y ruta que se traducirían en el costo mínimo de transporte definido en la forma arriba señalada. La presente sección se ocupa de los costos utilizados para la repartición del tráfico entre modos y la asignación a rutas. Aunque en el informe de la segunda fase del plan operacional no se examinan los costos utilizados para la evaluación económica, éstos habrían excluido los impuestos (aunque no se aplicaron ajustes por precios de cuenta) y deberían haberse especificado para otras clases de vehículos, tales como automóviles, que se beneficiarían por la disminución de la congestión aunque no se utilizarían para transportar productos comprendidos en el plan.

4.5.1 Los costos del transporte por camión

Los costos del transporte por camión sin descontar los impuestos, se estimaron a partir de la fórmula que se cita más adelante y que da los costos por tonelada-kilómetro como función de la distancia efectiva ("comprimento virtual") del tramo en cuestión.^{15/}

Los impuestos de cargo del usuario se agregaron después de aplicar la siguiente fórmula:

$$C_o = C_i \times F_v = 0.47347 \times \left(1 + \frac{dL}{L}\right) \text{ c\u00f9cairos de 1977}$$

en que C_o es el costo de operación por tonelada-kilómetro;

C_i es el costo de operación por tonelada-kilómetro en condiciones ideales;

F_v o $1 + \frac{dL}{L}$ es la distancia efectiva del tramo en cuestión.

^{15/} Para mayores detalles sobre el concepto de "comprimento virtual", véase la sección 4.7.

Los costos estimados para condiciones ideales se basaron en los coeficientes de ecuaciones por el Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER), pero se comprobaron con costos alternativos provenientes de una fuente comercial. Los costos utilizados fueron los correspondientes al transporte en un camión de diez toneladas, comprobándose que las variaciones del costo por tonelada-kilómetro de acuerdo con la capacidad del camión utilizado no revestían importancia a los efectos de la estimación resultante. Los costos estimados parten de la base de que el transporte tiene lugar de manera razonablemente eficiente lo que, en las condiciones actuales, no siempre sucede en la práctica, por lo que es posible que las estimaciones no sean iguales a los costos reales en las condiciones corrientes.

4.5.2 Costos del transporte por ferrocarril

En el caso del transporte por ferrocarril, en la segunda fase del plan se estimaron los costos por tonelada-kilómetro a partir de los gastos incurridos por las empresas de ferrocarriles que, tanto en el Brasil como en otros lugares, generalmente son distintos de las tarifas que se cobran a los usuarios de los servicios ferroviarios y son pagadas por éstos. En consecuencia, en las actuales circunstancias, es posible que cualesquiera costos de conveniencia estimados revistan escasa importancia en los casos en que la comparación comprenda viajes por ferrocarril.

Genéricamente los costos estimados pueden describirse como costos marginales a corto plazo. La fórmula final es

$$C = \frac{\frac{A}{LB} + B + V}{0.67} + \frac{11\ 417 (0.5 + 1.5 TU')^{0.435}}{TU}$$

en que C = costo de transporte de la carga por tonelada-kilómetro en cruceiros de 1977;

0.67 = razón entre el peso de la carga y la carga bruta;

LB = peso bruto medio en toneladas de los trenes que recorren el tramo en ambas direcciones;

A = costo de operación de la locomotora de mayor potencia que se utiliza en el tramo, en cruceiros por locomotora por kilómetro;

B = costo por tonelada-kilómetro bruta de energía en cruceiros, fijado en Cr 0.0425 si se utiliza tracción diesel y Cr 0.0401 si se utiliza tracción eléctrica;

/V = costo

- V = costo de operación de un vagón por tonelada-kilómetro bruta, que supuestamente varía según si se trata de trocha ancha o de un metro;
- TU = número de toneladas transportadas con fines comerciales en el tramo, en ambas direcciones consideradas en su conjunto;
- TU' = aunque en el informe de la segunda fase del plan no se define, probablemente equivale a TU pero incluyendo todo el tráfico y no sólo el tráfico comercial.

La fórmula abarca los costos por concepto de tracción, material rodante, mantenimiento de la vía, los gastos administrativos y otros gastos generales. Algunas de las funciones componentes se basan en la experiencia de los Estados Unidos y no del Brasil. Al parecer se toleró un apreciable grado de aproximación, por ejemplo, la vida útil de una locomotora eléctrica se fijó en los mismos 25 años correspondientes a una locomotora diesel, puesto que no se pretendió hacer estimaciones exactas de los costos.

4.5.3 Costos del transporte de cabotaje

Los costos del transporte marítimo se estimaron separadamente durante la navegación y en puerto y de acuerdo con la clase de buque relacionada con los distintos tipos de carga. Las clases de buques utilizadas fueron buques cisternas, graneleros y naves de carga general.

Los costos de operación durante la navegación se estimaron a partir de las estadísticas de la SUNAMAM.^{16/} Para representar cada clase de buque se seleccionaron naves características y los costos se estimaron separadamente para los rubros de tripulación, mantenimiento y reparaciones, seguros, abastecimiento, administración, capital y combustible. Al parecer no se contempló un margen por concepto de depreciación.

Para estimar los costos durante la estadía en puerto se hizo una nueva subdivisión por clase de carga transportada ya que ésta puede repercutir en las tarifas de carga y en otras variables pertinentes. El tiempo de estadía en puerto se estimó a la vez de manera general, a partir de la productividad característica de la carga y descarga, y separadamente para algunos puertos importantes, utilizando tarifas especiales de carga y descarga, particularmente cuando éstos disponían de equipos especiales.

^{16/} Superintendencia de la Marina Mercante, organismo que forma parte del Ministerio de Transporte.

Se estimaron las distancias medias a través de las cuales se transporta la carga a granel sólida, líquida y la carga general, respectivamente, y se calcularon los costos por tonelada-kilómetro de cada una, basándose en dichas distancias medias. Estos costos por ton/km se utilizaron en la etapa de repartición del tráfico entre medios y de asignación a rutas, es decir, no se desarrollaron los costos para cada movimiento de zona a zona basándose en la incidencia relativa de los costos durante la navegación y en puerto. Los impuestos se incluyeron en los costos calculados multiplicando por (1 + tasa impositiva aplicable). (También se estimaron los costos de la navegación interior pero, para mayor brevedad, el presente trabajo no alude a la forma en que se obtuvieron.)

4.5.4 Los costos de operación en los puntos de transbordo

Se estimaron los costos a la vez para los puntos de transbordo tierra-tierra y tierra-agua. En el primer caso se estimaron los costos correspondientes a productos específicos dentro de cada uno de los cinco grupos de productos (cuya estimación se reseña en la sección 4.4). También se registró el número de toneladas transportadas de cada producto examinado. Los costos promedio por grupo de productos se calcularon ponderando los costos por producto por el tonelaje de cada producto dentro del grupo. Se calcularon costos representativos; es decir, no se hizo un cálculo separado para cada uno de los puntos de transbordo.

Para los puntos de intercambio tierra-agua se utilizó el mismo método básico. Al término de los cálculos se incluyeron los impuestos a las tasas pertinentes.

4.5.6 Costos de operación de los almacenes, etc.

Se partió fundamentalmente de la base de que los costos de almacenamiento estaban incluidos en los costos ya estimados para los puertos, el transporte por ferrocarril, etc. Aparentemente, se procedió así tomando en cuenta la naturaleza aproximada de los costos que se procuraba determinar. Por ejemplo, los costos del transporte por ferrocarril se obtuvieron de una serie de componentes, ninguno de los cuales consideró explícitamente los costos de almacenamiento. Posteriormente, al analizar los tramos críticos, se consideraron expresamente los costos de almacenamiento cuando dichos tramos comprendían este aspecto utilizando la información obtenida de un estudio anterior. El informe metodológico de la segunda fase del plan no menciona los costos en sí, aunque efectivamente alude al factor de ajuste que se necesitaría para corregirlos de los precios de febrero de 1977 a los de mediados del mismo año.

4.5.6 Estimación de los costos de inversión

Se estimaron los costos de inversión en carreteras, ferrocarriles y distintas clases de puntos de transbordo. En el primer caso los costos característicos se desarrollaron a partir de los costos por unidad, obteniéndose un costo por kilómetro por concepto de trabajos de movimiento de tierra, pavimentación, avenamiento, obras complementarias y faenas especiales para tres clases de caminos, cada una de las cuales comprende hasta tres tipos de superficie, además de reconocer tres tipos de terrenos, a saber, llanos, ondulantes y montañosos. Los costos de inversión para dotar de infraestructura a los ferrocarriles, se estimaron de acuerdo con un nivel de agregación similar al utilizado para las carreteras. También se estimaron los costos por concepto de superestructura, señalización y telecomunicaciones, playas y electrificación. Se estimaron los costos de inversión para los terminales de carga general y de contenedores y los terminales graneleros, correspondientes a los intercambios agua-tierra y tierra-tierra.

Todos los costos de inversión se expresaron en términos financieros. Para los efectos de la evaluación económica de los proyectos, no se consideraron los impuestos ni los subsidios, aunque no se hicieron grandes ajustes de precios sombra.

4.6 Asignación del tráfico

La etapa de asignación de la segunda fase del plan efectivamente abarcó tanto la asignación a rutas como la repartición del tráfico entre medios, puesto que tanto los modos como las rutas fueron tratados de la misma manera. Esta etapa del estudio difiere en importantes sentidos de la misma etapa en otros estudios de transporte realizados en el Cono Sur.

El principio básico implícito en el procedimiento de asignación de la repartición del tráfico entre los diversos modos de transporte efectivamente utilizados en la segunda fase del plan operacional, consistía en el intento de reproducir el comportamiento que se daría en el caso de cumplirse con las siguientes condiciones: i) que todos los modos de transporte funcionaran con un nivel razonable de eficiencia y ii) que las tarifas de fletes reflejaran los costos (incluyendo los tributarios, si los había) para el transportista (es decir, los costos financieros para el operador). En las condiciones preexistentes, dichas condiciones no siempre se cumplían; por ejemplo, el transporte carretero se consideraba más eficiente que el ferroviario. Se decía que, si todos los modos de transporte

/tuvieran un

tuvieran un mismo nivel relativamente alto de eficiencia y si las tarifas de fletes reflejaran los costos, los usuarios elegirían el modo de transporte de menor costo financiero para quienes lo operaban.^{17/} El mismo principio estuvo implícito en las asignaciones para los años 1977 y 1980, a pesar de que, especialmente en el caso de 1977, se sabía que la primera condición no se cumplía. Puede pues considerarse que el objetivo de la asignación consistía en simular el esquema de comportamiento que se produciría en caso de aplicarse determinadas medidas de política consideradas como convenientes.

El procedimiento elegido también parece tener relación con el fracaso del intento de poner a punto un tipo estándar de modelo de la repartición del tráfico entre los diversos modos de transporte. Tras el reiterado fracaso en diversos intentos realizados dentro de un lapso razonable (fracaso que podría haberse debido en parte a la definición de costos de transporte utilizada en dichos intentos), se postergó la tarea hasta la tercera fase del plan operacional (que, sin embargo, se simplificó posteriormente, excluyendo la repartición del tráfico). El procedimiento que finalmente se aplicó, se conoce como proceso de "asignación pragmática" y no requiere ajuste.

4.6.1 Las matrices asignadas

Los resultados de los estudios de la segunda fase del plan operacional utilizados en la asignación fueron los siguientes:

i) Para 1974, matrices por producto y por modo de transporte con indicadores de la ruta seguida, obtenida a través de la observación;

ii) Para 1977, 1980 y 1985 solamente matrices por productos, sin indicación del modo ni de la ruta.

La idea era simular la asignación del tráfico en condiciones de máxima demanda. En todas las regiones salvo el sur, ella se produce en septiembre por lo cual se seleccionó este mes para basar la asignación de todos los productos salvo el trigo y la soja. Aunque no se sabe a ciencia cierta qué se hizo en estos dos últimos casos, parece que el movimiento de trigo asignado también fue el correspondiente al mes de septiembre, mientras que en realidad la matriz asignada para la soja

^{17/} Para este ejercicio, la definición de costos que se utilizó era muy próxima a la de los costos marginales de largo plazo.

correspondió a otro mes, y no a septiembre en que se produce la máxima demanda de transporte de este producto. Por lo tanto, el resultado fue una matriz mensual simulada de la demanda supermáxima que no coincide exactamente con la correspondiente a un mes real. Sin embargo, se consideró que la asignación de esta matriz sería adecuada para identificar los tramos críticos del sistema de transportes desde el punto de vista del equilibrio entre la demanda y la oferta. (Posteriormente, como parte del análisis de los tramos que resultaron críticos, se consideraron los niveles de tráfico en otros períodos del año, aunque el informe de la segunda fase del plan no explica la forma en que ello se hizo.)

4.6.2 Asignación de las matrices

Es imposible comprender la metodología de dicha asignación ateniéndose a las secciones pertinentes del informe de la segunda fase del plan operacional.^{18/} Por ello, esta parte de la presente monografía se basa en gran medida en las explicaciones (necesariamente breves) proporcionadas en las conversaciones con funcionarios de DEPLAN. Aun así, la explicación presentada se limita deliberadamente a los principios generales, pues si se intentara describir detalles de la metodología utilizada, habría serio peligro de error, por cuanto no se cuenta con suficiente información básica. Es lamentable tener que tratar de esta forma el tema de la asignación, por cuanto constituye ciertamente una de las etapas más interesantes e importantes de la segunda fase del plan operacional, tanto desde el punto de vista metodológico como desde un ángulo más global.

^{18/} Por ejemplo, si bien lo fundamental del procedimiento de asignación pragmática consiste en asignar las corrientes de gran volumen a la ruta de mínimo costo, el apartado F.2 del volumen metodológico del informe de la segunda fase del plan operacional, relativo a dicho procedimiento, no explica en ningún momento que tales corrientes hayan sido asignadas según el principio de costo mínimo. En el volumen que presenta la síntesis del informe, se hace una breve mención de este hecho, pero la explicación que allí se ofrece mueve a error por diversos motivos. Este no es sino un ejemplo de los varios que podrían citarse, y que hacen que incluso un lector atento y capacitado en materia técnica no logre darse cuenta de la verdadera naturaleza de la metodología utilizada en la asignación. Esta crítica no está dirigida sólo al informe de la segunda fase del plan operacional: se trata más bien de una observación aplicable a otros informes similares. Sólo en contadas ocasiones se hace necesario estudiar dichos informes desde el punto de vista de la identificación de la metodología que en ellos se aplica, por lo cual su incomprendibilidad suele no advertirse. Esta última incluso puede contribuir a obstaculizar el intercambio de experiencias técnicas entre organismos y países.

/Para los

Para los efectos de la asignación, los movimientos de carga se dividieron en dos tipos: los de carga susceptible de ser transportada por ferrocarril (o por vía marítima o fluvial) y los de carga más adecuada para transporte por carretera. Se consideraron dentro del primer grupo aquellas cargas de al menos 50 000 toneladas entre una determinada pareja de zonas en el caso en que durante 1974 se hubiera usado transporte carretero, y de al menos 100 000 toneladas en caso de haberse usado otro medio de transporte durante dicho año. Dichas corrientes de carga fueron asignadas según el proyecto de menor costo de transporte, definiendo los costos (como se dijo en la sección 4.5) como los pagados por el operador del medio de transporte, incluyendo los impuestos, en casos pertinentes. Se comprobó que en 1974 muchos de estos movimientos de carga se realizaron por carretera, por lo cual la aplicación del principio de asignación de acuerdo con un costo mínimo significó en muchos casos el cambio del transporte por carretera al transporte por ferrocarril o por vía fluvial o marítima.

Los otros movimientos de carga -es decir, los de menor volumen y los menos adecuados para el transporte por ferrocarril- fueron asignados de acuerdo con los trayectos utilizados en 1974, con las modificaciones consideradas necesarias según los cambios programados en la red de transporte. (El volumen que contiene la síntesis de la segunda fase del plan operacional señala que para los años 1980 y 1985 se asignaron estos movimientos según el trayecto de menor costo, considerando sólo la red caminera. El volumen metodológico, en cambio, parece señalar que para 1980, y puede suponerse que también para 1985, dichos movimientos se asignaron de acuerdo con las preferencias de los usuarios.^{19/} Si bien no queda clara cual fue la alternativa preferida, la diferencia práctica entre ambos principios -es decir, las diferencias entre los movimientos de carga en los tramos de la red según cual de los dos se aplicara- sería probablemente mínima.)

^{19/} Véase al pie de la página 207, que podría traducirse como sigue: "A fin de asignar la demanda de transporte a la red para 1980, se tomaron como punto de partida las rutas preferidas en 1977 por los usuarios y, si una asignación de un determinado producto entre una cierta pareja de zonas, iba por más de una ruta, la corriente de transporte para 1980 se repartía en la misma proporción que la verificada en 1977 ...". (No queda claro el uso de la palabra "verificada", por cuanto la única verificación posible parece ser la de 1974, año al cual se referían los estudios realizados en la primera fase del plan operacional.)

Para la asignación de movimientos de gran volumen, se aplicó el principio de "todo o nada"; es decir, para cada pareja de origen y destino, se colocó todo el movimiento en una misma ruta. Ni las velocidades de los tramos ni los costos se ajustaron de acuerdo con el movimiento asignado; es decir, no se aplicó ningún modelo de restricción de la capacidad. En la etapa de asignación de la segunda fase del plan operacional no se tomó en cuenta así la congestión; en cambio, al hacerse la evaluación económica las velocidades de los tramos se ajustaron de acuerdo con los movimientos asignados en el caso de los proyectos camineros.

El mismo procedimiento general se aplicó para los años 1977, 1980 y 1985; el punto de partida para el análisis del año "t" fue el resultado del año "t-1".

4.7 Evaluación de los tramos críticos y desarrollo de un programa de inversión

El informe de la segunda fase del plan operacional dice muy poco acerca de la metodología empleada para la evaluación de proyectos y para la formulación de programas de inversión, y se limita fundamentalmente a enumerar la información reunida para aplicar la metodología, la forma en que se reunió dicha información y otras materias afines. Sin embargo, el DEPLAN tuvo la gentileza de proporcionar valiosa información complementaria acerca de la metodología utilizada para evaluar proyectos camineros, lo que resultó indispensable para la preparación de esta parte del presente estudio. Debido a la falta de información, no se añade gran cosa acerca de la evaluación de los proyectos no camineros.

El método adoptado para la evaluación de proyectos camineros fue básicamente el que se reseña a continuación. Se interpolaron las corrientes de tráfico hasta 1985 a partir de los pronósticos para los años 1977, 1980 y 1985, de acuerdo con lo señalado en la sección 4.3 de este trabajo. Se estimaron los costos de transporte de estos volúmenes de tráfico determinados, con ampliación de la capacidad y sin ella teniendo presentes cualesquiera diferencias entre la velocidad libre, entre la instalación ampliada y la existente y el desarrollo de congestión en esta última. En algunos casos se propuso y evaluó más de un tipo de ampliación de la capacidad para cada tramo crítico de carretera, por ejemplo, agregando una vía de circulación adicional y además proporcionando otra calzada. Se calcularon los beneficios anuales hasta 1985, que equivalen a la diferencia entre los costos del transporte (y del mantenimiento de la carretera) en la instalación existente y en la mejorada, los que se extrapolaron a través de la vida del proyecto y luego

/se expresaron

se expresaron como razón sobre los costos utilizando una tasa de descuento del 10% anual. Además, se asignaron años óptimos de iniciación a los proyectos que se estimaron comparando el costo de oportunidad del capital necesario con los beneficios anuales obtenidos de la manera tradicional.^{20/} Se presume que se estimaron relaciones de beneficio/costo para los diversos proyectos evaluados y que dichas relaciones se utilizaron en la formulación de programas de inversión. (El volumen del informe de la segunda fase del plan que corresponde a la síntesis no muestra relaciones entre beneficios y costos, sino que simplemente enumera los proyectos e indica el año óptimo de iniciación.)

La estimación de los beneficios correspondientes a los proyectos de ampliación de la capacidad de las carreteras se basó en una metodología desarrollada en la encuesta de transportes del Brasil de fines de los años sesenta que comprendió la estimación del "comprimento virtual" (longitud efectiva) de los tramos en las dos situaciones comparadas. El costo estimado de utilización del tramo por vehículo depende del "comprimento virtual". El uso de este concepto es una característica de la planificación del transporte en el Brasil. En los párrafos siguientes se ofrecen algunos pormenores sobre la metodología aplicada en el caso de la segunda fase del plan operacional.

La utilización del concepto de "comprimento virtual" emana de los trabajos realizados en 1967-1968 por la empresa consultora danesa que fue contratista principal del Estudio del Transporte en Brasil. El "comprimento virtual" de un tramo es el número de kilómetros por el que habría que multiplicar el costo de operación de los vehículos por kilómetro en un camino llano, recto, pavimentado y no congestionado para estimar su costo de operación. Su valor en condiciones de congestión se estima a través de la relación entre la velocidad y la corriente de tráfico en un camino representativo del tipo de instalación de que se trata. De la velocidad estimada se derivan dos índices para cada nivel de tráfico, esto es un índice de combustible y un índice de tiempo. El primero es un factor que debería aplicarse al costo del combustible por kilómetro a un tráfico cero (es decir, a velocidad de movimiento libre) para cada nivel de tráfico a fin de estimar el costo del combustible por kilómetro en el nivel de tráfico pertinente. El segundo es similar, salvo que se refiera a los costos del tiempo de viaje para las empresas.

