

4) Estructura del sector minero

El desarrollo del sector minero depende del desarrollo de nuevas vetas/minas, también del equipamiento de los medios de transporte en el interior del país, así como en la apertura de mercados de consumo en el exterior. En el *Cuadro 5-2* se indica el proyecto de desarrollo en un nivel elevado hasta el año 2000. Sin embargo, como se piensa que habrán muchas dificultades para su realización, en la elaboración de este proyecto de equipamiento/modernización de la red ferroviaria, la tasa de desarrollo anual del sector minero se establece como se indica en el *Cuadro 5-8*. Hasta el año 2000 el desarrollo se estima en el 80% de los valores indicados en el *Cuadro 5-2* y después, el desarrollo medio anual se calcula en el 50% del desarrollo experimentado hasta el año 2000.

Cuadro 5-8 Tasa de Desarrollo (%) del Sector Minero en el Proyecto de Equipamiento de la Red Ferroviaria

1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
6,4	7,1	7,7	10,3	10,3	9,4	11,2	11,2	11,3	11,3
				1998	1999	2000	2000-2020		
				11,2	10,4	10,5	5,0		

(2) Crudo/Gas Natural

1) Actualidad

En 1987, la contribución del petróleo/gas natural en el PIB es un 6,0% sobrepasando un 4% de otras actividades mineras. La exportación de estos dos productos asciende al 45% del valor total de la exportación y la corporación petrolera de Bolivia (YPFB) consume aproximadamente el 30% de las inversiones públicas y produce el 50% de la renta nacional.

a) Producción del petróleo

En 1973 la producción del petróleo era de 47.000 barriles por día (BPD) pero en 1986 descendió hasta 17.000 BPD. La causa se debe al agotamiento en los centros existentes de producción y porque no se descubrieron nuevos yacimientos petrolíferos y por lo cual, a partir de 1980 no hubo excedente para destinarlo a la exportación y ya en 1988 la producción fue de aproximadamente 19.000 BPD equilibrándose apenas con la demanda interior.

b) Producción de gas natural

La producción en 1988 ascendió a 440 millones de pies cúbicos diarios (MMPCD) entre la cual, 215 MMPCD se exportó a la Argentina y aproximadamente 30 MMPCD se vendió y consumió en el mercado interior y el resto, se reinyectó o se quemó.

c) Demanda

El aumento del consumo interno de los productos derivados del petróleo fue de un 11% anual medio durante el período de 1974 a 1978 y de 1979 a 1980 de un 3,5%, pero de 1980 a 1986 la merma fue de un 6% anual y en 1987 se incrementó otra vez en un 7%. La disminución de la demanda se debe a la recesión económica a partir de 1980.

d) Las instalaciones de las refinerías de YPBD se ubican en Cochabamba (27.300 BPD), Santa Cruz (15.000 BPD) y Sucre (3.000 BPD). El procesamiento de la refinación es muy sencillo pero actualmente se adapta a las características del crudo boliviano. El crudo boliviano es fluido o ligero pero como también hay el crudo viscoso, con el incremento de la demanda de la gasolina se deberán construir plantas de desintegración catalítica.

e) Transporte

El transporte de los derivados del petróleo y del gas se realiza mediante redes de oleoductos y gasoductos. En 1988 se terminó la construcción del sector Río Grande - Parotani (547 km) con el que se posibilitó el suministro de gas a la región andina y actualmente se están construyendo los tramos siguientes:

* Villamontes - Tarija	(187 km)
* Cochabamba - Pto. Villarroel	(232 km)
* Humberto Suárez Roca Yapacani - Caranda	(118 km)
* Villamontes - Tarija - El Puente	(225 km)

2) Volumen de reservas

a) Crudo

El volumen de las reservas de petróleo que se pueden explotar se calcula en 170 millones BPD dentro el cual, ya se han confirmado 124 millones BPD. La región subandina y las pampas del Chaco - Benianas de Bolivia se conocen como regiones tradicionales de producción del petróleo y del gas natural y se ha confirmado mayores reservas del gas natural que las del petróleo.

b) Gas natural

Las reservas del gas natural se calculan en $1,5 \times 10^{12} \text{ m}^3$ equivalente a aproximadamente 30 años de producción bruta.

