

Distr.
RESTRINGIDA
E/CEPAL/R.287
14 de junio de 1982
ORIGINAL: ESPAÑOL

C E P A L
Comisión Económica para América Latina



LA PLANIFICACION DEL TRANSPORTE EN LOS PAISES DEL CONO SUR

Evaluación comparativa de las metodologías
aplicadas en cinco países

INDICE

	<u>Página</u>
1. Introducción	1
2. La planificación nacional del transporte en los países del Cono Sur	5
3. Metodologías básicas de los planes nacionales de transporte	11
4. Síntesis metodológica de los estudios nacionales del transporte de los países del Cono Sur	29
5. Problemas metodológicos con que tropiezan los estudios nacionales de transporte de los países del Cono Sur	52
Anexo 1 Estudio Integrado de Transporte	
Anexo 2 Nota técnica sobre evaluación de proyectos	
Anexo 3 Grado de fidelidad de las predicciones de los estudios anteriores sobre transporte en el Cono Sur	
Anexo 4 Lista de referencias empleadas en el desarrollo del Estudio Integrado de Transporte	
Indice de materias	

1. Introducción

1.1 El presente informe tiene su origen en la solicitud que hicieron a la CEPAL los ministros de Obras Públicas y Transporte de los países del Cono Sur de América Latina de que llevase a cabo un proyecto titulado "Estudio Integrado de Transporte". Dicho proyecto tendría por finalidad fundamental elaborar un estudio analítico del transporte en todo el Cono Sur. No obstante, este informe se refiere a una etapa intermedia de la solicitud formulada por los ministros, esto es, constituye un análisis de los aspectos metodológicos de los diversos planes y estudios nacionales del transporte elaborados hasta la fecha en dichos países. La solicitud, que se incluye como anexo 1 del informe alude a dichos planes y estudios como "Estudios Integrados de Transporte". Por lo tanto, antes de iniciar el proyecto había que definir el significado que se atribuye a dicha expresión. Los diccionarios no ofrecen definiciones lo suficientemente precisas como para ser de utilidad. En el Cono Sur se ha realizado un elevado número de estudios sobre el transporte durante los últimos 10 a 20 años y había que limitar lo más posible el ámbito del proyecto.

1.2 El hecho de que el título que lleva el mismo estudio en distintos idiomas no siempre sea totalmente compatible no contribuye a la búsqueda del significado exacto de la expresión "Estudio Integrado de Transporte". Por ejemplo, en inglés, el Estudio Integral de los Transportes en Bolivia llevado a cabo en 1967 y 1968 se conoce por Bolivia Transport Survey. Hay casos análogos en Paraguay y nuevamente en Bolivia. Si el proyecto solicitado a la CEPAL incluyese todos los estudios que comprenden una encuesta sobre el transporte en el plano nacional se habría requerido un volumen excesivo de análisis y habría sido muy difícil comparar uno con otro debido a la amplia variedad de estudios incluidos. Finalmente, se optó por la definición de acuerdo con la cual el "estudio integrado de transporte" es un "análisis del transporte que abarca todos los modos de transporte importantes de manera interactiva mediante técnicas espacialmente desagregadas". La inclusión de la frase "técnicas espacialmente desagregadas" tuvo por objeto calificar el término "interactivas" y especificar el significado que supuestamente quiso darse a la palabra "integrado". En realidad, el transporte no puede analizarse de manera integrada a menos que se utilicen técnicas espacialmente desagregadas. En el Cono Sur algunos de los estudios de transporte que se han llevado a cabo se

/refieren a

refieren a todos los modos y podrían pretender tener un alcance integral, pero la naturaleza de las técnicas empleadas limitó la medida en que realmente consideraron los modos de transporte de manera integrada.

1.3 El cuadro 1 contiene una lista de los estudios abarcados por la definición antes citada. El proyecto de la CEPAL no los analizó todos en detalle, más que nada para poder referirse más detalladamente a los estudios más recientes y, por lo tanto, más pertinentes. Los estudios analizados a fondo son los que aparecen con los números 1, 3, 5, 6, 7, 8 y 11. Se habría incluido el número 10 si la CEPAL hubiese dispuesto oportunamente de suficiente información para hacerlo. Los números 2 y 4 datan de bastante tiempo y en los mismos países se han llevado a cabo estudios más recientes, los que se incluyen en el proyecto. El número 9 corresponde a un estudio anterior realizado en Perú utilizando el mismo método general del estudio número 10. Obsérvese que sólo cuatro de los estudios que figuran en la lista contienen la palabra "integrado" o "integral" en el título. Algunos utilizan la palabra "estudio" y otros la palabra "plan". Un plan es más que nada el producto de un estudio.

1.4 Algunos de estos estudios han tenido un éxito notable mientras que los resultados de otros no son compatibles con lo que razonablemente habría podido esperarse de ellos. Sin embargo, tuviesen o no éxito el valor de la planificación integrada del transporte es ampliamente reconocido. Los Estados están prácticamente obligados a intervenir mucho más en la planificación del transporte que, por ejemplo, en la planificación del sector de construcción de un país o en su industria petroquímica. Esto obedece a varias razones, incluidas las siguientes:

- la interacción entre el transporte y el desarrollo económico en general, puesto que el transporte es una condición necesaria para el desarrollo;
- el hecho de que, característicamente, partes de los sistemas de transporte constituyen bienes públicos, es decir, bienes cuyo consumo por una persona no impide su consumo por otra, como es el caso especialmente de las carreteras no congestionadas;
- la importancia del transporte para la seguridad nacional, que claramente es responsabilidad del Estado;
- la indivisibilidad de algunos proyectos de transporte, esto es, ya sea se llevan a cabo en gran escala o sencillamente no se realizan, condiciones bajo las cuales el mecanismo del mercado no siempre funciona de manera eficiente;

- las repercusiones externas de la infraestructura de transporte y el uso de la misma, por ejemplo, los efectos que ocasiona la construcción de carreteras en los valores de la tierra y las repercusiones del ingreso de un vehículo adicional a una carretera congestionada en los demás usuarios de ésta.

1.5 Por ésta y otras razones el propio Estado debe participar en la planificación así como en el mantenimiento y construcción de servicios de transporte. Si esta planificación no se llevase a cabo de manera integrada, esto es, considerando todos los modos de transporte, podría suceder que la red de transporte resultase demasiado grande, demasiado pequeña o mal distribuida en relación con las exigencias que le son impuestas. Cualquiera de estas posibilidades se traduciría en costos excesivos, ya para el gobierno o ya para los usuarios de la red, o para ambos simultáneamente. La necesidad de que el Estado participe en la planificación del transporte y de que esta planificación se lleve a cabo de manera integrada constituyen la razón de ser de los estudios integrados del transporte. Esta clase de estudios, realizados de manera ocasional, no son la única ni necesariamente la más conveniente manera de emprender la planificación del transporte, pero son una manera y una que hasta ahora ha sido popular en los países del Cono Sur de América Latina y en otros lugares. El entusiasmo por dichos estudios no siempre ha provenido de los propios países; quizá sería más acertado decir que el principal impulsador de los estudios integrados del transporte en el Cono Sur ha sido el Banco Mundial.

1.6 Como se dijo, el éxito obtenido por los estudios integrados del transporte ha sido variado. Asimismo, necesariamente se han centrado en un país determinado y no en grupos de países. Como consecuencia natural de ello se presta más atención a regiones que se encuentran situadas en el interior del país que a regiones próximas a las fronteras. Como en los países vecinos no se hacen recuentos de tráfico, ni encuestas de la producción industrial y agrícola y tampoco entrevistas personales, lo lógico es que los pronósticos de tráfico relativos a los tramos de la red situados cerca de las fronteras sean inexactos y que subestimen las cifras reales. Así, pues, es posible que el uso de los estudios integrados del transporte por países tienda a desviar las inversiones en transporte alejándolas de las zonas fronterizas. Asimismo, contribuiría a

que se comprometiesen demasiado pocos recursos de inversión en los proyectos que facilitarían el comercio entre los países del Cono Sur y, por lo tanto, a desfavorecer la integración económica de América Latina.

1.7 La solicitud de los ministros de Obras Públicas y Transporte de los países del Cono Sur de que la CEPAL lleve a cabo un estudio conocido como "Estudio Integrado de Transporte" fue formulada en la reunión que sostuvieron dichos ministros en la ciudad de Cochabamba, Bolivia, en junio de 1979. Básicamente se solicita que la CEPAL lleve a cabo "un análisis de las metodologías utilizadas en los estudios y planes nacionales de transporte elaborados por los países del Cono Sur, con el objeto de sugerir las modificaciones que permitan su compatibilización y su aplicación a la elaboración de un estudio integrado en el plano regional".^{1/} La elaboración de un estudio integrado del transporte de alcance subregional tardaría al menos tres años y requeriría un grupo bastante numeroso de analistas, incluso en el caso de que se dispusiese de los ocho o diez millones de dólares necesarios para financiarlo. Por esta razón, la CEPAL ha debido postergar esta parte de la solicitud hecha por los ministros hasta disponer del financiamiento adecuado. Entretanto, se ha llevado a cabo un examen de las metodologías empleadas en los estudios integrados del transporte y análisis similares en aquellos países del Cono Sur que han realizado dichos estudios.

1.8 Estos análisis han incluido cinco de los siete países que forman el Cono Sur, a saber, Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay. En Chile no se ha realizado hasta ahora un estudio integrado del transporte. También se excluyó Perú. En 1973 este país emprendió un estudio integrado del transporte conocido como "Consolidación de la planificación de transportes" pero el proyecto se canceló muy pronto. Perú también ha elaborado dos planes de transporte a largo plazo que, de manera general, constituyen un estudio integrado del transporte, pero sólo se incluyeron en pequeña medida en las investigaciones de la CEPAL porque, como se dijo, no se pudo obtener información suficiente sobre ellos hasta que era demasiado tarde para tenerlos en cuenta. En lo que respecta a los demás países, se analizó detalladamente el estudio más reciente; en el caso de Paraguay se abarcan tres estudios de los cuales los dos más recientes utilizaron una metodología no verdaderamente integrada.

^{1/} Véase el anexo 1.

1.9 Los análisis se han centrado en las metodologías utilizadas para pronosticar las corrientes de carga, más bien que las de pasajeros, y para elaborar planes de inversión. Se ha prestado más atención a los modos de transporte por tierra que a los de transporte por agua debido a que el transporte terrestre es importante en todos los países mientras que el acuático no lo es.

2. La planificación nacional del transporte en los países del Cono Sur

2.1 En los países del Cono Sur la planificación nacional del transporte mediante técnicas espacialmente desagregadas no comenzó en un momento específico sino que evolucionó a lo largo de varios años. El ritmo de evolución no fue constante, pero es imposible señalar un estudio concreto que marque el comienzo de la época moderna. Sin embargo, un estudio antiguo que reviste importancia es el Brazil Transport Survey (Estudio del Transporte en Brasil),^{2/} que incluyó varias características metodológicas nuevas para la subregión. Otro estudio significativo de la primera época proporciona la base para el informe Transportes Argentinos: Plan de Largo Alcance.^{3/} En este estudio se realizaron entrevistas en las carreteras y se desarrollaron matrices de origen-destino para el tráfico carretero que se utilizaron para elaborar un plan de carreteras. Sin embargo, no utilizó mayormente modelos computadorizados de transporte y, en general, no abarcó todos los modos de manera integrada.^{4/} Sin embargo, en casos concretos, se redistribuyó el tráfico entre los ferrocarriles y las carreteras, por ejemplo, al considerar la viabilidad de los ramales poco utilizados.

2.2 El estudio argentino se ajustó a un modelo administrativo que a partir de entonces se ha hecho común en el Cono Sur y en otros lugares del mundo, en virtud del cual el costo en divisas del proyecto fue financiado por el Fondo Especial de las Naciones Unidas (posteriormente Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo), el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (Banco Mundial) se encargó de la supervisión técnica y se contrataron varios grupos de consultores extranjeros para llevar a cabo determinados análisis. Una fuente ^{5/} expresa que "No se conoce el

^{2/} Estudo de Transportes do Brasil, su título en portugués, GEIPOT, KAMPSAX, et al., 14 tomos editados entre 1966 y 1969 por el Ministerio de Transportes de Brasil, Brasilia.

^{3/} Ministerio de Obras y Servicios Públicos, Grupo de Planeamiento de los Transportes, Buenos Aires, 1962.

^{4/} El Brazil Transport Survey tampoco lo hizo.

^{5/} El transporte en América Latina, CEPAL, 1965.

costo total del estudio; pero no es difícil suponer que superó el millón de dólares". El actual proyecto de la CEPAL no analiza este estudio argentino. Sin embargo, cabe señalar que en él se pronosticó correctamente la tasa de crecimiento económico de la economía argentina en el decenio de 1960, pero fue demasiado optimista respecto del mercado que se esperaba que captase el sistema ferroviario del país, al igual que otros estudios anteriores realizados en el Cono Sur. Véase el anexo 3.

2.3 Durante ese mismo período se realizaron varios otros estudios del transporte en los países del Cono Sur. Por ejemplo, en Bolivia se elaboró el Programa Preliminar de Desarrollo de los Transportes como contribución al Plan General de Desarrollo Económico y Social de Bolivia para el período 1962-1971. Fue dirigido por la Junta Nacional de Planificación y asesorado por expertos de organismos de las Naciones Unidas, incluida la CEPAL. Este estudio tampoco se examina en el actual proyecto de la CEPAL, pero una vez más es interesante observar el optimismo que revela respecto del futuro del sistema ferroviario. Chile elaboró un Programa Decenal de Transportes 1961-1970 como parte del Programa Nacional de Desarrollo Económico formulado por la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), organismo gubernamental. El estudio chileno también fue demasiado optimista acerca de los resultados del sector ferroviario del país; véase el anexo 3.

2.4 Si bien no puede decirse que en el Cono Sur la planificación moderna del transporte en el plano nacional comenzó con el Brazil Transport Survey, no hay duda que este estudio dio el impulso para realizar nuevos estudios con metas análogas. Se reconoce que fue bastante provechoso y que fue fundamental para la creación del GEIPOT, empresa brasileña de planificación del transporte que forma parte del Ministerio de Transportes. Asimismo, estimuló el mejoramiento de la red brasileña de carreteras a fines de los años sesenta y primeros años del decenio de 1970. Ello le ha valido alabanzas y críticas, estas últimas particularmente desde que surgió la llamada crisis energética que golpeó al mundo en general y al Brasil en particular con inesperada fuerza a fines de 1973. Desde el punto de vista metodológico, los análisis relativos a las carreteras del Brazil Transport Survey guardaban cierta relación con el modelo que se reseña en el capítulo tercero del presente informe. Sin embargo, los modelos del transporte ferroviario y por carretera no se construyeron en forma verdaderamente integrada e interactiva. Por otra parte, el citado estudio incorporó algunas características técnicas anticipándose a estudios posteriores; por ejemplo, para convertir el costo del equipo importado y de los

/productos de

productos de petróleo a sus equivalentes en moneda nacional a fin de realizar la evaluación económica de los proyectos se utilizó un tipo de cambio superior al tipo de cambio comercial predominante. No podría razonablemente decirse que aquél fuese un tipo de cambio sombra, pero refleja el reconocimiento de que el tipo de cambio comercial predominante no representaba adecuadamente el verdadero valor de las divisas.

2.5 El Brazil Transport Survey se realizó en dos etapas. La primera, llevada a cabo en 1965 y 1966 se ocupó de las políticas y de la organización del transporte nacional, de los ferrocarriles, puertos y transporte de cabotaje y de las carreteras en los tres estados meridionales de Rio Grande do Sul, Santa Catarina y Paraná, y del estado sur-central de Minas Gerais. La segunda etapa comprendió la elaboración de planes de carreteras en los demás estados, salvo en la región del Amazonas que a la sazón estaba muy subdesarrollada. El plan nacional de carreteras que se obtuvo fue más que nada una combinación de planes para distintos grupos de estados. La supervisión técnica fue proporcionada por el Banco Mundial y la asistencia financiera se obtuvo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Para coordinar la labor de los diversos otros grupos de consultores contratados para trabajar en el estudio se eligió una empresa consultora danesa. La planificación del transporte en el país aún conserva el sello metodológico que dejó el Survey aludido.

2.6 El Brazil Transport Survey fue fundamental para la creación del GEIPOT, organización que ha institucionalizado la planificación del transporte en el Brasil en todos los planos, desde estudios urbanos concretos a análisis nacionales generales. Además, el GEIPOT no es la única derivación del Ministerio de Transporte que ha desempeñado un papel importante en dicha planificación; por ejemplo, el Departamento Nacional de Carreteras (DNER) ha elaborado una serie de planes maestros regionales de carreteras, cada uno de los cuales abarca una superficie mayor que la de la mayoría de los países. El GEIPOT preparó un Plan Nacional de Transporte durante el período 1977-1979, pero éste se refirió más bien a los principios que subyacen el sector del transporte que al desarrollo de planes de inversión en el plano espacial. El único estudio nacional de planificación del transporte multi-modal espacialmente desagregado llevado a cabo en el Brasil desde el Survey ya mencionado es el Plano Operacional de Transportes, Etapas I y II. Este profundizó el enfoque metodológico del Brazil Transport Survey, por ejemplo, agregando

/expresamente un

expresamente un componente para la repartición entre modos de transporte y fue llevado a cabo totalmente por el GEIPOT. La primera etapa comprendió un estudio de productos específicos que, en su conjunto, representan alrededor de 80% del mercado de transporte no urbano en el Brasil, mientras que la segunda entrañó el desarrollo y aplicación de un modelo de transporte que utilizó como insumos los estudios sobre distintos productos. La meta de la segunda etapa era definir los tramos de la red de transporte cuya capacidad debería aumentarse a fin de satisfacer la demanda futura y evaluar las soluciones posibles.

El Estudio Integral de los Transportes en Bolivia siguió de cerca al Brazil Transport Survey. El estudio boliviano, que figura con el número 2 en la lista del cuadro 1, fue llevado a cabo por un grupo de empresas consultoras de los Estados Unidos y ejecutado bajo la jurisdicción del Banco Mundial con recursos parcialmente proporcionados por el PNUD. Este estudio boliviano no influyó mucho en la evolución del sector de transporte en el país, si bien puede haber fomentado la rehabilitación del sistema ferroviario en la cual participó el Banco Mundial. Sin embargo, las tres entidades que participaron en el estudio, esto es, el Gobierno de Bolivia como cliente, el Banco Mundial como organismo ejecutor y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo como fuente de asistencia financiera, volvieron a agruparse unos diez años más tarde para encargar la realización del Estudio Integral del Transporte en Bolivia. Este también fue realizado bajo la dirección técnica de una empresa consultora con base en los Estados Unidos, si bien muy pocas de las personas que de hecho trabajaron en el proyecto procedían de los Estados Unidos. Este segundo estudio estuvo particularmente bien administrado y es notable por la cabalidad del modelo de transporte y su etapa de evaluación económica. Justifica la confianza de quienes encargaron su realización y, según la situación política, puede esperarse que tenga repercusiones perdurables en la planificación del transporte en Bolivia.

2.7 En Paraguay se llevó a cabo un Estudio Integrado del Transporte entre 1971 y 1973. En este país, el Banco Mundial y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo desempeñaron los mismos papeles señalados más arriba respecto de Bolivia. Los grupos de consultores que participaron en este primer estudio paraguayo provinieron de Francia y Brasil. El costo total del proyecto alcanzó a 473 200 dólares, que fueron proporcionados por el PNUD (75%) y por el Gobierno de Paraguay (25%). Al parecer, este estudio paraguayo fue la primera oportunidad en que un grupo consultor

de un país del Cono Sur desempeñó un papel importante en un estudio nacional del transporte de otro país en la región. Posteriormente en el Paraguay se han realizados estudios como proyectos de asistencia técnica a la Oficina de Coordinación y Planificación del Transporte Integrado del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones. En estos estudios participaron los mismos organismos internacionales y cabe observar que fueron llevados a cabo por grupos consultores de Argentina y el propio Paraguay. La metodología utilizada por los dos proyectos de asistencia técnica, que sólo se distinguieron entre sí más bien en cuestiones de detalle, fue bastante sencilla y en realidad no pueden considerarse estudios integrados de transporte aunque abarcaron todos los modos de transporte. Probablemente estas simplificaciones fueron impuestas por limitaciones presupuestarias y de tiempo.

2.8 El siguiente país que emprendió un estudio integrado del transporte fue el Uruguay, en 1975 y 1976. Este estudio fue realizado por consultores italianos, actuando de organismo ejecutor el Banco Mundial y con el financiamiento del PNUD. El modelo de transporte utilizado resulta interesante desde el punto de vista del análisis de sistemas pero los problemas de computación y lo burdo de la etapa de evaluación económica limitó la utilidad de los resultados obtenidos. El estudio no puede calificarse de plenamente exitoso. La labor iniciada por los consultores no se continuó después que éstos abandonaron el país y poco después de la publicación del informe pertinente se formuló un Plan Nacional de Transporte que guardaba una relación relativamente lejana con el estudio integrado del transporte.

2.9 En realidad, el Perú había dado comienzo a las etapas iniciales de un estudio integrado del transporte antes que el Uruguay, en 1973, pero el proyecto nunca pasó de allí, y las discusiones entre el Ministerio de Transporte y Comunicaciones y el equipo consultor no llevaron a una etapa definitiva la metodología que se había empleado. El estudio, denominado Consolidación de la Planificación del Transporte, se habría llevado a cabo con la ayuda de la misma empresa consultora francesa que había trabajado antes en el Paraguay. A partir de entonces la planificación nacional del transporte en el Perú ha dependido de los recursos internos del Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Se han realizado dos estudios, que corresponden a los números 7 y 8 del cuadro 1, utilizando técnicas analíticas desagregadas espacialmente. Dichos estudios emplearon un modelo de transporte flexible conocido como SEPTRAN que fue inicialmente concebido, programado y probado por un consultor francés contratado en forma independiente y posteriormente desarrollado

/por el

por el personal del Ministerio. Por otra parte, se prestó escasa atención a las técnicas de evaluación económica. Se han realizado otros estudios de transporte a lo largo del eje norte-sur de la costa del Pacífico del Perú, por el propio Ministerio de Transporte y Comunicaciones, y un curso de postgrado de capacitación en evaluación de proyectos, cuyo alcance fue prácticamente nacional y que prestaron más atención a la evaluación económica.

2.10 Argentina emprendió la elaboración de planes nacionales de transporte mediante técnicas analíticas espacialmente desagregadas en forma relativamente reciente, si bien ha habido análisis previos de tipo regional y urbano. La primera fase del Plan Nacional de Transporte se llevó a cabo en el período 1979-1981 y desde el punto de vista metodológico podría considerarse con razón como el más avanzado realizado hasta ahora en el Cono Sur. Se financió en parte con un préstamo de 2.7 millones de dólares otorgado por el Banco Mundial y en parte con recursos nacionales. La responsabilidad del Plan descansa en la Dirección Nacional de Planeamiento de Transporte (DNPT) que contrató a varios grupos de consultores extranjeros para que se abocasen a aspectos concretos de los estudios en juego. Colaboraron con estos consultores profesionales y técnicos del país que antes habían recibido formación académica en el campo de la planificación del transporte y que adquirieron experiencia práctica actuando como contrapartida de los especialistas extranjeros. El Plan Nacional de Transporte de Argentina promete ser uno de los planes nacionales de transporte más exitosos llevados a cabo en el Cono Sur y en América Latina en su conjunto, ya que no sólo generó un plan sino que también formó un grupo calificado de especialistas nacionales plenamente capaces de perfeccionar el plan y mantenerlo actualizado.

2.11 Chile es el único país del Cono Sur que no ha elaborado un plan nacional de transporte mediante métodos espacialmente desagregados. El Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile, sin embargo, está estudiando la conveniencia de llevar a cabo un estudio para definir las prioridades de inversión en carreteras.

2.12 En la actualidad, en la mayoría de los países del Cono Sur se están llevando a cabo importantes análisis de la planificación nacional del transporte. Por ejemplo, en Argentina se está perfeccionando el modelo utilizado en la primera fase del Plan Nacional de Transporte. Algunas de las evaluaciones realizadas en la primera etapa se están afinando y se están analizando proyectos específicos de importancia nacional. Además, en 1982 se ha programado la realización de una

/encuesta nacional

encuesta nacional de entrevistas en carreteras. En Bolivia tiene lugar la segunda fase del Estudio Integral de Transporte. Esta incluye aplicaciones adicionales del modelo de transporte ya desarrollado y en la capacitación de funcionarios nacionales para utilizarlo. Participan en este trabajo dos expertos extranjeros, un ingeniero y un economista. En el Brasil se está llevando a cabo la tercera fase del Plano Operacional de Transporte. Esta equivale a estimar las "líneas de deseo" de transporte, a través del estudio del origen-destino y volúmenes transportados de productos específicos. En el Uruguay, se ha creado una dependencia de planificación del transporte en el Ministerio de Transporte y Obras Públicas en la cual un pequeño grupo de expertos extranjeros está capacitando a profesionales y técnicos nacionales en los métodos de planificación del transporte a nivel práctico. La creación de dicha dependencia fue una de las recomendaciones del Estudio Integrado de Transporte del Uruguay. Por desgracia, sólo se puso en ejecución después de un apreciable retraso.