^{20/} Algunos de estos años óptimos de iniciación se sitúan en el pasado y en un caso se remontan a 1952.

El índice del combustible se utiliza para ajustar los costos del combustible, petróleo, lubricación, lavado, neumáticos y mantenimiento de los vehículos a los costos de dichas partidas en cada nivel de tráfico determinado. Del mismo modo, el índice de tiempo se usa (para camiones y autobuses) para ajustar los costos por concepto de depreciación, intereses, tiempo de las personas (cuando proceda), salarios, gastos generales y utilidades. A continuación, se suma el costo total de cada movimiento y se calcula un nuevo índice (es decir, el valor dL de la ecuación que aparece en la sección 4.5.1) separadamente para los autobuses, camiones y automóviles, expresando el factor de variación de los costos totales de operación como función del nivel de tráfico. Restando la unidad y multiplicando por mil se obtiene el factor de "comprimiento virtual" para cada una de las clases de caminos (para los autobuses, camiones y automóviles por separado). Se pueden hacer ajustes adicionales para tener en cuenta las variaciones del ciclo de velocidad. La especificación del "comprimiento virtual" en el caso de los caminos congestionados aparece en detalle en dos documentos de trabajo elaborados para el Estudio del Transporte en Brasil.^{21/}

La estimación de los beneficios que habrán de obtenerse de la ampliación de la capacidad entrará esencialmente llevar a cabo las siguientes tareas:^{22/}

i) Interpolar las corrientes de tráfico en cada tramo crítico hasta el año 1985 (incluido éste) utilizando las corrientes estimadas en la forma señalada en secciones anteriores del presente trabajo. El movimiento de camiones y automóviles se estimó separadamente. No se consideró expresamente el tráfico de autobuses.

ii) Estimar el "comprimiento virtual" de cada tramo crítico con y sin mejoras para años seleccionados durante la vida económica del proyecto propuesto. Según se estima, el "comprimiento virtual" se mantuvo en el nivel de libre circulación hasta que el tráfico llegó al nivel de servicio D definido en el Highway Capacity Manual,^{23/}

^{21/} "Guidelines" 032 y "Guidelines" 046 preparadas en 1968 por Brazil Transport Survey.

^{22/} Esta enumeración de las tareas y las descripciones que la acompañan, se basan parcialmente en deducciones lógicas ya que la información disponible no es en sí lo bastante completa como para permitir un conocimiento cabal.

^{23/} Highway Capacity Manual, Highway Research Board, Department of Transportation, Washington, D.C.

por lo que se supuso que el logro de éste coincidió con el comienzo de la congestión. Se partió de la base de que el movimiento no siguió aumentando una vez que llegó al equivalente del nivel de servicio E. Este recurso, cuya falta de precisión es reconocida, se consideró razonable dado el grado de exactitud que se pretendía. Se consideró que las alternativas más satisfactorias exigirían estimar el valor de las reducciones de la producción, lo que habría planteado graves problemas prácticos.

iii) Ajustar los costos de operación de los vehículos mediante los factores del "comprimiento virtual" a los correspondientes a cada año en los casos de ampliación y no ampliación de la capacidad. Los costos de operación ajustados resultantes se multiplicaron por las corrientes de tráfico estimadas para obtener el costo total del transporte del tramo en cuestión, con y sin ampliación de la capacidad correspondiente a cada año.

iv) Estimar los beneficios anuales hasta 1985. A continuación, éstos se extrapolaron a través de la vida de cada proyecto. Después de hacer los descuentos pertinentes se calcularon las razones entre costos y beneficios.

v) Establecer el año óptimo de iniciación.

Los beneficios calculados de la manera antes señalada se denominaron beneficios de la congestión. También se estimaron los beneficios emanados de las variaciones de los costos de mantenimiento de las carreteras (en general, en los casos de aumento de la capacidad de las carreteras mediante pistas adicionales, éstos serían negativos), pero al contabilizarlos no se tuvieron presentes los cambios posibles por concepto de accidentes. Cabe señalar que las mejoras sugeridas entrañaron agregar hasta siete pistas en algunos tramos.

Algunos de los proyectos cuya ejecución se sugirió exigían trabajos de pavimentación. El informe de la segunda fase del plan operacional no explica la forma en que se evaluaron, pero ello puede hacerse ampliando la aplicación del concepto de "comprimiento virtual".

La metodología utilizada para evaluar los proyectos de ferrocarriles no se explica en el informe de la segunda fase del plan operacional. Sin embargo, los resultados de los análisis de los tramos ferroviarios críticos se resumieron en dos cuadros, uno relativo a las mejoras superestructurales y el otro a las mejoras de la infraestructura. El primero se reduce básicamente a recomendar cambios en la superestructura del tramo de acuerdo con el sistema de clasificación de la UIF

de tal modo que resista los volúmenes de tráfico proyectados. En ambos casos se especificaron el año óptimo de iniciación y el año en que la mejora llegaría al punto de saturación. Puede concluirse que, en general, ambas fechas se estimaron estableciendo (por interpolación y extrapolación de las estimaciones de tráfico) el año en que el tráfico llegaría al punto en que, según la clasificación de la UIF la condición del tramo exige mejorar la calidad de la vía y del lecho de la vía para que resista el volumen de tráfico, y el año en que se necesitaría un nuevo mejoramiento (debido al crecimiento sostenido del tráfico). La determinación de ambos años no exigió cálculos de tipo económico.

Del mismo modo en que se procedió para las mejoras superestructurales, se hizo una lista de las mejoras que convenía introducir en la infraestructura. Se estimó un año de iniciación y un año de saturación para cada una de ellas, nuevamente sin realizar un análisis económico. Al parecer, no se calcularon las razones entre los beneficios y los costos ni otras medidas de los beneficios. En general, las recomendaciones son bastante concretas y habría sido difícil evaluar todas las inversiones recomendadas en forma estrictamente económica, puesto que no podía aplicarse una metodología estándar para todos los casos, a diferencia de lo sucedido en el caso de las carreteras, que era más sencillo.

En lo que respecta a los demás modos de transporte y puntos de transbordo, o bien se hicieron estudios descriptivos de casos determinados indicando en qué medida la producción prevista superaría la capacidad disponible (por ejemplo, los puertos), o bien se realizaron estimaciones generales de la capacidad necesaria para atender las corrientes de tráfico pronosticadas (por ejemplo, la flota de navegación interior).

No se intentó formular un programa integrado de inversiones que tomara en cuenta las necesidades de todos los modos de transporte; en vez de ello, se formularon programas separados para cada uno de los modos. En realidad, habría sido imposible elaborar un programa integrado en forma satisfactoria, por cuanto los diversos tipos de proyectos fueron evaluados con diferentes criterios; sólo la evaluación de los proyectos camineros se atuvo a principios económicos.



Anexo

RESUMEN Y EVALUACION DEL PLAN OPERACIONAL DE
TRANSPORTE, FASE I, DE MAIZ

1. Introducción

El Plan Operacional de Transportes, fase I, maíz (POT-I Maíz), al igual que los demás POT-I, tenía tres objetivos principales:

- a) Estimar matrices de origen y destino de los productos del sector analizado en el año base de 1974 y en los años futuros de 1977, 1980 y 1985;
- b) Identificar los pares de zonas de tráfico entre los cuales había movimiento intenso de los productos tratados en el año base, y
- c) Hacer un diagnóstico general del sector con respecto al transporte y recomendar soluciones a los problemas identificados.

La metodología empleada es muy empírica y relativamente detallada. Los POT-I del Brasil probablemente representan los trabajos más completos de esta naturaleza que hasta la fecha se hayan realizado en los países del Cono Sur. En parte, su desarrollo se vio facilitado por la disponibilidad de informaciones básicas a una escala adecuada, aunque entre sus recomendaciones el POT-I Maíz sugiere que la base informática se mejore en algunos aspectos. El informe de los análisis es poco claro en algunas partes, aunque cuenta con una amplia presentación de las estadísticas generadas y hasta matrices a nivel zonal.

Además, en cierta forma, el informe parece indicar que algunas partes de los análisis fueron tratadas por métodos que no aprovechaban al máximo los resultados de otras partes anteriores. La interpretación de la metodología empleada que se ofrece en este anexo tuvo que sacarse en parte por interpolación, para compensar la ausencia de explicaciones en el texto del informe del POT-I Maíz, y aun ajustar las explicaciones dadas en él.

El anexo se reparte en tres secciones después de esta introducción:

- Descripción de la metodología empleada
- Evaluación de la metodología usada
- Conclusiones

2. La metodología empleada en el POT-I Maíz

En la figura 1 se da una representación gráfica y resumida de las actividades realizadas para el año base. Para los otros años, una vez proyectada la producción y el consumo, se han realizado las mismas operaciones, salvo la identificación de los pares de zonas de movimiento intenso y de los tramos críticos, que se ha hecho solamente para el año base.

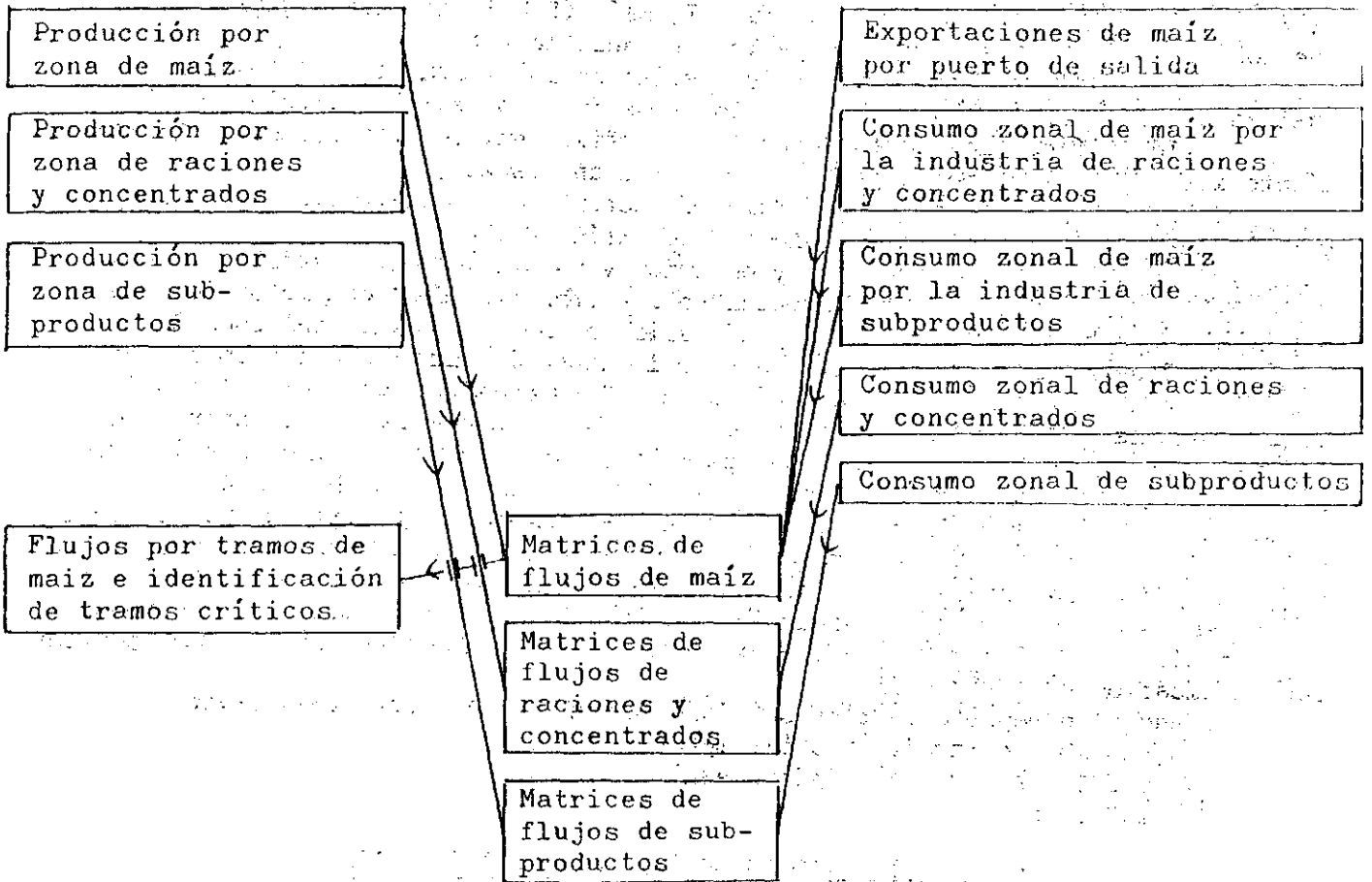
En el Brasil el maíz tiene varias utilizaciones:

- i) la producción de alimentos procesados para animales, que se dividen en raciones que se les da de comer sin mezclar, y en concentrados de raciones que se mezclan primero con dos porciones de maíz natural;
- ii) la producción de alimentos procesados para consumo humano (y otros), llamados "subproductos" en el POT-I Maíz, que son más importantes en Brasil que en otros países;
- iii) la exportación de maíz natural, y
- iv) el maíz retenido en el local de producción para semillas, alimentación de animales, etc; sin procesamiento.

El POT-I Maíz sólo se interesó en las tres primeras categorías.

Figura 1

RESUMEN GRAFICO DE LAS ACTIVIDADES PRINCIPALES DEL POT-I MAIZ



2.1 Estimación y distribución de la producción en el año base

Fuentes oficiales proveyeron estadísticas sobre la producción de maíz para una serie de años, incluso 1974, a nivel de municipio, o sea a un nivel de detalle más fino que las zonas de tráfico usadas por los POT. Así, la tabulación de la producción de maíz en el año base por zona de tráfico no presentó mayores problemas.

Luego hubo que estimar la producción de raciones y concentrados por zona de tráfico (zona) y unidad de la federación (UF).^{1/} La información básica de que se disponía constó de: i) la producción nacional en las fábricas de raciones y concentrados por sector de consumo, ii) el consumo total de raciones (que incluyó tanto las raciones producidas en las fábricas como las producidas en los lugares de consumo por la adición de maíz natural a los concentrados) y iii) dos listados que indicaban la capacidad y la ubicación de las fábricas. Los sectores de consumo fueron los de la avicultura, de la crianza de porcinos, de la crianza de bovinos y otros; bajo este último se trató el consumo de los caballos, liebres, etc.

El proceso de estimación comenzó con un examen de los dos listados de fábricas para determinar su cobertura de las diversas regiones del país. Aunque ninguno de los dos estaba completo y se solapaban en algunas áreas, era posible combinar los mejores aspectos de los dos para estimar la distribución de la producción industrial de alimentos para animales. Sin embargo, los listados no contenían información sobre la producción de raciones y de concentrados por separado, así que fue necesario recurrir a estadísticas acerca del consumo final para poder efectuar el desglose. Este se hizo obteniendo la diferencia entre el consumo total y la producción combinada de alimentos, que representaba el tonelaje de maíz natural agregado a los concentrados en los lugares de consumo. A dicho tonelaje se aplicó la razón previamente establecida de dos porciones de maíz por porción de concentrados para llegar a estimaciones tanto de la producción de concentrados como de la de raciones, las cuales se distribuyeron entre las UF del sur y del sudeste del país de acuerdo con información generada en una encuesta de la industria y según las existencias de aves, cerdos y vacas lecheras (véase la figura 2).

Los análisis hasta este punto abarcaron solamente el producto asignado a los sectores dedicados a la avicultura, a la crianza de puercos y a la de reses. Una pequeña parte, 2.6%, se consumió en los otros sectores. Esta fracción se distribuyó en forma aproximada a los estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo y Rio Grande do Sul, puesto que se supo que en estos estados estaba la mayor parte de las existencias de caballos y liebres, pero no llegó a ser considerada en la formación de las matrices origen-destino.

El texto del informe del POT-I Maíz no explica adecuadamente la manera en que la distribución de la producción de raciones y concentrados fue llevada a cabo a nivel zonal, aunque se esperaba que fuese realizada para conocer la ubicación de las plantas de los dos registros industriales. La producción de cada fábrica no se conoció y, por ende, a veces fue necesario suponer que era igual al promedio regional o nacional de las fábricas de las cuales se tenía informaciones.

En el Brasil hay varios subproductos del maíz principalmente destinados al consumo humano, aunque algunos -por ejemplo, el almidón- se usan industrialmente.

El POT-I Maíz trató por separado el fubá, la harina, el almidón, el aceite y el afrecho (farelo). Las maneras de tratar cada subproducto fue tan específica que no vale la pena describirlas, pero, en general, hubo una deficiencia de información

^{1/} Las unidades de la federación incluyen a todos los estados, así como a los territorios y al Distrito Federal.

Figura 2

RESUMEN DEL CALCULO DE LOS VOLUMENES POR TRANSPORTAR
DE RACIONES Y CONCENTRADOS

(Toneladas en miles)

Producción de
raciones en
fábricas y campo
= 6 268

(consumo total)

Producción de
raciones y
concentrados
en fábricas
= 5 224

Producción de
concentrados
= $(6\ 268 - 5\ 224) \times 0.5$
= 522

Producción industrial
de raciones propia-
mente tal
= $5\ 224 - 522$
= 4 702

Distribuida a
zonas de consumo
según encuesta

$2,6\% \times 5\ 224 = 140$
distribuida según
existencias de
caballos y liebres

El resto, o sea
 $4\ 702 - 140 = 4\ 562$
probablemente
distribuida según
existencias de aves,
cerdos y vacas
lecheras

básica y así hubo que improvisar. Por ejemplo, para algunos subproductos no hubo informaciones sobre la producción total y fue necesario suponer que la producción era igual al consumo; en general, no hubo informaciones tampoco sobre el consumo total, pero fue posible estimarlo a través de una estimación del consumo per cápita y la población. De todos modos, el resultado de los cálculos fue una asignación de la producción de cada subproducto a las zonas de tráfico.

Con la terminación de la distribución de la producción de los subproductos se completó el análisis de la producción para el año base.

2.2 Estimación y distribución del consumo en el año base

Se estimó que el 67% de la producción de maíz permanece en el local de producción. Del resto, el 25% se consume industrialmente y lo demás se exporta.

El 8% exportado no se discute en detalle en el informe; parece que fuentes oficiales proveyeron informaciones suficientemente completas sobre las cantidades exportadas, los puertos de salida, las zonas de origen y las rutas usadas. En el caso del maíz consumido por la industria de raciones y concentrados, parece que el consumo total se obtuvo de fuentes oficiales, aunque podría haber sido una estimación resultante de la aplicación de coeficientes técnicos a la producción de la industria (que ya se había estimado). La distribución de este consumo de maíz se realizó según la distribución y producción de las fábricas. Se usó el mismo principio básico en el caso del maíz consumido por la industria de subproductos, aunque la información sobre el consumo total se obtuvo de diferentes fuentes, también oficiales. Se reconoció que la producción de aceite y de afrecho depende de la manufactura de los otros subproductos.

Se calculó el consumo de raciones y de concentrados de la siguiente manera:

i) Una fuente oficial ya había estimado el consumo total de raciones (incluso la parte producida en el local de consumo al agregar maíz a los concentrados producidos industrialmente) por grandes regiones del país. Estas grandes regiones no coincidían con las regiones normalmente usadas en el Brasil para la presentación de estadísticas. Así, no pudieron utilizarse esas estimaciones en forma directa en el POT-I Maíz, aunque sirvieron para imponer controles en las estimaciones desarrolladas; ii) el consumo de raciones por sector de utilización (avicultura, etc.) ya era conocido. Se distribuyó cada parcela de este consumo por UF según las existencias de los animales correspondientes, salvo el 2.6% destinado a otros sectores, que fue distribuido por aproximación. Los consumos estimados en esta etapa se ajustaron para que coincidiesen con los totales de control establecidos en i);

iii) Las cifras hasta ahora incluyeron todas las raciones consumidas y, por consiguiente, abarcaron el maíz agregado en los locales de consumo. Hubo que extraer éste, porque no necesita ser transportado. Por lo tanto, se estimó de una manera subjetiva la distribución del consumo de concentrado por UF. (En los Estados de Minas Gerais y Río Grande do Sul se supuso que el consumo fue igual a la producción en el Estado, que ya se había estimado, mientras que en los Estados de Santa Catarina y Paraná se redujo el consumo por debajo de la producción para reconocer una exportación de ellos hacia el Estado de São Paulo.) Se sustrajo el maíz agregado en el lugar de consumo del total de las raciones consumidas en estos Estados, siguiendo la regla de agregar dos partes de maíz a una parte de raciones.