3) Proyectos de inversión

En el Cuadro 5-9 se indica la previsión sobre la producción y demanda del petróleo/gas natural. De la producción de 26.000 BPD, en el año 2000 se incrementará a 112.700 BPD, o sea que de 1993 en adelante, además de satisfacer la demanda interna, se podrá exportar el excedente.

a) Sondeos exploratorios

Con el propósito de mantener adecuadamente la proporción del volumen de reserva/producción y abastecer el volumen de exportación a partir de 1993, es necesario descubrir nuevos yacimientos que produzcan 130 millones BPD de petróleo durante el período de 5 años comenzando en 1989. Para esto, se piensa invertir como gastos de investigación 578 millones de dólares (US) durante 1989 a 2000 de los cuales, 250 millones de dólares serán financiados por empresas del sector privado incluyendo capital extranjero.

b) Incremento de la producción

Durante 1989 a 2000, las inversiones para el desarrollo ascenderán a 756 millones de dólares (US), entre estas, 511 millones de dólares se destinarán a nuevas regiones de producción. El monto total de las inversiones públicas en instalaciones de plantas industriales y construcción de oleoductos/gasoductos asciende a 563 millones de dólares durante 1989 a 2000 y de éstas, 310 millones de dólares se utilizarán para la construcción del gasoducto al Brasil.

Cuadro 5-9 Proyecciones de Producción y Consumo de Hidrocarburos

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	Promedio 1997-2000
HIDROCARBUBOS LIQUIDOS (BPD)*	26006	29349	30187	33522	50148	55504	64874	76246	112672
Ventas Internas	24259	25046	25827	26606	28123	29388	30666	31946	35236
Ventas Exportación	0	2500	2500	5000	20000	24000	32000	42000	74898
Consumo Propio	1747	1803	1860	1916	2025	2116	2208	2300	2538
GAS NATURAL (MMPCD)	253.73	257.68	261.90	269.87	389.21	395.97	403.29	411.36	432.03
Ventas Internas	39.21	43.16	47.38	55.35	174.69	181.45	188.77	196.84	217.51
Ventas Exportación	214.52	214.52	214.52	214.52	214.52	214.52	214.52	214.52	214.52

Nota: * Petróleo, Condensado, Gasolina Natural y GLP de Plantas.

Fuente: MINISTERIO DE ENERGÍA E HIDROCARBUROS.
YPFB.

(3) Energía Eléctrica

1) Composición de la demanda

El mercado de energía eléctrica se compone de 3 sistemas principales, o sea; sistema norte (La Paz), sistema central (Cochabamba, Oruro, Sucre y Potosí) y sistema oriental (Santa Cruz). En el futuro estos 3 sistemas constituirán el Sistema de Interconexión Nacional (SIN) en 1989. En Tarija, Trinidad y Villamontes existen sistemas independientes de centrales (Usinas) termoeléctricas. Todos estos sistemas están bajo la administración de la empresa pública ENDE pero también existen otros microsistemas independientes con equipo generador propio de las cooperativas eléctricas rurales.

En 1987, el consumo de energía eléctrica clasificada por rubros era de un 41% para los hogares, 23% para las industrias, 18% para el sector minero, 13% para el sector comercial y 5% para otros fines. El consumo de electricidad del sector minero que era de un 46% en 1976, disminuyó hasta el 18% en 1987. En 1988 se recuperó la demanda en la región oriental y el consumo de los hogares que era de un 22% en 1976 se incrementó al 41% en 1987.

Desde el punto de vista regional, el consumo de la región oriental en 1976 era de un 9% pero en 1987 se aumentó al 23%.