3. Metodologías básicas de los planes nacionales de transporte

3.1 La mayoría de los planes de transporte incluidos los que figuran del número 1 al 6 y 11 en el cuadro 1 emplean la misma estructura metodológica básica (véase el gráfico 1). No obstante hay variaciones de un caso a otro y al evolucionar la ciencia de la planificación del transporte se han producido cambios sistemáticos y seguirán produciéndose. En los dos proyectos de asistencia técnica realizados en el Paraguay no se empleó esa estructura básica, su diferencia fundamental consiste en que se estimó la corriente de tráfico directamente por tramo en lugar de estimar las corrientes entre zonas para ser posteriormente asignadas a una red para obtener así las corrientes por tramo. El procedimiento utilizado en estos dos estudios es relativamente simple y no sirve, por ejemplo, para estimar el tráfico que se desvía de una ruta a otra cuando una de ellas mejora.

3.2 En esta sección del informe se describe sucintamente la metodología habitual aplicada en los estudios de transporte nacional señalando las variaciones entre esta metodología y las empleadas en los estudios del Cono Sur. Se analizan específicamente las corrientes de carga y sólo se hace mención del transporte de pasajeros cuando hay una interacción entre éste y el transporte de carga.

Gráfico 1

ETAPAS DE DESARROLLO DE UN PLAN NACIONAL DE TRANSPORTE
USANDO METODOS TRADICIONALES

1. Estimación zonal de producción y consumo ← Plan de zonas
↓
2. Cálculo de superavit y déficit a transportar
↓
3. Estimación de matrices origen-destino ← Red costos de transporte
↓
4. Estimación de matrices por modo de transporte
↓
5. Asignación de flujos a rutas
↓
6. Evaluación de proyectos y políticas
↓
7. Especificación del programa de inversiones y políticas recomendadas

3.3 Todos los estudios se inician con un examen minucioso de la producción, comercialización y consumo de los productos más importantes en el mercado global de transporte de carga. El objetivo que se desea lograr en esta etapa, individualizada con el número 1 en el gráfico 1, es determinar la producción y el consumo de cada producto en cada zona en que se ha dividido el país. Para estimar la producción por zona para el año elegido como base se utilizan los datos obtenidos mediante estudios especiales o la información sectorial disponible. Suele ser más difícil estimar el consumo por zona, incluso para el año base, y generalmente es necesario recurrir a métodos indirectos; por ejemplo, en el caso de los productos intermedios, se aplican los coeficientes técnicos a la producción (conocida) de las industrias y, para la demanda final, se aplican las cifras de consumo por habitante a la población estimada de cada zona.

3.4 Es necesario repetir también la etapa 1 para cada año de proyección considerada en el estudio y a ese fin evidentemente debe predecir la producción y el consumo por zona. Para calcular la producción agrícola suele comenzarse por elaborar las proyecciones nacionales que luego se dividen por zonas con arreglo a diversos programas de asignación, ninguno de los cuales hasta ahora utilizados en el Cono Sur ha sido particularmente satisfactorio desde el punto de vista conceptual. La producción industrial suele estimarse directamente sobre la base de los planes de expansión de los sectores industriales pertinentes. Después de haber estimado la producción industrial por zona se aplican los coeficientes técnicos de transformación para obtener el insumo industrial por fábrica y luego por zona. La demanda final de consumo se determina por lo general como función de la población y el ingreso. Debe tenerse presente que los planes de transporte nacional se ocupan de los traslados a distancias largas y medianas más bien que de la distribución o recolección de productos localmente. Por ese motivo, desde el punto de vista de los estudios, el consumo puede producirse en el molino o en la empresa de distribución al por mayor más bien que en la panadería o en la tienda de venta al por menor. El consumo suele pues estimarse en el plano nacional aludiendo a la demanda del consumidor último es decir de la familia individual, en tanto que este consumo se distribuye por zonas según la ubicación de las empresas elaboradoras o almacenadoras.

3.5 En la etapa 1 se obtiene como resultado final una estimación de la producción y consumo de cada artículo analizada en cada zona y en cada año para el cual se aplicará el modelo de transporte. En la etapa 2 del gráfico 1 simplemente se determina el exceso de producción respecto del consumo (por producto y año) por zona. Si la producción excede del consumo la zona es exportadora neta y si ocurre lo contrario es importadora neta. La producción consumida en la misma zona y que por hipótesis no se traslada más allá de los límites de ella, representa desplazamientos intrazonales que no se consideran directamente en el modelo de transporte que se inicia con la etapa 3 de la metodología básica. Suele tenerse en cuenta el tráfico intrazonal especialmente cuando se considera el transporte por carretera pero a ese fin es necesario introducir normalmente modificaciones especiales en el modelo de transporte.

3.6 En la etapa 3 se establecen las matrices de origen y destino que indican la cantidad de cada producto (o grupo de productos) que se transporta de una zona a otra. Es necesario preparar una de esas matrices para cada año que se analiza y el proceso de preparación de ellas es llamado distribución de viajes por los planificadores. Para preparar las matrices correspondientes a los años futuros se aplica generalmente un modelo que usa como insumo las exportaciones y las importaciones netas de cada zona y una descripción (por lo general) de la red de transporte. Este modelo de distribución de viajes se elabora generalmente para la situación existente en el año base es decir, se ajusta a una situación real y luego se aplica a otra situación (por ejemplo para otros años y redes distintas de transporte). En las etapas posteriores del modelo de transporte pueden utilizarse para los análisis correspondientes al año base matrices "observadas" es decir las que se elaboran basándose en estudios o en otras informaciones disponibles, como se hizo por ejemplo en el caso del Plano Operacional de Transportes del Brasil, o de matrices sintéticas que se obtienen aplicando un modelo de distribución ajustada, procedimiento que se utilizó en el Estudio Integrado de Transportes del Uruguay. Uno de los criterios que debe tenerse en cuenta cuando se decide la aplicación de matrices sintéticas u "observadas" para el año base es la calidad de las matrices observadas. Si para confeccionarlas ha sido necesario emplear una gran proporción de informaciones arbitrarias y no sistemáticas como podría ocurrir por ejemplo cuando la información suministrada por el estudio utilizado para su elaboración no incluyó

/ciertas zonas

ciertas zonas quizá sea más seguro ajustar un modelo a la información disponible y aplicar ese modelo en lugar de utilizar matrices estimadas por observación.

3.7 El método más simple para sintetizar una matriz correspondiente a un año futuro es aplicar factores a una matriz para el año base. A este fin pueden aplicarse varios procedimientos de diferentes grados de refinamiento. Un procedimiento relativamente sutil y que se usa mucho es el modelo de "Fratar", denominado así por su inventor, y que consiste en aplicar a todos los viajes procedentes de cada zona "x" un factor igual a las exportaciones netas totales de la zona "x" en el año futuro, divididas por las exportaciones netas de la misma zona en el año base y la aplicación a todos los viajes a cada zona de destino "y" de un factor correspondiente a las importaciones. Para derivar la matriz se requiere un proceso iterativo que asegure la coherencia interna. Se utilizó un modelo de características similares para algunos productos en el Plan Nacional de Transporte de la Argentina. La característica esencial de todos los métodos de factores de crecimiento es que no tienen en consideración las modificaciones que experimenta la red de transporte entre el año base y el año para el cual se está preparando el modelo y por ese motivo no permiten simular la tendencia de las corrientes que se concentran en aquellos ejes hacia los cuales se orientará la inversión del transporte en esos dos años.

3.8 Los sistemas más utilizados para sintetizar matrices que tengan en cuenta la calidad de la red de transporte son los modelos de gravedad y la programación lineal.^{6/} Ambos principios han sido aplicados en los estudios de transporte del Cono Sur; y en un caso, el del Estudio Integral del Transporte en Bolivia se aplicaron ambos para distintos productos. La programación lineal consiste simplemente en determinar la matriz que da como resultado los costos de transporte más bajos posibles a condición de que hayan salido todas las exportaciones de cada zona y haya sido recibida la totalidad de importaciones también por cada zona. La programación lineal resulta más adecuada cuando se aplica a la distribución de viajes de productos homogéneos como algodón o maíz o un mineral de hierro de determinado contenido metálico.

3.9 Se usan diversos tipos de modelos gravitacionales en la planificación del transporte, la mayoría de los cuales supone especificaciones apreciablemente más complejas que las de la física elemental de Newton. Una formulación corriente es:

6/ También es relativamente bien conocido el modelo de las "oportunidades intermedias" pero no se ha utilizado en el plano nacional en el Cono Sur.

$$/T_{ij} =$$

$$T_{ij} = A_i B_j O_i D_j f(c_{ij})$$

en la cual

T_{ij} es el número de viajes de la zona "i" a la zona "j";

A_i es un factor de equilibrio que se incluye para asegurar que todas las exportaciones de la zona "i" se envíen a todas las demás zonas;

B_j es el equivalente de A_i para las importaciones a la zona "j";

O_i representa las exportaciones netas de la zona "i";

D_j corresponde a las importaciones netas de la zona "j";

$f(c_{ij})$ es función de los costos de transportes de "i" a "j", cuyo valor disminuye uniformemente con los costos de transporte.

Este modelo corresponde sólo a una de las variantes que se pueden utilizar y asegura que los volúmenes enviados desde cada zona a las demás y los recibidos por cada zona desde las demás satisfagan los totales de exportación e importación preestablecidos para cada zona. Por lo tanto, este modelo es doblemente restringido en cambio otras variantes del modelo son individualmente restringidas, es decir, satisfacen la restricción relativa a las exportaciones o la relativa a las importaciones pero no ambas. El modelo gravitacional puede no estar sujeto a limitación alguna aunque ésta variante se use raras veces en la planificación del transporte moderno. En el Cono Sur se empleó un modelo gravitacional individualmente restringido en el Estudio Integral del Transporte en Bolivia y en el Plan Nacional de Transporte de Argentina. En este último se empleó también una versión doblemente restringida.

3.10 La diferencia fundamental entre el modelo de programación lineal y el modelo de gravedad reside en que éste no minimiza los costos de transporte. El modelo de gravedad resulta particularmente adecuado cuando se trata de productos heterogéneos o productos químicos o materiales de construcción que no cabría esperar que fuesen adquiridos por el consumidor del abastecedor más próximo, puesto que quizá aquél prefiera un producto de calidad diferente que sólo puede obtenerse de un proveedor más lejano. Existen otros modelos de distribución que pueden emplearse para la simulación de matrices pero no se han empleado en los planes de transporte nacional de los países del Cono Sur, excepto un modelo extremadamente simple que se aplicó para los vehículos automotrices y otros

/equipos de

equipos de transporte en Bolivia y que supone que la distribución es directamente proporcional tanto al volumen de las exportaciones procedentes de las diversas zonas de exportación como a los volúmenes importados desde las diversas zonas de importación. Ese principio establece implícitamente que las diferencias de calidad restan toda importancia a los efectos de las diferencias en los costos de transporte, lo cual podría ser razonable para bienes relativamente caros que presentan importantes diferencias entre marcas.

3.11 De la etapa 3 se obtiene un conjunto de matrices de las corrientes de una zona a otra por producto y por cada año que interesa. En la etapa 4 se dividen estas matrices correspondientes a todos los modos en sus componentes modales. Normalmente la etapa 4 se colocó después de la etapa 3, es decir se estimaba cuántos viajes se harían entre cada zona "i" y cada zona "j" antes de determinar la utilización de los diversos modos de transporte disponibles. Sin embargo, no hay razón para no determinar las proporciones modales antes que los volúmenes totales que se desplazan entre determinados pares de zonas, cuando la congestión no es importante, es decir cuando los costos unitarios no dependen del volumen de tráfico.^{7/} Cada vez se ha hecho más corriente colocar la etapa 4, de la repartición entre modos, antes de la etapa 3, de la distribución por viajes. Esta inversión del procedimiento habitual tiene sólidas justificaciones conceptuales como se indica más adelante.

3.12 Los modelos de repartición modal empleados en los estudios en que se basan los planes nacionales de transporte de los países del Cono Sur varían desde los que son muy elementales y no muy satisfactorios desde el punto de vista conceptual a los que son muy complejos y bien interesantes desde ese mismo punto de vista. Excepción hecha de un país del Cono Sur en todos los demás se ha tropezado con enormes dificultades para ajustar el modelo de repartición entre modos de transporte, es decir, para idear un modelo que sea capaz de explicar en forma adecuada la actual repartición por modos. La excepción aludida es el Estudio Integrado del Transporte realizado en el Paraguay entre 1971 y 1973 en cuyo caso al parecer no se intentó ajustar el modelo.

^{7/} Cuando la congestión es importante debería utilizarse un proceso iterativo.

3.13 En los actuales modelos de repartición modal se consideran los costos de transportes según los modos disponibles entre cada zona de origen y cada zona de destino y se determina la proporción del movimiento total que utilizará cada modo disponible sobre la base de los costos de transporte comparativos. La relación entre costos relativos y repartición entre modos se rige por uno o más parámetros del modelo que deben determinarse de manera que expliquen la repartición existente dados los costos de transporte por modos (es decir, el modelo debe ser ajustado). Se utilizan costos de muy diversa naturaleza como insumos en el método de repartición entre modos; en algunos casos se utilizan solamente los fletes, aplicándose posiblemente los costos en lugar de las tarifas para el análisis de los años futuros, en tanto que en otros casos se incluyen otros elementos conjuntamente con los fletes, como por ejemplo el costo de los intereses durante el período que los bienes se encuentran en tránsito. En algunos casos es necesario agregar una suma arbitraria a los costos correspondientes a uno u otro modo a fin de sintetizar de manera satisfactoria la repartición entre modos existente. En algunos estudios del Cono Sur, por ejemplo, estos ajustes han tenido importantes repercusiones en los resultados obtenidos del modelo de repartición entre modos. Son insatisfactorios desde el punto de vista conceptual ya que es muy difícil definir lo que representan y reducen la capacidad de respuesta del modelo.

3.14 En algunos análisis como en el Estudio Integrado del Transporte del Paraguay y el Estudio Integral del Transporte de Bolivia, el modelo de repartición entre modos tiene la forma de una simple curva de desviación que relaciona la proporción de viajes que usan un modo en preferencia a otro con el costo relativo de un modo respecto del otro. Dichos modelos sólo se pueden aplicar directamente cuando existen solamente dos modos disponibles.^{8/} Este tipo de modelo fue en una época muy popular pero ahora ha sido superado por otros que son técnicamente más avanzados.

3.15 En otros estudios como en el Plan Operacional de Transportes del Brasil y el Estudio Integrado de Transportes del Uruguay el tráfico se asigna al modo de transporte que resulte más barato. En el caso uruguayo los costos de trasbordo se ajustaron hasta que el principio de minimización del costo utilizado reprodujo

^{8/} Pueden aplicarse a grupos sucesivos de dos modos si se simula una elección multimodal. Pero al ser usados así se obtienen resultados ambiguos.

tan bien como fuera posible la repartición entre modos observada utilizando como insumo los fletes del año base. En el caso del Brasil no se intentó ajustar el modelo por cuanto éste se utilizó para simular la repartición que se produciría si los servicios ofrecidos por uno de los modos utilizados fueran mucho mejores que el que se usó en el año base.^{9/}

3.16 El modelo de repartición modal más avanzado utilizado corrientemente es el modelo logit. En la primera etapa del Plan Nacional del Transporte de la Argentina se utilizó un modelo de esta índole (se propuso una versión más perfeccionada de él pero no se utilizó). El modelo puede dar cabida a cualquier número de modos y su formulación matemática figura a continuación:

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

en la cual,

P_{ijk}^n es la proporción de los traslados entre la zona "i" y la zona "j" del producto "n" que se efectúan en el modo "k"

c_{ijk}^n es el costo de transporte equivalente.

El parámetro de ajuste es λ . La enorme ventaja que ofrece esta formulación es que permite considerar cualquier número de modos en lugar de solamente dos y distribuye la corriente total entre todos los modos disponibles en lugar de orientar la totalidad del tráfico al modo considerado más barato, lo cual en la práctica no ocurre. No es perfecto desde el punto de vista conceptual pero es conveniente e interesante.^{10/} Debe tenerse presente que esos modelos logit de repartición entre

9/ Se utilizó el modelo para determinar repartición entre modos que se produciría si el transporte ferroviario ofreciera al usuario el mismo servicio de calidad que el transporte carretero que era bastante buena. Como actualmente el transporte ferroviario es inferior al transporte por carretera no podía ajustarse el modelo a la situación existente. En ese mismo estudio se intentó también, aunque sin éxito, ajustar un modelo de tipo curva de desviación normal.

10/ El modelo supone que el costo de cada alternativa modal se distribuye en torno al promedio con arreglo a la misma desviación estándar y que cada distribución es independiente de la otra, pero en realidad es muy probable que esto no ocurra. El modelo probit más general es más satisfactorio desde el punto de vista conceptual, pero mucho más engorroso de utilizar.

modos suelen integrarse al modelo de distribución y aplicarse antes que éste, luego de haber determinado los valores c_{ijk}^n . Podrá observarse que para decidir si la carga se envía desde "i" a "j", en lugar de "i" a "l" aparte de tomar en cuenta lo del costo de transporte de cualquiera de los modos disponibles, se considera también el número de modos disponibles. Por ello, los costos utilizados en la distribución de los viajes, por ejemplo, los que entran en la fórmula que figura en el párrafo 3.9 del modelo gravitacional, no deben corresponder solamente a los costos del modo más barato disponible ni tampoco a los costos medios de todos los modos disponibles sino más bien deben elaborarse tomando como base i), los costos de cada alternativa modal, y ii) el número de alternativas disponibles. Existen métodos para aceptar la formulación ajustada de la repartición modal, por ejemplo la fórmula que aparece en el párrafo 3.16 del presente capítulo, y extraer de ahí un costo compuesto que reconoce que un destino resulta más atractivo ya sea porque se reduce el costo de cualquiera de los modos disponibles o porque aumenta el número de alternativas disponibles.^{11/} Esos costos compuestos que se obtienen del modelo de repartición entre modos explican por qué en los estudios con metodologías más avanzadas como el Plan Nacional de Transporte de la Argentina la repartición entre modos ocurra después de la distribución de los viajes.

3.17 Después de haber hecho la distribución y la repartición entre modos se asignan las corrientes de tráfico según se indica en la etapa 5 del gráfico 1. Por asignación se entiende la asignación a una ruta que comprende un conjunto de tramos, o sea, secciones de una carretera o ferrocarril, luego de haberse determinado la repartición entre modos. El único principio básico utilizado para hacer la asignación en los planes de transporte nacionales en los países del Cono Sur ha sido el de la minimización de los costos, lo cual quiere decir que la corriente total entre cada par de zonas de origen y destino se orienta a la ruta más barata. Téngase presente que cuando la totalidad del tráfico es asignado a las rutas sobre la base del costo menor y el modelo de repartición entre modos orienta la totalidad del tráfico al modo más barato, la repartición entre modos y la asignación de rutas puede combinarse en una sola operación orientada por el principio de la minimización del costo. En el Estudio Integrado de Transporte del Uruguay y en el Plan

^{11/} Véase el párrafo 5.7.1 del presente informe.

Operacional de Transporte del Brasil se han combinado así ambas operaciones en una sola. En los estudios de transporte regionales y nacionales de otras partes del mundo se han utilizado algoritmos para hacer la asignación entre diversas rutas. Estos no asignan el tráfico a la ruta más barata sino a una selección de rutas que incluye la más barata y otras con costos no muy superiores. No resultan tan pertinentes en el plano nacional en América Latina (aunque lo son en estudios urbanos) por cuanto suele no existir más que una ruta factible entre cualquier origen y cualquier destino. Los modelos que asignan el tráfico a una sola ruta se denominan programas de asignación de "todos o nada" aunque esta expresión se usa a veces (incorrectamente) como si aludiera al hecho de que se considere o no la congestión en el modelo de asignación.

3.18 Los modelos de asignación que tienen en cuenta la congestión reconocen la interacción entre corrientes y velocidades. La congestión suele tenerse en cuenta solamente respecto de las carreteras y se excluyen los tramos ferroviarios, por agua y los puntos de intercambio tanto por razones prácticas como analíticas. En la práctica sólo se dispone de relaciones adecuadas que describen la interacción de corrientes y de velocidades para las carreteras, en tanto que en América Latina rara vez se produce congestión en las redes ferroviarias ^{12/} (y en las vías acuáticas) y por lo tanto desde el punto de vista analítico no es necesario incluir el fenómeno en el modelo. Sin embargo, se produce congestión en los puntos de transbordo que deberían considerarse parte de la red de transporte (a veces lo son, como por ejemplo, en el Plan Operacional de Transportes de Brasil), pero ello no ha sido tenido en cuenta en los planes de transporte de los países del Cono Sur, aunque se propuso su inclusión en los estudios para el Plan Nacional de Transporte de la Argentina.

3.19 El método que se considera más satisfactorio para tener en cuenta la congestión en la planificación tradicional del transporte resulta engorroso pues requiere hacer iteraciones en el modelo. Este método consiste básicamente en asociar una velocidad

^{12/} El Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento estaría elaborando relaciones que describan la congestión en los ferrocarriles y existen ciertamente relaciones para los puntos de transbordo, o, por lo menos, están implícitas en los estudios de simulación realizados para puertos y otros puntos de intercambio; con todo, en general no han sido incorporados en la planificación estratégica del transporte.

con cada tramo (carretero) de la red. El costo del viaje varía en cada tramo de la red según la velocidad (y de un tipo de vehículo a otro) y, por lo tanto, entre cada zona de origen y cada zona de destino. Estos costos de transporte entre zona y zona se utilizan como dato en los modelos de distribución, de repartición según modos y de asignación, y se obtiene así una estimación de la corriente de tráfico por tramo. Se puede estimar una función para cada tramo que vincule la corriente de tráfico y la velocidad, y mientras mayor sea la corriente menor es la velocidad. Para comprobar si las corrientes de tráfico estimadas corresponden a las velocidades postuladas inicialmente para cualquier tramo de la red se puede averiguar la velocidad adecuada al tráfico estimado y comparar esta velocidad con aquella que se asoció inicialmente al tramo y que se usó como dato en los modelos de distribución, de repartición entre modos y de asignación. Si las corrientes estimadas en general no corresponden a las velocidades postuladas es necesario modificar el conjunto de velocidades postuladas y hacer una nueva pasada de los modelos de distribución, repartición entre modos y de asignación hasta lograr dicha coherencia. (Sin embargo, cuando se usa ese procedimiento por razones de orden práctico, casi siempre las iteraciones sólo se aplican en el modelo de asignación y no en los de distribución y repartición entre modos.)

3.20 El procedimiento iterativo descrito en el párrafo 3.19 no ha sido utilizado en ningún estudio de transporte en los países del Cono Sur. Y en efecto la congestión ha sido reconocida en sólo uno de estos estudios.^{13/} Así ocurrió con el Plan Nacional de Transporte de la Argentina. En este caso se aplicó un programa menos satisfactorio con arreglo al cual se asignó un porcentaje del tráfico total por carretera y luego se calcularon las velocidades en cada tramo aplicando la relación entre velocidad y corriente que se menciona en el párrafo 3.19. Las velocidades revisadas se utilizaron como insumo para asignar un segundo porcentaje de tráfico carretero, luego se volvieron a calcular las velocidades repitiéndose el proceso hasta que se hubiesen considerado todos los viajes. Esta alternativa más simple es denominada "asignación incremental".

^{13/} Se alude aquí a una simulación más bien que a una evaluación. Otro estudio no consideró la congestión en la simulación, pero sí en la evaluación de proyectos.