Los resultados de esas operaciones eran estimaciones del consumo por UF de concentrados y de raciones industriales, respectivamente. Se estimó la distribución según zona de tráfico en un proceso de dos etapas; en la primera se hizo una distribución por microrregión (más grande que la zona en general), según las existencias

de aves y porcinos y la producción de leche; luego se realizó la asignación por zona en una forma subjetiva, reconociendo los polos de atracción y las distancias de las zonas de la red de carreteras principales.

No existían informaciones sobre el consumo de los subproductos del maíz. El tratamiento de cada subproducto fue particular, dependiendo de las características del caso. En muchas ocasiones se usó la estimación del consumo per cápita y se estimó el consumo por UF y por zona, aplicando tales tasas de consumo a la población correspondiente.

Las salidas del análisis del consumo en el año base fueron listados del consumo por zona de tráfico del maíz (excepto el maíz retenido en la zona de producción), de las raciones producidas en las fábricas, de los concentrados para raciones y de cada uno de los subproductos del maíz.

2.3 La especificación de las matrices de origen-destino para el año base y las asignaciones de esas matrices

Se calcularon matrices de flujos de maíz, raciones, concentrados y cada tipo de subproducto por separado (aunque se combinaron estos últimos para propósitos de presentación). Para el maíz propiamente tal, se calculó la matriz considerando el mercado externo en forma separada del mercado interno. Se identificó la matriz de las exportaciones sobre la base de informaciones de GREMOS, la organización federal responsable de las ventas externas, de la Red Ferroviaria Federal S.A. (REFSA) y de la Ferrovía Paulista S.A. (FEPASA). Se construyó la matriz de las ventas internas determinando para cada zona el superávit o el déficit de las estimaciones ya hechas de producción y consumo. Se efectuó la distribución en forma empírica, cuando había informaciones suficientes, estudiando los flujos revelados por una encuesta llevada a cabo junto con REFSA, FEPASA y la industria. Cuando no hubo informaciones empíricas suficientes para fijar la distribución, se adoptó el criterio de distancia mínima. Se tiene la impresión de que la distribución del maíz (y de los productos derivados de él) fue estimada en forma manual y, de ser así, debió ser muy difícil asegurarse de que los resultados fuesen consistentes con las suposiciones usadas para la estimación de la distribución.

En el caso de las raciones y los concentrados, las matrices (una para cada producto) fueron construidas según el principio de menor distancia, ajustada para representar las preferencias de los transportistas de usar carreteras pavimentadas. Sería razonable suponer que los superávit y déficit por zona fueron determinados directamente de los análisis que ya se habían realizado y que se describen en las secciones 2.1 y 2.2 de este anexo (restando los consumos de las producciones), aunque el informe del POT-I Maíz menciona otras fuentes de información.

Se desarrollaron matrices para cada subproducto para consumo humano, usando los superávit y déficit por zona estimados por los análisis ya hechos. Se distribuyeron por medio del principio de menor distancia y la existencia de carreteras pavimentadas.

Luego se consideró en forma general la repartición de los flujos entre los diferentes medios de transporte, señalando los problemas que impiden una mayor utilización del ferrocarril. Después de la discusión, se describen los resultados de la aplicación de un modelo de asignación que también sirvió como modelo de repartición entre medios. La explicación de los principios usados para la asignación no es adecuada para entender completamente lo que se hizo, pero parece que la asignación se basó, cuando fue posible, en informaciones empíricas de la industria y de los ferrocarriles y, cuando esas informaciones no fueron adecuadas, se hizo

la asignación con base en la menor distancia y la disponibilidad de carreteras pavimentadas. En algunos casos, por lo menos, se repartió el flujo de una zona a otra entre los dos medios (carretera y ferrocarril). La asignación se realizó separadamente para el maíz, las raciones y los subproductos. Es posible que fuese estimada separadamente para cada subproducto (y para raciones y concentrados también en forma separada) y luego agregada para los propósitos de presentación, aunque esto no es seguro.

En seguida hubo un análisis de los tramos de vía en situación crítica (o sea los que operan cerca del límite de su capacidad) del punto de vista del transporte de maíz y sus productos. La definición de un tramo crítico sería 2/ aquel entre pares de zonas que intercambian más de 50 000 toneladas por carretera y más de 100 000 toneladas por ferrocarril.3/ Los tramos críticos fueron identificados por conocimiento de las rutas usadas para la asignación y por información sobre el flujo total de vehículos por tramo (que se habría estimado por conteos de tráfico). Los volúmenes de tráfico por tramo y los flujos de origen-destino usados en el análisis de los tramos críticos son las cantidades del año 1977 y no de 1974, aunque el informe del POT Maíz solamente menciona más adelante las proyecciones a los años 1977, 1980 y 1985.

Se consideró solamente el tráfico de maíz y no el tráfico de raciones, concentrados y subproductos en la determinación de los tramos críticos. Se listan para cada par de zonas los tramos usados, y luego se presenta un listado de los pares de zonas entre los cuales existía tráfico, con indicación del volumen de éste en número de vehículo en cada tramo de la ruta respectiva.4/ Cabe señalar que el POT-I Maíz incluyó en esta parte de sus análisis algunos pares de zonas entre las cuales el tráfico de maíz alcanza volúmenes importantes, pero dicho tráfico está repartido entre la carretera y el ferrocarril, sin que más de 50 000 toneladas sean transportadas por carretera ni 100 000 por ferrocarril.

Los análisis del año base de 1974 (aunque se citan, como se ha dicho, algunos flujos de 1977) incluyen discusiones generales sobre los problemas de transporte del maíz y sus productos en cada UF, y un examen general del almacenaje (que no fue reconocido explícitamente en las etapas anteriores) y de los fletes por los diferentes medios de transporte.

2.4 La proyección de la producción y consumo

El POT-I Maíz realizó dos proyecciones, una optimista y otra pesimista. En cada caso la proyección principal se hizo para el año 1985, pero además se realizaron estimaciones para los años intermedios de 1977 y 1980.

Las proyecciones de la producción de maíz se efectuaron de una manera bastante semejante entre sí para las dos hipótesis, difiriendo solamente en detalles. La metodología usada fue la siguiente, citando el ejemplo de la proyección más optimista :

i) Tanto para el área cosechada como para el rendimiento, se experimentó con varias series de promedios móviles que diferían con respecto al número de años

2/ El informe no presenta una definición explícita de un "tramo crítico" y así se usa en la forma condicional.

3/ Estos pares de zonas son examinados en detalle en el POT-II.

4/ No se explica si el volumen total se refiere a 1974 ó 1977.

incluidos en el cálculo del promedio, usando datos a nivel nacional para el período 1964 a 1978. Para uso en ambos casos, se seleccionó el promedio móvil basado en un período de tres años, escogiendo este período porque la tendencia resultante contuvo por lo menos diez "observaciones", número considerado como el mínimo aceptable, y que las desviaciones estándares (en ambos casos) no fueron muy diferentes de las de los promedios móviles de otra cantidad de años.

ii) Las tendencias suavizadas estimadas de esta manera se usaron como base para las proyecciones, más bien que los datos originales. Tanto para la tendencia de área cosechada como para la de rendimiento se ajustaron diferentes formas de relación estadística. En ambos casos, la forma exponencial resultó en el mayor valor del coeficiente de determinación y es así como las ecuaciones se usaron para los propósitos de la proyección de la hipótesis optimista.^{5/}

iii) Luego siguió un análisis de la producción en los estados del sur del país que tienen significación desde el punto de vista de las cosechas de maíz. Se analizó la producción de esas UF de una manera bastante parecida a la usada a nivel nacional para los rendimientos y áreas cosechadas por separado, o sea, se calcularon promedios móviles sobre la base de diferentes períodos, finalmente seleccionando el plazo de tres años para todas las UFs excepto una. A las tendencias así suavizadas se aplicaron funciones de proyección, escogiendo la forma exponencial en todos los casos menos en el de Minas Gerais, donde se empleó la forma cuadrática.

Los estados del norte y del nordeste se analizaron en una forma diferente: en el caso del norte se confió en la tasa de crecimiento de producción estimada por el II Plan Nacional de Desarrollo; para los del Nordeste se supuso que el crecimiento en la producción sería dado por la diferencia entre la producción ya estimada para las UF en otras regiones y la tendencia nacional implícita en las proyecciones del rendimiento y área cosechada (además suponiendo que la repartición entre los estados del Nordeste de la producción continuaría como en el año base).

La proyección finalmente adoptada usó el promedio por UF de la proyección optimista y la pesimista. El informe del POT-I Maíz no menciona cómo se calculó la distribución por zona; probablemente fue dejada sin cambios la del año base.

En el caso de las raciones, se supuso que el balance exacto entre la producción y el consumo continuaría. La proyección de este balance se basó en la consideración del consumo, o sea, más bien en la demanda que en la oferta. El método se repartió en las siguientes etapas:

i) Se supuso una elasticidad de demanda per cápita con respecto a la renta per cápita de a) carne bovina, b) carne avícola, c) carne porcina, d) huevos y e) otras carnes. Las elasticidades son 1.20, 0.80, 0.69, 0.68 y 0.06 respectivamente y parece que provienen de una fuente especializada (más bien que ser suposiciones), aunque nada se menciona sobre la fuente;

ii) Se supuso que las tasas de crecimiento en la renta por persona variarían entre 2.8% y 2.9% anualmente hasta 1985. Así se pudo estimar el consumo per cápita de los huevos y de los diversos tipos de carne hasta 1985. Es interesante observar que no se consideró la leche en esas proyecciones (aunque la leche se usó para distribuir el consumo de raciones en el año base);

5/ En la proyección de la hipótesis pesimista se supuso que las tasas de crecimiento constantes servían en lugar de las funciones expotenciales.

iii) La tasa de crecimiento del consumo (y de la producción) de las raciones fue luego estimada por un principio que parece conceptualmente dudoso; 6/ la tasa ponderada del aumento per cápita en el consumo de huevos y de carnes fue 2.59% por año. Se aplicó esta tasa a la tasa esperada del crecimiento en la población urbana que resultó en 6.8% anualmente;

iv) Esta última tasa se usó para proyectar el consumo (y por lo tanto la producción) de las raciones y los concentrados, excepto que se supuso que la parte consumida por los caballos y liebres sería 2.6% de la producción de raciones en cada año, y esta parte no se incluyó en la distribución del consumo ni de la producción;

v) La distribución a nivel tanto de la UF como de la zona no fue modificada con respecto a la del año base.

En cuanto a los subproductos, cada uno de éstos fue considerado separadamente y su proyección se basó esencialmente en la demanda más bien que en la oferta, excepto en el caso del almidón y el afrecho. La mayoría de esos subproductos son componentes de consumo tradicional en el Brasil y se espera que los cambios en el estilo de vida que acompañarían a la urbanización del país desincentivaría su consumo, excepto en casos especiales, tales como el almidón y el aceite. Las explicaciones de la manera en que el consumo/producción se proyectó no siempre son muy claras, pero los métodos usados generalmente trataron de suponer que el crecimiento se relacionaba con el crecimiento poblacional. Se explica la distribución de la producción por zona de tráfico en algunos casos solamente; en general es probable que se haya supuesto que no habría cambios significativos en la distribución en relación con el año base.

En este punto la proyección y distribución de la producción se había terminado. Luego hubo una proyección de la demanda por UF y por zona. El consumo de maíz para raciones y concentrados a nivel de zona estaba implícito en las proyecciones de la producción de estos artículos. Con respecto al consumo de maíz en la producción de los subproductos para consumo humano, se aplicaron coeficientes técnicos a la distribución de la producción ya determinada.

El informe del POT-I Maíz no menciona cómo se proyectó el consumo externo, aunque al observar algunos de los cuadros incluidos en el informe puede verse que se realizó una proyección de las exportaciones. La proyección del comercio exterior de maíz pudo realizarse mediante estimaciones propias del POT-I Maíz o aprovechando los resultados de proyecciones hechas por otros organismos, o bien suponiendo que las exportaciones serían iguales a la diferencia entre el consumo interno y la producción.

2.5 La especificación de las matrices de origen-destino para los años futuros

La especificación de las matrices para los años futuros se realizó de manera paralela a la usada para el año base. Se mantuvo la distribución empírica de este año, sin cambios cuando era posible y cuando fue necesario efectuarlos (por ejemplo, sería necesario cuando la distribución del año base no pudo mantenerse por implicar un desequilibrio entre el maíz transportado y el consumo estimado en cualquier zona), se adoptó el principio de basar la distribución en la distancia mínima. El almacenaje pudo ser conocido de una manera parcial o implícita; en las zonas donde habrá una

6/ Véase la sección 3, inciso i), de este anexo.

capacidad importante de almacenaje de maíz es posible que la matriz desarrollada reconozca el envío del producto a la zona y para el propósito de almacenaje y luego fuera de la zona otra vez, aunque el informe del POT-I Maíz no menciona explícitamente que esto se hizo.

Las matrices estimadas para los años futuros correspondieron a las estimadas para el año base. No hubo asignaciones de dichas matrices a las rutas de transporte.

El POT-I Maíz terminó con una presentación de las conclusiones de las cuales se sacaron las recomendaciones. Estas se refieren a diversos aspectos del transporte del maíz y de sus derivados. Entre las recomendaciones más importantes están las siguientes:

i) Se debe mejorar la base estadística con respecto al consumo y a la producción de raciones y subproductos, aunque ya sea adecuada con respecto a la producción del maíz mismo;

ii) Se debe uniformar los sistemas estadísticos de REFGSA y FEPASA para permitir la formación de matrices origen-destino de manera no ambigua;

iii) Se debe implantar industrias de raciones en ciertas partes del país para evitar el transporte innecesario de la ida de maíz y la vuelta de raciones por las mismas rutas. También se debe construir silos en áreas productoras deficientes en ellos;

iv) Se debe estudiar la factibilidad de mejorar ciertos tramos de carretera, y de equipar el ferrocarril para hacerlo más competitivo, por ejemplo mediante la construcción de desvíos para facilitar los transbordos;

v) Se debe mejorar los puertos para atender los aumentos esperados en la exportación.

3. Evaluación de la metodología usada

No cabe duda de que el POT-I Maíz fue un análisis muy detallado llevado a cabo por técnicos poseedores de un conocimiento profundo de la industria del maíz. Es probable que el trabajo que ellos realizaron represente el análisis más profundo en América Latina de las necesidades de transporte del maíz. Es especialmente admirable la manera en que se consideraron los diferentes subproductos y las raciones y los concentrados en forma separada, aprovechando al máximo los datos estadísticos que existían y sustituyendo informaciones generadas internamente cuando esos datos no eran adecuados. Las matrices origen-destino que resultaron son probablemente tan precisas como era razonable esperar.

Es posible, sin embargo, criticar aspectos de la metodología, aunque muchas veces dichas críticas tratan de la metodología usada propiamente tal y tienen poca significación del punto de vista de los resultados logrados. O sea, si la metodología fuese revisada en forma correspondiente, los resultados no serían muy diferentes. Los autores del POT-I Maíz indudablemente seleccionaron la metodología empleada conscientes que, aunque era adecuada para el análisis del maíz, podría necesitar modificaciones si se aplicase al análisis de otros productos. Cabe mencionar algunos de los aspectos de la metodología que podrían requerir cambios si fuese utilizada en el análisis de otros productos, o del maíz mismo en otros contextos.

Por ejemplo, el método usado para proyectar la producción del maíz no tomó en cuenta en forma explícita la competencia por la tierra disponible entre el maíz y otros granos, tales como la soja y el trigo. En algunas circunstancias podría haber competencia entre el cultivo de maíz y otros usos no relacionados con los cereales.

Tampoco se consideró el almacenaje, que realmente influye en la distribución de los flujos de productos por constituir puntos adicionales de generación y atracción efectiva. Además, en algunas partes de los análisis la metodología usada fue relativamente arbitraria, inconsistente, o aproximativa, como es común en estudios de las mismas características que el POT-I Maíz.

Aunque no tenga relación directa con la metodología misma empleada, cabe comentar sobre la calidad de las explicaciones sobre ella presentadas en el informe del POT-I Maíz. La información estadística que contiene es muy amplia y fácil de interpretar. Por otro lado las explicaciones dadas sobre algunas partes de la metodología usada son relativamente débiles o, a veces, inexistentes. Sin embargo en otros lugares son muy completas y en general es justo decir que la información contenida en el informe es más profunda que en otros informes comparables.

4. Conclusiones

Los análisis para el año base del POT-I Maíz generalmente impresionan por su alta calidad y proveen una gran cantidad de información sobre la situación del transporte del maíz en 1974. Los datos existentes son utilizados bien y, cuando no existen, los substituyen estimaciones internas realizadas de una manera razonable. El diagnóstico del transporte de maíz en el Brasil suministrado por el POT-I del producto identifica claramente los problemas de ese transporte y sirve como una herramienta muy importante para la tarea de resolver esos problemas.

Los análisis para los años futuros fueron probablemente menos confiables. Aun con una metodología perfeccionada, la tarea de prever el comportamiento del transporte del maíz dentro de siete años no sería fácil, debido a la inevitable incertidumbre que rodea la materia. No obstante, la metodología usada para el análisis de los años futuros podía haberse beneficiado si se hubiese dado más atención a explicar, más bien que solamente describir, el transporte de maíz para que, de esta manera, hubiera una base más firme para proyectar este transporte. Además, habría sido deseable incorporar en la metodología una consideración de la distribución de los flujos por mes, que obviamente está relacionada con la adecuación de la capacidad disponible para atender las necesidades de transporte del maíz.

El análisis cuantitativo tratado por el POT-I Maíz en sus análisis para los años futuros para identificar el padrón de los intercambios entre las diferentes zonas del país productoras de maíz y sus derivados es muy difícil y su tratamiento más profundo habría precisado de aún más recursos que los que GEIPOT asignó a la tarea, que obviamente fueron considerables tanto en cantidad como en calidad. Pero si un tratamiento más profundo del problema resultara en mayor demora, la utilidad de los resultados podría verse comprometida. Tal como está, el informe del POT-I Maíz apareció solamente en 1978, un año después del primero de los años que usó para las proyecciones. Con los recursos disponibles del GEIPOT, fue imposible que todos los POT-I fuesen llevados a cabo simultáneamente, lo que habría permitido que todos los resultados salieran oportunamente. Además, si hubiesen sido realizados simultáneamente, ello habría permitido que hubiera un mayor grado de integración entre ellos. En un estudio integrado de transporte típico, los equivalentes de los POT-I son realizados simultáneamente, pero esto resulta en una menor dotación de recursos a cada producto tratado, lo que obviamente influye en la calidad de los resultados.

Se espera que el POT-I Maíz haya resultado en la especificación de un formato de análisis que permita su actualización en forma regular, posiblemente revisando algunas partes de la metodología empleada durante los recorridos del proceso. Cabe señalar que la propuesta para una tercera fase del POT recomienda la revisión y actualización de los POT para que se mantengan continuamente útiles para el planeamiento del transporte en el país.

4.5 Estimación de los costos de transporte

Para los efectos de la repartición del tráfico, se hizo necesario disponer de estimaciones de los costos del transporte. La definición de los costos de transporte considerada aplicable, era el costo financiero para el transportista, incluidos cualesquiera impuestos y subsidios aplicables. Los costos se estimaron aproximadamente como una suma por tonelada por kilómetro por tramo, salvo el caso de aquellos tramos que constituyen puntos de transbordo, en que el costo se especificó por tonelada. Se estimó que los costos desarrollados servían para calcular lo que se denominó costos diferenciales o costos de conveniencia del usuario, esto es, la diferencia entre el costo por el modo y ruta elegidos en la práctica y aquel correspondiente al modo y ruta que se traducirían en el costo mínimo de transporte definido en la forma arriba señalada. La presente sección se ocupa de los costos utilizados para la repartición del tráfico entre modos y la asignación a rutas. Aunque en el informe de la segunda fase del plan operacional no se examinan los costos utilizados para la evaluación económica, éstos habrían excluido los impuestos (aunque no se aplicaron ajustes por precios de cuenta) y deberían haberse especificado para otras clases de vehículos, tales como automóviles, que se beneficiarían por la disminución de la congestión aunque no se utilizarían para transportar productos comprendidos en el plan.

4.5.1 Los costos del transporte por camión

Los costos del transporte por camión sin descontar los impuestos, se estimaron a partir de la fórmula que se cita más adelante y que da los costos por tonelada-kilómetro como función de la distancia efectiva ("comprimento virtual") del tramo en cuestión.^{15/}

Los impuestos de cargo del usuario se agregaron después de aplicar la siguiente fórmula:

$$C_o = C_i \times F_v = 0.47347 \times \left(1 + \frac{dL}{L}\right) \text{ cruzeiros de 1977}$$

en que C_o es el costo de operación por tonelada-kilómetro;

C_i es el costo de operación por tonelada-kilómetro en condiciones ideales;

F_v o $1 + \frac{dL}{L}$ es la distancia efectiva del tramo en cuestión.

^{15/} Para mayores detalles sobre el concepto de "comprimento virtual", véase la sección 4.7.