2) Composición del suministro

En 1987 la capacidad de producción de energía eléctrica efectiva ascendió a 480 MW, de la cual aproximadamente el 56% fue de centrales hidroeléctricas y el 44% de centrales termoeléctricas. En Bolivia, ENDE es una de las principales empresas que suministran energía eléctrica y tiene bajo su administración el 60% de las centrales eléctricas. A ésta le siguen COBEE (25%) y COMIBOL (3%) y el resto que equivale al 12% pertenece a sistemas pequeños termoeléctricos y a empresas productoras que cuentan con equipos electrogeneradores. El sistema de interconexión nacional (SIN) es de 230 kV y 115 kV.

3) Previsión de la demanda

Como resultado de la crisis económica de Bolivia, la demanda de la energía eléctrica se mantuvo en el mismo nivel durante los años de 1981 a 1984 y se incrementó en 1% durante 1985 a 1987, pero ya en 1988 esta subió a un 8,5%.

En el Proyecto Nacional de Electricidad se hace la previsión de un crecimiento anual de la demanda entre 6,5 a 7% para los años venideros, lo que equivale a un 4% de desarrollo en el PIB. La demanda del sistema de interconexión nacional (SIN) que abarca el 85% de la demanda total, se supone que, de 319 MW en 1987 se incrementará a 720 MW en el año 2000.

4) Potencial de suministro de la energía primaria

El potencial de la energía hidroeléctrica que se puede utilizar económicamente es de 18.000 MW pero actualmente las instalaciones generadoras de electricidad producen nada más que 290 MW, y según el estudio de factibilidad realizado hasta el momento, el costo de inversión para la energía hidroeléctrica es de US\$1000-2000/kW.

Por otra parte, el costo de inversión para la energía termoeléctrica a base de gas natural (reservas $1,5 \times 10^{12} \text{ m}^3$) se calcula en US\$450/kW.

5) Proyectos de inversión

El total de las inversiones durante 1989-2000 es de US\$790 millones, dentro de las cuales US\$595 millones se destinan a la construcción de la central hidroeléctrica de Cachuela Esperanza, la central termoeléctrica de Puerto Suárez y otras instalaciones electrogeneradoras. Tanto la central hidroeléctrica de Cachuela Esperanza como la central termoeléctrica de Pto. Suárez son proyectos a base del Convenio con el Brasil, cuyo objetivo es la exportación de la electricidad. Dentro de la inversión total, el capital propio es de un 23% y el resto (77%) será financiado del exterior con condiciones de derechos exclusivos.

(4) Mineral de Hierro de Mútun

La mina de hierro de Mutún se ubica en la frontera entre Bolivia y el Brasil, en la latitud sur 19°30' de zona undulada con elevaciones de 300 a 800 m. Actualmente está bajo la administración de la Empresa Minera Estatal del Oriente (EMEDO) que es una dependencia de COMIBOL. Esta mina se descubrió en 1845 por el geólogo francés Francis Castelnau. Al tiempo de su descubrimiento, el contenido de hierro del mineral se calculó en aproximadamente 50% con muy poco valor comercial. Por otra parte, a principios de este siglo, en el lado del Brasil, dentro del basamento del mineral de hierro se descubrió la veta de manganeso, lo que activó los estudios geológicos, pero la explotación fue esporádica. La producción máxima fue en 1941 pero normalmente la producción anual era de aproximadamente 60.000 toneladas. Entrando en 1977, la compañía General Mineracao S.A. reanudó la explotación de Morro Urucum del lado del Brasil y se espera que la producción mensual sea de 10.000 toneladas. Asimismo en 1973 en el lado de Bolivia, las Naciones Unidas realizaron estudios detallados, seguidamente en 1975 la GEOBOL y en 1977 la Arthur G. Mckee & Company de Inglaterra a base de sus estudios dieron a conocer que el depósito del mineral es de aproximadamente 114 km² con un espesor de 100 a 300 m y las reservas se estiman en 40 mil millones de toneladas. También en la zona de San Pedrito se descubrió el afloramiento de una mina de manganeso cuyas reservas se estiman en 60.000 toneladas. Además dentro del basamento del mineral de hierro se estima la reserva de 120 millones de toneladas.