3.21 Con la asignación se pone final a la aplicación del modelo de transporte en sí. Este modelo se aplica a varias redes de transporte por cada año analizado, como por ejemplo, una vez para la red existente y otra para diversas redes mejoradas. Los resultados de estas diferentes aplicaciones pasan a ser considerados en la etapa de evaluación que es la que figura con el número 6 en el gráfico 1. Aunque las bases fundamentales de la evaluación de proyectos tienen mucho en común entre un estudio y otro, también hay muchas variaciones en el plano más detallado. En el plano fundamental los proyectos de transporte interurbano se evalúan sobre la base de los principios del excedente del consumidor. Los beneficios se calculan para cualquier año atribuyéndole al tráfico que se desplazaría por el tramo tanto al llevarse el proyecto a la práctica como al no llevarse a cabo (es decir, al tráfico "existente") beneficios iguales al costo de los recursos de transporte en el último caso deducidos los costos de dicho transporte en el primero de los casos. Se estima que muchos proyectos generan tráfico o lo desvían de otras rutas y modos o se producen ambos fenómenos. Aunque sea inexacto desde el punto de vista conceptual, muchos estudios le atribuyen a cada unidad de tráfico desviado o generado la mitad de los beneficios atribuidos a cada unidad de tráfico "existente".^{14/} Luego de haberse estimado los beneficios para uno o más años y asimismo los costos de capital del proyecto, se puede establecer una comparación entre beneficios y costos utilizando la relación costos-beneficio, o los valores actuales netos si se aplica la tasa adecuada de descuento a los plazos consiguientes. Muchos estudios determinan también la rentabilidad interna y el año óptimo de inauguración. Se entiende por rentabilidad interna aquella cuya aplicación haría considerar que el valor actual neto del proyecto es cero. El uso de ella permite hacer una presentación interesante de los resultados de una evaluación económica pero puede ser engañosa.^{15/} Excepto en casos anormales, el año óptimo para inaugurar el proyecto corresponde al año en que la rentabilidad de la inversión es igual a la tasa de descuento.

3.22 En la práctica varía mucho la forma de realizar la evaluación económica basada en el excedente del consumidor. La manera más directa es aplicar el modelo de transporte, es decir, las etapas 1 a 5 del gráfico 1, a dos diferentes redes de

^{14/} Véase el anexo 2.

^{15/} Véase, por ejemplo, Cost-Benefit Analysis, editado por R. Layard, Penguin Education, Harmondsworth, Inglaterra, 1976, pp. 51 y 52.

transporte, una de las cuales incluye el proyecto que se ha de evaluar y la otra no. Los beneficios del proyecto serían iguales a la reducción de los costos de transporte atribuibles a la inclusión del proyecto en la red sumado cualquier cambio en el excedente del consumidor atribuible a los viajes generados y desviados y, en el caso del transporte de pasajeros a un cambio de un modo a otro. Cabe explicar por qué se asigna a cada unidad del tráfico generado o desviado la mitad de los beneficios percibidos por el tráfico existente. El tráfico generado por el proyecto o atraído de otras rutas, debe ganar menos por unidad de tráfico que el tráfico existente; de no ser así, ese tráfico utilizaría el tramo para el cual se especificó el proyecto incluso aunque el proyecto no se lleve a la práctica. Suele suponerse que en promedio cada unidad de tráfico generado o atraído (desviado) gana la mitad de los beneficios correspondientes a cada unidad de tráfico "existente". En realidad la situación es más complicada ya que el tráfico es generado o atraído más bien según las reducciones de costo que el usuario perciba que según los cambios de los costos de oportunidad cuyos valores el usuario desconoce. En este caso es necesario aplicar una fórmula más compleja de evaluación (véase el anexo 2). Si hay congestión se introducen nuevas complicaciones. Así por ejemplo, si la atracción ejercida sobre el tráfico por el tramo que se proyecta mejorar con la ejecución del proyecto redujera la congestión en otros puntos de la red, la metodología de evaluación debe considerar los costos de viaje en esos otros tramos. Los principios que se basan en estos casos más generales no pueden ser explicados en este informe pero existen publicaciones que los describen.^{16/}

3.23 En algunos estudios como en la primera etapa del Plan Nacional de Transporte de la Argentina y el Estudio Integrado del Transporte del Paraguay se utilizaron criterios simplificados con arreglo a los cuales se consideraron las carreteras representativas, clasificadas según su estado actual, los volúmenes de tráfico y las tasas de crecimiento del mismo y los resultados de esos análisis se transfirieron a los tramos reales de la carretera en la red de transporte. Se propusieron varios mejoramientos posibles de la carretera para cada tramo representativo y se estimó para cada uno de ellos el costo total de transporte y construcción en relación con el mejoramiento de la carretera. Se recomienda que el estado de cada tramo

^{16/} Véase, por ejemplo, The economics of transport appraisal, por A.J. Harrison, Crorom Helm, Londres, 1974.

representativo sea aquel que minimice este costo total.^{17/} Pueden así en esta forma proponerse proyectos para los tramos reales similares a los de los tramos representativos analizados.

3.24 Existen enormes variaciones entre los estudios en cuanto a la inclusión de los beneficios atribuibles a disminuciones de los accidentes según que se "ejecuten o no los proyectos", el grado en que se reconozca la congestión, se evalúen o no los beneficios atribuibles a ciertos mejoramientos que tornan transitables las carreteras en períodos de intensas lluvias y sea o no expresada la evaluación en función de los precios sombra. Cabe señalar que algunos estudios hacen las evaluaciones económicas mucho más a fondo que otros. La evaluación económica más pormenorizada sobre el excedente de los consumidores realizada como parte de un estudio de transporte nacional en el Cono Sur fue la correspondiente a las modificaciones en la política de conservación y en las normas para las carreteras según el modelo HDM sobre el diseño y normas de mantenimiento de carreteras utilizado en el Estudio Integral del Transporte en Bolivia.^{18/} No se han usado normalmente modelos de esta índole en los estudios sobre el transporte nacional realizados hasta ahora, pero es muy probable que sí se los utilice en el futuro por cuanto ofrecen posibilidades interesantes de obtener resultados de esos estudios en el plano operacional. Básicamente el modelo simula el comportamiento de la carretera como función del estado actual de ella, la corriente de tráfico existente, el crecimiento del tráfico las políticas de conservación y mejoramiento, y las condiciones ambientales. Estima los costos de operación de los vehículos como función del estado simulado de la carretera en cada año y calcula el costo total de conservación, mejoramiento y funcionamiento de los vehículos. Resulta por ejemplo muy útil cuando se hace una comparación económica de diferentes políticas de conservación o de distintas opciones en cuanto a la pavimentación o a otros mejoramientos.

^{17/} Sería más preciso decir que el estado que se recomienda es el que permite minimizar el costo total descontados los cambios en el excedente del consumidor entre el estado actual y los estados mejorados posibles.

^{18/} Véase The Highway Design and Maintenance Standards Model: Model structure, empirical foundations and applications, por Harral, Watanatada y Fosberg del Banco Mundial y presentado en la Segunda Conferencia Internacional sobre carreteras de poco tráfico, Universidad del Estado de Iowa, Estados Unidos, 21 de agosto de 1979.

3.25 En el mismo estudio sobre Bolivia se utilizó otro principio de evaluación que no suele usarse con frecuencia en los estudios de transporte y cual es el del excedente del productor. Es necesario aplicar este principio de evaluación cuando el volumen de tráfico generado o atraído por un proyecto es particularmente elevado,^{19/} que no es el caso de los proyectos normalmente evaluados en los estudios de transporte nacional. Sin embargo, hay excepciones como ocurriría por ejemplo con los proyectos en las regiones de la Amazonía de Bolivia, Brasil y el Perú que en muchos casos deberían evaluarse aplicando la metodología basada en el excedente del productor. Por razones especiales, en Bolivia el Estudio Integral de Transporte no podía depender exclusivamente de la metodología del excedente del productor para evaluar aquellos proyectos a los cuales deseaba aplicarla. En este estudio se aplicó en cambio un tercer principio de evaluación que se utiliza en algunos casos y cual es la ordenación de diferentes proyectos con arreglo a diferentes consideraciones, como las dificultades de construcción, el nivel de ingreso a los residentes locales, o la distancia a los mercados y luego se asigna una ponderación a cada consideración y sobre esa base se calcula un puntaje general para cada proyecto. Este principio de evaluación basado en puntajes no tiene una fundamentación teórica sólida y a veces complica la formulación de los programas de inversión por cuanto da resultados que no pueden expresarse en términos monetarios.

3.26 La etapa 7, que es la última del proceso descrito en el gráfico 1 corresponde a la selección de proyectos para su inclusión en el programa de inversión recomendado; ésta es una tarea muy compleja y rara vez se hace en una forma del todo satisfactoria. Entre los diversos procedimientos que se han adoptado para especificar los programas de inversión cabe citar la estimación del año óptimo de inauguración de cada proyecto y la asignación de ellos según esos años en el programa de inversión, la ordenación de los proyectos según una medida de su valor económico como el valor neto actual o la relación costo beneficio eligiendo luego los proyectos que figuran al comienzo de la lista hasta que se acaban los fondos disponibles y el uso de modelos que permite elegir proyectos que maximizan el valor

^{19/} Ello obedece esencialmente a la necesidad de suponer una forma para la función de demanda entre la corriente de tráfico (producto) antes y después de mejorar la carretera en el caso de la metodología del excedente del consumidor. Si hay una gran diferencia entre ambas corrientes el resultado obtenido por la metodología basada en el excedente del consumidor es muy sensible a la forma exacta que adquiera la función de la demanda. (Véase el anexo 2.)

actual neto teniendo presentes las restricciones presupuestarias. En el Estudio Integral del Transporte en Bolivia se utilizó un modelo de esta índole. Este modelo, conocido como el método de asignación de presupuesto, utiliza un procedimiento de programación matemática para elegir entre los proyectos viables a una tasa de descuento determinada, aquella combinación que maximice el valor actual neto total teniendo en cuenta que los costos no excedan los límites presupuestarios en ningún período.^{20/}

3.27 De los siete estudios de transporte analizados, cinco se ajustan al modelo básico descrito en el gráfico 1, aunque, como se expresa en los párrafos anteriores, hay muchas diferencias entre los estudios cuando se examinan los detalles. Los dos estudios que adoptaron un criterio general algo distinto fueron los dos proyectos de asistencia técnica en el Paraguay y que figuran con los números 7 y 8 en el cuadro 1. En estos dos estudios no existieron las etapas 1 a 4 del gráfico 1 y en cambio el tráfico se estimó directamente por tramo de la red de transporte; en un caso el crecimiento se basó en la tendencia y en el otro en los indicadores del crecimiento regional. Cabe destacar que el programa de inversión de carreteras (y ferroviarios) recomendado por la primera etapa del Plan Nacional de Transporte de la Argentina tuvo que ser identificado sin haber tenido acceso a los resultados del modelo de transporte que no estaban listos en ese momento. Por consiguiente, también en este caso a los fines de elaborar el programa de inversión preliminar (se hará una revisión posteriormente cuando se disponga de los resultados del modelo de transporte), la evaluación del proyecto se basó en las estimaciones de las corrientes del tráfico calculadas por separado para cada tramo de manera directa utilizando informaciones sobre el tráfico contado y las tasas de crecimiento basadas en tendencias anteriores y en el crecimiento económico esperado.

^{20/} Véase, Determination of economically balanced highway expenditure programmes under budget constraints: a practical approach, por Watanatada y Harral, Banco Mundial, presentado en la Conferencia Mundial sobre Investigación del Transporte, Londres, Inglaterra, abril de 1980.

Cuadro 1

RESUMEN DE LOS PLANES NACIONALES DE TRANSPORTE DESARROLLADOS EN LOS PAISES DEL CONO SUR POR METODOS DE ANALISIS ESPACIALMENTE DESAGREGADOS (IT/15/02/82)

	País	Nombre del plan/estudio	Años de realización	Responsabilidad técnica
1.	Argentina	Plan Nacional de Transporte	1979-1981 (1° fase)	Nacional, asesorado por consultores extranjeros y el Banco Mundial
2.	Bolivia	Estudio Integral de los transportes en Bolivia	1967-1968	Consultores extranjeros asesorados por el Banco Mundial
3.	Bolivia	Estudio Integral del transporte en Bolivia	1979-1981	Consultores extranjeros asesorados por el Banco Mundial
4.	Brasil	Brazil Transport Survey	1967-1969	Consultores extranjeros asesorados por el Banco Mundial
5.	Brasil a/	Plano Operacional de Transportes	1975-1978 (1° fase) 1978-1980 (2° fase) 1981 (3° fase)	Nacional
6.	Paraguay	Estudio Integrado del Transporte	1971-1973	Consultores extranjeros asesorados por el Banco Mundial
7.	Paraguay	Asistencia técnica a la Oficina de Coordinación y Planificación Integral de Transporte	1976-1977	Consultores argentinos y paraguayos asesorados por el Banco Mundial
8.	Paraguay	Asistencia técnica a la Oficina de Coordinación y Planificación Integral de Transporte	1978-1980	Consultores argentinos y paraguayos asesorados por el Banco Mundial
9.	Perú	Plan Director de Transportes 1977-1986	1977-1978	Nacional
10.	Perú	Plan Sectorial de Transportes a largo plazo 1979-1990. (7)	1979-1980	Nacional
11.	Rep. Oriental del Uruguay	Estudio Integrado de Transporte	1975-1976	Consultores extranjeros asesorados por el Banco Mundial

a/ En Brasil se ha desarrollado un Plano Nacional de Transportes que no se desarrolló a través de métodos de análisis espacialmente desagregados propiamente tal, aunque este Plano incorporó algunos resultados de la primera fase del Plano Operacional de Transportes. Además, en Brasil como en otros países se han desarrollado planes y estudios para el sistema vial (más bien que para el sistema de transporte completo) al nivel regional o nacional.

4. Síntesis metodológica de los estudios nacionales del transporte de los países del Cono Sur

4.1 En el capítulo anterior se hizo una reseña de la estructura general de los estudios nacionales de transporte ilustrada con referencias a determinados estudios realizados en el Cono Sur. En el presente capítulo se examina el tema desde un punto de vista diferente y se hace un breve bosquejo de la metodología de cada uno de dichos estudios, comparándolas entre sí. La extensión del análisis de los distintos estudios es deliberadamente breve puesto que el lector que tenga interés en el tema podrá encontrar descripciones más completas en otros informes elaborados por la CEPAL.^{21/} En esta oportunidad casi no se hace referencia a la manera en que se estimaron la producción y el consumo zonales debido a que los principios subyacentes fueron siempre los mismos y las diferencias existentes entre los estudios obedecen principalmente a diferencias relacionadas con la información disponible.

4.2 El modelo de transporte utilizado en la primera fase del Plan Nacional de Transporte de Argentina es el más avanzado usado hasta la fecha en los estudios nacionales realizados en el Cono Sur, si bien se han empleado metodologías más avanzadas en los planos urbano y regional. En la primera fase se propuso utilizar una versión aun más desarrollada pero luego ello se descartó por razones prácticas.^{22/} Por otra parte, el estudio argentino sólo abarca en medida relativamente pequeña el volumen total del transporte en el país puesto que se procuró centrar la atención en los aspectos más importantes al tiempo que se capacitaba a profesionales del país en la ciencia de la planificación del transporte a fin de que ellos mismos pudiesen ampliar el alcance del estudio en las fases posteriores, después que los diversos grupos de consultores extranjeros hubiesen abandonado el país.

4.3 El Plan Nacional de Transporte argentino utilizó una metodología más sencilla para estimar el movimiento de productos distintos de cereales que aquella empleada para éstos. En el caso de los primeros se derivaron matrices de viaje del año de diseño a partir de las observadas en el año base mediante una metodología basada fundamentalmente en el factor de crecimiento. La repartición entre modos de

^{21/} Véanse los informes E/CEPAL/R.287/Add.1 hasta Add.5, que explican y comentan aspectos metodológicos de los estudios nacionales de planificación del transporte llevados a cabo, respectivamente, en Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay.

^{22/} Véase La planificación del transporte en los países del Cono Sur: la metodología propuesta para el Plan Nacional de Transporte de Argentina, E/CEPAL/R.287/Add.6.

transporte se logró a través del modelo que se ofrece en el párrafo 3.16 del presente trabajo. En el caso de los cereales, se utilizó la misma clase de modelo de repartición entre modos pero a partir de él se derivaron costos compuestos del transporte de zona a zona los que se utilizaron en un modelo de distribución de gravedad. Se usó el mismo modelo de asignación para todos los productos; las corrientes expresadas en toneladas se convirtieron en su equivalente en vehículos mediante la aplicación de factores estándar y para obtener el movimiento por tramo se utilizó un programa de asignación por incremento. La derivación de los planes de inversión en carreteras y ferrocarriles se logró independientemente del modelo de transporte ya que, como se observó, los resultados de éste no se conocieron oportunamente. Sin embargo, el modelo de transporte completo se utilizó para realizar evaluaciones preliminares de las modificaciones de política, tales como la aplicación por todos los modos de transporte de sistemas de fijación de precios de acuerdo con el costo marginal o con el costo promedio. Después de estimar el tráfico utilizando las tarifas de carga correspondientes a estos dos sistemas alternativos de fijación de precios, se compararon las alternativas con el sistema existente de fijación de los precios mediante un modelo de evaluación particularmente minucioso basado en el excedente del consumidor, que se caracteriza por el grado de desagregación con que se estiman los beneficios que obtiene cada parte interesada en vez de proporcionar simplemente los beneficios globales sin considerar a quienes favorecen.

4.4 Para distribuir los viajes el Estudio Integral del Transporte en Bolivia utilizó tres principios diferentes, a saber, un modelo gravitacional, un programa lineal y un modelo de distribución proporcional que no utiliza como datos los costos del transporte. (Véase el párrafo 3.10.) El modelo de repartición entre los modos de transporte consistió en una simple curva de desviación bimodal para dividir el movimiento entre las carreteras y los ferrocarriles. Se trató de ajustar este modelo a los distintos productos pero el intento no tuvo pleno éxito y se recurrió a un ajuste no del todo satisfactorio a dos grandes grupos de productos, esto es, agrícolas y no agrícolas. La asignación de los viajes, pese a basarse en el sencillo programa basado en el principio "todo o nada" (según explicado en el párrafo 3.17) se caracterizó por el uso de modelos complejos, aunque no simulen bien los procesos que determinan el comportamiento real, para estimar las corrientes de tráfico según el tamaño de los camiones y el movimiento de camiones vacíos. Como ya se observó, la etapa de evaluación del estudio boliviano fue particularmente
/exhaustiva y

exhaustiva y bien fundamentada. Cabe señalar, en especial, que utilizó el modelo HDM (véase el párrafo 3.23), con lo cual obtuvo del estudio un grado de detalle rara vez asociado a los estudios nacionales de transporte y que sistematizó el difícil procedimiento de formular programas de inversión sujetos a limitaciones presupuestarias efectivas mediante el empleo de un procedimiento computadorizado de asignación presupuestaria.

4.5 Las matrices se proyectaron a los años de análisis futuros considerados por el Plano Operacional de Transportes de Brasil utilizando factores de crecimiento y el criterio de los analistas. Se procuró ajustar un modelo de repartición entre modos de transporte de características normales, sin lograrse resultados satisfactorios. Por esta razón se recurrió a un procedimiento de "asignación pragmática" que comprende a la vez la repartición y la asignación de los viajes y que se basa en las premisas fundamentales de que, primero, todas las tarifas de carga se fijan en el costo financiero a largo plazo de proporcionar los servicios, incluidos los impuestos y, segundo, que el transporte ferroviario (y por agua) logra el mismo nivel de eficiencia y atracción para el usuario que el transporte por carretera. De esta manera, todas las corrientes que sobrepasan determinados volúmenes mínimos, fueron asignadas por ruta y modo, según su costo incluidos los impuestos para los empresarios de transporte ya que, dadas las dos premisas antes señaladas, este principio debería reflejar el comportamiento del usuario. Se identificaron los tramos críticos del sistema de transporte, esto es, aquéllos en los cuales las corrientes proyectadas se aproximarían a la capacidad o rebasarían ésta y se desarrollaron y evaluaron proyectos adecuados de ampliación de la capacidad para cada caso. Los proyectos de carreteras se evaluaron utilizando criterios económicos (esto es, una versión sencilla del principio del excedente del consumidor), los proyectos ferroviarios se seleccionaron estableciendo las fechas en que el movimiento previsto habría de agotar la capacidad disponible, y los proyectos relativos a otros modos de transporte se evaluaron de manera más subjetiva.

4.6 Para el Estudio Integrado del Transporte del Paraguay las matrices futuras se derivaron a partir de aquellas observadas en el año base mediante métodos basados en factores de crecimiento. Se partió de la base de que la repartición entre modos en los años futuros sería igual a la del año base salvo en los ejes en que se esperaba que el equilibrio competitivo de los distintos modos variase de manera significativa. En el último caso, se utilizaron curvas de desviación

/desarrolladas en

desarrolladas en Francia. Estas curvas también se aplicaron a la elección entre tres modos de transporte. Se estimaron seis conjuntos diferentes de corrientes de tráfico, basadas en distintos supuestos relativos a la calidad de la red de transportes y a la medida en que el mejoramiento del estado de la carretera se traduciría en la generación de tráfico. A continuación, para las carreteras características, descritas en función de la corriente de tráfico y del estado actual de la carretera, se especificaron proyectos de mejoramiento óptimos, esto es, aquellos que minimizarían la suma descontada del capital invertido y los costos de operación de los vehículos. El programa de inversión en carreteras recomendado se desarrolló incluyendo ante todo los proyectos por cada tramo de la red que podían justificarse sobre la base de la corriente más baja entre los seis conjuntos arriba señalados e incluyendo a continuación los proyectos que sólo podían justificarse a niveles más altos de movimiento hasta agotar el presupuesto de inversiones disponible.

4.7 El modelo del Estudio Integrado de Transporte del Uruguay era bastante distinto de los que se utilizan tradicionalmente en los estudios nacionales del transporte, ya que se orientaba más de lo usual hacia la investigación operativa industrial. Las matrices de las corrientes de carga se sintetizaron mediante un programa lineal cuya función objetiva era minimizar los costos del transporte. A continuación, se procuró ajustar los costos en los puntos de transbordo de la red de transporte y representar con mayor exactitud las tarifas de carga ferroviaria de tal modo de poder reproducir adecuadamente la repartición entre modos correspondiente al año base si se simula dicha repartición mediante un modelo que canalice todo el tráfico entre cada zona de origen y destino hacia el modo que represente el menor costo por concepto de transporte. No se logró un ajuste satisfactorio para los productos individualmente considerados pero como dato para un modelo de optimización se utilizó una red en la cual los costos por tramo se ajustaron de manera de reproducir lo más fielmente posible la repartición entre modos observada. Este modelo de optimización utilizó como datos: matrices de viaje fijas para todos los modos de transporte, una limitación presupuestaria, y un conjunto de proyectos posibles, uno para cada tramo. El modelo reasigna el tráfico sucesivamente a distintas redes que contienen diferentes conjuntos de proyectos hasta identificar el conjunto que minimiza el costo total del transporte sujeto a la limitación presupuestaria. Fue objeto de varias pasadas con distintas combinaciones de proyectos y limitaciones presupuestarias. Se seleccionó el conjunto de proyectos /optimizado en

optimizado en una de estas pasadas considerándose que constituía el estado preferido de la red, aplicándose como criterio de selección el conjunto que se traduciría en la más alta relación beneficio-costos para el capital invertido. (Sin embargo, esta relación resultó ser inferior a la unidad.) A continuación, se evaluó separadamente cada proyecto del conjunto preferido. Podría decirse que el principio de evaluación utilizado fue el excedente del consumidor, si bien hubo algunas inexactitudes de concepto en la forma de apreciar los beneficios derivados del tráfico desviado.

4.8 Grado de detalle de los estudios de transporte analizados. El cuadro 2 contiene algunas características cuantitativas de los cinco estudios de las que pueden derivarse indicadores del grado de detalle de los distintos análisis. El cuadro no incluye los dos proyectos de asistencia técnica llevados a cabo en el Paraguay debido a que en ellos no se utilizaron métodos de análisis verdaderamente integrados. La primera columna muestra el número de productos distintos respecto de los cuales se derivaron matrices de origen y destino. Dicho número fluctuó entre 13 en el estudio argentino y 72 en el caso del Brasil. En segundo lugar se muestra el número de zonas y el tamaño medio de cada uno. El mínimo de zonas fue dieciséis en el caso del estudio paraguayo mientras que el máximo fue de 455, en el caso del Brasil. Sin embargo, no es justo comparar el grado de detalle basándose en el número de zonas, porque algunos países son más grandes que otros. Además, hay que tener presente que el estudio argentino no pretendió abarcar la totalidad del país. En función del tamaño medio de las zonas, el estudio más detallado fue el uruguayo mientras que el argentino fue el menos pormenorizado. El número de años respecto de los cuales se hicieron pasadas del modelo de transporte es otro medio de establecer el grado de detalle perseguido por cada estudio. Tres de ellos sólo analizaron la situación en el año base y un año en el futuro. El estudio boliviano aplicó el modelo de transporte, en escala reducida, un año más en el futuro, mientras que el brasileño consideró tres años además del año base.^{23/}

4.9 No existe una manera exclusiva de establecer cuál de los cinco estudios llegó a un mayor grado de detalle y, por lo tanto, probablemente mayor precisión, que los demás, pero se pueden construir índices. La cuarta columna del cuadro 2 muestra un índice de esta naturaleza. Es igual a la raíz cúbica del producto de los órdenes de rango correspondientes a cada uno de los tres factores separados considerados en

^{23/} Los tres no pueden realmente describirse como años futuros puesto que el estudio se llevó a cabo en el período 1978-1980 y uno de los años analizados, además del año base, fue 1977.