Los costos estimados para condiciones ideales se basaron en los coeficientes de ecuaciones por el Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER), pero se comprobaron con costos alternativos provenientes de una fuente comercial. Los costos utilizados fueron los correspondientes al transporte en un camión de diez toneladas, comprobándose que las variaciones del costo por tonelada-kilómetro de acuerdo con la capacidad del camión utilizado no revestían importancia a los efectos de la estimación resultante. Los costos estimados parten de la base de que el transporte tiene lugar de manera razonablemente eficiente lo que, en las condiciones actuales, no siempre sucede en la práctica, por lo que es posible que las estimaciones no sean iguales a los costos reales en las condiciones corrientes.

4.5.2 Costos del transporte por ferrocarril

En el caso del transporte por ferrocarril, en la segunda fase del plan se estimaron los costos por tonelada-kilómetro a partir de los gastos incurridos por las empresas de ferrocarriles que, tanto en el Brasil como en otros lugares, generalmente son distintos de las tarifas que se cobran a los usuarios de los servicios ferroviarios y son pagadas por éstos. En consecuencia, en las actuales circunstancias, es posible que cualesquiera costos de conveniencia estimados revistan escasa importancia en los casos en que la comparación comprenda viajes por ferrocarril.

Genéricamente los costos estimados pueden describirse como costos marginales a corto plazo. La fórmula final es

$$C = \frac{\frac{A}{LB} + B + V}{0.67} + \frac{11\ 417 (0.5 + 1.5 TU)^{0.435}}{TU}$$

en que C = costo de transporte de la carga por tonelada-kilómetro en cruceiros de 1977;

0.67 = razón entre el peso de la carga y la carga bruta;

LB = peso bruto medio en toneladas de los trenes que recorren el tramo en ambas direcciones;

A = costo de operación de la locomotora de mayor potencia que se utiliza en el tramo, en cruceiros por locomotora por kilómetro;

B = costo por tonelada-kilómetro bruta de energía en cruceiros, fijado en Cr 0.0425 si se utiliza tracción diesel y Cr 0.0401 si se utiliza tracción eléctrica;

/V = costo

- V = costo de operación de un vagón por tonelada-kilómetro bruta, que supuestamente varía según si se trata de trocha ancha o de un metro;
- TU = número de toneladas transportadas con fines comerciales en el tramo, en ambas direcciones consideradas en su conjunto;
- TU' = aunque en el informe de la segunda fase del plan no se define, probablemente equivale a TU pero incluyendo todo el tráfico y no sólo el tráfico comercial.

La fórmula abarca los costos por concepto de tracción, material rodante, mantenimiento de la vía, los gastos administrativos y otros gastos generales. Algunas de las funciones componentes se basan en la experiencia de los Estados Unidos y no del Brasil. Al parecer se toleró un apreciable grado de aproximación, por ejemplo, la vida útil de una locomotora eléctrica se fijó en los mismos 25 años correspondientes a una locomotora diesel, puesto que no se pretendió hacer estimaciones exactas de los costos.

4.5.3 Costos del transporte de cabotaje

Los costos del transporte marítimo se estimaron separadamente durante la navegación y en puerto y de acuerdo con la clase de buque relacionada con los distintos tipos de carga. Las clases de buques utilizadas fueron buques cisternas, graneleros y naves de carga general.

Los costos de operación durante la navegación se estimaron a partir de las estadísticas de la SUNAMAM.^{16/} Para representar cada clase de buque se seleccionaron naves características y los costos se estimaron separadamente para los rubros de tripulación, mantenimiento y reparaciones, seguros, abastecimiento, administración, capital y combustible. Al parecer no se contempló un margen por concepto de depreciación.

Para estimar los costos durante la estadía en puerto se hizo una nueva subdivisión por clase de carga transportada ya que ésta puede repercutir en las tarifas de carga y en otras variables pertinentes. El tiempo de estadía en puerto se estimó a la vez de manera general, a partir de la productividad característica de la carga y descarga, y separadamente para algunos puertos importantes, utilizando tarifas especiales de carga y descarga, particularmente cuando éstos disponían de equipos especiales.

^{16/} Superintendencia de la Marina Mercante, organismo que forma parte del Ministerio de Transporte.

Se estimaron las distancias medias a través de las cuales se transporta la carga a granel sólida, líquida y la carga general, respectivamente, y se calcularon los costos por tonelada-kilómetro de cada una, basándose en dichas distancias medias. Estos costos por ton/km se utilizaron en la etapa de repartición del tráfico entre medios y de asignación a rutas, es decir, no se desarrollaron los costos para cada movimiento de zona a zona basándose en la incidencia relativa de los costos durante la navegación y en puerto. Los impuestos se incluyeron en los costos calculados multiplicando por $(1 + \text{tasa impositiva aplicable})$. (También se estimaron los costos de la navegación interior pero, para mayor brevedad, el presente trabajo no alude a la forma en que se obtuvieron.)

4.5.4 Los costos de operación en los puntos de transbordo

Se estimaron los costos a la vez para los puntos de transbordo tierra-tierra y tierra-agua. En el primer caso se estimaron los costos correspondientes a productos específicos dentro de cada uno de los cinco grupos de productos (cuya estimación se reseña en la sección 4.4). También se registró el número de toneladas transportadas de cada producto examinado. Los costos promedio por grupo de productos se calcularon ponderando los costos por producto por el tonelaje de cada producto dentro del grupo. Se calcularon costos representativos; es decir, no se hizo un cálculo separado para cada uno de los puntos de transbordo.

Para los puntos de intercambio tierra-agua se utilizó el mismo método básico. Al término de los cálculos se incluyeron los impuestos a las tasas pertinentes.

4.5.6 Costos de operación de los almacenes, etc.

Se partió fundamentalmente de la base de que los costos de almacenamiento estaban incluidos en los costos ya estimados para los puertos, el transporte por ferrocarril, etc. Aparentemente, se procedió así tomando en cuenta la naturaleza aproximada de los costos que se procuraba determinar. Por ejemplo, los costos del transporte por ferrocarril se obtuvieron de una serie de componentes, ninguno de los cuales consideró explícitamente los costos de almacenamiento. Posteriormente, al analizar los tramos críticos, se consideraron expresamente los costos de almacenamiento cuando dichos tramos comprendían este aspecto utilizando la información obtenida de un estudio anterior. El informe metodológico de la segunda fase del plan no menciona los costos en sí, aunque efectivamente alude al factor de ajuste que se necesitaría para corregirlos de los precios de febrero de 1977 a los de mediados del mismo año.

4.5.6 Estimación de los costos de inversión

Se estimaron los costos de inversión en carreteras, ferrocarriles y distintas clases de puntos de transbordo. En el primer caso los costos característicos se desarrollaron a partir de los costos por unidad, obteniéndose un costo por kilómetro por concepto de trabajos de movimiento de tierra, pavimentación, avenamiento, obras complementarias y faenas especiales para tres clases de caminos, cada una de las cuales comprende hasta tres tipos de superficie, además de reconocer tres tipos de terrenos, a saber, llanos, ondulantes y montañosos. Los costos de inversión para dotar de infraestructura a los ferrocarriles, se estimaron de acuerdo con un nivel de agregación similar al utilizado para las carreteras. También se estimaron los costos por concepto de superestructura, señalización y telecomunicaciones, playas y electrificación. Se estimaron los costos de inversión para los terminales de carga general y de contenedores y los terminales graneleros, correspondientes a los intercambios agua-tierra y tierra-tierra.

Todos los costos de inversión se expresaron en términos financieros. Para los efectos de la evaluación económica de los proyectos, no se consideraron los impuestos ni los subsidios, aunque no se hicieron grandes ajustes de precios sombra.

4.6 Asignación del tráfico

La etapa de asignación de la segunda fase del plan efectivamente abarcó tanto la asignación a rutas como la repartición del tráfico entre medios, puesto que tanto los modos como las rutas fueron tratados de la misma manera. Esta etapa del estudio difiere en importantes sentidos de la misma etapa en otros estudios de transporte realizados en el Cono Sur.

El principio básico implícito en el procedimiento de asignación de la repartición del tráfico entre los diversos modos de transporte efectivamente utilizados en la segunda fase del plan operacional, consistía en el intento de reproducir el comportamiento que se daría en el caso de cumplirse con las siguientes condiciones: i) que todos los modos de transporte funcionaran con un nivel razonable de eficiencia y ii) que las tarifas de fletes reflejaran los costos (incluyendo los tributarios, si los había) para el transportista (es decir, los costos financieros para el operador). En las condiciones preexistentes, dichas condiciones no siempre se cumplían; por ejemplo, el transporte carretero se consideraba más eficiente que el ferroviario. Se decía que, si todos los modos de transporte

/tuvieran un

tuvieran un mismo nivel relativamente alto de eficiencia y si las tarifas de fletes reflejaran los costos, los usuarios elegirían el modo de transporte de menor costo financiero para quienes lo operaban.^{17/} El mismo principio estuvo implícito en las asignaciones para los años 1977 y 1980, a pesar de que, especialmente en el caso de 1977, se sabía que la primera condición no se cumplía. Puede pues considerarse que el objetivo de la asignación consistía en simular el esquema de comportamiento que se produciría en caso de aplicarse determinadas medidas de política consideradas como convenientes.

El procedimiento elegido también parece tener relación con el fracaso del intento de poner a punto un tipo estándar de modelo de la repartición del tráfico entre los diversos modos de transporte. Tras el reiterado fracaso en diversos intentos realizados dentro de un lapso razonable (fracaso que podría haberse debido en parte a la definición de costos de transporte utilizada en dichos intentos), se postergó la tarea hasta la tercera fase del plan operacional (que, sin embargo, se simplificó posteriormente, excluyendo la repartición del tráfico). El procedimiento que finalmente se aplicó, se conoce como proceso de "asignación pragmática" y no requiere ajuste.

4.6.1 Las matrices asignadas

Los resultados de los estudios de la segunda fase del plan operacional utilizados en la asignación fueron los siguientes:

- i) Para 1974, matrices por producto y por modo de transporte con indicadores de la ruta seguida, obtenida a través de la observación;
- ii) Para 1977, 1980 y 1985 solamente matrices por productos, sin indicación del modo ni de la ruta.

La idea era simular la asignación del tráfico en condiciones de máxima demanda. En todas las regiones salvo el sur, ella se produce en septiembre por lo cual se seleccionó este mes para basar la asignación de todos los productos salvo el trigo y la soja. Aunque no se sabe a ciencia cierta qué se hizo en estos dos últimos casos, parece que el movimiento de trigo asignado también fue el correspondiente al mes de septiembre, mientras que en realidad la matriz asignada para la soja

^{17/} Para este ejercicio, la definición de costos que se utilizó era muy próxima a la de los costos marginales de largo plazo.

correspondió a otro mes, y no a septiembre en que se produce la máxima demanda de transporte de este producto. Por lo tanto, el resultado fue una matriz mensual simulada de la demanda supermáxima que no coincide exactamente con la correspondiente a un mes real. Sin embargo, se consideró que la asignación de esta matriz sería adecuada para identificar los tramos críticos del sistema de transportes desde el punto de vista del equilibrio entre la demanda y la oferta. (Posteriormente, como parte del análisis de los tramos que resultaron críticos, se consideraron los niveles de tráfico en otros períodos del año, aunque el informe de la segunda fase del plan no explica la forma en que ello se hizo.)

4.6.2 Asignación de las matrices

Es imposible comprender la metodología de dicha asignación ateniéndose a las secciones pertinentes del informe de la segunda fase del plan operacional.^{18/} Por ello, esta parte de la presente monografía se basa en gran medida en las explicaciones (necesariamente breves) proporcionadas en las conversaciones con funcionarios de DEPLAN. Aun así, la explicación presentada se limita deliberadamente a los principios generales, pues si se intentara describir detalles de la metodología utilizada, habría serio peligro de error, por cuanto no se cuenta con suficiente información básica. Es lamentable tener que tratar de esta forma el tema de la asignación, por cuanto constituye ciertamente una de las etapas más interesantes e importantes de la segunda fase del plan operacional, tanto desde el punto de vista metodológico como desde un ángulo más global.

^{18/} Por ejemplo, si bien lo fundamental del procedimiento de asignación pragmática consiste en asignar las corrientes de gran volumen a la ruta de mínimo costo, el apartado F.2 del volumen metodológico del informe de la segunda fase del plan operacional, relativo a dicho procedimiento, no explica en ningún momento que tales corrientes hayan sido asignadas según el principio de costo mínimo. En el volumen que presenta la síntesis del informe, se hace una breve mención de este hecho, pero la explicación que allí se ofrece mueve a error por diversos motivos. Este no es sino un ejemplo de los varios que podrían citarse, y que hacen que incluso un lector atento y capacitado en materia técnica no logre darse cuenta de la verdadera naturaleza de la metodología utilizada en la asignación. Esta crítica no está dirigida sólo al informe de la segunda fase del plan operacional: se trata más bien de una observación aplicable a otros informes similares. Sólo en contadas ocasiones se hace necesario estudiar dichos informes desde el punto de vista de la identificación de la metodología que en ellos se aplica, por lo cual su incomprendibilidad suele no advertirse. Esta última incluso puede contribuir a obstaculizar el intercambio de experiencias técnicas entre organismos y países.

/Para los

Para los efectos de la asignación, los movimientos de carga se dividieron en dos tipos: los de carga susceptible de ser transportada por ferrocarril (o por vía marítima o fluvial) y los de carga más adecuada para transporte por carretera. Se consideraron dentro del primer grupo aquellas cargas de al menos 50 000 toneladas entre una determinada pareja de zonas en el caso en que durante 1974 se hubiera usado transporte carretero, y de al menos 100 000 toneladas en caso de haberse usado otro medio de transporte durante dicho año. Dichas corrientes de carga fueron asignadas según el proyecto de menor costo de transporte, definiendo los costos (como se dijo en la sección 4.5) como los pagados por el operador del medio de transporte, incluyendo los impuestos, en casos pertinentes. Se comprobó que en 1974 muchos de estos movimientos de carga se realizaron por carretera, por lo cual la aplicación del principio de asignación de acuerdo con un costo mínimo significó en muchos casos el cambio del transporte por carretera al transporte por ferrocarril o por vía fluvial o marítima.

Los otros movimientos de carga -es decir, los de menor volumen y los menos adecuados para el transporte por ferrocarril- fueron asignados de acuerdo con los trayectos utilizados en 1974, con las modificaciones consideradas necesarias según los cambios programados en la red de transporte. (El volumen que contiene la síntesis de la segunda fase del plan operacional señala que para los años 1980 y 1985 se asignaron estos movimientos según el trayecto de menor costo, considerando sólo la red caminera. El volumen metodológico, en cambio, parece señalar que para 1980, y puede suponerse que también para 1985, dichos movimientos se asignaron de acuerdo con las preferencias de los usuarios.^{19/} Si bien no queda clara cual fue la alternativa preferida, la diferencia práctica entre ambos principios -es decir, las diferencias entre los movimientos de carga en los tramos de la red según cual de los dos se aplicara- sería probablemente mínima.)

^{19/} Véase al pie de la página 207, que podría traducirse como sigue: "A fin de asignar la demanda de transporte a la red para 1980, se tomaron como punto de partida las rutas preferidas en 1977 por los usuarios y, si una asignación de un determinado producto entre una cierta pareja de zonas, iba por más de una ruta, la corriente de transporte para 1980 se repartía en la misma proporción que la verificada en 1977 ...". (No queda claro el uso de la palabra "verificada", por cuanto la única verificación posible parece ser la de 1974, año al cual se referían los estudios realizados en la primera fase del plan operacional.)

Para la asignación de movimientos de gran volumen, se aplicó el principio de "todo o nada"; es decir, para cada pareja de origen y destino, se colocó todo el movimiento en una misma ruta. Ni las velocidades de los tramos ni los costos se ajustaron de acuerdo con el movimiento asignado; es decir, no se aplicó ningún modelo de restricción de la capacidad. En la etapa de asignación de la segunda fase del plan operacional no se tomó en cuenta así la congestión; en cambio, al hacerse la evaluación económica las velocidades de los tramos se ajustaron de acuerdo con los movimientos asignados en el caso de los proyectos camineros.

El mismo procedimiento general se aplicó para los años 1977, 1980 y 1985; el punto de partida para el análisis del año "t" fue el resultado del año "t-1".

4.7 Evaluación de los tramos críticos y desarrollo de un programa de inversión

El informe de la segunda fase del plan operacional dice muy poco acerca de la metodología empleada para la evaluación de proyectos y para la formulación de programas de inversión, y se limita fundamentalmente a enumerar la información reunida para aplicar la metodología, la forma en que se reunió dicha información y otras materias afines. Sin embargo, el DEPLAN tuvo la gentileza de proporcionar valiosa información complementaria acerca de la metodología utilizada para evaluar proyectos camineros, lo que resultó indispensable para la preparación de esta parte del presente estudio. Debido a la falta de información, no se añade gran cosa acerca de la evaluación de los proyectos no camineros.

El método adoptado para la evaluación de proyectos camineros fue básicamente el que se reseña a continuación. Se interpolaron las corrientes de tráfico hasta 1985 a partir de los pronósticos para los años 1977, 1980 y 1985, de acuerdo con lo señalado en la sección 4.3 de este trabajo. Se estimaron los costos de transporte de estos volúmenes de tráfico determinados, con ampliación de la capacidad y sin ella teniendo presentes cualesquiera diferencias entre la velocidad libre, entre la instalación ampliada y la existente y el desarrollo de congestión en esta última. En algunos casos se propuso y evaluó más de un tipo de ampliación de la capacidad para cada tramo crítico de carretera, por ejemplo, agregando una vía de circulación adicional y además proporcionando otra calzada. Se calcularon los beneficios anuales hasta 1985, que equivalen a la diferencia entre los costos del transporte (y del mantenimiento de la carretera) en la instalación existente y en la mejorada, los que se extrapolaron a través de la vida del proyecto y luego

/se expresaron

se expresaron como razón sobre los costos utilizando una tasa de descuento del 10% anual. Además, se asignaron años óptimos de iniciación a los proyectos que se estimaron comparando el costo de oportunidad del capital necesario con los beneficios anuales obtenidos de la manera tradicional.^{20/} Se presume que se estimaron relaciones de beneficio/costo para los diversos proyectos evaluados y que dichas relaciones se utilizaron en la formulación de programas de inversión. (El volumen del informe de la segunda fase del plan que corresponde a la síntesis no muestra relaciones entre beneficios y costos, sino que simplemente enumera los proyectos e indica el año óptimo de iniciación.)

La estimación de los beneficios correspondientes a los proyectos de ampliación de la capacidad de las carreteras se basó en una metodología desarrollada en la encuesta de transportes del Brasil de fines de los años sesenta que comprendió la estimación del "comprimento virtual" (longitud efectiva) de los tramos en las dos situaciones comparadas. El costo estimado de utilización del tramo por vehículo depende del "comprimento virtual". El uso de este concepto es una característica de la planificación del transporte en el Brasil. En los párrafos siguientes se ofrecen algunos pormenores sobre la metodología aplicada en el caso de la segunda fase del plan operacional.

La utilización del concepto de "comprimento virtual" emana de los trabajos realizados en 1967-1968 por la empresa consultora danesa que fue contratista principal del Estudio del Transporte en Brasil. El "comprimento virtual" de un tramo es el número de kilómetros por el que habría que multiplicar el costo de operación de los vehículos por kilómetro en un camino llano, recto, pavimentado y no congestionado para estimar su costo de operación. Su valor en condiciones de congestión se estima a través de la relación entre la velocidad y la corriente de tráfico en un camino representativo del tipo de instalación de que se trata. De la velocidad estimada se derivan dos índices para cada nivel de tráfico, esto es un índice de combustible y un índice de tiempo. El primero es un factor que debería aplicarse al costo del combustible por kilómetro a un tráfico cero (es decir, a velocidad de movimiento libre) para cada nivel de tráfico a fin de estimar el costo del combustible por kilómetro en el nivel de tráfico pertinente. El segundo es similar, salvo que se refiera a los costos del tiempo de viaje para las empresas.

^{20/} Algunos de estos años óptimos de iniciación se sitúan en el pasado y en un caso se remontan a 1952.

El índice del combustible se utiliza para ajustar los costos del combustible, petróleo, lubricación, lavado, neumáticos y mantenimiento de los vehículos a los costos de dichas partidas en cada nivel de tráfico determinado. Del mismo modo, el índice de tiempo se usa (para camiones y autobuses) para ajustar los costos por concepto de depreciación, intereses, tiempo de las personas (cuando proceda), salarios, gastos generales y utilidades. A continuación, se suma el costo total de cada movimiento y se calcula un nuevo índice (es decir, el valor dL de la ecuación que aparece en la sección 4.5.1) separadamente para los autobuses, camiones y automóviles, expresando el factor de variación de los costos totales de operación como función del nivel de tráfico. Restando la unidad y multiplicando por mil se obtiene el factor de "comprimento virtual" para cada una de las clases de caminos (para los autobuses, camiones y automóviles por separado). Se pueden hacer ajustes adicionales para tener en cuenta las variaciones del ciclo de velocidad. La especificación del "comprimento virtual" en el caso de los caminos congestionados aparece en detalle en dos documentos de trabajo elaborados para el Estudio del Transporte en Brasil.^{21/}

La estimación de los beneficios que habrán de obtenerse de la ampliación de la capacidad entrañó esencialmente llevar a cabo las siguientes tareas:^{22/}

i) Interpolar las corrientes de tráfico en cada tramo crítico hasta el año 1985 (incluido éste) utilizando las corrientes estimadas en la forma señalada en secciones anteriores del presente trabajo. El movimiento de camiones y automóviles se estimó separadamente. No se consideró expresamente el tráfico de autobuses.

ii) Estimar el "comprimento virtual" de cada tramo crítico con y sin mejoras para años seleccionados durante la vida económica del proyecto propuesto. Según se estima, el "comprimento virtual" se mantuvo en el nivel de libre circulación hasta que el tráfico llegó al nivel de servicio D definido en el Highway Capacity Manual,^{23/}

^{21/} "Guidelines" 032 y "Guidelines" 046 preparadas en 1968 por Brazil Transport Survey.