El mineral de hierro se clasifica en 4 clases; Eluvial, Diluvial, Coluvial y Primario. Primario es el basamento que constituye la mina entera, Eluvial y Diluvial son las partes metidas dentro con alta pureza, y Coluvial es la parte sedimentada abajo de las montañas del Eluvial y Diluvial erosionados. La explotación de todo este mineral se puede hacer a cielo abierto. Dentro de estos minerales, los que corresponden a las clases Eluvial, Diluvial y Coluvial son de valor comercial, con un contenido de hierro de más del 64%, mientras que el contenido de silicio para el mineral Eluvial y Diluvial es de 1,5-3% y para el Coluvial de 5-8%. Actualmente la empresa EMEDE entrega su

producto mezclando el mineral Eluvial y Coluvial en composiciones que se indican en el *Cuadro 5-10*. Si se hace la comparación con los 5 principales minerales de hierro de fama mundial, el mineral de Mútun se ubica en quinto o sexto lugar. El mineral de manganeso se debe explotar cada vez que aflora en el basamento de hierro. Consecuentemente, si la explotación de la mina se desarrolla como es debido, podrá contribuir positivamente a la economía del país, pero desafortunadamente, a causa del mal equipamiento de los medios de transporte del mineral, hasta 1988 la explotación no ha sido objeto de mayor interés mundial.

Anteriormente, entre Motacucito y Pto. Busch se construyó un camino sencillo con una extensión de 140 km y en Pto. Busch se construyeron instalaciones exclusivas de embarque pero debido a que los alrededores de Pto. Busch es una zona pantanosa que corresponde a Corumba Pantanal, poco después de la construcción el camino ya no servía. Actualmente existe un camino de 56 km que pasa por la frontera del lado del Brasil y llega a Puerto Ladario, Brasil, donde se hacen los embarques bajo consignación. En Pto. Ladario, la capacidad de las instalaciones de embarque es pequeña como 900 toneladas/hora y como es natural, se le da preferencia a las cargas procedentes del Brasil, por lo que la situación no es favorable. Sin embargo, desde fines de 1989, Argentina y Paraguay se han interesado en el mineral de Mutún y en septiembre de 1990 la compañía metalúrgica paraguaya, ACEPAR, firmó un contrato de 244 mil toneladas/año en 2 años y la compañía paraguaya de cemento, INC, firmó un contrato de 150 mil toneladas/año. La compañía siderúrgica de Rosario-Argentina hace una oferta de 420 mil toneladas. Actualmente la Organización de Desarrollo de Santa Cruz (CORDECRUZ) y ENDE y otras están proyectando el arreglo del camino entre Mutún y Puerto Busch y la expansión del sitio de almacenamiento de Puerto Busch.

En este Estudio, la estructura de la Mina de Mutún tiene la posibilidad de alcanzar la misma tasa de desarrollo que la del sector no ferroso a partir de 1991, utilizando, como el valor inicial del año 1991, 300 mil toneladas/año en caso de Argentina (considerando que Argentina no podrá sacar carta de crédito debido a falta de divisas),

150 mil toneladas/año en caso de Paraguay, totalizando 450 mil toneladas/año.

En Mutún están proyectando la construcción de otros proyectos siderúrgicos, pero no prestamos atención a ellos, con una situación inestable hay dudas sobre su realización en un futuro cercano.