Cuadro 2

ALGUNOS INDICADORES DEL NIVEL DE DETALLE DE LOS ESTUDIOS
NACIONALES ANALIZADOS

	Número de productos para los cuales se desarrolló matrices.	Número de zonas de tráfico y área promedio en km cuadrados	Años de análisis	Indice de nivel de detalle (los índices más altos significan más detalle)
Plan Nacional de Transporte ARGENTINA	13	40 35 000 km2 (las zonas cubren la mitad del país)	1979-base 1990-futuro	1.44
Estudio Integral del Transporte en BOLIVIA	37	77 14 300 km2	1977-base 1989,1999-futuros	4.00
Plano Operacional de Transportes BRASIL	72	455 18 700 km2	1974-base 1977,1980, 1985-para análisis	4.22
Estudio Integral del Transporte en PARAGUAY	33	16 25 500 km2	1971-base 1983-futuro	2.08
Estudio Integrado de Transporte URUGUAY	27	38 4 600 km2	1976-base 1995-futuro	2.47

/los distintos

los distintos estudios. Mientras más alto sea el índice, más detallado el estudio. Los valores del índice fluctúan entre un mínimo de 1.44 en el caso del estudio argentino y 4.22 en el estudio brasileño. El grado de detalle del estudio boliviano es muy similar a aquel del brasileño. El resultado más bajo posible es 1.00 y el más alto 5.00.

4.10 Sin embargo, la calidad de los resultados obtenidos depende no sólo del detalle con que se llevaron a cabo los análisis sino además de la calidad de la metodología y de la información. Desde el punto de vista de aquélla el estudio argentino se destaca bastante. Hasta cierto punto, a todos los estudios les faltó información de buena calidad, a unos en mayor medida que a otros. Es probable que el estudio paraguay sea el más deficiente en esta materia, mientras que el brasileño tal vez supere a los demás al respecto. El estudio boliviano también reunió una base de datos relativamente buena, en parte a través de encuestas conducidas por o para el propio estudio.

4.11 Métodos utilizados para la distribución de los viajes. El cuadro 3 contiene una lista de los métodos utilizados para estimar las matrices de carga de los años futuros en los diversos estudios. Los estudios del Brasil y del Paraguay dependieron de la aplicación de factores a las matrices observadas en el año base. El estudio argentino también utilizó este principio relativamente sencillo para los productos distintos de cereales. En otros casos se proyectaron las exportaciones y las importaciones netas para cada producto y cada zona y a partir de ello y de las características de la red de transporte se sintetizaron las matrices. En el estudio uruguayo y en el caso de algunos productos del estudio boliviano se utilizó un programa lineal mediante el cual se derivaron matrices minimizando el costo del transporte a condición de que todas las exportaciones se despachen desde zonas exportadoras netas y de que se suministre a las zonas importadoras netas todo lo que necesitan. En el caso del Uruguay este principio de especificación de las matrices se empleó sin compararlo con métodos alternativos. El estudio uruguayo recurrió ampliamente a técnicas de investigación operativa y la utilización de la programación lineal fue perfectamente compatible con ese criterio general adoptado a través de los análisis. Por otra parte, el estudio boliviano consideró tres métodos posibles de distribución de los viajes y seleccionó el más apropiado para los distintos productos combinando el pragmatismo con la comparación cuantitativa.

Cuadro 3

PRINCIPIOS USADOS PARA LA SIMULACION DE LA DISTRIBUCION FUTURA DE
FLUJOS DE CARGA EN LOS ESTUDIOS NACIONALES ANALIZADOS

Plan Nacional de Transporte ARGENTINA	1. Granos. Se empleó un modelo gravitatorio integrado con el modelo de partición modal y, en mayor parte, doblemente obligado. 2. Otros productos. Se usó un método de factores de crecimiento.
Estudio Integral del Transporte en BOLIVIA	Se empleó tres modelos diferentes, dependiendo del producto: i) minimización de costos (-programa lineal-), ii) distribución proporcional sin referir a los costos de transporte, y iii) el modelo gravitatorio individualmente obligado.
Plano Operacional de Transportes BRASIL	Se empleó el principio de factores de crecimiento, junto con una interpretación de las tendencias probables para proyectar las matrices observadas.
Estudio Integral del Transporte en PARAGUAY	Aparentemente se derivó las matrices del año horizonte aplicando factores de crecimiento a las observadas.
Estudio Integrado de Transporte URUGUAY	Se empleó el principio de minimización de costos (-programa lineal-).

4.12 En el caso de los cereales en el estudio argentino y de algunos productos considerados en el estudio boliviano, se utilizó un modelo gravitacional. Es interesante señalar que en este último estudio, dicho modelo no se aplicó a la distribución de cereales, ya sea maíz, arroz, trigo u otros. Podría haberse hecho, pero se optó por no hacerlo, prefiriéndose en cambio utilizar un programa lineal que estimó el patrón de distribución que minimizaba los costos del transporte. Es posible que haya razones conceptuales válidas para preferir un programa lineal para la distribución de los cultivos de determinados cereales, ya que éstos son relativamente homogéneos y no se justificaría que los consumidores los comprasen en otra parte que no fuese la fuente más cercana.^{24/} Sin embargo, al parecer ni en Argentina ni en Bolivia se hizo una comparación minuciosa entre ambos principios para la distribución de los cereales.

4.13 El modelo gravitacional utilizado en el estudio boliviano se destaca por el hecho de que tiene una sola restricción. Entraña que, pese a que el volumen total de mercancías que pueden despacharse desde cada zona se traslada a otras, no siempre se proporcionan exactamente las cantidades que necesita cada zona; por ejemplo, a algunas zonas se despacharía mayor cantidad del producto en cuestión que la que supuestamente necesitan, mientras que otras zonas recibirían menos. En esta clase de planificación del transporte no es usual utilizar un modelo gravitacional individualmente restringida, si bien éste a menudo se aplica en otros contextos, por ejemplo, para ubicar supermercados. En su mayor parte, la variante utilizada en Argentina estuvo doblemente restringida. Sólo se utilizó una variante individualmente restringida en el caso de los cereales de exportación. En este caso en especial se estimó el volumen total de cereales disponible para la exportación en cada zona y el modelo se restringió en este extremo, esto es, el que representa el punto de producción del viaje, pero no se especificaron las cantidades fijas que deberían despacharse desde puertos determinados. No obstante, en aquellos casos en que, de lo contrario, el modelo habría despachado a través de un puerto determinado un volumen superior a su capacidad, también se impuso una restricción en el extremo de atracción.

^{24/} Se parte de la base de que el costo del transporte varía con la distancia, y que los precios puestos en la granja no varían más de lo que varían los costos del transporte.

4.14 El único otro principio aplicado en los estudios examinados fue el de la distribución proporcional, es decir, la carga originada en cualquier zona se distribuyó a las demás según la intensidad de la demanda en éstas y la carga destinada a cualquier zona se originó en las demás en proporción a los volúmenes generados en ellas. Este modelo no considera los costos de transporte. Sólo se utilizó en Bolivia para los vehículos y repuestos en que la preferencia por una marca es importante. Cuando se trata de repuestos, al consumidor a menudo no le queda otra alternativa que adquirirlos de una fuente determinada, sean cuales fueren los costos de transporte en juego.

4.15 No se puede concluir que un tipo determinado de modelo de distribución sea intrínsecamente más apropiado que otro. Lo más probable es que una clase de modelo dé mejores resultados para algunos productos, mientras que para otros tal vez sea preferible otro tipo. En general, puede sostenerse que el modelo gravitacional daría mejores resultados cuando se trata de productos heterogéneos, por ejemplo, productos químicos, mientras que la programación lineal podría ser más conveniente para productos homogéneos, tales como el carbón para la generación de vapor. Es posible que los métodos basados en factores de crecimiento sean adecuados en los casos en que no haya grandes probabilidades de que la red de transportes experimente cambios marcados en el período abarcado por el estudio, o cuando los costos del transporte dentro del precio global del producto revisten escasa importancia. Sin embargo, en América Latina pocas veces se dan estas condiciones.

4.16 Métodos utilizados para la repartición entre modos de transporte. El cuadro 4 describe el tipo de modelo de repartición entre los modos de transporte utilizado en cinco de los estudios analizados. Esta repartición ha provocado graves problemas en la planificación del transporte en el Cono Sur, debido a que, al parecer, resulta difícil si no imposible ajustar los modelos aplicados de manera que simulen adecuadamente el comportamiento observado. En el Plano Operacional de Transportes de Brasil el intento de ajustar un modelo de repartición entre modos se postergó para una etapa posterior cuando estaba ocasionando apreciables retrasos al estudio. Luego, se abandonó el intento. En el Estudio Integral del Transporte de Bolivia fue imposible ajustar satisfactoriamente un modelo de repartición para los distintos grupos de productos, debido entre otras razones a la falta de suficientes puntos de información, y se resolvió construir el modelo a nivel de dos grandes categorías,

Cuadro 4

PRINCIPIOS USADOS PARA LA SIMULACION DE LA PARTICION MODAL FUTURA
DE FLUJOS DE CARGA EN LOS ESTUDIOS NACIONALES ANALIZADOS

	Tipo de modelo	¿Hubo intento de calibración?
Plan Nacional de Transporte ARGENTINA	Modelo logit	sí
Estudio Integral del Transporte en BOLIVIA	Curvas de repartición bi-modales	sí
Plano Operacional de Transportes BRASIL	1. minimización de costos (-flujos mayores-) 2. partición observada (-flujos menores-)	no -
Estudio Integral del Transporte en PARAGUAY	1. curvas de repartición bi-modales 2. partición observada	no -
Estudio Integrado de Transporte URUGUAY	Minimización de costos	sí

/esto es,

esto es, productos agrícolas y productos no agrícolas. En el Estudio Integrado de Transporte del Uruguay tampoco se logró un ajuste satisfactorio del modelo de repartición entre modos para los productos individualmente considerados, si bien el modelo asignó a cada modo aproximadamente el tonelaje total correcto considerando los productos en su conjunto. En Paraguay, el modelo de repartición se simuló mediante una curva de desviación desarrollada a partir de la experiencia recogida en Francia, al parecer sin ajustarla a las condiciones locales, aunque se partió de la base de que la repartición existente seguiría aplicándose en el futuro en los casos en que no se esperaban grandes variaciones en la competencia entre modos. Sólo en el caso de Argentina se utilizó una forma moderna de modelo multidimensional de repartición entre modos y, según se cree, en este caso tampoco se logró un ajuste totalmente satisfactorio.

4.17 En dos de los estudios, algunas corrientes se dividieron por modo de acuerdo con la elección de modo observada en el año base de los estudios pertinentes. Uno de estos trabajos fue el Estudio Integral del Transporte en Paraguay donde, según se dijo, el modelo sintético de repartición entre los diversos modos sólo se aplicó en los casos en que se esperaba que el equilibrio competitivo entre dichos modos cambiase en el futuro. El segundo fue el Plano Operacional de Transportes, de Brasil, en que se partió de la base de que el transporte ferroviario se haría más atractivo para el movimiento de grandes volúmenes mientras que los pequeños seguirían realizándose por los modos que utilizaron en el año base del estudio.

4.18 Dos estudios realizaron la repartición entre modos utilizando curvas de desviación bidimensionales simples. En un caso, el del Paraguay, las curvas utilizadas se derivaron a partir de la experiencia adquirida en Francia y fueron consideradas aptas a las condiciones locales. En el segundo, que corresponde al estudio boliviano, se hicieron grandes esfuerzos por ajustar las curvas a las condiciones locales, pero como se dijo, no se tuvo mucho éxito respecto de los distintos grupos de productos, en parte por la falta de información en este nivel. Sin embargo, se obtuvo el mismo resultado, esto es, la especificación de las curvas correspondientes a los productos, individualmente considerados, ajustando dichas curvas a dos grupos de macroproductos, los agrícolas y los no agrícolas, y a continuación derivando factores de ajuste para que las curvas correspondiesen a los distintos productos. Aparte de las dificultades de ajuste, que comparten con otros modelos de repartición entre los modos de transporte, no hay duda que las curvas bidimensionales tienen el grave inconveniente de que no pueden aplicarse fácilmente para

/adoptar una

adoptar una decisión entre más de dos modos de transporte. No obstante, tanto en Paraguay como en Bolivia se utilizaron para simular la elección de modo en los casos en que hay tres modos de transporte en juego. En Bolivia, el modelo se utilizó para estimar la repartición modal entre los ferrocarriles, las carreteras y las vías fluviales en una región que actualmente sólo dispone de transporte por agua, pero la cual se propone dotar de nuevos servicios. Valiéndose del criterio de los analistas, el tráfico disponible se dividió entre aquel en que el transporte por agua competiría con los ferrocarriles y aquel en que dicho transporte competiría con las carreteras. Es posible que en el estudio paraguayo se haya utilizado un procedimiento análogo, aunque se desconoce la forma en que el modelo se amplió al caso de los tres modos de transporte.

4.19 Dos estudios, los de Uruguay y Brasil, simularon la repartición entre modos de transporte mediante un modelo que asigna el tráfico al modo de transporte que representa el menor costo de transporte. A través de toda su extensión, el Estudio Integrado de Transporte de Uruguay, recurrió ampliamente al concepto de minimización de los costos, a la distribución, la repartición entre modos y la asignación de los modos se simularon partiendo del supuesto de que el tráfico utiliza la alternativa que se traduce en el menor costo estimado del transporte. Sin embargo, se procuró ajustar el modelo de repartición modificando los costos por tramo hasta que el principio de minimización de los costos reprodujese de la manera más fiel posible la repartición entre modos observada en el año base. Para estos ajustes se utilizaron principalmente los costos de transbordo. Asimismo, se corrigieron los fletes ferroviarios que inicialmente se habían especificado en forma inexacta. Por otra parte, el modelo brasileño no se ajustó. Más bien se basó en la premisa fundamental de que si las tarifas del transporte de carga por todos los modos de transporte reflejasen los costos marginales a largo plazo de la operación (incluidos los impuestos) y si todos los modos funcionasen con el mismo grado (elevado) de eficiencia, los usuarios preferirían el modo que minimizara el costo para los empresarios. Este modelo sólo se aplicó al movimiento de volúmenes grandes y medianos que se juzgó adecuados para el transporte ferroviario.

4.20 El único modelo moderno de repartición entre modos de transporte que se haya usado hasta la fecha en los países del Cono Sur fue el aplicado por el Plan Nacional de Transporte de Argentina, que se describe en el párrafo 3.16 del presente informe.

/El modelo

El modelo se utilizó para dividir el tráfico entre camiones, trenes de carga ordinarios y trenes de carga unitarios.

4.21 El hecho de que los estudios nacionales del transporte llevados a cabo en el Cono Sur no hayan logrado ajustar satisfactoriamente un modelo de repartición entre los modos de transporte, se debe al menos en parte a la definición de costos utilizada al plantear dicha repartición. Casi todos los modelos, cualquiera que sea su especificación, aceptan básicamente como dato los costos que acarrear al usuario los diversos modos alternativos y estiman la repartición entre modos correspondiente. Si los costos que se utilizan como dato no reflejan aquellos considerados por el usuario, es posible que el modelo sea intrínsecamente incapaz a la vez de reproducir correctamente la repartición entre modos observada y de simular de manera adecuada cualquiera repartición futura entre modos. La mayoría de los estudios han procurado ajustar modelos de repartición utilizando costos que incluyen los fletes cobrados y a veces una aproximación de los costos incurridos en el transbordo. En algunos casos, tales como el Plan Nacional de Transporte de Argentina y, en parte, en el Estudio Integral del Transporte de Bolivia, se evaluaron los costos por concepto de intereses durante el tiempo que la mercancía permanece en tránsito. Entre los elementos de los costos que generalmente se han pasado por alto cabe señalar los costos asociados a las pérdidas o destrozos en tránsito y los costos de la falta de confiabilidad.

4.22 Es posible que en algunos casos estos dos últimos elementos de los costos sean muy significativos. Así, si el flete es de \$20, la probabilidad de pérdida 0.1 y el valor de la mercancía transportada \$200, el costo del tránsito incluido el costo de la pérdida es igual al doble del costo del flete por sí solo. La falta de confiabilidad también podría acarrear costos apreciables. Supóngase que se encuentre en tránsito mercancía evaluada en \$1 000 y destinada a su uso en un proceso industrial. Considerando el costo por concepto de intereses de esta mercancía a razón de 10% al año, cada día costaría la suma insignificante de \$0.26. Si la mercancía se necesita para combinarla con otros elementos evaluados en \$1 000 000 en un proceso industrial, el valor de cada día de retraso que se traduzca en inactividad de la línea de producción es de \$261. Si la planta elaboradora ocupa 200 obreros a razón de \$1 000 mensuales, el costo por concepto de mano de obra de cada día de inactividad ascendería a \$9 091. Lo más probable es que esta clase de costos de la inactividad de materiales y mano de obra se deban a un exceso de

/tiempo en

tiempo en tránsito con relación al tiempo en tránsito esperado, esto es, a la falta de confiabilidad del servicio.

4.23 Incorporar de manera estricta éstas y otras consideraciones en un modelo de repartición entre modos de transporte no es tarea fácil, salvo que pueda reunirse un volumen muy grande de información aplicable al caso particular. Sin embargo, como se sugiere en el capítulo 5 del presente informe, puede procurarse hacerlo. Una de las consecuencias de tratar de ajustar modelos de repartición entre modos sin reconocer expresamente todos los factores que contribuyen al costo total para el usuario es que el modelo contiene ciertas rigideces estructurales. Por ejemplo, considérese el caso del Plan Nacional de Transporte de Argentina, para reproducir la repartición observada en el año base, en el ejercicio de ajuste se agregaron a los costos ferroviarios factores relacionados con la "calidad del servicio". El flete correspondiente al traslado de productos de acero, sea por ferrocarril o por carretera, a una distancia de 1 000 kilómetros, sería de aproximadamente 32.5 mil pesos, a los cuales se sumó un factor de "calidad del servicio" de 35(mil) a la alternativa del ferrocarril debido a que se duplica efectivamente el costo de este modo de transporte. En el Estudio Integral del Transporte de Bolivia, se emplearon factores relacionados con la "calidad relativa del servicio percibida" con el mismo fin y con efectos similares muy significativos en el modelo. Para las pasadas del modelo correspondientes a años futuros, dichos factores pueden fijarse en los valores ajustados para el año base, lo que significa que la calidad relativa del servicio ferroviario puede permanecer invariable o bien se pueden cambiar, para lo cual normalmente hay que partir de supuestos discretionales puesto que no siempre dependen de parámetros mensurables.

4.24 Métodos utilizados para la asignación. Como se dijo en el capítulo 3, hay dos amplios grupos de programas de asignación, el más sencillo de los cuales canaliza el tráfico hacia la ruta más económica entre cada zona de origen y destino, mientras que el más complejo lo despliega a través de varias rutas, dado que hay alternativas. Todos los estudios de transporte del Cono Sur analizados, aplicaron el primer sistema. En realidad, en los estudios nacionales de estos países, no tendría mucho sentido utilizar las alternativas más complejas de caminos múltiples,

/salvo en

salvo en casos específicos, dado que, por lo burdo de la red, rara vez hay alternativas viables.^{25/}

4.25 La mayoría de los estudios utilizaron métodos muy aproximados para convertir el movimiento en toneladas a su equivalente en vehículos. Por lo general, las corrientes asignadas a las carreteras simplemente se dividieron por la carga media de camiones, según lo observado en las encuestas realizadas en carreteras. Sin embargo, el Estudio Integral del Transporte en Bolivia se fijó la ambiciosa meta de estimar el movimiento de camiones clasificado en tres categorías de tamaño y también el de camiones vacíos. En el caso boliviano era particularmente importante estimar las corrientes de tráfico con esta minuciosidad debido al empleo del modelo HDM; éste simula el estado de la carretera y estima el costo total incurrido por y para la corriente de tráfico proyectada bajo distintas políticas de mantenimiento y de construcción y para ser plenamente efectivo necesita que las estimaciones de la corriente de tráfico se dividan por tipo de vehículo. Por desgracia, los modelos utilizados en el estudio boliviano no se basan en el comportamiento y aunque pueden ajustarse de manera de reproducir adecuadamente el tráfico del año base por tipo de vehículo, no podía esperarse que lo hiciera exactamente en condiciones diferentes en el futuro. La clasificación de los camiones cargados de acuerdo con el tamaño se basó en el tiempo de viaje entre la zona de origen y la de destino, mientras que el modelo de camiones vacíos se ocupó por separado de cada pareja de zonas (por lo tanto, no consideró la posibilidad de triangularización),^{26/} y convirtió el movimiento de camiones vacíos en función del volumen de tráfico de camiones cargados, modificado según las necesidades para asegurar que la corriente total de camiones de la zona "i" a la zona "j" fuera igual a aquella en dirección contraria. No hay duda que el estudio boliviano procuró resolver dos problemas importante, cuya existencia es prácticamente negada en otros estudios, pero para abordar satisfactoriamente el problema, es posible que haya que desarrollar modelos cuya forma de operar guarde mayor relación con el comportamiento. El capítulo 5 del presente informe sugiere líneas a partir de las cuales podría desarrollarse esta clase de modelo.

^{25/} Los estudios realizados en Argentina y Bolivia asignaron algunos movimientos ferroviarios de acuerdo con el itinerario de los trenes pertinentes, lo que no siempre es el camino considerado más económico entre las zonas de origen y destino según el modelo de transporte.

^{26/} Esto es, la posibilidad de que un camión con base en el punto "A" vuelva a este punto después de haber trasladado una carga al punto "B" a través del punto "C", al cual podría trasladar carga desde "B" o desde el cual podría trasladar carga a "A".

4.26 El Plan Nacional de Transporte de Argentina fue el único estudio analizado que incorporó al modelo de transporte la congestión, y aun en este caso la consideró sólo respecto del tráfico por carretera. El Plano Operacional de Transportes de Brasil evaluó los proyectos de carreteras principalmente sobre la base de la congestión que supuestamente debía producirse en las carreteras existentes a menos que se proporcionase capacidad adicional, pero no consideró la congestión en el modelo de transporte. Aun en el estudio argentino, el modelo de transporte no abordó la congestión en forma conceptualmente satisfactoria, pese a que el principio de la asignación incremental utilizado evita los problemas prácticos que se habrían producido si se hubiese adoptado un método más satisfactorio. Véase el párrafo 3.19 del presente informe. No hay duda de que en el futuro a medida que los niveles de tráfico se eleven hasta colmar la capacidad del sistema de transporte, resultará más importante que antes construir modelos que comprendan la congestión. En el capítulo 5 se trata este problema.

4.27 La identificación de los proyectos que serán analizados. En muchos planes de transporte, tanto nacionales como regionales y urbanos, los proyectos a menudo han sido identificados por diversos interesados, tales como empresas ferroviarias o autoridades de planificación urbana. No hay duda que ello ha hecho que los planes contengan cierto sesgo ya que posiblemente los proyectos considerados no siempre hayan sido los que debían haberse tenido en cuenta. Tal vez se demuestre que es preferible tener un proyecto no óptimo que no contar con ninguno, pero un proyecto óptimo sería aún mejor. El cuadro 5 enumera los principios utilizados para generar proyectos destinados a los planes nacionales de transporte de los países del Cono Sur. Resulta alentador observar que en la mayoría de los casos los proyectos fueron elaborados dentro de los propios estudios mediante la aplicación de los modelos de transporte y de los procesos de evaluación. Sin embargo, la situación no es del todo satisfactoria.

4.28 En los estudios realizados en Argentina y Paraguay se adoptó un procedimiento en virtud del cual se especificaron clases de carreteras representativas, las que se definieron en función del estado actual de la carretera, del nivel y composición del tráfico y de la tasa de crecimiento de éste. A continuación se formularon hipótesis sobre los distintos programas de mejoramiento que podían llevarse a cabo y se calcularon los costos totales descontados, incluidos los costos de construcción

y el funcionamiento de los vehículos. El mejor programa para cada carretera sería aquel que se tradujese en el menor costo descontado. Tramos reales de carreteras se clasificaron de acuerdo con los tipos representativos y el programa de inversiones se definió por lo consiguiente. Este procedimiento efectivamente permite que el propio estudio genere proyectos de manera no sesgada, aunque es algo aproximado en el sentido de que se basa en tramos representativos de las carreteras y no en carreteras reales. El modelo HDM utilizado en el estudio integral del transporte en Bolivia emplea fundamentalmente el mismo principio, si bien con mayores detalles y, a lo menos en algunos casos, se aplicó a carreteras reales y no meramente representativas.