^{22/} Esta enumeración de las tareas y las descripciones que la acompañan, se basan parcialmente en deducciones lógicas ya que la información disponible no es en sí lo bastante completa como para permitir un conocimiento cabal.

^{23/} Highway Capacity Manual, Highway Research Board, Department of Transportation, Washington, D.C.

por lo que se supuso que el logro de éste coincidió con el comienzo de la congestión. Se partió de la base de que el movimiento no siguió aumentando una vez que llegó al equivalente del nivel de servicio E. Este recurso, cuya falta de precisión es reconocida, se consideró razonable dado el grado de exactitud que se pretendía. Se consideró que las alternativas más satisfactorias exigirían estimar el valor de las reducciones de la producción, lo que habría planteado graves problemas prácticos.

iii) Ajustar los costos de operación de los vehículos mediante los factores del "comprimido virtual" a los correspondientes a cada año en los casos de ampliación y no ampliación de la capacidad. Los costos de operación ajustados resultantes se multiplicaron por las corrientes de tráfico estimadas para obtener el costo total del transporte del tramo en cuestión, con y sin ampliación de la capacidad correspondiente a cada año.

iv) Estimar los beneficios anuales hasta 1985. A continuación, éstos se extrapolaron a través de la vida de cada proyecto. Después de hacer los descuentos pertinentes se calcularon las razones entre costos y beneficios.

v) Establecer el año óptimo de iniciación.

Los beneficios calculados de la manera antes señalada se denominaron beneficios de la congestión. También se estimaron los beneficios emanados de las variaciones de los costos de mantenimiento de las carreteras (en general, en los casos de aumento de la capacidad de las carreteras mediante pistas adicionales, éstos serían negativos), pero al contabilizarlos no se tuvieron presentes los cambios posibles por concepto de accidentes. Cabe señalar que las mejoras sugeridas entrañaron agregar hasta siete pistas en algunos tramos.

Algunos de los proyectos cuya ejecución se sugirió exigían trabajos de pavimentación. El informe de la segunda fase del plan operacional no explica la forma en que se evaluaron, pero ello puede hacerse ampliando la aplicación del concepto de "comprimido virtual".

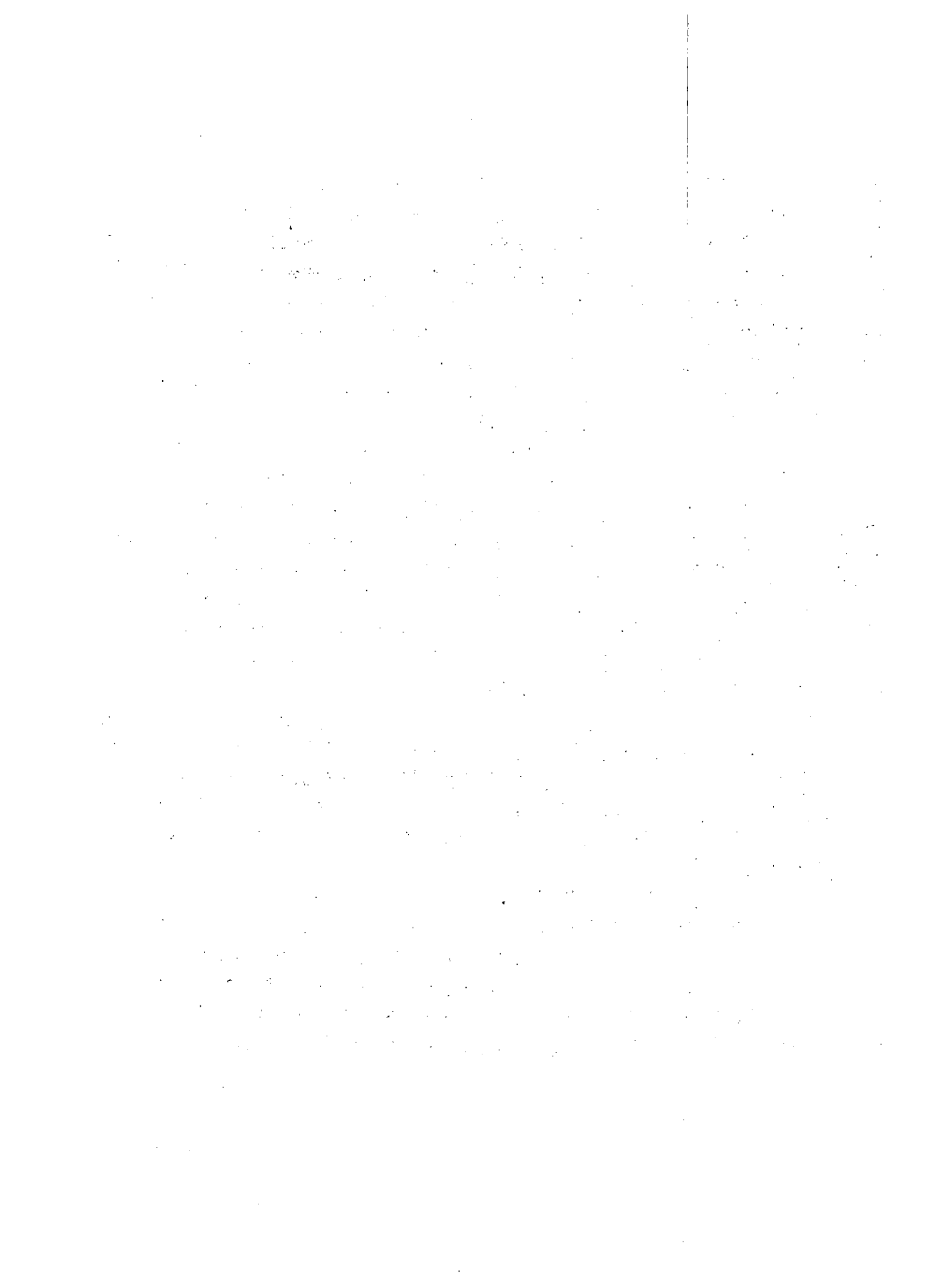
La metodología utilizada para evaluar los proyectos de ferrocarriles no se explica en el informe de la segunda fase del plan operacional. Sin embargo, los resultados de los análisis de los tramos ferroviarios críticos se resumieron en dos cuadros, uno relativo a las mejoras superestructurales y el otro a las mejoras de la infraestructura. El primero se reduce básicamente a recomendar cambios en la superestructura del tramo de acuerdo con el sistema de clasificación de la UIF

de tal modo que resista los volúmenes de tráfico proyectados. En ambos casos se especificaron el año óptimo de iniciación y el año en que la mejora llegaría al punto de saturación. Puede concluirse que, en general, ambas fechas se estimaron estableciendo (por interpolación y extrapolación de las estimaciones de tráfico) el año en que el tráfico llegaría al punto en que, según la clasificación de la UIF la condición del tramo exige mejorar la calidad de la vía y del lecho de la vía para que resista el volumen de tráfico, y el año en que se necesitaría un nuevo mejoramiento (debido al crecimiento sostenido del tráfico). La determinación de ambos años no exigió cálculos de tipo económico.

Del mismo modo en que se procedió para las mejoras superestructurales, se hizo una lista de las mejoras que convenía introducir en la infraestructura. Se estimó un año de iniciación y un año de saturación para cada una de ellas, nuevamente sin realizar un análisis económico. Al parecer, no se calcularon las razones entre los beneficios y los costos ni otras medidas de los beneficios. En general, las recomendaciones son bastante concretas y habría sido difícil evaluar todas las inversiones recomendadas en forma estrictamente económica, puesto que no podía aplicarse una metodología estándar para todos los casos, a diferencia de lo sucedido en el caso de las carreteras, que era más sencillo.

En lo que respecta a los demás modos de transporte y puntos de transbordo, o bien se hicieron estudios descriptivos de casos determinados indicando en qué medida la producción prevista superaría la capacidad disponible (por ejemplo, los puertos), o bien se realizaron estimaciones generales de la capacidad necesaria para atender las corrientes de tráfico pronosticadas (por ejemplo, la flota de navegación interior).

No se intentó formular un programa integrado de inversiones que tomara en cuenta las necesidades de todos los modos de transporte; en vez de ello, se formularon programas separados para cada uno de los modos. En realidad, habría sido imposible elaborar un programa integrado en forma satisfactoria, por cuanto los diversos tipos de proyectos fueron evaluados con diferentes criterios; sólo la evaluación de los proyectos camineros se atuvo a principios económicos.



Anexo

RESUMEN Y EVALUACION DEL PLAN OPERACIONAL DE
TRANSPORTE, FASE I, DE MAIZ

1. Introducción

El Plan Operacional de Transportes, fase I, maíz (POT-I Maíz), al igual que los demás POT-I, tenía tres objetivos principales:

- a) Estimar matrices de origen y destino de los productos del sector analizado en el año base de 1974 y en los años futuros de 1977, 1980 y 1985;
- b) Identificar los pares de zonas de tráfico entre los cuales había movimiento intenso de los productos tratados en el año base, y
- c) Hacer un diagnóstico general del sector con respecto al transporte y recomendar soluciones a los problemas identificados.

La metodología empleada es muy empírica y relativamente detallada. Los POT-I del Brasil probablemente representan los trabajos más completos de esta naturaleza que hasta la fecha se hayan realizado en los países del Cono Sur. En parte, su desarrollo se vio facilitado por la disponibilidad de informaciones básicas a una escala adecuada, aunque entre sus recomendaciones el POT-I Maíz sugiere que la base informática se mejore en algunos aspectos. El informe de los análisis es poco claro en algunas partes, aunque cuenta con una amplia presentación de las estadísticas generadas y hasta matrices a nivel zonal.

Además, en cierta forma, el informe parece indicar que algunas partes de los análisis fueron tratadas por métodos que no aprovechaban al máximo los resultados de otras partes anteriores. La interpretación de la metodología empleada que se ofrece en este anexo tuvo que sacarse en parte por interpolación, para compensar la ausencia de explicaciones en el texto del informe del POT-I Maíz, y aun ajustar las explicaciones dadas en él.

El anexo se reparte en tres secciones después de esta introducción:

- Descripción de la metodología empleada
- Evaluación de la metodología usada
- Conclusiones

2. La metodología empleada en el POT-I Maíz

En la figura 1 se da una representación gráfica y resumida de las actividades realizadas para el año base. Para los otros años, una vez proyectada la producción y el consumo, se han realizado las mismas operaciones, salvo la identificación de los pares de zonas de movimiento intenso y de los tramos críticos, que se ha hecho solamente para el año base.

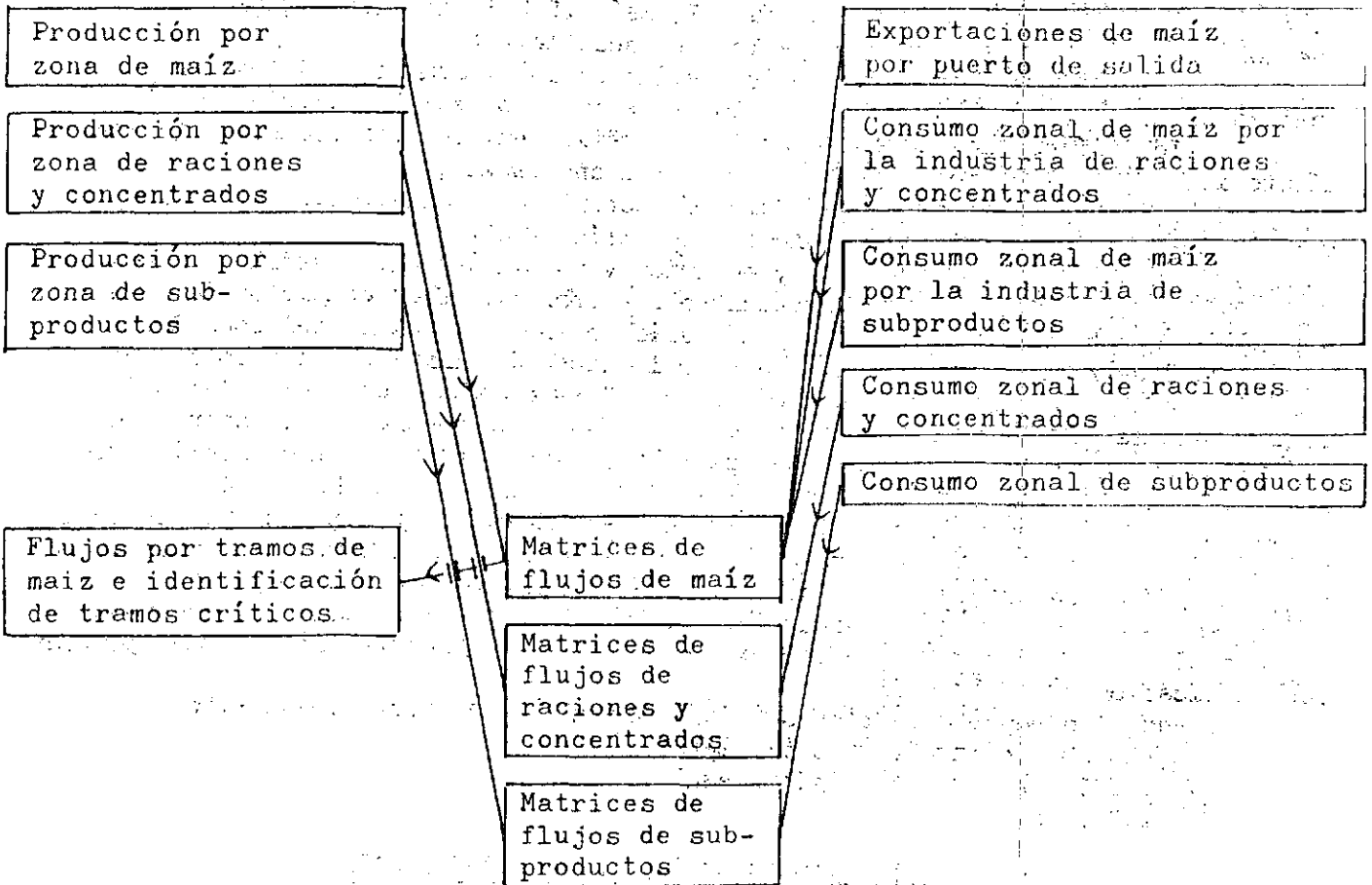
En el Brasil el maíz tiene varias utilidades:

- i) la producción de alimentos procesados para animales, que se dividen en raciones que se les da de comer sin mezclar, y en concentrados de raciones que se mezclan primero con dos porciones de maíz natural;
- ii) la producción de alimentos procesados para consumo humano (y otros), llamados "subproductos" en el POT-I Maíz, que son más importantes en Brasil que en otros países;
- iii) la exportación de maíz natural, y
- iv) el maíz retenido en el local de producción para semillas, alimentación de animales, etc; sin procesamiento.

El POT-I Maíz sólo se interesó en las tres primeras categorías.

Figura 1

RESUMEN GRAFICO DE LAS ACTIVIDADES PRINCIPALES DEL POT-I MAIZ



4.5 Estimación de los costos de transporte

Para los efectos de la repartición del tráfico, se hizo necesario disponer de estimaciones de los costos del transporte. La definición de los costos de transporte considerada aplicable, era el costo financiero para el transportista, incluidos cualesquiera impuestos y subsidios aplicables. Los costos se estimaron aproximadamente como una suma por tonelada por kilómetro por tramo, salvo el caso de aquellos tramos que constituyen puntos de transbordo, en que el costo se especificó por tonelada. Se estimó que los costos desarrollados servían para calcular lo que se denominó costos diferenciales o costos de conveniencia del usuario, esto es, la diferencia entre el costo por el modo y ruta elegidos en la práctica y aquel correspondiente al modo y ruta que se traducirían en el costo mínimo de transporte definido en la forma arriba señalada. La presente sección se ocupa de los costos utilizados para la repartición del tráfico entre modos y la asignación a rutas. Aunque en el informe de la segunda fase del plan operacional no se examinan los costos utilizados para la evaluación económica, éstos habrían excluido los impuestos (aunque no se aplicaron ajustes por precios de cuenta) y deberían haberse especificado para otras clases de vehículos, tales como automóviles, que se beneficiarían por la disminución de la congestión aunque no se utilizarían para transportar productos comprendidos en el plan.

4.5.1 Los costos del transporte por camión

Los costos del transporte por camión sin descontar los impuestos, se estimaron a partir de la fórmula que se cita más adelante y que da los costos por tonelada-kilómetro como función de la distancia efectiva ("comprimento virtual") del tramo en cuestión.^{15/}

Los impuestos de cargo del usuario se agregaron después de aplicar la siguiente fórmula:

$$C_o = C_i \times F_v = 0.47347 \times \left(1 + \frac{dL}{L}\right) \text{ cruzeiros de 1977}$$

en que C_o es el costo de operación por tonelada-kilómetro;

C_i es el costo de operación por tonelada-kilómetro en condiciones ideales;

F_v o $1 + \frac{dL}{L}$ es la distancia efectiva del tramo en cuestión.

^{15/} Para mayores detalles sobre el concepto de "comprimento virtual", véase la sección 4.7.

Los costos estimados para condiciones ideales se basaron en los coeficientes de ecuaciones por el Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER), pero se comprobaron con costos alternativos provenientes de una fuente comercial. Los costos utilizados fueron los correspondientes al transporte en un camión de diez toneladas, comprobándose que las variaciones del costo por tonelada-kilómetro de acuerdo con la capacidad del camión utilizado no revestían importancia a los efectos de la estimación resultante. Los costos estimados parten de la base de que el transporte tiene lugar de manera razonablemente eficiente lo que, en las condiciones actuales, no siempre sucede en la práctica, por lo que es posible que las estimaciones no sean iguales a los costos reales en las condiciones corrientes.

4.5.2 Costos del transporte por ferrocarril

En el caso del transporte por ferrocarril, en la segunda fase del plan se estimaron los costos por tonelada-kilómetro a partir de los gastos incurridos por las empresas de ferrocarriles que, tanto en el Brasil como en otros lugares, generalmente son distintos de las tarifas que se cobran a los usuarios de los servicios ferroviarios y son pagadas por éstos. En consecuencia, en las actuales circunstancias, es posible que cualesquiera costos de conveniencia estimados revistan escasa importancia en los casos en que la comparación comprenda viajes por ferrocarril.

Genéricamente los costos estimados pueden describirse como costos marginales a corto plazo. La fórmula final es

$$C = \frac{\frac{A}{LB} + B + V}{0.67} + \frac{11\ 417 (0.5 + 1.5 TU')^{0.435}}{TU}$$

en que C = costo de transporte de la carga por tonelada-kilómetro en cruceiros de 1977;

0.67 = razón entre el peso de la carga y la carga bruta;

LB = peso bruto medio en toneladas de los trenes que recorren el tramo en ambas direcciones;

A = costo de operación de la locomotora de mayor potencia que se utiliza en el tramo, en cruceiros por locomotora por kilómetro;

B = costo por tonelada-kilómetro bruta de energía en cruceiros, fijado en Cr 0.0425 si se utiliza tracción diesel y Cr 0.0401 si se utiliza tracción eléctrica;

/V = costo

- V = costo de operación de un vagón por tonelada-kilómetro bruta, que supuestamente varía según si se trata de trocha ancha o de un metro;
- TU = número de toneladas transportadas con fines comerciales en el tramo, en ambas direcciones consideradas en su conjunto;
- TU' = aunque en el informe de la segunda fase del plan no se define, probablemente equivale a TU pero incluyendo todo el tráfico y no sólo el tráfico comercial.

La fórmula abarca los costos por concepto de tracción, material rodante, mantenimiento de la vía, los gastos administrativos y otros gastos generales. Algunas de las funciones componentes se basan en la experiencia de los Estados Unidos y no del Brasil. Al parecer se toleró un apreciable grado de aproximación, por ejemplo, la vida útil de una locomotora eléctrica se fijó en los mismos 25 años correspondientes a una locomotora diesel, puesto que no se pretendió hacer estimaciones exactas de los costos.

4.5.3 Costos del transporte de cabotaje

Los costos del transporte marítimo se estimaron separadamente durante la navegación y en puerto y de acuerdo con la clase de buque relacionada con los distintos tipos de carga. Las clases de buques utilizadas fueron buques cisternas, graneleros y naves de carga general.