4.29 El Plano Operacional de Transportes de Brasil, también generó proyectos. El tráfico se asignó básicamente sin restricciones, es decir, no limitado por eventuales estrangulamientos de la capacidad, después de lo cual se compararon las corrientes asignadas con la capacidad estimada de cada sección de carretera. Se formularon hipótesis y se evaluaron distintos proyectos de expansión para cada tramo de carretera cuyo movimiento era superior o cercano a la capacidad. Este procedimiento también conduce a que el propio estudio del transporte identifique proyectos. Sin embargo, sólo puede identificar proyectos de expansión de la capacidad y, por ejemplo, no puede identificar proyectos que se justifican sobre la base de la reducción de los costos unitarios de operación cuando no hay congestión, tales como pavimentar una carretera de grava.

4.30 El Estudio Integrado de Transporte del Uruguay identificó los proyectos básicamente de la misma manera que los estudios de Argentina y Paraguay, si bien consideró secciones de carreteras reales y la red en su conjunto lo que, por ejemplo, permitió que el tráfico fuese atraído hacia un tramo mejorado desde otros tramos competidores. Se utilizó un modelo de optimización que acepta como dato un proyecto posible para cada tramo de la red. El modelo tiene en cuenta combinaciones sucesivas de proyectos (cuyo costo en conjunto, no sería superior a un límite presupuestario especificado) y elige la combinación que minimiza los costos de transporte. El modelo se aplicó varias veces especificándose distintos proyectos para los tramos de la red. Puede estimarse que genera proyectos, si bien lo hizo de manera aproximada, por ejemplo, sin considerar la congestión y debido al elevado costo de la computación debió utilizarse con menor grado de detalle que el originalmente previsto.

4.31 La única oportunidad en que los proyectos de carreteras fueron especificados al grupo encargado de realizar el estudio, fue en el Estudio Integral del Transporte de Bolivia, y aun en este caso el modelo HDM identificó más bien proyectos de mejoramiento y reconstrucción que de construcción. Resulta muy difícil desarrollar medios en virtud de los cuales el propio estudio de transporte genere proyectos en forma completa y confiable, aunque indudablemente éste es un objetivo digno de mérito. Si se perfeccionara un poco, por ejemplo, considerando la posibilidad de construcción por etapas, el método utilizado en la primera fase del Plan Nacional de Transporte argentino resultaría bastante atrayente. Sin embargo, de ninguna manera podría simular la desviación del tráfico hacia los tramos mejorados a partir de otros puntos de la red. El modelo utilizado en Uruguay lo hace, pero tiene limitaciones prácticas en la forma en que fue aplicado ya que, por ejemplo, sólo consideró un número relativamente reducido de proyectos para cada tramo. No obstante podría generalizarse, por ejemplo, incluyendo tramos "simulados" en los ejes en que actualmente no hay servicios de transporte a fin de poder identificar aquellos proyectos que verdaderamente constituyen nuevas construcciones y no son un mejoramiento de los caminos existentes.

4.32 La evaluación de proyectos y la elaboración de programas de inversión. El cuadro 6 contiene una lista de los criterios básicos utilizados por los distintos estudios para la evaluación de proyectos. Cuatro de estos estudios evaluaron todos los proyectos mediante métodos basados en el principio del excedente del consumidor (que se redujo al ahorro de costos en los casos en que no eran aplicables ni el tráfico desviado ni el generado). El quinto estudio, que es el Estudio Integral del Transporte en Bolivia, también evaluó la mayoría de los proyectos de acuerdo con este principio, pero en las zonas menos desarrolladas del país aplicó un sistema de puntaje habiendo llegado a la conclusión de que el principio del excedente del productor, que pensaba utilizarse para evaluar estos proyectos, no sería suficiente por razones prácticas propias del caso boliviano. Ninguno de los estudios incorporó a la metodología de evaluación consideraciones sociales, políticas o estratégicas, si bien dichos aspectos solieron tenerse presentes de manera subjetiva al elaborarse los programas de inversión. Uno de los problemas con que se tropezó en la mayoría si no en todos los estudios, consistió en que el presupuesto de inversión disponible no bastaba para abarcar todos aquellos proyectos que se estimaba justificados a la tasa de descuento adoptada, si bien algunos de los estudios no se abocaron expresamente a esta cuestión.

Cuadro 5

MECANISMOS APROVECHADOS PARA IDENTIFICAR PROYECTOS

Plan Nacional de Transporte ARGENTINA	Proyectos generalmente generados internamente por los análisis
Estudio Integral del Transporte en BOLIVIA	1. Proyectos de construcción identificados por organismos modales 2. Proyectos de mejoramiento identificados internamente por los análisis
Plano Operacional de Transporte BRASIL	Proyectos generados internamente por los análisis
Estudio Integral del Transporte en PARAGUAY	Proyectos generados internamente por los análisis
Estudio Integrado de Transporte URUGUAY	Proyectos generalmente generados internamente por los análisis

Cuadro 6

PRINCIPIOS USADOS EN LA EVALUACION DE PROYECTOS VIALES
EN LOS ESTUDIOS NACIONALES ANALIZADOS

Plan Nacional de Transporte ARGENTINA	Principio del excedente del consumidor, aplicado a proyectos tipo
Estudio Integral del Transporte en BOLIVIA	1. Excedente del consumidor para proyectos en regiones desarrolladas 2. Excedente del productor combinado en un esquema de puntaje para proyectos en regiones menos desarrolladas 3. Modelo HDM para proyectos de diseño y mantenimiento
Plano Operacional de Transporte BRASIL	Principio del excedente del consumidor simplificado
Estudio Integral del Transporte en PARAGUAY	Principio del excedente del consumidor, aplicado a proyectos tipo
Estudio Integrado de Transporte URUGUAY	Principio del excedente del consumidor, aplicado parcialmente de manera inexacta

4.33 Como se expresa en el párrafo 4.28, dos estudios, los de Argentina y Paraguay, identificaron los proyectos refiriéndose a tipos de carretera representativos. Este método también proporciona estimaciones de los beneficios económicos de los proyectos identificados. Los medios mediante los cuales se estimaron los beneficios en ambos casos, varían ligeramente en el detalle. El estudio argentino utilizó una versión más general de este método y en el cálculo de beneficios reconoció ciertos factores tales como los costos de la congestión del tráfico y de los accidentes, que no se tuvieron presentes en el estudio paraguayo. No obstante, estos factores se abordaron en forma muy arbitraria y aproximada. En otros sentidos, la versión utilizada en el Paraguay fue más depurada y, por ejemplo, tuvo en cuenta la posibilidad de construcción por etapas.

4.34 Como se dijo, el Estudio Integrado de Transporte de Uruguay, definió el estado preferido de la red mediante un modelo de optimización. Cada uno de los proyectos relacionados con esta red fue evaluado mediante un sencillo método basado en el excedente del consumidor, que no estaba muy perfeccionado y se ocupaba del tráfico desviado de manera conceptualmente inexacta.

4.35 En el Plano Operacional de Transportes los proyectos de carreteras se evaluaron mediante un método desarrollado por el Brazil Transport Survey, que se llevó a cabo en el período comprendido entre 1966 y 1969. El método entraña el uso del concepto de "comprimentos virtuais", o distancias efectivas, mediante el cual se estiman los costos de operación de los vehículos en cualquier sección de la carretera estableciendo la distancia efectiva (desde el punto de vista de los costos de operación) de la carretera en relación con un kilómetro de carretera llana pavimentada en buen estado y sin congestión. La mayoría de los proyectos de carreteras evaluados en el estudio brasileño entrañaban proporcionar capacidad adicional y su justificación se basaba principalmente en los costos de la congestión que supuestamente habrían de producirse en caso de que no se proporcionase dicha capacidad. Los proyectos no consistentes en carreteras no fueron objeto de una evaluación económica.

4.36 Desde el punto de vista de la evaluación de proyectos, el Estudio Integral del Transporte en Bolivia fue el estudio nacional de transporte más completo que se haya realizado en el Cono Sur. Para seleccionar los proyectos de construcción de carreteras que deberían incluirse en las redes respecto de los cuales se hicieron pasadas del modelo de transporte, se utilizó un procedimiento inicial de selección.

/Este equivale

Este equivale fundamentalmente a calcular una tasa de retorno para el primer año, en que el tráfico estimado se basa en la evolución anterior en vez de emanar del modelo de transporte. De esta manera, sólo se incluyeron en la red los proyectos que tenían buenas posibilidades de demostrar su viabilidad. Por lo tanto, los pronósticos de tráfico hechos por el modelo respecto de los proyectos incluidos de esta manera se tornaban más confiables, puesto que se habría descontado la influencia de los proyectos no viables con pocas posibilidades de llevarse a cabo.

4.37 La característica fundamental de la principal etapa de evaluación del estudio boliviano consistió en su intento de evaluar todos los proyectos, fuesen de carreteras, ferrocarriles, vías fluviales o transporte aéreo, de manera comparable, a fin de poder optimizar el programa de inversión recomendado al incluir todos los proyectos económicamente más convenientes, sea cual fuere el modo de transporte. Por algunas razones, este intento no fue del todo exitoso, por ejemplo, como se observó, no podía confiarse en los resultados de las evaluaciones basadas en el excedente del productor. Por esta razón, los proyectos de las zonas menos desarrolladas se evaluaron mediante un sistema de puntaje que no se tradujo en la estimación de los beneficios en un equivalente en dinero, como aquellos calculados para otras clases de proyectos. Los beneficios de todos los demás proyectos carreteros se expresaron en función del valor actual neto a una fecha base común y a una tasa de descuento también común. De esta manera podían analizarse aplicando el procedimiento de asignación presupuestaria mencionado en el párrafo 3.26 del presente informe. Este procedimiento selecciona el conjunto de proyectos para cada período que maximice el valor actual neto sujeto a las restricciones presupuestarias especificadas para cada período.

4.38 Por lo general, los demás estudios debieron confrontar el mismo problema resuelto de esta manera por el Estudio Integral del Transporte de Bolivia. Sin embargo, lo hicieron ya sea en forma menos satisfactoria o bien no abordaron expresamente el problema. Los métodos utilizados variaron de un caso a otro, siendo unos más aceptables que otros. El Estudio Integrado del Transporte en Paraguay simplemente estimó las corrientes de tráfico por tramo de carretera de seis maneras diferentes que dieron por resultado seis estimaciones de tráfico por tramo. Respecto de cada tramo se calcularon los niveles mínimos de tráfico para justificar determinados proyectos. El programa de inversiones se elaboró incluyendo primero todos

/los proyectos

los proyectos que podían justificarse teniendo en cuenta sólo los pronósticos de tráfico más bajos para cada tramo y se completó hasta agotar los recursos disponibles, considerando el segundo pronóstico de tráfico más bajo para cada tramo, y así sucesivamente. Otro ejemplo es el Plano Operacional de Transportes de Brasil en el cual simplemente se estimó el año óptimo de iniciación de cada proyecto de carretera evaluado y se hizo una lista de todos aquellos que deberían llevarse a cabo en el período hasta el último año futuro analizado en el estudio, sin considerar expresamente el problema de la disponibilidad de recursos de inversión.^{27/} En este estudio, los proyectos no consistentes en carreteras se evaluaron mediante principios no económicos que impidieron formular un programa de inversiones en transporte plenamente integrado (debido a la incompatibilidad de los criterios de evaluación).

4.39 En la primera fase del Plan Nacional de Transporte de Argentina sólo se evaluaron algunas clases de proyectos de carreteras (y de ferrocarriles) y se incluyeron todos aquellos que demostraron ser viables a la tasa dada de descuento en el programa de inversiones sugerido. Los proyectos en sí sólo representaron una proporción del programa total de inversiones y, una vez demostrada su viabilidad a la tasa dada de descuento, fueron asignados por año en un programa de inversiones de acuerdo con sus años óptimos de iniciación sin considerar expresamente las limitaciones presupuestarias. El programa total se elaboró incluyendo los proyectos que se consideraron económicamente viables sin evaluarlos y aquellos que se estimaron convenientes por otras razones.

4.40 En la mayoría de los estudios los analistas debieron incluir en sus programas de inversiones proyectos que ya habían sido autorizados. Por ejemplo, en el estudio boliviano, dichos proyectos representarían cabalmente la más baja de tres estimaciones independientes de los recursos de inversión para proyectos de transporte en los próximos años y ésta fue una razón de peso por la cual dicha estimación no fue considerada al elaborar el programa de inversiones sugerido.

^{27/} Para este estudio se propuso seleccionar los proyectos sujetos a restricciones presupuestarias considerando dos límites alternativos, pero de hecho no se procedió de esta manera.

5. Problemas metodológicos con que tropiezan los estudios nacionales de transporte de los países del Cono Sur

5.1 Sería muy difícil estimar hasta qué punto cada estudio nacional de transporte realizado en el Cono Sur ha logrado éxito aunque se dispusiera de información completa sobre los objetivos fijados y los resultados alcanzados respecto de todos ellos.^{28/} No se dispone de dicha información para todos los estudios y probablemente nunca se dispondrá de ella. Sin embargo, algunos estudios han logrado claramente más éxito que otros. Entre los que han logrado mayor éxito figura el Estudio de Transporte del Brasil que no sólo ejerció una fuerte influencia en el desarrollo del sistema carretero brasileño durante los primeros años del decenio de 1970 ^{29/} sino que también contribuyó eficazmente al establecimiento del GEIPOT como institución permanente de planificación del transporte. Por lo tanto, podría decirse que ha dejado una huella permanente sobre la planificación del transporte en ese país.

5.2 No es posible examinar las características particulares de cada estudio y compararlas con el grado de éxito alcanzado y, en consecuencia, derivar una receta para lograr éxito. En cambio, es posible examinar críticamente tanto los aspectos metodológicos como generales de diferentes estudios y sugerir cuáles habrían contribuido al éxito del estudio respectivo y cuáles habrían surtido el efecto contrario. En este informe nos concentramos en asuntos metodológicos. La metodología puede afectar el éxito de diversas maneras. En primer lugar, influye directamente en la calidad de los resultados obtenidos. Asimismo, está relacionada con el costo de alcanzar un resultado de determinada calidad. Además, especial importancia tiene la medida en que la metodología utilizada es compatible con el medio en que se aplica; por ejemplo, algunas metodologías son menos exigentes en materia de necesidades de datos que otras y son aplicadas en forma más fácil por profesionales y técnicos no capacitados a nivel formal en la ciencia del transporte.

^{28/} Véase el anexo 3.

^{29/} Esta concentración en el transporte por carretera fue criticada posteriormente dentro del Brasil en el contexto de la llamada crisis de la energía, ya que el país es un importador neto de petróleo. Sin embargo, habría sido muy difícil que el Estudio de Transporte del Brasil hubiera previsto la forma repentina en que se deterioró la situación de suministro de petróleo en 1973 y 1974

Evidentemente, una metodología que necesita menos insumos y que es aplicada más fácilmente por los especialistas a quienes les falta dicha formación ha de ser preferida frente a otra que presente las características opuestas.

5.3 En el presente capítulo se identifican algunos problemas y, en los casos en que ello es posible, se sugieren soluciones; el análisis se concentra en las soluciones que entrañan una transferencia de técnicas de un país del Cono Sur a otro, fomentando con ello un incremento de la autosuficiencia subregional en la esfera de la planificación del transporte, dentro del contexto general de la cooperación técnica entre los países en desarrollo. Sin embargo, no tendría mucho sentido sugerir una solución subregional cuando existe una opción obviamente preferible en otra parte.

5.4 Los problemas identificados son los siguientes:

- i) La dificultad de manejo de las metodologías para estimar las exportaciones netas y las importaciones netas por zona, etapa N° 2, en el gráfico 1;
- ii) La dificultad experimentada al ajustar los modelos de repartición modal;
- iii) La falta de coherencia entre las diferentes etapas del modelo de transporte;
- iv) El empleo de técnicas no fundadas en el comportamiento;
- v) La discrepancia frecuente entre los principios de evaluación utilizados para la planificación del transporte y los objetivos socioeconómicos de los países;
- vi) El carácter rudimentario de la mayoría de los métodos de formulación de planes de inversión;
- vii) El empleo de definiciones inadecuadas de costo en la evaluación económica;
- y
- viii) El no reconocimiento de la congestión.

En algunos casos, los estudios pueden ser criticados sobre la base de que se hicieron suposiciones aparentemente poco razonables o que se emplearon métodos de estimación erróneos o excesivamente aproximativos. Tales cuestiones afectan la calidad de los resultados, pero no son abordadas en el presente informe.

5.5 La dificultad de manejo de las metodologías para estimar las exportaciones e importaciones netas por zona

5.5.1 La estimación del excedente de producción de cualquier zona para exportación a otras zonas y que las correspondientes necesidades de consumo zonal sean satisfechas mediante importaciones netas desde otras zonas es un ejercicio que demanda mucho tiempo y que exige grandes cantidades de datos y recursos humanos capacitados. Los continuos progresos realizados en la construcción de modelos y en la ciencia de la computación han permitido disminuir los recursos dedicados a los diferentes componentes de los modelos. Sin embargo, los recursos que se dedican al modelo "superávit-déficit" continúan siendo elevados y así continuarán en el futuro, a menos que se introduzcan cambios fundamentales en la forma en que se estructuran los estudios de transporte. De este modo, es probable que sea cada vez más importante que se hagan economías en este campo.

5.5.2 El modelo superávit-déficit exige una gran cantidad de datos sobre:

- superficies sembradas con diferentes cultivos en cada zona, y las estimaciones correspondientes de las cosechas;
- información correspondiente sobre productos lácteos y cárnicos y sobre minería;
- ubicación y capacidad de las fábricas;
- procesos industriales, y en especial, coeficientes de transformación;
- distribución de la población y el ingreso;
- consumo por habitante de diferentes productos;
- movimiento portuario de diferentes productos.

Estos datos son normalmente complementados por estadísticas de transporte ferroviario (y a veces de transporte fluvial) y las conclusiones de entrevistas sobre origen y destino realizadas en las carreteras, de cuyos datos es posible verificar que el modelo superávit-déficit es válido en las condiciones existentes.^{30/}

Algunos de estos datos se reúnen normalmente como parte de programas regulares, por ejemplo, los relativos a corrientes ferroviarias y movimientos portuarios, pero muchos no lo son. Los que se reúnen normalmente a menudo no son utilizables

^{30/} Normalmente no es suficiente construir matrices de origen-destino a partir de la información obtenida en entrevistas debido a dificultades en seleccionar una muestra suficientemente representativa. La variación estacional de las corrientes de determinados productos es una de esas dificultades.

directamente por el estudio de transporte y deben ser respaldados por información suplementaria. En la medida en que los datos necesarios no son normalmente reunidos en una forma utilizable, el equipo de analistas contratado para el estudio debe ocuparse de reunirlos. La mayoría de los estudios nacionales de transporte en América Latina han sido realizados por consultores extranjeros que perciben elevadas remuneraciones y por lo tanto es particularmente importante utilizar en la forma más eficaz posible este recurso escaso.

5.5.3 Normalmente se reconoce como objetivo conveniente que la planificación del transporte se lleve a cabo en forma ininterrumpida, más bien que como un ejercicio intensivo repetido cada diez años más o menos. Algunos especialistas en esta esfera, cuyas opiniones no han de considerarse como extremistas ni alarmistas consideran que "la era de un ejercicio esporádico de construcción de modelos de transporte en gran escala probablemente haya terminado. La elaboración de un modelo de transporte definitivo, amplio y sólidamente fundado en el comportamiento ya no parece viable o conveniente. Los paradigmas resultantes parecen subrayar la necesidad de una actualización periódica de planes y pronósticos ..."31/

5.5.4 Sin embargo, aunque es razonable, el objetivo de que la planificación del transporte se lleve a cabo como un ejercicio continuado y no a través de esfuerzos esporádicos en gran escala, no es fácil de alcanzar en América Latina por diversas razones, tales como los cambios en el plano político, oscilaciones en las asignaciones presupuestarias para planificación del transporte y la relativa falta de planificadores de transporte adecuadamente calificados. Así, pues, es posible que, en algunos países, todavía se siga dependiendo por varios años de los ejercicios de planificación en gran escala, llevados a cabo con la ayuda de consultores extranjeros. Sin embargo, si se reconoce la conveniencia de que la planificación se trate como un ejercicio continuo y es de esperar que dicho reconocimiento produzca frutos en los años venideros, se podría justificar que se reuniera y elaborara la información necesaria para el mantenimiento de un modelo superávit-déficit actualizado sobre una base continua. Si se introdujera un sistema adecuado para reunir la información necesaria a través de entidades tales como los

31/ Profesor Luis G. Willumsen, en Transportation 10 (1981), Elsevier Publishing Company, Holanda, pág. 276.

Ministerios de Agricultura, Minería, Industria, Hacienda, y Asuntos Sociales, y asociaciones comerciales, la Oficina de Censos, etc., los costos de mantener el modelo continuamente actualizado podrían ser comparativamente pequeños.

5.5.5 Por otra parte, ya sea que la planificación nacional del transporte se emprenda sobre una base continua o como una actividad esporádica realizada de vez en cuando, se puede justificar la preparación y aplicación de metodologías de planificación más sencillas para obviar la necesidad de elaborar modelos superávit-déficit. Si la planificación fuera continua, podrían idearse métodos más sencillos para mantener actualizadas las matrices de origen-destino sin necesidad de recurrir ni siquiera a la recopilación de datos y el ulterior análisis de tareas mencionado en el párrafo 5.5.4. Incluso si se llevara a cabo la planificación mediante ejercicios esporádicos en gran escala, podrían establecerse medios para estimar matrices de origen-destino (y refinar las ya existentes) sin necesidad de recurrir a costosos estudios encargados especialmente y evitar una ardua elaboración de datos. Existen métodos tanto para actualizar matrices anteriores de origen-destino como para elaborar tales matrices a partir de cero que se basan en los datos sobre el recuento de tráfico más bien que en la información reunida mediante entrevistas.

5.5.6 Existe más de una variante de cada método basado en recuentos de tráfico.^{32/} Las primeras tentativas de hacerlo suponían que el comportamiento de hacer viajes puede explicarse mediante un modelo de tipo gravitacional, para lo cual se estimaba para cada zona la magnitud de aquellas variables de las que se suponía dependían la atracción y generación de viajes, por ejemplo, la población y el empleo (para un modelo que se proponía representar los movimientos urbanos para las horas de máximo tráfico). A continuación se determinaba, normalmente mediante técnicas de regresión, tanto la propensión a generar y a atraer viajes como el parámetro de la función de disuasión, es decir la función $f(c_{ij})$ mencionada en el párrafo 3.9. De los otros métodos para elaborar matrices de viaje a partir de información de recuento que han aparecido en años recientes los más atractivos, sin embargo, parecerían ser aquellos basados en el concepto de "maximización de

^{32/} Véase Estimation of an O-D matrix from traffic counts - A review, por L.G. Willumsen, Working Paper No. 99 del Institute for Transport Studies, University of Leeds, Inglaterra.

entropía". La derivación matemática de matrices de origen-destino a partir de información de recuento por la vía de la maximización de entropía es demasiado compleja para ser explicada en el presente informe,^{33/} pero la idea básica equivale a la selección de la matriz más probable sujeta a diversas restricciones que podrían imponerse. La matriz más probable se define como la que puede ocurrir en el mayor número de diferentes medios sujetos a las restricciones.^{34/} Cuando se aplican a la estimación de la matriz a partir de los recuentos de tráfico, las restricciones son las siguientes:

$$V_a = \sum_{i,j} P_{ij}^a \cdot T_{ij}$$

en la que V_a = tráfico en el tramo "a"

P_{ij}^a = proporción de los viajes de "i" a "j" que usan el tramo "a" (obtenida de un modelo de asignación).

T_{ij} = número de viajes de "i" a "j".

Una de las mayores atracciones del concepto de derivar modelos de transporte mediante la maximización de entropía es que por lo general se puede utilizar toda la información disponible, tal como, por ejemplo, el número de viajes generados en zonas particulares o atraídos hacia ellas. Asimismo, es posible incorporar información de una matriz de viajes existente y obsoleta que se desee actualizar.

5.5.7 La idea de elaborar matrices de viaje a partir de información sobre el recuento de tráfico fue generada originalmente por la necesidad de simular movimientos de automóviles en ciudades de países desarrollados. Los métodos no fueron elaborados teniendo presente el objetivo de simular corrientes de carga a nivel nacional en América Latina. Sin embargo, algunos métodos han sido aplicados, principalmente a nivel urbano. La opción de maximización de entropía ha sido utilizada en el Reino Unido, Sudáfrica e Irlanda. Sería prematuro proponer que

^{33/} Véase, por ejemplo, el documento antes citado de Willumsen, así como The Most Likely Trip Matrix Estimated From Traffic Counts, de Van Zuylen y Willumsen, en Transportation Research Vol. 14B, Pergamon Press, Inglaterra, pp. 281 y 293.

^{34/} El lector interesado que desee informarse más acerca de la base fundamental de la maximización de entropía en la esfera de la construcción de modelos de transporte debería remitirse a Entropy in urban and regional modelling, de A.G. Wilson, University of Leeds, publicado por Pion Limited, Londres, 1970.

esos modelos se aplicaran en forma útil a la planificación nacional de transporte en América Latina, pero representan una línea de pensamiento que debería seguirse investigando pues los beneficios potenciales son importantes. Entre los aspectos que habría que estudiar a fondo antes de cualquier aplicación a la planificación del transporte a nivel nacional figuran los siguientes:

- i) Si deberían elaborarse los modelos para un solo modo, por ejemplo, carreteras, o para todos los modos en conjunto. Parecería lógico considerar todos los modos conjuntamente para que la matriz resultante sea más útil en general. Ello exigiría que se hiciera un modelo para el movimiento de productos más bien que de vehículos.
- ii) Si deberían definirse los modelos, de ser elaborados para un modo en particular, en términos de productos o tipos de vehículo. Evidentemente, si fueran elaborados para productos, la información sobre el recuento de tráfico tendría que ser complementada por alguna información de entrevistas con objeto de determinar el carácter de los productos que se transportan. Se podría preguntar también a los conductores sus orígenes y destino. El modelo podría utilizar esta información preliminar de la matriz de viajes y luego mejorarla a la luz de la información sobre recuentos de tráfico.
- iii) Medios adecuados de proyectar las matrices elaboradas a años futuros.

5.6 La dificultad experimentada al ajustar los modelos de repartición modal

5.6.1 Como ya se mencionó, todos los estudios nacionales de transporte analizados tropezaron con graves dificultades al ajustar el modelo de repartición modal. En un caso, ni siquiera se intentó realizar dicho ajuste. La repartición modal constituye evidentemente un componente fundamental de la planificación del transporte y si el modelo de repartición modal elaborado no es confiable, es probable también que algunos de los resultados del estudio de transporte sean poco fiables y posiblemente no lo suficientemente buenos como para servir de base para la planificación del transporte. Cabe señalar que algunos estudios evaluaron proyectos, tales como la construcción de vías férreas y carreteras en zonas atendidas actualmente sólo por transporte acuático así como la rehabilitación del sistema ferroviario, siendo que eran particularmente sensibles a los pronósticos de repartición modal.

5.6.2 En la mayoría de los modelos elaborados se ha supuesto que la repartición modal es una función del flete cobrado por cada modo; sin embargo, a veces se han tenido en cuenta explícitamente los costos de transbordo, en los casos en que eran pertinentes, y los costos de interés de las mercancías en tránsito. En el párrafo 4.22 se señala la importancia, en casos ilustrativos, de la probabilidad de pérdidas o roturas en viaje y los costos de demora por encima de los costos de interés sobre las propias mercancías en tránsito. Es probable que se produzca retrasos de este último tipo especialmente cuando el servicio respectivo es poco confiable, es decir, cuando existe un elevado grado de variación del tiempo efectivo de llegada respecto del tiempo previsto de llegada. A menos que esos factores se incluyan en los costos insumidos en el modelo de repartición modal es poco probable que el modelo pueda simular adecuadamente la repartición modal, por muy refinada que sea la formulación exacta del modelo. La omisión de estos y otros factores de la definición de costos utilizados como insumo de los modelos de repartición modal utilizados en el Cono Sur probablemente sea una de las razones más importantes por las que se ha experimentado extrema dificultad al ajustarlos a la situación del año base y por las que ha sido necesario introducir elementos arbitrarios en la formulación de la repartición modal a fin de reproducir adecuadamente esta situación.

5.6.3 Para aumentar la capacidad explicativa de los modelos de repartición modal, sería necesario reconocer, por lo menos, las siguientes consideraciones:

- i) Pérdidas y roturas en viaje, que podrían depender de: tipo de producto, tipo de embalaje, distancia viajada por cada modo y número de puntos de transbordo.
- ii) La probabilidad de demora excesiva, o la desviación estándar de los tiempos de llegada respecto de las medias correspondientes, que podrían depender del modo utilizado, el tiempo medio de viaje y el número de puntos de reclasificación o transbordo.
- iii) Tamaño y frecuencia de los despachos.^{35/}

^{35/} El tamaño de los despachos fue reconocido, aunque de manera aproximada y poco flexible, en la primera etapa del Plan Nacional de Transporte de la Argentina.

De este modo, la cantidad de datos extraordinarios que tendrían que reunirse sería considerable. Sin embargo, cabe preguntarse si sería realmente útil emplear modelos de repartición modal que no tengan en cuenta tales consideraciones. No reconocer los factores antes enumerados puede dar por resultado un modelo de repartición tan inexacto y tan insensible a los cambios de política que prácticamente no tenga utilidad. La planificación del transporte basada en tales modelos de repartición modal inexactos puede no tener por sí sola ninguna utilidad real dado que la repartición modal es una parte tan primordial de la planificación del transporte. Aunque resulte alarmista decir que si no es posible producir mejores modelos de repartición modal se debería asimismo olvidar la planificación del transporte (a largo plazo), es preciso añadir que sería útil investigar el efecto de los cambios en la repartición modal durante la evaluación de proyectos y dar preferencia a aquellos proyectos cuya viabilidad depende menos de los resultados del modelo de repartición modal que otros.

5.6.4 Al parecer habría buenas razones para realizar una investigación detallada, en las condiciones latinoamericanas, de los verdaderos determinantes de la repartición modal para el tráfico de carga. Habiendo identificado las variables independientes influyentes, se obtendrían todos los datos necesarios para elaborar un modelo de repartición modal que las incorporara y se podría así construir y ajustar el modelo adecuado. Se podría también examinar las repercusiones de prescindir de ciertos factores determinantes que se han demostrado que influyen en las decisiones de repartición modal contruyendo modelos alternativos. Se podría optimizar la especificación del modelo comparando los beneficios que se derivarían de la inclusión de factores adicionales con los costos marginales que entrañaría su inclusión.

5.6.5 Es probable que los encargados de adoptar decisiones no técnicas hayan tenido un falso sentido de confianza en los resultados de algunos modelos de repartición modal elaborados en el pasado. Como se señaló en el capítulo 3, siempre es posible elaborar un modelo que reproduzca razonablemente bien el comportamiento observado incluyendo en la formulación factores arbitrarios de ajuste que no tienen ningún fundamento en el comportamiento pero que permiten que el modelo reproduzca la situación del año base. Por ejemplo, una función de repartición modal podría ajustarse utilizando datos para todos los productos en conjunto y después se comprueba que no simula bien la repartición modal en el año básico para productos

/específicos. En

específicos. En este caso, se puede agregar un incremento a los costos de uno u otro de los modos hasta que la repartición observada resulte bien simulada. Tales incrementos son incluidos simplemente porque el modelo no reproduciría el comportamiento sin ellos, y equivalen a las variables ficticias utilizadas en el análisis de regresión. Probablemente representan una amalgama de factores tales como la susceptibilidad del producto respectivo a las roturas en viaje si fuera enviado por un modo determinado, o el hecho de que es enviado en volúmenes pequeños inadecuados para ciertos modos. En el futuro, el mismo producto puede ser transportado en mejores embalajes, que reduzcan su propensión a las roturas en viaje, o en mayores volúmenes. Si se utilizara la misma forma de modelo para los análisis de años futuros, produciría resultados inexactos. Los incrementos agregados a los costos podrían ser variados, pero el analista no tendría una base firme para estimar el tamaño de la variación necesaria. En este caso los resultados también serían inexactos y susceptibles de manipulación por parte del analista.

5.7. La falta de coherencia interna en el modelo de transporte

5.7.1 Los modelos de transporte de la generación actual efectivamente consideran la distribución y la repartición entre modos de transporte como parte de la misma decisión, lo que es compatible con la teoría del comportamiento económico por cuanto los productores maximizan las utilidades considerando todas las opciones de que disponen más bien que sólo un conjunto limitado de ellas. La índole integrada de los modelos se subraya en la siguiente explicación, necesariamente matemática.^{36/} La distribución de viajes está dada por el modelo gravitacional definido en el párrafo 3.9 del presente informe, salvo que se incluye una forma específica, más bien que general, de la función de disuasión:

$$T_{ij} = A_i B_j O_i D_j e^{-C_{ij}/n}$$

en la que los términos son los definidos en el párrafo 3.9. Si utilizamos el índice superior "k" para denotar el modo "k" y la falta de dicho índice para indicar que estamos hablando de todos los modos en conjunto, la repartición modal

^{36/} Esta explicación está basada en la desarrollada en Urban and Regional Models in Geography and Planning, por A.G. Wilson, Wiley, Londres, 1974.

está dada por

$$\frac{T_{ij}^k}{T_{ij}} = \frac{e^{-\lambda c_{ij}^k}}{\sum_k e^{-\lambda c_{ij}^k}}$$

y los costos modales están relacionados con el costo utilizado en el modelo de distribución por

$$e^{-\lambda c_{ij}^k} = \sum_k e^{-\lambda c_{ij}^k}$$

5.7.2 Esta formulación integrada presenta varias ventajas, incluidas las siguientes:

- i) Dado que el modelo gravitacional utilizado para distribución puede expresarse en términos de los costos de cada uno de los modos disponibles, se asegura la coherencia entre la distribución y la repartición entre modos de transporte.
- ii) En general, los expedidores en cualquier zona "i" consideran donde enviar sus productos no sólo sobre la base de cuál modo es el más barato en promedio entre la zona "i" y las posibles zonas de destino, es decir, el principio que es inherente a muchos modelos de distribución, incluidos algunos usados en el Cono Sur. Consideran también cuántos modos están disponibles entre "i" y las posibles destinaciones, por razones de seguridad, por ejemplo, si una huelga, una inundación u otro suceso imprevisible hiciera que un modo fuera inoperante. Asimismo, si entre la zona "i" y cualquier zona "j" otro modo es casi tan barato como aquel que es el más barato como promedio, este otro modo podría ser el más barato desde el punto de vista de un expedidor particular, que no esté ubicado donde se supone que está el centro de gravedad (-centroide-) de la zona "i" ni desea enviar carga al centro de gravedad de la zona "j" (o que podría diferir del promedio en otros aspectos). De este modo la distribución debería basarse no sólo en el costo de un modo sino en los costos de todos los modos disponibles (a menos que se construya un modelo del comportamiento individual).

Un modelo del tipo descrito en el párrafo 5.6.5 ha sido utilizado sólo una vez a nivel nacional en el Cono Sur, para cultivos de granos en el Plan Nacional de Transporte de Argentina. En ningún otro caso hubo plena coherencia entre los modelos de distribución y de repartición entre modos de transporte.

/5.7.3 Para

5.7.3 Para los productos distintos de los granos, el estudio argentino derivó matrices del año de proyección mediante un principio de factor de crecimiento y utilizó la formulación de repartición modal del párrafo 5.6.5 para simular la elección modal. De este modo, la futura repartición modal simulada reflejó los cambios en la accesibilidad a partir del año base mientras que la pauta de distribución no lo hizo. En el Brasil y el Paraguay las futuras matrices fueron proyectadas mediante métodos de factores de crecimiento formales e informales mientras que la repartición modal se basó algunas veces en la repartición modal existente y otras en supuestos considerados adecuados; en el Paraguay estos métodos involucraron una curva de desviación basada en los costos relativos y en el Brasil, se empleó un principio de minimización de costos. En ambos casos los componentes sintéticos de la repartición modal no habrían concordado con la distribución. En el caso brasileño el análisis de la repartición modal supuso que el transporte ferroviario se tornaría significativamente más eficiente; si se hubiera reconocido esta mayor eficiencia en el modelo de distribución las matrices derivadas habrían sido orientadas más que lo que ocurrió hacia ejes bien atendidos por el ferrocarril. En el Uruguay tanto la distribución como la repartición entre modos de transporte se basaron en el principio de que el usuario escoge la opción que ofrezca el costo de transporte más bajo de zona a zona y de este modo puede decirse que ha sido consecuente; sin embargo, después que se simuló la distribución, los fletes ferroviarios y los costos de transbordo fueron modificados (en un intento por ajustar el modelo de repartición modal) y por lo tanto el conjunto de costos utilizados para la distribución fue diferente del utilizado para la repartición entre modos de transporte. En el Estudio Integral del Transporte en Bolivia la distribución fue simulada mediante tres modelos, utilizados para distintos productos, uno de los cuales no utilizó los costos como insumo y los otros dos utilizaron el costo del modo más barato por par de zonas de origen y destino. Ninguno de los modelos de distribución concordó con la repartición entre modos de transporte, en particular el que no utilizó los costos como insumo.

5.7.4 Se puede sostener que la incoherencia entre los componentes de distribución y de repartición modal del modelo de transporte podría tener poca importancia en la práctica. Este argumento, en algunos casos, es sin duda válido, especialmente cuando el período de planificación es corto. En otros casos, sería menos válido.

/Sin embargo,

Sin embargo, existen mecanismos para integrar los dos modelos, siendo uno de ellos el descrito en el párrafo 5.6.5, que también ofrecen otras ventajas importantes y al parecer habría pocos motivos para no utilizarlos.

5.7.5 En lo precedente se ha tratado un solo aspecto de incoherencia interna en los modelos de transporte utilizados en el Cono Sur (y en otras partes). Hay varios otros aspectos que también merecerían atención, los que no serán abordados en el presente documento a fin de no entrar en una discusión técnica demasiado extensa. Sin embargo, el asunto se menciona nuevamente en las secciones que se refieren al empleo de técnicas no fundadas en el comportamiento y a la congestión.

5.8 El empleo de técnicas no fundadas en el comportamiento

5.8.1 Se considera que un modelo basado en el comportamiento es el que simula la adopción real de decisiones y particularmente el que se elabora a partir de aquellas partes de la teoría económica relacionadas con el comportamiento de la empresa (maximización de beneficios) y el individuo (la maximización de la utilidad). Se puede afirmar razonablemente que pocos componentes de los modelos de transporte utilizados para la elaboración de los planes nacionales de transporte de los países del Cono Sur tienen una base de comportamiento particularmente sólida. A menudo no simulan la maximización de nada que sea directamente comparable con los beneficios o la utilidad y ninguno funciona a nivel de productor o consumidor individual. Sin embargo, se podría decir que algunas partes de los modelos se basan en parte en el comportamiento: por ejemplo, algunos modelos de repartición modal que por lo menos aceptan como su premisa básica que los usuarios comparan los costos que perciben de un modo con los costos de otro antes de decidir cuál escoger.

5.8.2 Por lo general se reconoce que un modelo no puede estar verdaderamente fundado en el comportamiento a menos que funcione a nivel individual (empresa, familias o individuo). Por consiguiente, una de las principales dificultades con que tropiezan los modelos verdaderamente fundados en el comportamiento es que necesitan una gran cantidad de datos de entrada. Es mucho más simple y más barato tener información al nivel agregado, por ejemplo, la cantidad de trigo producido en una zona determinada antes que la cantidad de trigo producido por cada agricultor de la zona. Sin embargo, cabe reconocer que, por ejemplo, si 100 agricultores producen 1 000 toneladas cada uno es probable que las consecuencias para la demanda de transporte sean muy distintas de la situación en que un agricultor produce 100 000 toneladas, con lo que la necesidad de un enfoque desagregado es evidente por sí misma.

5.8.3 Para citar un ejemplo particular de un estudio de transporte del Cono Sur, en el Estudio Integral del Transporte en Bolivia se fue más allá que en otros estudios nacionales de transporte en la subregión y se calculó las corrientes de carreteras por tamaño de los camiones. Esto se hizo ajustando curvas que representaban cuántos camiones de tres tamaños diferentes se utilizaron para transportar 10 toneladas de carga en viajes de diferentes duraciones, curvas que luego fueron aplicadas a posibles situaciones futuras. Este es un ejemplo de un modelo no fundado en el comportamiento. Se comprobó que existe la tendencia a utilizar camiones más grandes en viajes más largos, pero es sumamente improbable que la verdadera razón del mayor empleo de los camiones más grandes en viajes más largos sea el hecho mismo de que el viaje sea más largo. Los camiones más grandes tienen mayor capacidad que los camiones más pequeños y, a fin de aprovechar sus menores costos por tonelada/kilómetro, cualquier cantidad dada de carga tiene, como promedio, que esperar más tiempo entre viajes sucesivos cuando se utilizan camiones más grandes. En los viajes más largos la importancia relativa del tiempo de espera comparado con el tiempo de viaje es menor que en los viajes más cortos. Es posible construir un modelo simple basado en estos principios que simule efectivamente el aumento del tamaño del camión como una función de la duración del viaje.

5.8.4 Tal modelo utiliza como insumo: i) la producción diaria de carga que hay que despachar; ii) los costos de operación para cada tamaño de camión; y iii) el costo diario por tonelada de carga por concepto de interés y deterioros. El modelo calcula los costos totales del transporte en sí y de la espera antes de que el camión salga y seleccione el tamaño de camión que da por resultado el menor costo para el usuario. El tamaño del camión seleccionado dependerá de cada uno de los tres tipos de insumo. El modelo utilizado en Bolivia hace que el tamaño del camión no dependa de ninguno de ellos. Por consiguiente, el modelo que se basa más en el comportamiento es más sensible a las políticas.

5.8.5 Si se hubiera utilizado un modelo del tipo reseñado en el párrafo 5.8.3 en el estudio boliviano, o en cualquier otro estudio, tendría que funcionar a nivel del productor individual. Tendría poca utilidad, por ejemplo, calcular la cantidad diaria media que ha de enviarse entre el par de zonas y estimar el tipo de camión a base de este valor promedio. Ello daría por resultado la estimación de que todos estarían utilizando el mismo tamaño de camión cuando en realidad, algunos

/productores despacharían

productores despacharían mayores cantidades que otros y, por lo tanto, exigirían vehículos más grandes (y viceversa). En el análisis del transporte urbano se han realizado algunos progresos con miras al empleo de modelos desagregados de demanda.^{37/} En el Reino Unido se ha utilizado mucho un modelo desagregado de generación de viajes de personas desde hace unos 15 años.^{38/} Los mismos principios no son generalmente aplicables a los estudios nacionales de transporte de carga, aunque pueda llegarse a la construcción de modelos de demanda a nivel individual respecto de productos en que hay muy pocos productores, tales como automóviles o acero por ejemplo.

5.8.6 ¿Cuál es entonces el camino por delante? Una respuesta de transacción parecería indicar que se debería construir un modelo a nivel agregado, hay que distinguir que a menudo no hay otra posibilidad dado que no es práctico reunir datos a nivel individual. Sin embargo, para dar al modelo la base de comportamiento más sólida posible se debería contemplar el hecho de que la mayoría de los individuos difieren del individuo medio (o empresa media) mediante una especie de curva de desviación. Muchos modelos de repartición modal son del tipo antes reseñado. Para demostrar lo que queremos decir, se presenta a continuación un ejemplo sencillo para la construcción de modelos de corrientes de camiones de diferentes tamaños dadas las corrientes totales de vehículos que circulan por la carretera entre cada zona de origen y destino. El ajuste del modelo no necesitaría más datos que los disponibles en el caso boliviano. El modelo es el siguiente:

$$P_{ijv} = \frac{\left[\frac{d_{ij}^c}{t_v} + \alpha \frac{t_v}{t_s} \right]^\beta}{\sum_v \left[\frac{d_{ij}^c}{t_v} + \alpha \frac{t_v}{t_s} \right]^\beta}$$

en que P_{ijv} = la proporción de la corriente de mercancías entre la zona "i" y la zona "j" que utiliza camiones de tamaño "v";

37/ Véase Travel demand and response analysis - some integrating themes, por Huw Williams, University of Leeds, y Juan de Dios Ortúzar, Universidad Católica de Chile, presentado en la International Conference on Research and Applications of Disaggregate Travel Demand Models, University of Leeds, Inglaterra, julio de 1980.

38/ Véase A model for trips generated by households, por Wootton y Pick, en Journal of Transport Economics and Policy, 1, Escuela londinense de economía y ciencia política, Inglaterra (1967), pp. 137-153.

/d_{ij} = distancia

d_{ij} = distancia en kilómetros de "i" a "j", ajustada por la condición de la carretera;^{39/}

c_v = costo por kilómetro del funcionamiento de un camión de tipo "v" en carreteras en condiciones normales;

t_v = capacidad de camión tipo "v" en toneladas;

t_s = capacidad de camión normal en toneladas;

α y β han de ser ajustadas para permitir que el modelo cuadre en la forma más exacta posible.

5.9 Discrepancias entre los principios de evaluación utilizados en estudios de transporte y los objetivos socioeconómicos de los países

5.9.1 En cada uno de los estudios nacionales de transporte examinados los proyectos fueron evaluados utilizando principios tradicionales de evaluación económica que estiman los beneficios únicamente desde el punto de vista de la contribución del proyecto al consumo total (eficiencia económica), sin prestar atención a la distribución de dicho consumo (consideraciones de equidad).^{40/} Lo anterior se considera inadecuado, debido esencialmente al reconocimiento de que los gobiernos están interesados en asuntos de distribución aunque las inflexibilidades de la política fiscal limitan la medida en que pueden imponer gravámenes a los miembros de mayores ingresos de la sociedad. Asimismo, están limitados en cuanto hasta qué punto pueden recaudar fondos en general mediante la tributación. Una publicación del Banco Mundial ^{41/} al abordar esta materia concluyó lo siguiente: "Favorecemos el cálculo de tasas de rendimiento que tengan explícitamente en cuenta el efecto del proyecto en la distribución del ingreso tanto entre la inversión y el consumo como entre los ricos y los pobres". Dicho informe del Banco Mundial no necesariamente representa la política oficial del Banco en lo que se refiere a la evaluación de proyectos; sin embargo, añadió que "las prácticas de evaluación (del Banco

^{39/} Es decir, el "comportamiento virtual" utilizado en la planificación del transporte del Brasil.

^{40/} Los proyectos no fueron evaluados estrictamente considerando su contribución al ingreso nacional (que puede calcularse como la suma de gastos una vez deducida la tributación indirecta, es decir, está relacionado con el consumo) ya que por ejemplo en algunos estudios se valorizó el tiempo personal no dedicado al trabajo. A este respecto, los proyectos de transporte difieren de otros tipos de proyectos.

^{41/} Economic Analysis of Projects, una publicación de investigaciones del Banco Mundial por Squire y Van der Tak, Johns Hopkins University Press, Estados Unidos, 1975, p. 3.

Mundial) avanzan en la dirección general recomendada en este libro". El libro fue publicado en 1975, y probablemente fue escrito algún tiempo antes, por lo que, considerando sus conclusiones y el hecho de que han transcurrido varios años desde que fue escrito, cabe suponer que las evaluaciones económicas realizadas bajo los auspicios del Banco Mundial prestarían ahora considerable atención a las cuestiones de distribución.

5.9.2 Considerando i) que esta publicación del Banco Mundial es tan categórica en su juicio de que las cuestiones de distribución deberían ser abordadas en la evaluación de proyectos y ii) que el Banco Mundial fue el organismo de ejecución de todos salvo uno (la excepción fue el Plano Operacional de Transportes del Brasil) de los estudios nacionales de transporte analizados por la CEPAL, es difícil comprender por qué en los criterios utilizados en la evaluación de proyectos no se prestó atención alguna a las cuestiones de distribución.^{42/} En un documento de trabajo de uno de los estudios examinados, del que el Banco Mundial fue el organismo de ejecución y como tal se vio estrechamente envuelto en cuestiones metodológicas, se señala que "las cuestiones de equidad y conveniencia política quedan fuera del alcance del presente estudio, sin duda serán tratadas por otros".^{43/} Esta declaración implica que los principios utilizados para la evaluación de proyectos en el estudio de Bolivia diferían de los propugnados en la publicación del Banco Mundial.

5.9.3 Es evidente que los gobiernos del Cono Sur no evalúan los proyectos considerando únicamente sus efectos en el consumo total. Por ejemplo, en el Plano Nacional de Transporte del Uruguay, que fue preparado por un consejo asesor responsable ante la Dirección Nacional de Transporte, se menciona que la política y la planificación deberían orientarse de modo que se obtenga el máximo beneficio social del sistema de transporte. Se especificaron los siguientes objetivos fundamentales:

^{42/} El modelo particularmente desagregado de evaluación del excedente de los consumidores utilizado en la primera fase de los estudios para el Plan Nacional de Transporte de Argentina permite que se especifiquen los beneficios por tipo de receptor y podría extenderse a la estimación de beneficios y costos por grupo de ingresos.