Los costos de operación durante la navegación se estimaron a partir de las estadísticas de la SUNAMAM.^{16/} Para representar cada clase de buque se seleccionaron naves características y los costos se estimaron separadamente para los rubros de tripulación, mantenimiento y reparaciones, seguros, abastecimiento, administración, capital y combustible. Al parecer no se contempló un margen por concepto de depreciación.

Para estimar los costos durante la estadía en puerto se hizo una nueva subdivisión por clase de carga transportada ya que ésta puede repercutir en las tarifas de carga y en otras variables pertinentes. El tiempo de estadía en puerto se estimó a la vez de manera general, a partir de la productividad característica de la carga y descarga, y separadamente para algunos puertos importantes, utilizando tarifas especiales de carga y descarga, particularmente cuando éstos disponían de equipos especiales.

^{16/} Superintendencia de la Marina Mercante, organismo que forma parte del Ministerio de Transporte.

Se estimaron las distancias medias a través de las cuales se transporta la carga a granel sólida, líquida y la carga general, respectivamente, y se calcularon los costos por tonelada-kilómetro de cada una, basándose en dichas distancias medias. Estos costos por ton/km se utilizaron en la etapa de repartición del tráfico entre medios y de asignación a rutas, es decir, no se desarrollaron los costos para cada movimiento de zona a zona basándose en la incidencia relativa de los costos durante la navegación y en puerto. Los impuestos se incluyeron en los costos calculados multiplicando por (1 + tasa impositiva aplicable). (También se estimaron los costos de la navegación interior pero, para mayor brevedad, el presente trabajo no alude a la forma en que se obtuvieron.)

4.5.4 Los costos de operación en los puntos de transbordo

Se estimaron los costos a la vez para los puntos de transbordo tierra-tierra y tierra-agua. En el primer caso se estimaron los costos correspondientes a productos específicos dentro de cada uno de los cinco grupos de productos (cuya estimación se reseña en la sección 4.4). También se registró el número de toneladas transportadas de cada producto examinado. Los costos promedio por grupo de productos se calcularon ponderando los costos por producto por el tonelaje de cada producto dentro del grupo. Se calcularon costos representativos; es decir, no se hizo un cálculo separado para cada uno de los puntos de transbordo.

Para los puntos de intercambio tierra-agua se utilizó el mismo método básico. Al término de los cálculos se incluyeron los impuestos a las tasas pertinentes.

4.5.6 Costos de operación de los almacenes, etc.

Se partió fundamentalmente de la base de que los costos de almacenamiento estaban incluidos en los costos ya estimados para los puertos, el transporte por ferrocarril, etc. Aparentemente, se procedió así tomando en cuenta la naturaleza aproximada de los costos que se procuraba determinar. Por ejemplo, los costos del transporte por ferrocarril se obtuvieron de una serie de componentes, ninguno de los cuales consideró explícitamente los costos de almacenamiento. Posteriormente, al analizar los tramos críticos, se consideraron expresamente los costos de almacenamiento cuando dichos tramos comprendían este aspecto utilizando la información obtenida de un estudio anterior. El informe metodológico de la segunda fase del plan no menciona los costos en sí, aunque efectivamente alude al factor de ajuste que se necesitaría para corregirlos de los precios de febrero de 1977 a los de mediados del mismo año.

4.5.6 Estimación de los costos de inversión

Se estimaron los costos de inversión en carreteras, ferrocarriles y distintas clases de puntos de transbordo. En el primer caso los costos característicos se desarrollaron a partir de los costos por unidad, obteniéndose un costo por kilómetro por concepto de trabajos de movimiento de tierra, pavimentación, avenamiento, obras complementarias y faenas especiales para tres clases de caminos, cada una de las cuales comprende hasta tres tipos de superficie, además de reconocer tres tipos de terrenos, a saber, llanos, ondulantes y montañosos. Los costos de inversión para dotar de infraestructura a los ferrocarriles, se estimaron de acuerdo con un nivel de agregación similar al utilizado para las carreteras. También se estimaron los costos por concepto de superestructura, señalización y telecomunicaciones, playas y electrificación. Se estimaron los costos de inversión para los terminales de carga general y de contenedores y los terminales graneleros, correspondientes a los intercambios agua-tierra y tierra-tierra.

Todos los costos de inversión se expresaron en términos financieros. Para los efectos de la evaluación económica de los proyectos, no se consideraron los impuestos ni los subsidios, aunque no se hicieron grandes ajustes de precios sombra.

4.6 Asignación del tráfico

La etapa de asignación de la segunda fase del plan efectivamente abarcó tanto la asignación a rutas como la repartición del tráfico entre medios, puesto que tanto los modos como las rutas fueron tratados de la misma manera. Esta etapa del estudio difiere en importantes sentidos de la misma etapa en otros estudios de transporte realizados en el Cono Sur.

El principio básico implícito en el procedimiento de asignación de la repartición del tráfico entre los diversos modos de transporte efectivamente utilizados en la segunda fase del plan operacional, consistía en el intento de reproducir el comportamiento que se daría en el caso de cumplirse con las siguientes condiciones: i) que todos los modos de transporte funcionaran con un nivel razonable de eficiencia y ii) que las tarifas de fletes reflejaran los costos (incluyendo los tributarios, si los había) para el transportista (es decir, los costos financieros para el operador). En las condiciones preexistentes, dichas condiciones no siempre se cumplían; por ejemplo, el transporte carretero se consideraba más eficiente que el ferroviario. Se decía que, si todos los modos de transporte

/tuvieran un

tuvieran un mismo nivel relativamente alto de eficiencia y si las tarifas de fletes reflejaran los costos, los usuarios elegirían el modo de transporte de menor costo financiero para quienes lo operaban.^{17/} El mismo principio estuvo implícito en las asignaciones para los años 1977 y 1980, a pesar de que, especialmente en el caso de 1977, se sabía que la primera condición no se cumplía. Puede pues considerarse que el objetivo de la asignación consistía en simular el esquema de comportamiento que se produciría en caso de aplicarse determinadas medidas de política consideradas como convenientes.

El procedimiento elegido también parece tener relación con el fracaso del intento de poner a punto un tipo estándar de modelo de la repartición del tráfico entre los diversos modos de transporte. Tras el reiterado fracaso en diversos intentos realizados dentro de un lapso razonable (fracaso que podría haberse debido en parte a la definición de costos de transporte utilizada en dichos intentos), se postergó la tarea hasta la tercera fase del plan operacional (que, sin embargo, se simplificó posteriormente, excluyendo la repartición del tráfico). El procedimiento que finalmente se aplicó, se conoce como proceso de "asignación pragmática" y no requiere ajuste.

4.6.1 Las matrices asignadas

Los resultados de los estudios de la segunda fase del plan operacional utilizados en la asignación fueron los siguientes:

- i) Para 1974, matrices por producto y por modo de transporte con indicadores de la ruta seguida, obtenida a través de la observación;
- ii) Para 1977, 1980 y 1985 solamente matrices por productos, sin indicación del modo ni de la ruta.

La idea era simular la asignación del tráfico en condiciones de máxima demanda. En todas las regiones salvo el sur, ella se produce en septiembre por lo cual se seleccionó este mes para basar la asignación de todos los productos salvo el trigo y la soja. Aunque no se sabe a ciencia cierta qué se hizo en estos dos últimos casos, parece que el movimiento de trigo asignado también fue el correspondiente al mes de septiembre, mientras que en realidad la matriz asignada para la soja

^{17/} Para este ejercicio, la definición de costos que se utilizó era muy próxima a la de los costos marginales de largo plazo.

correspondió a otro mes, y no a septiembre en que se produce la máxima demanda de transporte de este producto. Por lo tanto, el resultado fue una matriz mensual simulada de la demanda supermáxima que no coincide exactamente con la correspondiente a un mes real. Sin embargo, se consideró que la asignación de esta matriz sería adecuada para identificar los tramos críticos del sistema de transportes desde el punto de vista del equilibrio entre la demanda y la oferta. (Posteriormente, como parte del análisis de los tramos que resultaron críticos, se consideraron los niveles de tráfico en otros períodos del año, aunque el informe de la segunda fase del plan no explica la forma en que ello se hizo.)

4.6.2 Asignación de las matrices

Es imposible comprender la metodología de dicha asignación ateniéndose a las secciones pertinentes del informe de la segunda fase del plan operacional.^{18/} Por ello, esta parte de la presente monografía se basa en gran medida en las explicaciones (necesariamente breves) proporcionadas en las conversaciones con funcionarios de DEPLAN. Aun así, la explicación presentada se limita deliberadamente a los principios generales, pues si se intentara describir detalles de la metodología utilizada, habría serio peligro de error, por cuanto no se cuenta con suficiente información básica. Es lamentable tener que tratar de esta forma el tema de la asignación, por cuanto constituye ciertamente una de las etapas más interesantes e importantes de la segunda fase del plan operacional, tanto desde el punto de vista metodológico como desde un ángulo más global.

^{18/} Por ejemplo, si bien lo fundamental del procedimiento de asignación pragmática consiste en asignar las corrientes de gran volumen a la ruta de mínimo costo, el apartado F.2 del volumen metodológico del informe de la segunda fase del plan operacional, relativo a dicho procedimiento, no explica en ningún momento que tales corrientes hayan sido asignadas según el principio de costo mínimo. En el volumen que presenta la síntesis del informe, se hace una breve mención de este hecho, pero la explicación que allí se ofrece mueve a error por diversos motivos. Este no es sino un ejemplo de los varios que podrían citarse, y que hacen que incluso un lector atento y capacitado en materia técnica no logre darse cuenta de la verdadera naturaleza de la metodología utilizada en la asignación. Esta crítica no está dirigida sólo al informe de la segunda fase del plan operacional: se trata más bien de una observación aplicable a otros informes similares. Sólo en contadas ocasiones se hace necesario estudiar dichos informes desde el punto de vista de la identificación de la metodología que en ellos se aplica, por lo cual su incomprendibilidad suele no advertirse. Esta última incluso puede contribuir a obstaculizar el intercambio de experiencias técnicas entre organismos y países.

/Para los

Para los efectos de la asignación, los movimientos de carga se dividieron en dos tipos: los de carga susceptible de ser transportada por ferrocarril (o por vía marítima o fluvial) y los de carga más adecuada para transporte por carretera. Se consideraron dentro del primer grupo aquellas cargas de al menos 50 000 toneladas entre una determinada pareja de zonas en el caso en que durante 1974 se hubiera usado transporte carretero, y de al menos 100 000 toneladas en caso de haberse usado otro medio de transporte durante dicho año. Dichas corrientes de carga fueron asignadas según el proyecto de menor costo de transporte, definiendo los costos (como se dijo en la sección 4.5) como los pagados por el operador del medio de transporte, incluyendo los impuestos, en casos pertinentes. Se comprobó que en 1974 muchos de estos movimientos de carga se realizaron por carretera, por lo cual la aplicación del principio de asignación de acuerdo con un costo mínimo significó en muchos casos el cambio del transporte por carretera al transporte por ferrocarril o por vía fluvial o marítima.

Los otros movimientos de carga -es decir, los de menor volumen y los menos adecuados para el transporte por ferrocarril- fueron asignados de acuerdo con los trayectos utilizados en 1974, con las modificaciones consideradas necesarias según los cambios programados en la red de transporte. (El volumen que contiene la síntesis de la segunda fase del plan operacional señala que para los años 1980 y 1985 se asignaron estos movimientos según el trayecto de menor costo, considerando sólo la red caminera. El volumen metodológico, en cambio, parece señalar que para 1980, y puede suponerse que también para 1985, dichos movimientos se asignaron de acuerdo con las preferencias de los usuarios.^{19/} Si bien no queda clara cual fue la alternativa preferida, la diferencia práctica entre ambos principios -es decir, las diferencias entre los movimientos de carga en los tramos de la red según cual de los dos se aplicara- sería probablemente mínima.)

^{19/} Véase al pie de la página 207, que podría traducirse como sigue: "A fin de asignar la demanda de transporte a la red para 1980, se tomaron como punto de partida las rutas preferidas en 1977 por los usuarios y, si una asignación de un determinado producto entre una cierta pareja de zonas, iba por más de una ruta, la corriente de transporte para 1980 se repartía en la misma proporción que la verificada en 1977 ...". (No queda claro el uso de la palabra "verificada", por cuanto la única verificación posible parece ser la de 1974, año al cual se referían los estudios realizados en la primera fase del plan operacional.)

Para la asignación de movimientos de gran volumen, se aplicó el principio de "todo o nada"; es decir, para cada pareja de origen y destino, se colocó todo el movimiento en una misma ruta. Ni las velocidades de los tramos ni los costos se ajustaron de acuerdo con el movimiento asignado; es decir, no se aplicó ningún modelo de restricción de la capacidad. En la etapa de asignación de la segunda fase del plan operacional no se tomó en cuenta así la congestión; en cambio, al hacerse la evaluación económica las velocidades de los tramos se ajustaron de acuerdo con los movimientos asignados en el caso de los proyectos camineros.

El mismo procedimiento general se aplicó para los años 1977, 1980 y 1985; el punto de partida para el análisis del año "t" fue el resultado del año "t-1".

4.7 Evaluación de los tramos críticos y desarrollo de un programa de inversión

El informe de la segunda fase del plan operacional dice muy poco acerca de la metodología empleada para la evaluación de proyectos y para la formulación de programas de inversión, y se limita fundamentalmente a enumerar la información reunida para aplicar la metodología, la forma en que se reunió dicha información y otras materias afines. Sin embargo, el DEPLAN tuvo la gentileza de proporcionar valiosa información complementaria acerca de la metodología utilizada para evaluar proyectos camineros, lo que resultó indispensable para la preparación de esta parte del presente estudio. Debido a la falta de información, no se añade gran cosa acerca de la evaluación de los proyectos no camineros.

El método adoptado para la evaluación de proyectos camineros fue básicamente el que se reseña a continuación. Se interpolaron las corrientes de tráfico hasta 1985 a partir de los pronósticos para los años 1977, 1980 y 1985, de acuerdo con lo señalado en la sección 4.3 de este trabajo. Se estimaron los costos de transporte de estos volúmenes de tráfico determinados, con ampliación de la capacidad y sin ella teniendo presentes cualesquiera diferencias entre la velocidad libre, entre la instalación ampliada y la existente y el desarrollo de congestión en esta última. En algunos casos se propuso y evaluó más de un tipo de ampliación de la capacidad para cada tramo crítico de carretera, por ejemplo, agregando una vía de circulación adicional y además proporcionando otra calzada. Se calcularon los beneficios anuales hasta 1985, que equivalen a la diferencia entre los costos del transporte (y del mantenimiento de la carretera) en la instalación existente y en la mejorada, los que se extrapolaron a través de la vida del proyecto y luego

/se expresaron

se expresaron como razón sobre los costos utilizando una tasa de descuento del 10% anual. Además, se asignaron años óptimos de iniciación a los proyectos que se estimaron comparando el costo de oportunidad del capital necesario con los beneficios anuales obtenidos de la manera tradicional.^{20/} Se presume que se estimaron relaciones de beneficio/costo para los diversos proyectos evaluados y que dichas relaciones se utilizaron en la formulación de programas de inversión. (El volumen del informe de la segunda fase del plan que corresponde a la síntesis no muestra relaciones entre beneficios y costos, sino que simplemente enumera los proyectos e indica el año óptimo de iniciación.)

La estimación de los beneficios correspondientes a los proyectos de ampliación de la capacidad de las carreteras se basó en una metodología desarrollada en la encuesta de transportes del Brasil de fines de los años sesenta que comprendió la estimación del "comprimento virtual" (longitud efectiva) de los tramos en las dos situaciones comparadas. El costo estimado de utilización del tramo por vehículo depende del "comprimento virtual". El uso de este concepto es una característica de la planificación del transporte en el Brasil. En los párrafos siguientes se ofrecen algunos pormenores sobre la metodología aplicada en el caso de la segunda fase del plan operacional.

La utilización del concepto de "comprimento virtual" emana de los trabajos realizados en 1967-1968 por la empresa consultora danesa que fue contratista principal del Estudio del Transporte en Brasil. El "comprimento virtual" de un tramo es el número de kilómetros por el que habría que multiplicar el costo de operación de los vehículos por kilómetro en un camino llano, recto, pavimentado y no congestionado para estimar su costo de operación. Su valor en condiciones de congestión se estima a través de la relación entre la velocidad y la corriente de tráfico en un camino representativo del tipo de instalación de que se trata. De la velocidad estimada se derivan dos índices para cada nivel de tráfico, esto es un índice de combustible y un índice de tiempo. El primero es un factor que debería aplicarse al costo del combustible por kilómetro a un tráfico cero (es decir, a velocidad de movimiento libre) para cada nivel de tráfico a fin de estimar el costo del combustible por kilómetro en el nivel de tráfico pertinente. El segundo es similar, salvo que se refiera a los costos del tiempo de viaje para las empresas.

^{20/} Algunos de estos años óptimos de iniciación se sitúan en el pasado y en un caso se remontan a 1952.

El índice del combustible se utiliza para ajustar los costos del combustible, petróleo, lubricación, lavado, neumáticos y mantenimiento de los vehículos a los costos de dichas partidas en cada nivel de tráfico determinado. Del mismo modo, el índice de tiempo se usa (para camiones y autobuses) para ajustar los costos por concepto de depreciación, intereses, tiempo de las personas (cuando proceda), salarios, gastos generales y utilidades. A continuación, se suma el costo total de cada movimiento y se calcula un nuevo índice (es decir, el valor dL de la ecuación que aparece en la sección 4.5.1) separadamente para los autobuses, camiones y automóviles, expresando el factor de variación de los costos totales de operación como función del nivel de tráfico. Restando la unidad y multiplicando por mil se obtiene el factor de "comprimento virtual" para cada una de las clases de caminos (para los autobuses, camiones y automóviles por separado). Se pueden hacer ajustes adicionales para tener en cuenta las variaciones del ciclo de velocidad. La especificación del "comprimento virtual" en el caso de los caminos congestionados aparece en detalle en dos documentos de trabajo elaborados para el Estudio del Transporte en Brasil.^{21/}

La estimación de los beneficios que habrán de obtenerse de la ampliación de la capacidad entrañó esencialmente llevar a cabo las siguientes tareas:^{22/}

i) Interpolar las corrientes de tráfico en cada tramo crítico hasta el año 1985 (incluido éste) utilizando las corrientes estimadas en la forma señalada en secciones anteriores del presente trabajo. El movimiento de camiones y automóviles se estimó separadamente. No se consideró expresamente el tráfico de autobuses.

ii) Estimar el "comprimento virtual" de cada tramo crítico con y sin mejoras para años seleccionados durante la vida económica del proyecto propuesto. Según se estima, el "comprimento virtual" se mantuvo en el nivel de libre circulación hasta que el tráfico llegó al nivel de servicio D definido en el Highway Capacity Manual,^{23/}

^{21/} "Guidelines" 032 y "Guidelines" 046 preparadas en 1968 por Brazil Transport Survey.

^{22/} Esta enumeración de las tareas y las descripciones que la acompañan, se basan parcialmente en deducciones lógicas ya que la información disponible no es en sí lo bastante completa como para permitir un conocimiento cabal.

^{23/} Highway Capacity Manual, Highway Research Board, Department of Transportation, Washington, D.C.

por lo que se supuso que el logro de éste coincidió con el comienzo de la congestión. Se partió de la base de que el movimiento no siguió aumentando una vez que llegó al equivalente del nivel de servicio E. Este recurso, cuya falta de precisión es reconocida, se consideró razonable dado el grado de exactitud que se pretendía. Se consideró que las alternativas más satisfactorias exigirían estimar el valor de las reducciones de la producción, lo que habría planteado graves problemas prácticos.

iii) Ajustar los costos de operación de los vehículos mediante los factores del "comprimido virtual" a los correspondientes a cada año en los casos de ampliación y no ampliación de la capacidad. Los costos de operación ajustados resultantes se multiplicaron por las corrientes de tráfico estimadas para obtener el costo total del transporte del tramo en cuestión, con y sin ampliación de la capacidad correspondiente a cada año.

iv) Estimar los beneficios anuales hasta 1985. A continuación, éstos se extrapolaron a través de la vida de cada proyecto. Después de hacer los descuentos pertinentes se calcularon las razones entre costos y beneficios.

v) Establecer el año óptimo de iniciación.

Los beneficios calculados de la manera antes señalada se denominaron beneficios de la congestión. También se estimaron los beneficios emanados de las variaciones de los costos de mantenimiento de las carreteras (en general, en los casos de aumento de la capacidad de las carreteras mediante pistas adicionales, éstos serían negativos), pero al contabilizarlos no se tuvieron presentes los cambios posibles por concepto de accidentes. Cabe señalar que las mejoras sugeridas entrañaron agregar hasta siete pistas en algunos tramos.

Algunos de los proyectos cuya ejecución se sugirió exigían trabajos de pavimentación. El informe de la segunda fase del plan operacional no explica la forma en que se evaluaron, pero ello puede hacerse ampliando la aplicación del concepto de "comprimido virtual".