^{43/} Procedimiento para la evaluación de proyectos, documento de trabajo N° 93 del Estudio Integral del Transporte en Bolivia, 1980.

- i) El sector de transporte debería constituir un instrumento eficaz para llevar a cabo el desarrollo económico, social y político del país.
- ii) El sector de transporte debería alcanzar los más altos niveles de eficiencia económica.
- iii) Debería haber una coordinación eficaz entre los diferentes modos de transporte.
- iv) El sector de transporte debería procurar reducir los desequilibrios entre diferentes partes del país, con la finalidad de ayudar a los distritos de ingresos más bajos.
- v) El sector de transporte debería contribuir a reducir la merma de divisas por concepto de pagos de fletes al exterior y ayudar a limitar la dependencia extranjera.

Los criterios utilizados para la evaluación económica de proyectos en el Estudio Integrado de Transporte en el Uruguay no consideraron los objetivos i), iv) y v) de la lista antes señalada.

5.9.4 El caso antes presentado ciertamente no es único en su género. Existen métodos mediante los cuales se pueden incorporar criterios de distribución en las evaluaciones de proyectos.^{44/} Si fueran utilizados en estudios nacionales de transporte se necesitarían más datos y un análisis más completo ya que no sólo sería necesario estimar si se generarían beneficios sino también quienes los recibirían, lo que a menudo es difícil de hacer de una manera intelectualmente satisfactoria. Sin embargo, la única opción podría ser desplegar menos esfuerzos en la especificación de un programa de inversiones que tiene pocas posibilidades de convertirse en política.

5.9.5 Los objetivos gubernamentales para el sector transporte no siempre se limitan a mejorar la distribución del ingreso y favorecer el desarrollo regional. En América Latina los proyectos de transporte también se llevan a la práctica para atender a objetivos en los campos de la integración nacional y la defensa, y no existe un marco metodológico claro para la inclusión de esas consideraciones en la evaluación de proyectos como existe en el caso de los objetivos vinculados a la distribución del ingreso y el desarrollo regional. El objetivo de mejorar la integración nacional de por sí entraña la asignación de un valor al nivel de

^{44/} Squires y Van der Tak, op. cit.

accesibilidad de que disponen diferentes secciones de la población por encima de la medida en que dicha accesibilidad les reporta un beneficio personal directo. El objetivo podría ampliarse para incluir el mejoramiento de la accesibilidad incluso a regiones no pobladas. Incorporar de manera práctica las consideraciones que tienen que ver con la defensa en la evaluación de proyectos es un problema muy difícil de resolver, debido a la obvia característica de confidencialidad de tales consideraciones.

5.9.6 Un enfoque pragmático entrañaría la presentación de cada proyecto por el Ministerio de Transporte o el Ministerio de Obras Públicas a los demás ministerios, especialmente los Ministerios del Interior y de Defensa, de modo que pudieran declarar cuánto estarían dispuestos a contribuir de sus propios presupuestos para la ejecución de cada proyecto. Los diversos ministerios dispondrían de procedimientos, oficiales o de otra índole, mediante los cuales el valor de cada proyecto podría ser evaluado con respecto a sus particulares esferas de responsabilidad. Este enfoque podría considerarse radical, pero presenta atractivos desde el punto de vista conceptual. Cabe presumir que los recursos presupuestarios se distribuyen entre los ministerios sobre la base de que cierta cantidad se considera necesaria para atender al desarrollo industrial, otra cantidad para mantener y mejorar la salud pública, etc.; así, se asignan las sumas correspondientes a los Ministerios de Industria, Salud, etc. Si un proyecto carretero o ferroviario presta servicios al objetivo de defensa nacional, por ejemplo, así como al de mejorar el sistema de transporte del país, podría resultar una asignación subóptima de recursos si todos sus costos tuvieran que ser sufragados por el Ministerio de Transporte, especialmente si no valiera la pena ejecutar el proyecto atendiendo únicamente a consideraciones de transporte aunque sería factible si se tomaesen en cuenta también las consideraciones de la defensa.

5.10 Métodos de selección de proyectos para su inclusión en el programa de inversiones

5.10.1 La mayoría de los métodos utilizados en los estudios nacionales de transporte del Cono Sur para seleccionar entre los proyectos evaluados aquellos que deberían ser incluidos en el programa de inversiones han sido conceptualmente deficientes. La forma en que se formulan los programas de inversión es perturbada por la

/inclusión en

inclusión en algunos casos de proyectos no evaluados pero que subjetivamente se han considerado valiosos ya sea por motivos económicos o de otra índole.^{45/}

5.10.2 Los métodos precisos utilizados para seleccionar proyectos variaban de un caso a otro. En el Uruguay, por ejemplo, los proyectos fueron asignados en primer lugar por año en el programa de inversiones según las fechas estimadas óptimas para el comienzo de las operaciones. Algunas de estas fechas correspondían al pasado y de este modo los proyectos correspondientes fueron reordenados según sus tasas internas de retorno. Se aseguró que el costo total de los proyectos incluidos quedara dentro de la limitación presupuestaria mediante la utilización de ésta como insumo en el modelo de optimización de la red ya mencionado (véase el párrafo 4.30). En el Brasil, todos los proyectos carreteros cuyo año de iniciación óptimo no era posterior al último año del período abarcado por el estudio fueron incluidos en una lista y se sugirió su ejecución, aunque en el estudio brasileño no se utiliza la expresión programa de inversión como tal y por lo tanto, implícitamente, no se sostiene que se haya especificado dicho programa. Únicamente los proyectos carreteros fueron evaluados en términos económicos, por lo que habría sido imposible redactar cualquier programa integrado de inversiones dado que habría sido imposible, por ejemplo, comparar los proyectos carreteros y ferroviarios en un mismo pie de igualdad. En la primera etapa del Plan Nacional de Transporte de la Argentina se excluyeron los proyectos carreteros que fueron evaluados en el programa propuesto de inversiones sobre la base de que cuando el tráfico en determinados tramos alcanzara cierto nivel crítico ello haría que el proyecto valiera la pena desde el punto de vista económico. El programa fue elaborado incluyendo otros proyectos, que no pudieron ser evaluados mediante el procedimiento normalizado, sobre la base del juicio de los analistas. El programa resultante incluía proyectos evaluados que se consideraron viables a la tasa de descuento del 10% y se incorporó otros considerados necesarios para elevar de nivel el estándar del sistema de carreteras del país.

^{45/} Al incluir subjetivamente en el programa de inversión proyectos considerados valiosos por motivos distintos de los económicos, algunos estudios reconocieron la necesidad de, por ejemplo, equilibrar este programa regionalmente y ejecutar proyectos que se consideraba eran de interés nacional general aunque no se justificaran aplicando los criterios utilizados para la evaluación económica.

5.10.3 El estudio realizado en Bolivia consideró un programa de inversiones preparado de manera sistemática y amplia. En este caso se utilizó un procedimiento concebido por el Banco Mundial y computarizado en Bolivia que selecciona entre los proyectos económicamente viables a la tasa de descuento dada, aquel grupo que maximiza el valor presente neto (a la misma tasa de descuento) con sujeción a que se respete el límite presupuestario en cada subperíodo abarcado por el programa de inversiones.^{46/} Matemáticamente el problema resuelto se puede describir en la siguiente forma:

$$\begin{aligned} & \text{Maximizar} && \text{TNPV} && \sum_{k=1}^K \sum_{m=1}^{M_k} \text{NPV}_{km} X_{km} \\ & \text{con sujeción a} && \sum_{k=1}^K \sum_{m=1}^{M_k} E_{kmt} X_{km} && \leq TB_t \\ & && && \text{y} \\ & && \sum_{m=1}^{M_k} X_{km} && \leq 1 \end{aligned}$$

en que NPV_{km} es el valor presente neto de los beneficios obtenidos de la opción "m" dentro de la unidad de inversión "k". Una unidad de inversión es un conjunto de posibles soluciones, todas mutuamente excluyentes entre sí, es decir, una vez que se elige una de las "m", no se puede elegir ninguna de las otras.

E_{kmt} es el costo de la opción "m" de la unidad "k" durante el período de tiempo "t"

TB_t es el presupuesto disponible en el período "t"

y

X_{km} es una variable de decisión cero-uno.

El problema se resuelve mediante un algoritmo de programación dinámica.

5.10.4 Cada opción del proyecto, es decir cada "m", tiene que ser especificada en función de su valor presente neto para un año base constante. Como ya se ha señalado, en el Estudio Integral del Transporte en Bolivia se procuró evaluar todos los proyectos, sin importar cual fuera su índole ni la técnica de evaluación

^{46/} Véase Watanatada y Harnal, op. cit.

precisa utilizada para valorarlos en términos de valor presente neto de modo que el procedimiento de selección pudiera ser utilizado para identificar el programa óptimo de inversiones, considerando todos los modos de transporte e incluso la conservación de carreteras (así como proyectos de construcción). Este intento no logró éxito completo, debido a las dificultades surgidas al aplicar la metodología de evaluación del excedente de los productores, y la necesidad de mantener una relación entre la proporción del presupuesto total asignada a cada modo de transporte en el futuro con las del pasado reciente. Por lo tanto, el procedimiento se aplicó únicamente a proyectos carreteros y el presupuesto de inversión se repartió por modos de manera que garantizara compatibilidad con las tendencias pasadas. El intento fue muy provechoso y con pequeñas mejoras podría servir como modelo para la redacción de programas de inversiones en el sector de transporte en otros países de la región en el futuro. Cabe señalar que el empleo del método exige que los beneficios se expresen en función de equivalentes monetarios. El modelo puede ser utilizado para evaluar los beneficios que se obtendrían si se aumentara el tamaño del presupuesto disponible para proyectos de transporte o para estimar los beneficios perdidos, al reducirlo.

5.11 La definición de costo utilizada para la evaluación económica

5.11.1 Ya se ha mencionado en este capítulo que los proyectos se evaluaron desde el punto de vista de su contribución al consumo total y no de sus efectos sobre la distribución de ese consumo y el desarrollo regional. Sin embargo, salvo en un caso, el del Plan Nacional de Transporte de la Argentina,^{47/} la definición de costo utilizada, en forma explícita o implícita, para los fines de la evaluación económica no era compatible ni siquiera con el objetivo de maximización del consumo. En general, no se utilizaron precios sombra o, por lo menos, no se utilizaron de manera suficientemente amplia. Se pueden definir los precios sombra como "el valor de la contribución a los objetivos socioeconómicos básicos del país hecha por cualquier cambio marginal en la disponibilidad de mercancías o factores de producción".^{48/} Como no se reconocieron las consideraciones de distribución, implícitamente ello significa que en los estudios de transporte se interpretó que los "objetivos socioeconómicos básicos" significaban maximizar el consumo.

^{47/} Y parcialmente en el caso del Estudio Integral del Transporte en Bolivia.

^{48/} Squires y Van der Tak, op. cit., p. 26.

5.11.2 En todos los estudios se descontaron los impuestos de los costos utilizados en la evaluación económica, lo que sí es consecuente con la maximización del consumo. Si se ejecuta un proyecto que da por resultado una economía para un individuo porque le permite pagar menos impuestos, el consumo de otro individuo se reducirá dado que hay menos ingresos tributarios disponibles. Sin embargo, extraer impuestos no significa que los costos se hayan traducido a precios sombra. Supongamos que los derechos de importación son por lo general elevados. Un proyecto puede conducir a economías en la importación de un producto determinado, por ejemplo petróleo, lo que a su vez significa que aumenta la cantidad de divisas disponibles con las que se pueden importar otras cosas. El valor del consumo adicional permitido por esa razón, suponiendo, como ocurrió en todos los estudios examinados, que el ejercicio de evaluación económica es realizado en moneda local, se refleja mediante el precio que incluye el derecho de importación. Así, resulta implícito que en los casos en que los derechos de importación son elevados, el tipo de cambio que se debe utilizar en la evaluación de proyectos, es decir el tipo de cambio sombra, es mayor que el tipo de cambio comercial. Además, los precios de mercado de otros factores de producción, tales como diferentes categorías de mano de obra, podrían asimismo no reflejar sus verdaderos valores.

5.11.3 El Plan Nacional de Transporte de la Argentina elaboró metodologías para la estimación de los precios sombra de i) las divisas, ii) la mano de obra, iii) los combustibles y iv) el capital. Más tarde se decidió no aplicar la metodología desarrollada para este último debido a la cantidad considerable de datos que habrían sido necesarios, el complejo procedimiento analítico y el hecho de que la Secretaría de Planeamiento había especificado una tasa de descuento para su empleo en el análisis de proyectos. Desafortunadamente el intento riguroso de Argentina por estimar los precios sombra se produjo en circunstancias en que las correcciones de los precios de mercado a precios sombra no eran muy significativas. Sin duda, era menos importante estimar los precios sombra para el Plan Nacional de Transporte de la Argentina que para la mayoría de los demás planes nacionales de transporte del Cono Sur, debido al hecho de que en la Argentina de 1979, año base para las estimaciones de precios sombra, las distorsiones del mercado eran relativamente poco importantes. Los analistas en la Argentina llegaron a la conclusión que el bajo nivel de desempleo imperante entonces significaba que el

precio sombra de la mano de obra estaba adecuadamente reflejado por las tasas del mercado.^{49/} Los precios sombra de la mano de obra se habrían diferenciado más de los valores de mercado en otros países del Cono Sur en 1979 y probablemente serían más importantes en la Argentina en el momento en que se escribe el presente trabajo, es decir, a comienzos de 1982, que en 1979.^{50/}

5.12 El tratamiento de la congestión

5.12.1 Por lo general la congestión no es importante en las carreteras y vías férreas interurbanas en el Cono Sur, lo que ayuda a explicar por qué en sólo uno de los estudios nacionales de transporte analizados se reconoció la congestión en el modelo de transporte, y ese caso excepcional fue el Plan Nacional de Transporte de la Argentina. (Sin embargo, como ya se señaló en el párrafo 3.20, el algoritmo particular utilizado para simular congestión en este caso presenta alguna desventaja desde el punto de vista conceptual.) Con todo, la congestión es importante en casos excepcionales, como la Rodovía Avenida Brasil que sale de Río de Janeiro, pero no fue considerada en los modelos de transporte en que se analizaron estos casos. En muchos casos más la congestión es importante en los puntos de transbordo, tales como, a veces, en los puertos de Paranaguá y Buenos Aires, pero en ninguno de los estudios examinados se la reconoció explícitamente.^{51/}

5.12.2 Es interesante señalar que en el estudio del Brasil, se estimaron los beneficios de proyectos carreteros principalmente sobre la base de la congestión que resultaría si esos proyectos no se ejecutaran, pero dicha congestión no fue reconocida en el modelo de transporte que proporcionaba insumos para la evaluación económica de dichos proyectos. Generalmente, cuando se toma en cuenta la congestión en la evaluación económica pero no en el modelo de transporte, ello constituye una sobreestimación de los beneficios obtenidos por el suministro de capacidad adicional.

^{49/} Incluso cuando el desempleo es bajo, el precio sombra de la mano de obra puede diferir de las tasas del mercado, lo que depende de las imperfecciones del mercado, como fortaleza de los sindicatos y leyes laborales paternalistas.

^{50/} Sin embargo en el Perú, donde los precios sombra se han aplicado mucho en los análisis regionales de transporte, los valores utilizados son significativamente más extremos que los normales. Por ejemplo, cuando el tipo de cambio comercial era de 180 soles por dólar estadounidense, se estimó que el precio sombra del dólar era de 745 soles. Véase Transporte masivo de cabotaje, Instituto Nacional de Planificación y otros autores, Lima, 1978.

^{51/} Sin embargo, en el estudio argentino el modelo de distribución utilizado para los granos desviaba el tráfico desde los puertos que, de lo contrario, habrían figurado en la simulación trabajando más allá de su capacidad.

5.12.3 Para incluir satisfactoriamente la congestión en los modelos de transporte de la generación actual, por lo general, se requiere que el modelo, o partes de él, sean iterados hasta que se logre la convergencia, como se explicó en el párrafo 3.19. El tratamiento exacto de la congestión exige la recolección y procesamiento de datos sobre la interacción entre velocidades y corrientes en las carreteras bajo análisis; en subsidio los analistas pueden recurrir a la aplicación de las funciones de velocidad en relación con las corrientes de tráfico ajustadas para los Estados Unidos y publicadas en el conocido Highway Capacity Manual (Manual de Capacidad de las Carreteras).^{52/} Por supuesto, las relaciones establecidas en los Estados Unidos por lo general no son aplicables directamente en otras partes del mundo donde los tipos de vehículos son diferentes, los hábitos de conducción son distintos, las características de las carreteras varían, etc., pero utilizar las funciones norteamericanas probablemente sería algo mejor que no hacer nada.

5.12.4 Reconocer la congestión en otros modos en el modelo de transporte tropieza con un problema importante por cuanto el equivalente de las funciones de velocidad en relación con las corrientes de tráfico en las carreteras no existe por otros modos en forma tan conveniente. Existen modelos de operaciones portuarias.^{53/} que podrían utilizarse para derivar las funciones necesarias para puertos aplicándolos a diferentes niveles de movimiento de mercancías y capacidad fija. Se cree que el Banco Mundial está trabajando en el establecimiento de relaciones convenientes para su aplicación a las vías férreas. Incluso en caso de que no se disponga de relaciones en la misma forma conveniente que las funciones de velocidad en relación con corrientes de tráfico en la carretera, y posiblemente si existen (dado que puede ser una forma mejor de tratar el problema), se podría invocar la teoría de esperas para simular los efectos de la congestión. La pauta de demanda de una instalación sujeta a congestión tendría que especificarse como una función del tiempo (por hora, día, semana, mes, etc., según proceda) y podría suponerse que todo exceso sobre la capacidad por unidad de tiempo en la instalación respectiva

^{52/} Highway Research Board, Special report N° 87, Washington D.C., Estados Unidos de América, 1966.

^{53/} Por ejemplo, Movimiento de Mercancías en los Muelles, UNCTAD, Naciones Unidas, Nueva York, 1975.

esperaría hasta el siguiente período de tiempo. Sin embargo, tales enfoques de investigación operacional no son incorporados fácilmente en los modelos normales de transporte, aunque se sabe que en el Brasil el GEIPOT ha realizado importantes investigaciones teóricas y aplicadas sobre este tipo de solución y ha logrado resultados alentadores.54/

54/ Véase, por ejemplo, Transporte a granel e armazenamento - Fase II. Relatorio técnico N° 1, Resumo da metodologia, GEIPOT.

Anexo 1

PONENCIA 1.27 (IX)

ESTUDIO INTEGRADO DE TRANSPORTE

VISTO:

El acuerdo 1.27 (VIII) de los Ministros de Obras Públicas y Transporte de los países del Cono Sur, y

CONSIDERANDO:

Que, en cumplimiento de dicho acuerdo, la Mesa de Turno ha recabado de los países la información sobre los Estudios Integrados de Transporte, la que ha sido enviada o está en curso de preparación;

Que, el análisis de los antecedentes ya aportados, permitiría iniciar el examen de las metodologías utilizadas por los diferentes países, con miras a su compatibilización, a fin de evaluar la posibilidad de aprovechar la información disponible para formular un modelo de planificación del transporte internacional de la región, en el marco de una red integrada de transporte;

Que, la CEPAL ha informado a la Mesa de Turno que durante el XVIII período de sesiones de la Comisión, realizado en La Paz, se aprobó la resolución 391 (XVIII) sobre una "Red Integrada de Transporte", cuyos objetivos están íntimamente relacionados con los del Estudio Integrado de Transporte que desea llevar a cabo la Reunión de Ministros;

LOS MINISTROS DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTE DE LOS
PAISES DEL CONO SUR

ACUERDAN:

1. Solicitar la colaboración de la CEPAL para que efectúe un análisis de las metodologías utilizadas en los estudios y planes nacionales de transporte elaborados por los países del Cono Sur, con el objeto de sugerir las modificaciones que permitan su compatibilización y su aplicación a la elaboración de un estudio integrado de transporte en el plano regional.
2. La Mesa de Turno suministrará a la CEPAL la información recibida sobre el particular, sin perjuicio de que este organismo tome contacto directo con los países para recabar la información complementaria que requiera, a fin de perfeccionar su labor.

Anexo 2

NOTA TECNICA SOBRE EVALUACION DE PROYECTOS

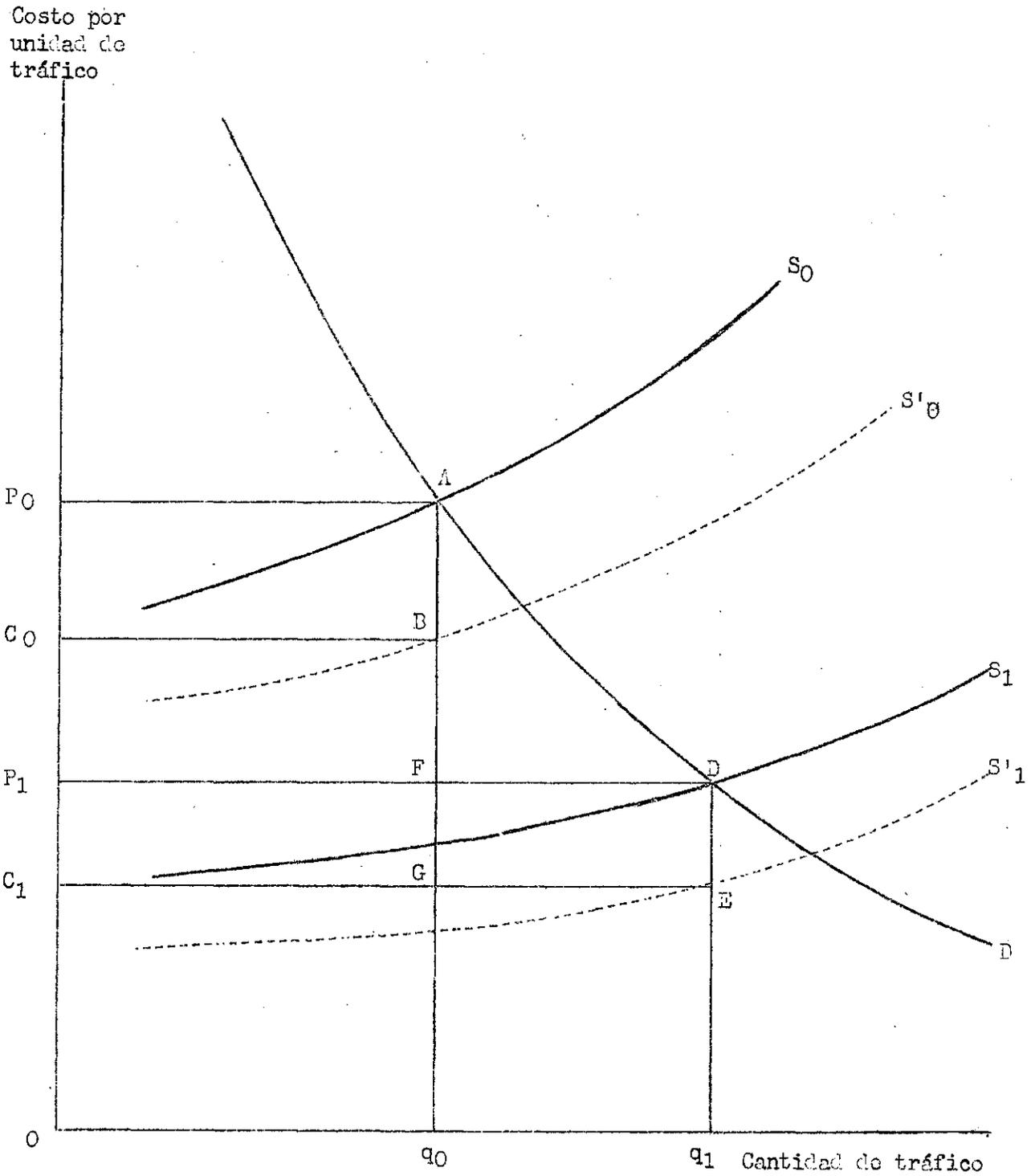
En el gráfico A.2.1, D representa la curva de demanda de viajes en el tramo cuyo mejoramiento se considera. s_0 representa el costo percibido promedio para el usuario en el viaje por dicho tramo, en las condiciones previas a su mejoramiento; dicho costo aumenta al aumentar el flujo, a consecuencias de la congestión. s'_0 es una curva similar, pero se refiere al costo de oportunidad para el país, o sea a los costos económicos. Los costos económicos pueden ser diferentes de los percibidos, por diversas zonas, por ejemplo la inclusión de los impuestos en estos últimos y no en los primeros. s_1 y s'_1 son las curvas correspondientes para el tramo mejorado.