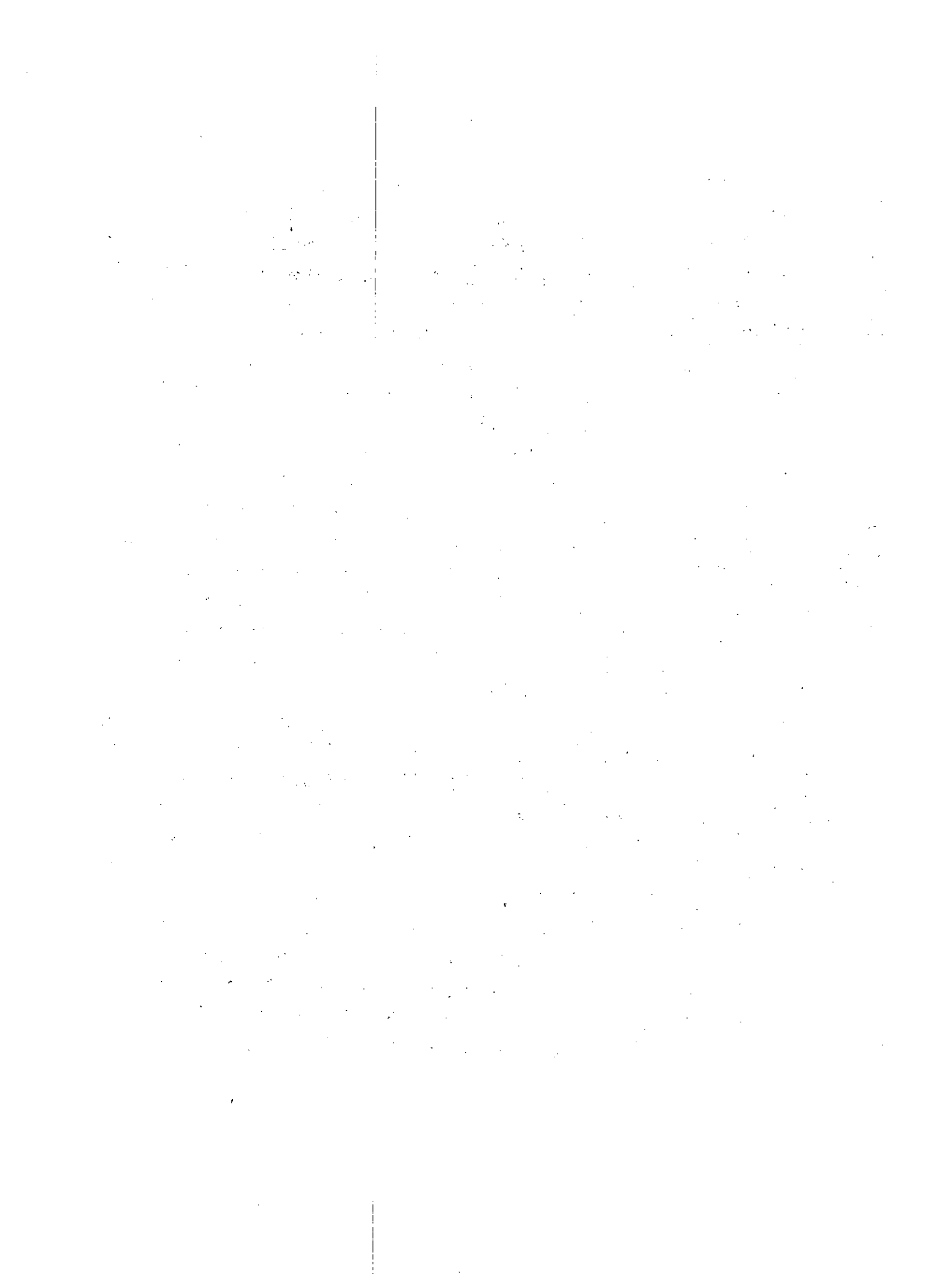
La metodología utilizada para evaluar los proyectos de ferrocarriles no se explica en el informe de la segunda fase del plan operacional. Sin embargo, los resultados de los análisis de los tramos ferroviarios críticos se resumieron en dos cuadros, uno relativo a las mejoras superestructurales y el otro a las mejoras de la infraestructura. El primero se reduce básicamente a recomendar cambios en la superestructura del tramo de acuerdo con el sistema de clasificación de la UIF

de tal modo que resista los volúmenes de tráfico proyectados. En ambos casos se especificaron el año óptimo de iniciación y el año en que la mejora llegaría al punto de saturación. Puede concluirse que, en general, ambas fechas se estimaron estableciendo (por interpolación y extrapolación de las estimaciones de tráfico) el año en que el tráfico llegaría al punto en que, según la clasificación de la UIF la condición del tramo exige mejorar la calidad de la vía y del lecho de la vía para que resista el volumen de tráfico, y el año en que se necesitaría un nuevo mejoramiento (debido al crecimiento sostenido del tráfico). La determinación de ambos años no exigió cálculos de tipo económico.

Del mismo modo en que se procedió para las mejoras superestructurales, se hizo una lista de las mejoras que convenía introducir en la infraestructura. Se estimó un año de iniciación y un año de saturación para cada una de ellas, nuevamente sin realizar un análisis económico. Al parecer, no se calcularon las razones entre los beneficios y los costos ni otras medidas de los beneficios. En general, las recomendaciones son bastante concretas y habría sido difícil evaluar todas las inversiones recomendadas en forma estrictamente económica, puesto que no podía aplicarse una metodología estándar para todos los casos, a diferencia de lo sucedido en el caso de las carreteras, que era más sencillo.

En lo que respecta a los demás modos de transporte y puntos de transbordo, o bien se hicieron estudios descriptivos de casos determinados indicando en qué medida la producción prevista superaría la capacidad disponible (por ejemplo, los puertos), o bien se realizaron estimaciones generales de la capacidad necesaria para atender las corrientes de tráfico pronosticadas (por ejemplo, la flota de navegación interior).

No se intentó formular un programa integrado de inversiones que tomara en cuenta las necesidades de todos los modos de transporte; en vez de ello, se formularon programas separados para cada uno de los modos. En realidad, habría sido imposible elaborar un programa integrado en forma satisfactoria, por cuanto los diversos tipos de proyectos fueron evaluados con diferentes criterios; sólo la evaluación de los proyectos camineros se atuvo a principios económicos.



Anexo

RESUMEN Y EVALUACION DEL PLAN OPERACIONAL DE
TRANSPORTE, FASE I, DE MAIZ

1. Introducción

El Plan Operacional de Transportes, fase I, maíz (POT-I Maíz), al igual que los demás POT-I, tenía tres objetivos principales:

- a) Estimar matrices de origen y destino de los productos del sector analizado en el año base de 1974 y en los años futuros de 1977, 1980 y 1985;
- b) Identificar los pares de zonas de tráfico entre los cuales había movimiento intenso de los productos tratados en el año base, y
- c) Hacer un diagnóstico general del sector con respecto al transporte y recomendar soluciones a los problemas identificados.

La metodología empleada es muy empírica y relativamente detallada. Los POT-I del Brasil probablemente representan los trabajos más completos de esta naturaleza que hasta la fecha se hayan realizado en los países del Cono Sur. En parte, su desarrollo se vio facilitado por la disponibilidad de informaciones básicas a una escala adecuada, aunque entre sus recomendaciones el POT-I Maíz sugiere que la base informática se mejore en algunos aspectos. El informe de los análisis es poco claro en algunas partes, aunque cuenta con una amplia presentación de las estadísticas generadas y hasta matrices a nivel zonal.

Además, en cierta forma, el informe parece indicar que algunas partes de los análisis fueron tratadas por métodos que no aprovechaban al máximo los resultados de otras partes anteriores. La interpretación de la metodología empleada que se ofrece en este anexo tuvo que sacarse en parte por interpolación, para compensar la ausencia de explicaciones en el texto del informe del POT-I Maíz, y aun ajustar las explicaciones dadas en él.

El anexo se reparte en tres secciones después de esta introducción:

- Descripción de la metodología empleada
- Evaluación de la metodología usada
- Conclusiones

2. La metodología empleada en el POT-I Maíz

En la figura 1 se da una representación gráfica y resumida de las actividades realizadas para el año base. Para los otros años, una vez proyectada la producción y el consumo, se han realizado las mismas operaciones, salvo la identificación de los pares de zonas de movimiento intenso y de los tramos críticos, que se ha hecho solamente para el año base.

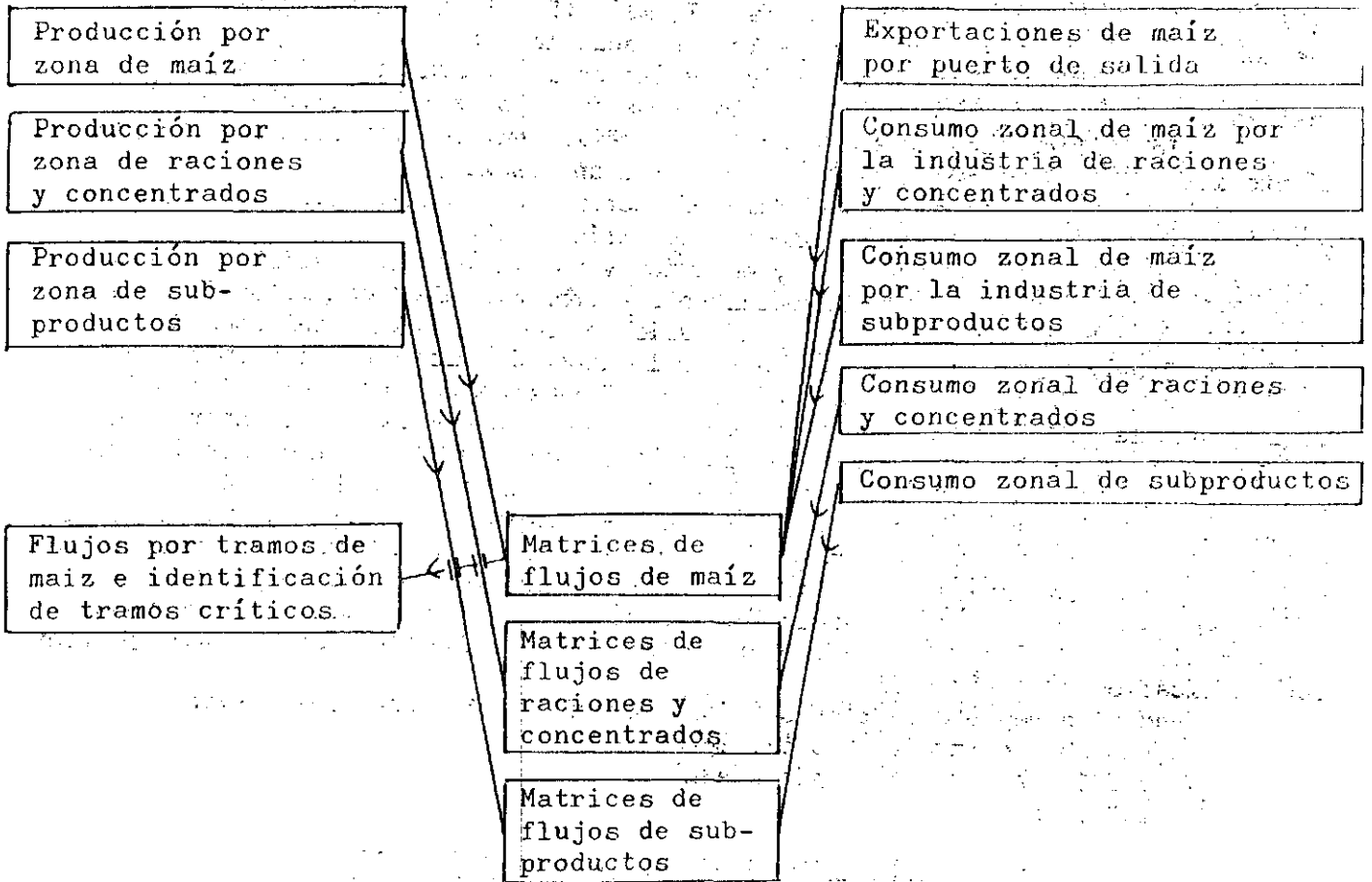
En el Brasil el maíz tiene varias utilidades:

- i) la producción de alimentos procesados para animales, que se dividen en raciones que se les da de comer sin mezclar, y en concentrados de raciones que se mezclan primero con dos porciones de maíz natural;
- ii) la producción de alimentos procesados para consumo humano (y otros), llamados "subproductos" en el POT-I Maíz, que son más importantes en Brasil que en otros países;
- iii) la exportación de maíz natural, y
- iv) el maíz retenido en el local de producción para semillas, alimentación de animales, etc; sin procesamiento.

El POT-I Maíz sólo se interesó en las tres primeras categorías.

Figura 1

RESUMEN GRAFICO DE LAS ACTIVIDADES PRINCIPALES DEL POT-I MAIZ



2.1 Estimación y distribución de la producción en el año base

Fuentes oficiales proveyeron estadísticas sobre la producción de maíz para una serie de años, incluso 1974, a nivel de municipio, o sea a un nivel de detalle más fino que las zonas de tráfico usadas por los POT. Así, la tabulación de la producción de maíz en el año base por zona de tráfico no presentó mayores problemas.

Luego hubo que estimar la producción de raciones y concentrados por zona de tráfico (zona) y unidad de la federación (UF).^{1/} La información básica de que se disponía constó de: i) la producción nacional en las fábricas de raciones y concentrados por sector de consumo, ii) el consumo total de raciones (que incluyó tanto las raciones producidas en las fábricas como las producidas en los lugares de consumo por la adición de maíz natural a los concentrados) y iii) dos listados que indicaban la capacidad y la ubicación de las fábricas. Los sectores de consumo fueron los de la avicultura, de la crianza de porcinos, de la crianza de bovinos y otros; bajo este último se trató el consumo de los caballos, liebres, etc.

El proceso de estimación comenzó con un examen de los dos listados de fábricas para determinar su cobertura de las diversas regiones del país. Aunque ninguno de los dos estaba completo y se solapaban en algunas áreas, era posible combinar los mejores aspectos de los dos para estimar la distribución de la producción industrial de alimentos para animales. Sin embargo, los listados no contenían información sobre la producción de raciones y de concentrados por separado, así que fue necesario recurrir a estadísticas acerca del consumo final para poder efectuar el desglose. Este se hizo obteniendo la diferencia entre el consumo total y la producción combinada de alimentos, que representaba el tonelaje de maíz natural agregado a los concentrados en los lugares de consumo. A dicho tonelaje se aplicó la razón previamente establecida de dos porciones de maíz por porción de concentrados para llegar a estimaciones tanto de la producción de concentrados como de la de raciones, las cuales se distribuyeron entre las UF del sur y del sudeste del país de acuerdo con información generada en una encuesta de la industria y según las existencias de aves, cerdos y vacas lecheras (véase la figura 2).

Los análisis hasta este punto abarcaron solamente el producto asignado a los sectores dedicados a la avicultura, a la crianza de puercos y a la de reses. Una pequeña parte, 2.6%, se consumió en los otros sectores. Esta fracción se distribuyó en forma aproximada a los estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo y Rio Grande do Sul, puesto que se supo que en estos estados estaba la mayor parte de las existencias de caballos y liebres, pero no llegó a ser considerada en la formación de las matrices origen-destino.

El texto del informe del POT-I Maíz no explica adecuadamente la manera en que la distribución de la producción de raciones y concentrados fue llevada a cabo a nivel zonal, aunque se esperaba que fuese realizada para conocer la ubicación de las plantas de los dos registros industriales. La producción de cada fábrica no se conoció y, por ende, a veces fue necesario suponer que era igual al promedio regional o nacional de las fábricas de las cuales se tenía informaciones.

En el Brasil hay varios subproductos del maíz principalmente destinados al consumo humano, aunque algunos -por ejemplo, el almidón- se usan industrialmente.

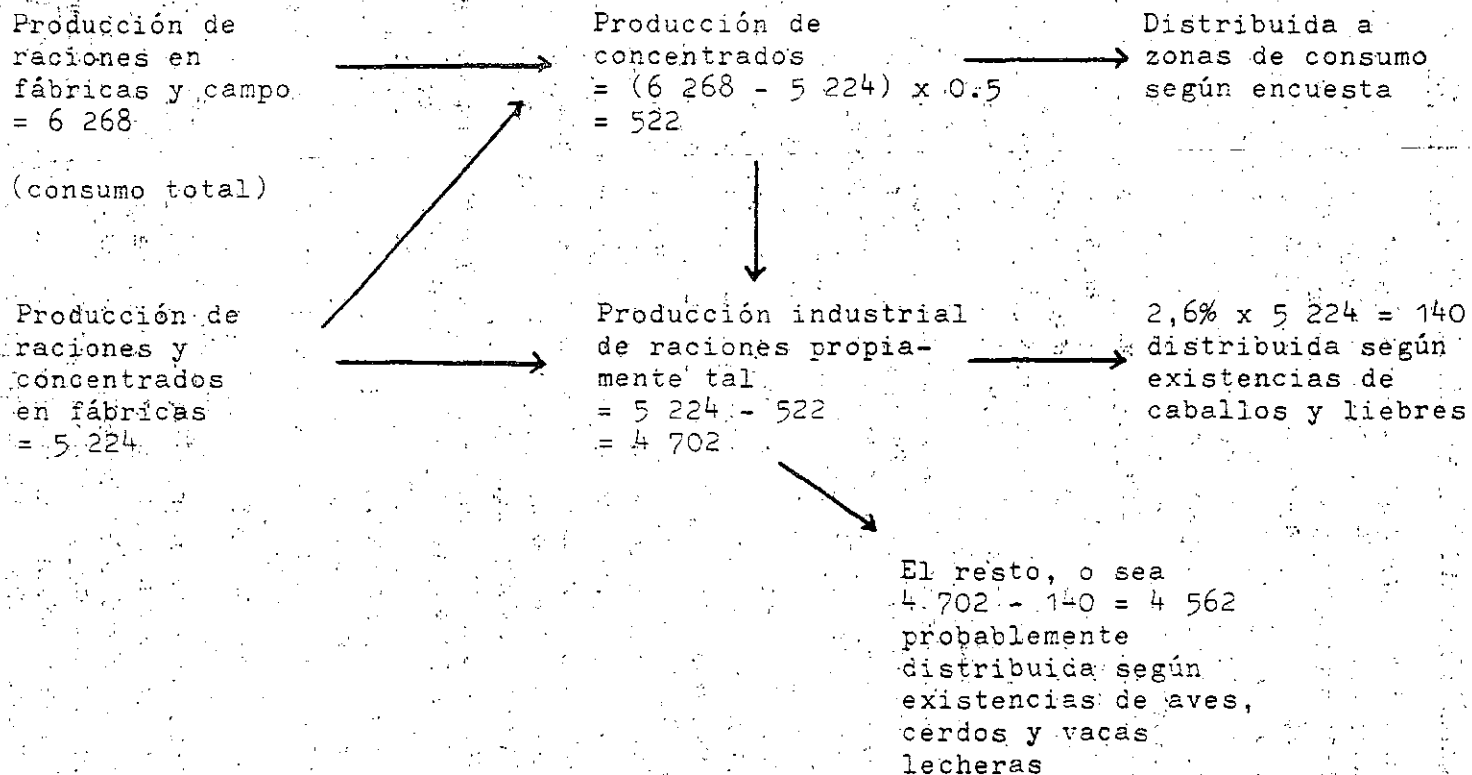
El POT-I Maíz trató por separado el fubá, la harina, el almidón, el aceite y el afrecho (farelo). Las maneras de tratar cada subproducto fue tan específica que no vale la pena describirlas, pero, en general, hubo una deficiencia de información

^{1/} Las unidades de la federación incluyen a todos los estados, así como a los territorios y al Distrito Federal.

Figura 2

RESUMEN DEL CALCULO DE LOS VOLUMENES POR TRANSPORTAR
DE RACIONES Y CONCENTRADOS

(Toneladas en miles)



básica y así hubo que improvisar. Por ejemplo, para algunos subproductos no hubo informaciones sobre la producción total y fue necesario suponer que la producción era igual al consumo; en general, no hubo informaciones tampoco sobre el consumo total, pero fue posible estimarlo a través de una estimación del consumo per cápita y la población. De todos modos, el resultado de los cálculos fue una asignación de la producción de cada subproducto a las zonas de tráfico.

Con la terminación de la distribución de la producción de los subproductos se completó el análisis de la producción para el año base.

2.2 Estimación y distribución del consumo en el año base

Se estimó que el 67% de la producción de maíz permanece en el local de producción. Del resto, el 25% se consume industrialmente y lo demás se exporta.

El 8% exportado no se discute en detalle en el informe; parece que fuentes oficiales proveyeron informaciones suficientemente completas sobre las cantidades exportadas, los puertos de salida, las zonas de origen y las rutas usadas. En el caso del maíz consumido por la industria de raciones y concentrados, parece que el consumo total se obtuvo de fuentes oficiales, aunque podría haber sido una estimación resultante de la aplicación de coeficientes técnicos a la producción de la industria (que ya se había estimado). La distribución de este consumo de maíz se realizó según la distribución y producción de las fábricas. Se usó el mismo principio básico en el caso del maíz consumido por la industria de subproductos, aunque la información sobre el consumo total se obtuvo de diferentes fuentes, también oficiales. Se reconoció que la producción de aceite y de afrecho depende de la manufactura de los otros subproductos.

Se calculó el consumo de raciones y de concentrados de la siguiente manera:

i) Una fuente oficial ya había estimado el consumo total de raciones (incluso la parte producida en el local de consumo al agregar maíz a los concentrados producidos industrialmente) por grandes regiones del país. Estas grandes regiones no coincidían con las regiones normalmente usadas en el Brasil para la presentación de estadísticas. Así, no pudieron utilizarse esas estimaciones en forma directa en el POT-I Maíz, aunque sirvieron para imponer controles en las estimaciones desarrolladas; ii) el consumo de raciones por sector de utilización (avicultura, etc.) ya era conocido. Se distribuyó cada parcela de este consumo por UF según las existencias de los animales correspondientes, salvo el 2.6% destinado a otros sectores, que fue distribuido por aproximación. Los consumos estimados en esta etapa se ajustaron para que coincidiesen con los totales de control establecidos en i);

iii) Las cifras hasta ahora incluyeron todas las raciones consumidas y, por consiguiente, abarcaron el maíz agregado en los locales de consumo. Hubo que extraer éste, porque no necesita ser transportado. Por lo tanto, se estimó de una manera subjetiva la distribución del consumo de concentrado por UF. (En los Estados de Minas Gerais y Río Grande do Sul se supuso que el consumo fue igual a la producción en el Estado, que ya se había estimado, mientras que en los Estados de Santa Catarina y Paraná se redujo el consumo por debajo de la producción para reconocer una exportación de ellos hacia el Estado de São Paulo.) Se sustrajo el maíz agregado en el lugar de consumo del total de las raciones consumidas en estos Estados, siguiendo la regla de agregar dos partes de maíz a una parte de raciones.

Los resultados de esas operaciones eran estimaciones del consumo por UF de concentrados y de raciones industriales, respectivamente. Se estimó la distribución según zona de tráfico en un proceso de dos etapas; en la primera se hizo una distribución por microrregión (más grande que la zona en general), según las existencias

de aves y porcinos y la producción de leche; luego se realizó la asignación por zona en una forma subjetiva, reconociendo los polos de atracción y las distancias de las zonas de la red de carreteras principales.

No existían informaciones sobre el consumo de los subproductos del maíz. El tratamiento de cada subproducto fue particular, dependiendo de las características del caso. En muchas ocasiones se usó la estimación del consumo per cápita y se estimó el consumo por UF y por zona, aplicando tales tasas de consumo a la población correspondiente.

Las salidas del análisis del consumo en el año base fueron listados del consumo por zona de tráfico del maíz (excepto el maíz retenido en la zona de producción), de las raciones producidas en las fábricas, de los concentrados para raciones y de cada uno de los subproductos del maíz.

2.3 La especificación de las matrices de origen-destino para el año base y las asignaciones de esas matrices

Se calcularon matrices de flujos de maíz, raciones, concentrados y cada tipo de subproducto por separado (aunque se combinaron estos últimos para propósitos de presentación). Para el maíz propiamente tal, se calculó la matriz considerando el mercado externo en forma separada del mercado interno. Se identificó la matriz de las exportaciones sobre la base de informaciones de GREMOS, la organización federal responsable de las ventas externas, de la Red Ferroviaria Federal S.A. (REFSA) y de la Ferrovía Paulista S.A. (FEPASA). Se construyó la matriz de las ventas internas determinando para cada zona el superávit o el déficit de las estimaciones ya hechas de producción y consumo. Se efectuó la distribución en forma empírica, cuando había informaciones suficientes, estudiando los flujos revelados por una encuesta llevada a cabo junto con REFSA, FEPASA y la industria. Cuando no hubo informaciones empíricas suficientes para fijar la distribución, se adoptó el criterio de distancia mínima. Se tiene la impresión de que la distribución del maíz (y de los productos derivados de él) fue estimada en forma manual y, de ser así, debió ser muy difícil asegurarse de que los resultados fuesen consistentes con las suposiciones usadas para la estimación de la distribución.

En el caso de las raciones y los concentrados, las matrices (una para cada producto) fueron construidas según el principio de menor distancia, ajustada para representar las preferencias de los transportistas de usar carreteras pavimentadas. Sería razonable suponer que los superávit y déficit por zona fueron determinados directamente de los análisis que ya se habían realizado y que se describen en las secciones 2.1 y 2.2 de este anexo (restando los consumos de las producciones), aunque el informe del POT-I Maíz menciona otras fuentes de información.

Se desarrollaron matrices para cada subproducto para consumo humano, usando los superávit y déficit por zona estimados por los análisis ya hechos. Se distribuyeron por medio del principio de menor distancia y la existencia de carreteras pavimentadas.

Luego se consideró en forma general la repartición de los flujos entre los diferentes medios de transporte, señalando los problemas que impiden una mayor utilización del ferrocarril. Después de la discusión, se describen los resultados de la aplicación de un modelo de asignación que también sirvió como modelo de repartición entre medios. La explicación de los principios usados para la asignación no es adecuada para entender completamente lo que se hizo, pero parece que la asignación se basó, cuando fue posible, en informaciones empíricas de la industria y de los ferrocarriles y, cuando esas informaciones no fueron adecuadas, se hizo

la asignación con base en la menor distancia y la disponibilidad de carreteras pavimentadas. En algunos casos, por lo menos, se repartió el flujo de una zona a otra entre los dos medios (carretera y ferrocarril). La asignación se realizó separadamente para el maíz, las raciones y los subproductos. Es posible que fuese estimada separadamente para cada subproducto (y para raciones y concentrados también en forma separada) y luego agregada para los propósitos de presentación, aunque esto no es seguro.

En seguida hubo un análisis de los tramos de vía en situación crítica (o sea los que operan cerca del límite de su capacidad) del punto de vista del transporte de maíz y sus productos. La definición de un tramo crítico sería 2/ aquel entre pares de zonas que intercambian más de 50 000 toneladas por carretera y más de 100 000 toneladas por ferrocarril.3/ Los tramos críticos fueron identificados por conocimiento de las rutas usadas para la asignación y por información sobre el flujo total de vehículos por tramo (que se habría estimado por conteos de tráfico). Los volúmenes de tráfico por tramo y los flujos de origen-destino usados en el análisis de los tramos críticos son las cantidades del año 1977 y no de 1974, aunque el informe del POT Maíz solamente menciona más adelante las proyecciones a los años 1977, 1980 y 1985.

Se consideró solamente el tráfico de maíz y no el tráfico de raciones, concentrados y subproductos en la determinación de los tramos críticos. Se listan para cada par de zonas los tramos usados, y luego se presenta un listado de los pares de zonas entre los cuales existía tráfico, con indicación del volumen de éste en número de vehículo en cada tramo de la ruta respectiva.4/ Cabe señalar que el POT-I Maíz incluyó en esta parte de sus análisis algunos pares de zonas entre las cuales el tráfico de maíz alcanza volúmenes importantes, pero dicho tráfico está repartido entre la carretera y el ferrocarril, sin que más de 50 000 toneladas sean transportadas por carretera ni 100 000 por ferrocarril.

Los análisis del año base de 1974 (aunque se citan, como se ha dicho, algunos flujos de 1977) incluyen discusiones generales sobre los problemas de transporte del maíz y sus productos en cada UF, y un examen general del almacenaje (que no fue reconocido explícitamente en las etapas anteriores) y de los fletes por los diferentes medios de transporte.

2.4 La proyección de la producción y consumo

El POT-I Maíz realizó dos proyecciones, una optimista y otra pesimista. En cada caso la proyección principal se hizo para el año 1985, pero además se realizaron estimaciones para los años intermedios de 1977 y 1980.

Las proyecciones de la producción de maíz se efectuaron de una manera bastante semejante entre sí para las dos hipótesis, difiriendo solamente en detalles. La metodología usada fue la siguiente, citando el ejemplo de la proyección más optimista :

i) Tanto para el área cosechada como para el rendimiento, se experimentó con varias series de promedios móviles que diferían con respecto al número de años

2/ El informe no presenta una definición explícita de un "tramo crítico" y así se usa en la forma condicional.

3/ Estos pares de zonas son examinados en detalle en el POT-II.

4/ No se explica si el volumen total se refiere a 1974 ó 1977.

incluidos en el cálculo del promedio, usando datos a nivel nacional para el período 1964 a 1978. Para uso en ambos casos, se seleccionó el promedio móvil basado en un período de tres años, escogiendo este período porque la tendencia resultante contuvo por lo menos diez "observaciones", número considerado como el mínimo aceptable, y que las desviaciones estándares (en ambos casos) no fueron muy diferentes de las de los promedios móviles de otra cantidad de años.

ii) Las tendencias suavizadas estimadas de esta manera se usaron como base para las proyecciones, más bien que los datos originales. Tanto para la tendencia de área cosechada como para la de rendimiento se ajustaron diferentes formas de relación estadística. En ambos casos, la forma exponencial resultó en el mayor valor del coeficiente de determinación y es así como las ecuaciones se usaron para los propósitos de la proyección de la hipótesis optimista.^{5/}

iii) Luego siguió un análisis de la producción en los estados del sur del país que tienen significación desde el punto de vista de las cosechas de maíz. Se analizó la producción de esas UF de una manera bastante parecida a la usada a nivel nacional para los rendimientos y áreas cosechadas por separado, o sea, se calcularon promedios móviles sobre la base de diferentes períodos, finalmente seleccionando el plazo de tres años para todas las UFs excepto una. A las tendencias así suavizadas se aplicaron funciones de proyección, escogiendo la forma exponencial en todos los casos menos en el de Minas Gerais, donde se empleó la forma cuadrática.

Los estados del norte y del nordeste se analizaron en una forma diferente: en el caso del norte se confió en la tasa de crecimiento de producción estimada por el II Plan Nacional de Desarrollo; para los del Nordeste se supuso que el crecimiento en la producción sería dado por la diferencia entre la producción ya estimada para las UF en otras regiones y la tendencia nacional implícita en las proyecciones del rendimiento y área cosechada (además suponiendo que la repartición entre los estados del Nordeste de la producción continuaría como en el año base).

La proyección finalmente adoptada usó el promedio por UF de la proyección optimista y la pesimista. El informe del POT-I Maíz no menciona cómo se calculó la distribución por zona; probablemente fue dejada sin cambios la del año base.

En el caso de las raciones, se supuso que el balance exacto entre la producción y el consumo continuaría. La proyección de este balance se basó en la consideración del consumo, o sea, más bien en la demanda que en la oferta. El método se repartió en las siguientes etapas:

i) Se supuso una elasticidad de demanda per cápita con respecto a la renta per cápita de a) carne bovina, b) carne avícola, c) carne porcina, d) huevos y e) otras carnes. Las elasticidades son 1.20, 0.80, 0.69, 0.68 y 0.06 respectivamente y parece que provienen de una fuente especializada (más bien que ser suposiciones), aunque nada se menciona sobre la fuente;

ii) Se supuso que las tasas de crecimiento en la renta por persona variarían entre 2.8% y 2.9% anualmente hasta 1985. Así se pudo estimar el consumo per cápita de los huevos y de los diversos tipos de carne hasta 1985. Es interesante observar que no se consideró la leche en esas proyecciones (aunque la leche se usó para distribuir el consumo de raciones en el año base);

^{5/} En la proyección de la hipótesis pesimista se supuso que las tasas de crecimiento constantes servían en lugar de las funciones expotenciales.

iii) La tasa de crecimiento del consumo (y de la producción) de las raciones fue luego estimada por un principio que parece conceptualmente dudoso;^{6/} la tasa ponderada del aumento per cápita en el consumo de huevos y de carnes fue 2.59% por año. Se aplicó esta tasa a la tasa esperada del crecimiento en la población urbana que resultó en 6.8% anualmente;

iv) Esta última tasa se usó para proyectar el consumo (y por lo tanto la producción) de las raciones y los concentrados, excepto que se supuso que la parte consumida por los caballos y liebres sería 2.6% de la producción de raciones en cada año, y esta parte no se incluyó en la distribución del consumo ni de la producción;

v) La distribución a nivel tanto de la UF como de la zona no fue modificada con respecto a la del año base.

En cuanto a los subproductos, cada uno de éstos fue considerado separadamente y su proyección se basó esencialmente en la demanda más bien que en la oferta, excepto en el caso del almidón y el afrecho. La mayoría de esos subproductos son componentes de consumo tradicional en el Brasil y se espera que los cambios en el estilo de vida que acompañarían a la urbanización del país desincentivaría su consumo, excepto en casos especiales, tales como el almidón y el aceite. Las explicaciones de la manera en que el consumo/producción se proyectó no siempre son muy claras, pero los métodos usados generalmente trataron de suponer que el crecimiento se relacionaba con el crecimiento poblacional. Se explica la distribución de la producción por zona de tráfico en algunos casos solamente; en general es probable que se haya supuesto que no habría cambios significativos en la distribución en relación con el año base.

En este punto la proyección y distribución de la producción se había terminado. Luego hubo una proyección de la demanda por UF y por zona. El consumo de maíz para raciones y concentrados a nivel de zona estaba implícito en las proyecciones de la producción de estos artículos. Con respecto al consumo de maíz en la producción de los subproductos para consumo humano, se aplicaron coeficientes técnicos a la distribución de la producción ya determinada.

El informe del POT-I Maíz no menciona cómo se proyectó el consumo externo, aunque al observar algunos de los cuadros incluidos en el informe puede verse que se realizó una proyección de las exportaciones. La proyección del comercio exterior de maíz pudo realizarse mediante estimaciones propias del POT-I Maíz o aprovechando los resultados de proyecciones hechas por otros organismos, o bien suponiendo que las exportaciones serían iguales a la diferencia entre el consumo interno y la producción.

2.5 La especificación de las matrices de origen-destino para los años futuros

La especificación de las matrices para los años futuros se realizó de manera paralela a la usada para el año base. Se mantuvo la distribución empírica de este año, sin cambios cuando era posible y cuando fue necesario efectuarlos (por ejemplo, sería necesario cuando la distribución del año base no pudo mantenerse por implicar un desequilibrio entre el maíz transportado y el consumo estimado en cualquier zona), se adoptó el principio de basar la distribución en la distancia mínima. El almacenaje pudo ser conocido de una manera parcial o implícita; en las zonas donde habrá una

^{6/} Véase la sección 3, inciso i), de este anexo.

capacidad importante de almacenaje de maíz es posible que la matriz desarrollada reconozca el envío del producto a la zona y para el propósito de almacenaje y luego fuera de la zona otra vez, aunque el informe del POT-I Maíz no menciona explícitamente que esto se hizo.

Las matrices estimadas para los años futuros correspondieron a las estimadas para el año base. No hubo asignaciones de dichas matrices a las rutas de transporte.

El POT-I Maíz terminó con una presentación de las conclusiones de las cuales se sacaron las recomendaciones. Estas se refieren a diversos aspectos del transporte del maíz y de sus derivados. Entre las recomendaciones más importantes están las siguientes:

i) Se debe mejorar la base estadística con respecto al consumo y a la producción de raciones y subproductos, aunque ya sea adecuada con respecto a la producción del maíz mismo;

ii) Se debe uniformar los sistemas estadísticos de REFSA y FEPASA para permitir la formación de matrices origen-destino de manera no ambigua;

iii) Se debe implantar industrias de raciones en ciertas partes del país para evitar el transporte innecesario de la ida de maíz y la vuelta de raciones por las mismas rutas. También se debe construir silos en áreas productoras deficientes en ellos;

iv) Se debe estudiar la factibilidad de mejorar ciertos tramos de carretera, y de equipar el ferrocarril para hacerlo más competitivo, por ejemplo mediante la construcción de desvíos para facilitar los transbordos;

v) Se debe mejorar los puertos para atender los aumentos esperados en la exportación.

3. Evaluación de la metodología usada

No cabe duda de que el POT-I Maíz fue un análisis muy detallado llevado a cabo por técnicos poseedores de un conocimiento profundo de la industria del maíz. Es probable que el trabajo que ellos realizaron represente el análisis más profundo en América Latina de las necesidades de transporte del maíz. Es especialmente admirable la manera en que se consideraron los diferentes subproductos y las raciones y los concentrados en forma separada, aprovechando al máximo los datos estadísticos que existían y sustituyendo informaciones generadas internamente cuando esos datos no eran adecuados. Las matrices origen-destino que resultaron son probablemente tan precisas como era razonable esperar.

Es posible, sin embargo, criticar aspectos de la metodología, aunque muchas veces dichas críticas tratan de la metodología usada propiamente tal y tienen poca significación del punto de vista de los resultados logrados. O sea, si la metodología fuese revisada en forma correspondiente, los resultados no serían muy diferentes. Los autores del POT-I Maíz indudablemente seleccionaron la metodología empleada conscientes que, aunque era adecuada para el análisis del maíz, podría necesitar modificaciones si se aplicase al análisis de otros productos. Cabe mencionar algunos de los aspectos de la metodología que podrían requerir cambios si fuese utilizada en el análisis de otros productos, o del maíz mismo en otros contextos.

Por ejemplo, el método usado para proyectar la producción del maíz no tomó en cuenta en forma explícita la competencia por la tierra disponible entre el maíz y otros granos, tales como la soja y el trigo. En algunas circunstancias podría haber competencia entre el cultivo de maíz y otros usos no relacionados con los cereales.

Tampoco se consideró el almacenaje, que realmente influye en la distribución de los flujos de productos por constituir puntos adicionales de generación y atracción efectiva. Además, en algunas partes de los análisis la metodología usada fue relativamente arbitraria, inconsistente, o aproximativa, como es común en estudios de las mismas características que el POT-I Maíz.

Aunque no tenga relación directa con la metodología misma empleada, cabe comentar sobre la calidad de las explicaciones sobre ella presentadas en el informe del POT-I Maíz. La información estadística que contiene es muy amplia y fácil de interpretar. Por otro lado las explicaciones dadas sobre algunas partes de la metodología usada son relativamente débiles o, a veces, inexistentes. Sin embargo en otros lugares son muy completas y en general es justo decir que la información contenida en el informe es más profunda que en otros informes comparables.

4. Conclusiones

Los análisis para el año base del POT-I Maíz generalmente impresionan por su alta calidad y proveen una gran cantidad de información sobre la situación del transporte del maíz en 1974. Los datos existentes son utilizados bien y, cuando no existen, los substituyen estimaciones internas realizadas de una manera razonable. El diagnóstico del transporte de maíz en el Brasil suministrado por el POT-I del producto identifica claramente los problemas de ese transporte y sirve como una herramienta muy importante para la tarea de resolver esos problemas.

Los análisis para los años futuros fueron probablemente menos confiables. Aun con una metodología perfeccionada, la tarea de prever el comportamiento del transporte del maíz dentro de siete años no sería fácil, debido a la inevitable incertidumbre que rodea la materia. No obstante, la metodología usada para el análisis de los años futuros podía haberse beneficiado si se hubiese dado más atención a explicar, más bien que solamente describir, el transporte de maíz para que, de esta manera, hubiera una base más firme para proyectar este transporte. Además, habría sido deseable incorporar en la metodología una consideración de la distribución de los flujos por mes, que obviamente está relacionada con la adecuación de la capacidad disponible para atender las necesidades de transporte del maíz.

El análisis cuantitativo tratado por el POT-I Maíz en sus análisis para los años futuros para identificar el padrón de los intercambios entre las diferentes zonas del país productoras de maíz y sus derivados es muy difícil y su tratamiento más profundo habría precisado de aún más recursos que los que GEIPOT asignó a la tarea, que obviamente fueron considerables tanto en cantidad como en calidad. Pero si un tratamiento más profundo del problema resultara en mayor demora, la utilidad de los resultados podría verse comprometida. Tal como está, el informe del POT-I Maíz apareció solamente en 1978, un año después del primero de los años que usó para las proyecciones. Con los recursos disponibles del GEIPOT, fue imposible que todos los POT-I fuesen llevados a cabo simultáneamente, lo que habría permitido que todos los resultados salieran oportunamente. Además, si hubiesen sido realizados simultáneamente, ello habría permitido que hubiera un mayor grado de integración entre ellos. En un estudio integrado de transporte típico, los equivalentes de los POT-I son realizados simultáneamente, pero esto resulta en una menor dotación de recursos a cada producto tratado, lo que obviamente influye en la calidad de los resultados.

Se espera que el POT-I Maíz haya resultado en la especificación de un formato de análisis que permita su actualización en forma regular, posiblemente revisando algunas partes de la metodología empleada durante los recorridos del proceso. Cabe señalar que la propuesta para una tercera fase del POT recomienda la revisión y actualización de los POT para que se mantengan continuamente útiles para el planeamiento del transporte en el país.