Los beneficios atribuibles al tráfico que se realizaría de todos modos, háganse o no los mejoramientos del tramo, están comprendidos en el área $c_0 B G c_1$, es decir, la diferencia de costos económicos multiplicada por el volumen del tráfico. Los beneficios debidos a la generación de tráfico (o a su desviación de otros tramos) equivalen a ADEG, es decir, el valor bruto de dichos viajes una vez deducidos los costos, lo que se representa en el área bajo la curva de demanda entre el volumen de tráfico con mejoramientos en el tramo y el volumen sin dicho mejoramiento (ADq_1, q_0) menos el costo promedio de los viajes en el caso del tramo mejorado multiplicado por la cantidad de tráfico creado o desviado ($GEq_1 q_0$). Obsérvese, por lo tanto, que los beneficios dependen tanto de los costos percibidos como de los costos económicos.

Obsérvese también que los cálculos de beneficios suelen suponer que el área ADF es un triángulo, y por consiguiente ADEG es un trapecio. Esto simplifica la evaluación, por cuanto no es preciso especificar la forma exacta de la función de demanda en el ejercicio de evaluación económica. Sin embargo, se trata de una aproximación y posiblemente de una aproximación inaceptable en los casos en que haya gran diferencia entre q_1 y q_0 . En dichos casos, suele preferirse el principio de evaluación del excedente del productor.

Gráfico A.2.1

ILUSTRACION DE LOS PRINCIPIOS BASICOS DE LA ESTIMACION DEL EXCEDENTE DEL CONSUMIDOR



Anexo 3

GRADO DE FIDELIDAD DE LAS PREDICCIONES DE LOS ESTUDIOS ANTERIORES SOBRE TRANSPORTE EN EL CONO SUR

A.3.1. Medir el grado de fidelidad de las predicciones hechas en un estudio de transporte es tarea difícilísima, incluso cuando ha transcurrido ya todo el período analizado. Son poquísimos los casos (si los hay) en que todos los proyectos recomendados se llevan efectivamente a la práctica, sin agregar otros que no cuentan con recomendación. Por ello, la predicción de tráfico para un determinado tramo puede ser diferente al nivel de tráfico efectivamente registrado en el mismo año, por cuanto el estado del tramo puede no ser el supuesto en el pronóstico, o el resto de la red se encuentra en condiciones diferentes a las esperadas. La calidad del estudio puede determinarse pasando por la computadora el modelo de transporte para un determinado año de proyección y asimismo la red de transporte real existente en el mismo año. Así podrían compararse ambos flujos (el pronosticado y el efectivo) siempre que el resto de las condiciones se mantuvieran iguales. Esta operación, sin embargo, no se ha realizado en el Cono Sur, por las siguientes razones: i) las cintas de la computadora se deterioran y se inutilizan con el tiempo; ii) los que podrían pasar los programas deben dedicarse a otras tareas, o hay otras dificultades para conseguir su colaboración; iii) los programas mismos no son compatibles con las computadoras modernas, y iv) la utilidad del ejercicio podría considerarse dudosa. Sin embargo, esto último no es así: al identificar los defectos de los modelos anteriores se obtienen valiosas indicaciones para mejorar los modelos en general.

A.3.2. Por otra parte, puede hacerse la relación entre los datos básicos con los cuales se pasaron por la computadora los modelos de transporte comparándolos con sus valores reales, y ciertas predicciones en el nivel agregado pueden cotejarse con las magnitudes reales correspondientes. Sin embargo, dicha comparación tiene una validez muy limitada. El único supuesto básico que es útil poner a prueba es la tasa de crecimiento económico del respectivo país. Se podría comparar la producción estimada de diversas cosechas, minerales y bienes manufacturados, pero éstos deben reflejarse en la tasa de crecimiento económico global, si bien suelen no hacerse las verificaciones necesarias acerca de su consistencia. No resulta útil comparar las poblaciones proyectadas (que se utilizan como datos para el modelo) y las poblaciones totales reales, por cuanto el margen de error es escaso. La comparación entre la distribución de población proyectada y la real, tendría interés pero suele ser muy difícil.^{1/} La comparación entre algunos tipos de

^{1/} Los estudios regionales de transporte tienden a veces a sobreestimar el crecimiento de la población, en los países desarrollados porque los analistas tienden a ser optimistas acerca de las perspectivas de crecimiento de la región estudiada, lo que, a su vez, en la práctica, aumentaría la demanda de transporte. Una evaluación post facto que lleva por título Predictive accuracy of British Transport Studies, de Evans y Mackinder, que fue presentada en la reunión anual de verano del PTRC, 1980, en la Universidad de Warwick, Inglaterra, señala "la predicción promedio fue de un 18% de aumento de la población (durante el período analizado), pero el incremento real observado promedio sólo alcanzó al 5%. Diez de las 28 áreas estudiadas disminuyeron su población, aunque en sólo un caso se había pronosticado este hecho".

predicciones agregadas, no tendría gran valor por cuanto en la mayor parte de los casos no serán más exactas que los datos "observados" con los cuales se comparan, por ejemplo los volúmenes totales de tráfico caminero. Estos últimos son muy difíciles de estimar. Muchos países estiman el total de vehículos por kilómetro o de toneladas por kilómetro por carretera en formas que están sujetas a un margen considerable de error. En cambio, en el caso del tráfico ferroviario, es posible comparar las cifras de la predicción con las reales, pero sólo en ciertos estudios antiguos. En los más recientes, la repartición de los modos de transporte entre el ferrocarril y la carretera se hizo depender del estado de ambas redes, por lo que nos encontraríamos con el mismo tipo de problema mencionado en la primera parte del párrafo A.3.1. Finalmente, cabe recordar que la prueba final de un estudio de transporte no consiste en que se hayan estimado bien los volúmenes de tráfico de un determinado tramo, sino en la exactitud de los beneficios estimados para el mejoramiento de ciertos tramos y en la correcta especificación del programa de inversiones recomendado. Los beneficios que se estiman para un determinado proyecto suelen no reflejar en gran medida el monto de tráfico generado y desviado hacia dicho proyecto.

A.3.3. El producto interno bruto (PIB) y su tasa de crecimiento tienen gran importancia para los estudios de transporte, especialmente los más recientes. Esta es mayor aún cuando se procura que las cantidades producidas y consumidas de los diversos productos analizados sean coherentes con el crecimiento económico global, y cuando el tamaño del presupuesto de inversiones se vincula al desempeño económico del país. El PIB también incide en el análisis de tráfico de pasajeros en ciertos estudios, aún más que en el análisis de transporte de carga. La tasa de crecimiento económico puede reflejar a veces la propiedad de vehículos, y con ello la propensión a la generación de tráfico y la cantidad de espacio carretero que se precisa para cada viaje. El valor del tiempo personal utilizado en las evaluaciones de proyectos en ciertos estudios depende también del producto interno bruto y su tasa de crecimiento, a través del efecto que éstos tienen sobre los niveles de ingreso personal. En general, el producto interno bruto ejerce mayor influencia en los estudios recientes que en los anteriores. Estos últimos se basaban en mayor medida en análisis de tendencias, sin utilizar el crecimiento económico como variable independiente explícita, y el valor del tiempo personal no formaba parte de la evaluación de proyectos.

A.3.4. En ciertos casos, los consultores optaron por emplear supuestos optimistas acerca del desempeño de las variables independientes de las cuales dependen el crecimiento del tráfico y la disponibilidad de fondos para invertir en transporte. Esta tendencia se hizo evidente en ciertos estudios realizados en el Cono Sur. En el Estudio Integrado de Transporte de Uruguay, por ejemplo, el consultor descartó la menor de dos opciones factibles de crecimiento económico, por cuanto, de haberla utilizado, habría disminuido mucho la necesidad de invertir en ampliar la capacidad de transporte. En el caso del Estudio Integral del Transporte en Bolivia, el consultor prefirió abandonar la estimación más baja de disponibilidad de fondos para la inversión del transporte, por cuanto ésta habría dejado un excedente muy escaso para los proyectos de inversión en los 5 o 6 años inmediatamente posteriores (fuera de aquéllos ya comprometidos por el Gobierno). En cambio, el cuadro A.3.1 muestra que diversos estudios anteriores fueron realistas o bien levemente pesimistas acerca del potencial crecimiento económico (en comparación con el resultado efectivo). En un caso, el del Estudio de Transportes del Brasil, se postuló una cifra de crecimiento económico de hasta un 4% menos que la

posteriormente registrada. Los consultores de dicho estudio pueden haber considerado que su predicción era optimista, por cuanto el porcentaje de 6% que supusieron era muy alto en comparación con la tasa de crecimiento registrada en el Brasil en los años inmediatamente anteriores al estudio; pero no lograron prever el auge económico del país durante el período 1967-1973. Al hacerlo se encontraban en buena compañía, pues difícilmente se habría podido predecir el surgimiento de la economía brasileña durante este período mediante el análisis económico tradicional.

A.3.5. La misma tasa de crecimiento del 6% se utilizó en el caso del Plan Operacional de Transportes del Brasil en 1978, y hasta ahora ha resultado optimista, aun cuando puede esperarse que la economía brasileña recupere su ritmo entre ahora y el año 1985, último de los años considerados en dicho estudio. El Estudio Integrado del Transporte de Paraguay no tomó en cuenta el auge económico estimulado por la construcción de la represa de Itaipú y del plan hidroeléctrico conexo.

A.3.6. El cuadro A.3.2 compara el tráfico ferroviario de carga estimado en algunos estudios realizados con el tráfico efectivo. En todos los casos los analistas se mostraron excesivamente optimistas en cuanto al transporte ferroviario. En Chile se consideró que el crecimiento del transporte ferroviario sería de 72% entre 1959 y 1970; de hecho, sólo aumentó un 8%. En Argentina, se pensó que el tráfico aumentaría en un 40% entre 1960 y 1970; en realidad disminuyó un 13%. En Bolivia se consideró un aumento de tráfico ascendente al 158% entre 1959 y 1971, aunque éste sólo creció efectivamente en un 30%. Y en Paraguay se estimó que el tráfico ferroviario se duplicaría o se triplicaría entre 1971 y 1983, con una tasa de crecimiento anual de entre el 6 y el 10%; en 1979, la tasa de crecimiento real fue de -4%. Se espera que los estudios más recientes hayan sido más realistas acerca del tráfico ferroviario futuro, por cuanto su instrumental analítico es más complejo y refinado; sin embargo, la estimación del tráfico ferroviario futuro no sólo depende del instrumental analítico sino también de los supuestos y otros datos que ésta utiliza. En el capítulo IV del presente informe pudo verse de qué manera la modificación de los factores arbitrarios de ajuste utilizados en los modelos de repartición del tráfico para reproducir satisfactoriamente la situación del año base puede llevar a que los resultados del modelo de repartición de tráfico no sólo dependan del modelo mismo, sino también del juicio del analista. Sería excesivamente confiado suponer que no hay ningún estudio de transporte reciente en el Cono Sur que sea demasiado optimista en cuanto a la capacidad del sistema ferroviario del país respectivo para captar tráfico, y por ello, no hay seguridad alguna de que sea cosa del pasado el tradicional optimismo de los estudios de transporte en la subregión. La posibilidad de contar con predicciones neutrales acerca de la repartición del tráfico depende de poder utilizar modelos de repartición de tráfico que reflejan mejor el comportamiento real.

Cuadro A.3.1

COMPARACION DE LAS TASAS DE CRECIMIENTO ECONOMICO SUPUESTAS EN LOS ESTUDIOS DE TRANSPORTE EN EL CONO SUR Y LAS TASAS EFECTIVAS

Estudio	Tasa estimada y período	Tasa efectiva
Estudio Integral de los Transportes en Bolivia	4-6% 1968-77	6%
Estudio Integrado del Transporte: Paraguay	6% 1971-83	8%
Transportes Argentinos: Plan de Largo Alcance	4% 1960-70	4%
Brasil Transport Survey	6% 1968-76	10%
Plano Operacional de Transportes: Brasil	6% 1977-85	4% (hasta 1981)

Cuadro A.3.2

COMPARACION ENTRE LOS VOLUMENES DE CARGA FERROVIARIA ESTIMADOS POR LOS ESTUDIOS DE TRANSPORTE EN EL CONO SUR Y LOS VOLUMENES EFECTIVOS

Estudio	Volumen ferroviario estimado	Volumen ferroviario real
	2 088 x 10 ⁶ ton km en año base de 1959	
Plan Decenal de Transportes 1961-70: Chile	2 628 x 10 ⁶ ton x km en 1964	1 893 x 10 ⁶ ton x km
	3 598 x 10 ⁶ ton x km en 1970	2 256 x 10 ⁶ ton x km
Transportes Argentinos: Plan de Largo Alcance	15 000 x 10 ⁶ ton x km en año base de 1960	
	21 000 x 10 ⁶ ton x km en 1970	13 000 x 10 ⁶ ton x km
Programa Preliminar de Desarrollo de los Transportes: Bolivia	201 x 10 ⁶ ton x km en año base de 1959	
	364 x 10 ⁶ ton x km en 1966	232 x 10 ⁶ ton x km
	519 x 10 ⁶ ton x km en 1971	261 x 10 ⁶ ton x km
Estudio Integrado del Transporte: Paraguay	30 x 10 ⁶ ton x km en año base de 1971	
	60 a 90 x 10 ⁶ ton x km en 1983	22 x 10 ⁶ ton x km en 1979 (estimados)

Anexo 4

LISTA DE REFERENCIAS EMPLEADAS EN EL DESARROLLO DEL
ESTUDIO INTEGRADO DE TRANSPORTE

Los siguientes documentos se han usado como fuentes de información básica para la preparación de este informe:

1. Argentina

REPUBLICA ARGENTINA, SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTE Y OBRAS PUBLICAS.
SUBSECRETARIA DE TRANSPORTE. DIRECCION NACIONAL DE PLANEAMIENTO DE TRANSPORTE.

Plan Nacional de Transporte

- . Demanda de Transporte, tomos I y II.
- . Proyecciones Económicas, tomos I y II.
- . Evaluación de Propuestas de Políticas de la Fase I.
- . Estudios de Pasajeros. Anexos.
- . Sistemas de Zonificación.
- . Contrato VI. Demanda, Interacción Oferta-Demanda y Evaluación. Marco Analítico General.
- . Encuesta a Pasajeros en Medios Públicas y Automovilistas: Prueba Piloto.
- . Propuesta Institucional para el Sector.
- . Política Tarifaria para el Transporte de Cargas.
- . Manual de Costos.
- . Plan de Inversiones: Sector Transporte por Agua y Aéreo.
- . Contrato V. Administración, legislación y Políticas de Transporte. Informe sobre Precios Sombra. Septiembre 1980, Consorcio TRASPLAN.
- . Interacción entre Oferta y Demanda de Transporte.
- . Contrato VI. Demanda, Interacción Oferta-Demanda y Evaluación. Esquema del estudio. Parte técnica. Marco Analítico del Estudio. Tomo I.
- . Estudios de Productos. Anexos.
- . Plan de Inversiones: Transporte Ferroviario y Automotor.
- . Demanda de Transporte. Anexos

KOHON, Jorge Claudio.

- . Una metodología para la evaluación económica de proyectos de inversión en el transporte ferroviario. XV Congreso Panamericano de Ferrocarriles. México D.F., noviembre 1981.

REPUBLICA ARGENTINA. SUBSECRETARIA DE TRANSPORTE - SUBSECRETARIA DE ORDENAMIENTO AMBIENTAL. PLAN NACIONAL DE TRANSPORTE

- . Zonificación de la República Argentina para el estudio de la demanda de transporte, 1979.

REPUBLICA ARGENTINA. SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTE Y OBRAS PUBLICAS.
SUBSECRETARIA DE TRANSPORTE. DIRECCION NACIONAL DE PLANEAMIENTO DE TRANSPORTE.

- . Plan Nacional de Transporte. Términos de referencia, 1978.
- . Plan Nacional de Transporte. Tercer borrador del Informe Final de la fase I del Plan Nacional de Transporte. Vol. I: Índice general - capítulo I - II - III. Vol. II: capítulo IV - V - VI, mayo 1981.

REPUBLICA ARGENTINA. MINISTERIO DE OBRAS Y SERVICIOS PUBLICOS, GRUPO DE PLANEAMIENTO DE LOS TRANSPORTES

- . Transportes argentinos. Plan de largo alcance. Informe. Buenos Aires, 1962, 89 p.

2. Bolivia

DANIEL, MANN, JOHNSON & MENDENHALL. STANFORD RESEARCH INSTITUTE. ALAN M. VOORHEES & ASSOCIATES, INC.

- . Estudio integral de los transportes en Bolivia. La Paz, julio 1969. Informe Final. Tomo I: Sumario y conclusiones; Tomo IV: carreteras. Preparado para el Gobierno de la República de Bolivia (Secretaría Nacional de Planificación y Coordinación), Banco Interamericano de Reconstrucción y Fomento y el Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas/Fondo Especial.

SMITH, Wilbur and ASSOCIATES.

- . Estudio Integral del Transporte en Bolivia.
 - . Documento de trabajo 1: Encuestas de origen y destino en carreteras, agosto 1980.
 - . Documento de trabajo 15: Factores de expansión para los datos de las encuestas de origen y destino en carreteras, septiembre 1980.
 - . Documento de trabajo 33: Costos del transporte automotor, julio 1980.
 - . Documento de trabajo 33a: Análisis de los costos de operación de vehículos, julio 1980.
 - . Documento de trabajo 33c: Tarifas y fletes del transporte por carretera, agosto 1980.
 - . Documento de trabajo 38a: Costos de construcción de carretera, agosto 1980.
 - . Documento de trabajo 41: Factores socioeconómicos que afectan la demanda del transporte de mercancía, septiembre 1980.
 - . Documento de trabajo 46a: Patrones alternativos de desarrollo, agosto 1980.
 - . Documento de trabajo 47: Cuantificación de 40 proyectos principales planeados, septiembre 1980.
 - . Documento de trabajo 50: Redes de transporte para el año base, abril 1980.
 - . Documento de trabajo 52: El modelo del transporte, septiembre 1980.
 - . Documento de trabajo 53: Formulación del programa de pruebas, septiembre 1980.
 - . Documento de trabajo 54: Predicciones de flujos para las redes comprometida y de prueba de 1989, septiembre 1980.
 - . Documento de trabajo 141: Organización para el futuro proceso de planificación del transporte, septiembre 1980.

SMITH, Wilbur & ASSOCIATES.

- . Bolivian National Transport Study.
 - . Working paper 49: Forecast and distribution of socio-economic variables, September 1980.
 - . Working paper 52: The transport model, August 1980.
 - . Working paper 93: Procedure for project evaluation, March 1980.
 - . Inception Report. La Paz, December 1978. (Prepared for the Government of the Republic of Bolivia Ministry of Transport, Communications and Civil Aviation; International Bank for Reconstruction and Development; United Nations Development Programme.)
- . Estudio Integral del Transporte en Bolivia. Informe de progreso. La Paz, septiembre 1979.
- . Estudio Integral del Transporte en Bolivia. Primer Informe Intermedio. La Paz, diciembre 1979.

SMITH, Wilbur & ASSOCIATES EN ASOCIACION CON CONSA SRL Y ECOVIANA SRL.

- . Estudio Integral del Transporte en Bolivia. Informe Final. La Paz, julio 1981.
 - . Resumen del Informe Final.
 - . Volumen I: Condiciones existentes y predicciones.
 - . Volumen II: Análisis y recomendaciones.
 - . Volumen III: Anexos 1 - 6.
 - . Volumen IV: Anexos 7 - 18.
- . Estudio Integral del Transporte en Bolivia. Borrador del Informe Final, La Paz, noviembre 1980.
 - . Volumen I: capítulos 1 - 8.
 - . Volumen II: capítulos 9 - 13.
 - . Volumen III: capítulos 14 - 20.

3. Brasil

MINISTERIO DOS TRANSPORTES - EMPRESA BRASILEIRA DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES - GEIPOT. CONVENIO: SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E MINISTERIO DOS TRANSPORTES.

- . Plano Operacional de Transportes. POT Carne. Fase I, 1977.
- . Plano Operacional de Transportes. MILHO. Fase I, 1978.

GRUPO DE ESTUDOS PARA INTEGRACAO DA POLITICA DE TRANSPORTES (GEIPOT)

- . Brazil Transport Survey. (Prepared with the Assistance of the International Bank of Reconstruction and Development Acting as Executing Agency for the United Nations Development Programme.) REG. Baumeister Xaver Dorsch, Consulting Engineers, Wiesbaden, Germany, 1969.
- . Brazil Transport Survey. Summary of Studies. KAMPSAX Consulting Engineers & Economists, 1969.

MINISTERIO DOS TRANSPORTES - EMPRESA BRASILEIRA DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES - GEIPOT. CONVENIO SEPLAN-MT.

- . Plano Operacional de Transportes. Fase II. Volume 1: Resumo, 1980. Volume 3: Metodologia Geral, 1980.

4. Uruguay

REPUBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY. CONSEJO ASESOR DE TRANSPORTE.

- . Plan Nacional de Transporte (Proyecto). Tomos I y II. Montevideo, 1978.

REPUBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY. MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PUBLICAS - PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO - BANCO INTERNACIONAL PARA LA RECONSTRUCCION Y EL DESARROLLO.

- . Estudio Integrado de Transporte. Informe Final. Volumen I, II, III, IV, V y Anexos SOTECNI Consulting Engineers, Roma 1976-1977.

5. Perú

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - SISTEMA SECTORIAL DE PLANIFICACION, OSP-UP.

- . Plan Sectorial de Transportes a largo plazo 1979-1990. Lima, diciembre de 1979.

REPUBLICA DEL PERU. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. OFICINA SECTORIAL DE PLANIFICACION.

- . Transporte masivo paralelo al litoral. Estudio de pre-factibilidad. Informe Final, enero de 1977.

INSTITUTO NACIONAL DE PLANIFICACION (IMP) - BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (BID) - UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA (UNI). INSTITUTO DE PLANEAMIENTO DE LIMA.

- . Proyecto de inversión. Transporte masivo paralelo al litoral: Documento de trabajo. Lima, noviembre de 1976.

6. Paraguay

REPUBLICA DEL PARAGUAY. MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y COMUNICACIONES. OFICINA DE COORDINACION Y PLANIFICACION INTEGRAL DE TRANSPORTE.

- . Asistencia Técnica a la Oficina de Coordinación y Planificación Integral de Transporte. Informe Final. SAE-EIT-CONTEC, junio de 1980.

REPUBLICA DEL PARAGUAY. MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y COMUNICACIONES - NACIONES UNIDAS. PROGRAMA PARA EL DESARROLLO (PNUD) - BANCO INTERNACIONAL DE RECONSTRUCCION Y FOMENTO (BIRF).

- . Estudio Integral del Transporte. Informe Final. BCEOM-ENECON SA, julio de 1973.
 - . Parte I: Síntesis y recomendaciones.
 - . Parte II: Economía.
 - . Partes III y IV: Ferrocarril y Transporte Ferroviario. Carreteras y Transporte Carretero.
 - . Partes V y VI: Ríos y Transporte Fluvial. Transporte Aéreo.

INDICE DE MATERIAS

	<u>Página</u>
ajuste	18, 43
asignación	20, 21, 22, 43
asignación de "todo o nada"	21
asignación en diversas rutas	21
"asignación incremental"	22, 45
beneficios	23
centroide	62
congestión	17, 21, 45, 75, 76
costo compuesto	20
costo de oportunidad	Anexo 2, p. 1
costo económico	Anexo 2, p. 1
costo percibido	Anexo 2, p. 1
curva de desviación	18, 40
distribución de viajes	14, 16, 20, 35, 38, 62, 63
entropía, maximización de	57
Estudio Integrado de Transporte	1, 3, 4, 32
evaluación económica	23, 25, 67, 69, 71, 73, 74, 75
excedente del consumidor	23, 24, 30, 47, 49
excedente del productor	26, 47, Anexo 2, p. 1
interacción de corrientes y de velocidades	21
"líneas de deseo"	11
matriz de origen y destino	14, 56, 57
modelo de Fratar	15
modelo de programación lineal	16, 35, 37, 38
modelo gravitacional	15, 16, 20, 37, 38, 56, 61, 62
modelo gravitacional individualmente restringido	16
modelo HDM	25, 31, 44, 46, 47
modelo <u>logit</u>	19
modelo "superávit-déficit"	54, 55, 56
precio sombra	7, 73, 74, 75
programa de inversiones	70, 71, 73
rentabilidad interna	23
repartición entre modos de transporte o repartición modal	17, 18, 19, 20, 38, 40, 41, 42, 43, 58, 59, 60, 62, 63, 64
tráfico "existente"	23
tráfico generado	24, 26, Anexo 3, p. 2
zona	13