Cuadro 5-10 Reservas y Composición del Mineral de Mútun

Reservas confirmadas del mineral o más Eluvial, Diluvial y Coluvial	150 x 10 ⁶ tonelada	
Hierro	Fe	64%
Silicio	SiO ₂	5%
Alumina	Al ₂ O ₃	1,10%
Azufre	S	0,10%
Fósforo	P	1,05%
Otros		0,15%
Reservas estimadas del mineral de manganeso	<u>12 x 10⁹</u> tonelada	
Manganeso	Mn	46%
Hierro	Fe	12%
Silicio	SiO ₂	3%
Alumina	Al ₂ O ₃	1%
Fósforo	P	0,11%
Otros		4,20%

Fuente: Informes de Arthur G. Mckee & Company y de EMEDO

Cuadro 5-11 Resumen de los 5 Minerales de Hierro de Fama Mundial

País	Mina	Reservas (10 ⁶ t)	Contenido de hierro (%)	Nota
Brasil	Carajas	400	67	Cuenca del Amazonas
Australia	Mt. Newman	1.000	65	
Venezuela	Ferromeira Orinoco		67	Cuenca del Orinoco
Rep. Sudafricana	Sishen	1.000	65	
Australia	B.H.P.	320	64	

Notas: 1. Reservas de las minas en producción
 2. Toda la explotación a cielo abierto

Fuente: Datos de la Nippon Steel

CAPITULO 6

SELECCION DE LA RED FERROVIARIA MAS ADECUADA Y DETERMINACION DEL PLAN DE IMPLEMENTACION POR ETAPAS (AÑO 2000, 2010, 2020)

CAPITULO 6

SELECCION DE LA RED FERROVIARIA MAS ADECUADA Y DETERMINACION DEL PLAN DE IMPLEMENTACION POR ETAPAS (AÑO 2000, 2010, 2020)

La red ferroviaria más adecuada, la modernización correspondiente a ella y plan de implementación por etapas se han determinado, consultado suficientemente con la parte boliviana, mediante los procesos siguientes:

- (1) Elaboración de 8 tentativas de la red ferroviaria para el año 2020
- (2) Selección de 4 alternativas de la red ferroviaria entre las 8 tentativas
- (3) Selección de la red ferroviaria más adecuada entre las 4 alternativas
- (4) Determinación del plan de implementación por etapa para la red ferroviaria más adecuada

6-1 Alternativas para la Red Ferroviaria y sus Criterios

Los criterios básicos de mantenimiento y conservación de la Red Ferroviaria, en base de las instalaciones actuales, se utilizará el sistema de transporte intermodal para la formación de la red ferroviaria, considerando básicamente las tendencias de desarrollo y demandas, se tratará de fortalecer la red ferroviaria con la construcción de vías nuevas en los sectores de transporte intermodal.

En cuanto a las tentativas de solución, se elaboraron ocho tentativas de redes hasta el año horizonte 2020, de acuerdo con las combinaciones de las vías actuales, transporte intermodal y construcción de nuevas vías (Cuadro 6-1).

- 1) Con respecto a las vías existentes, se utilizarán realizando el mejoramiento de la infraestructura y del material rodante.
- 2) Las facilidades del intermodal programado por el Banco Mundial (incluye lo que está en ejecución) será utilizado por ENFE.
- 3) Con respecto a la construcción de vías nuevas, considerando la seguridad de la red ferroviaria interna de Bolivia, la red de desarrollo y transporte internacional serán los tres sectores siguientes: Aiquile - Santa Cruz, Yapacani - Puerto Mamorecillo y Motacucito - Puerto Busch.

Quadro 6-1 Derectrices a Alternativas de Solución para la Red Ferroviaria

No.	PLAN DE DIRECTRICES DE SOLUCION (2020)		EVALUACION CUALITATIVA							ALTERNATIVA No. (al 2020)		
	ESQUEMA DE LA RED	Mejoramiento de la Via Existente	Facilidades del Sistema Intermodal	Via Nueva	Escala de Inversión	Red Nacional	Efectos del Desarrollo	Crecimiento del Servicio	Eficiencia del Invernal.		Red de Transporte General	CARACTERISTICAS
1		○	1 Guaqui 2 Cochabamba 3 Santa Cruz 4 Puerto 5 Villarroel 6 Quijarro (Rio) 7 Quijarro (Carretera)	No Existe	◎	△	△	△	△	△	• Inversión Mínima • Únicamente el mejoramiento de la vía existente	I
2		○	1 Guaqui 2 Cochabamba 3 Santa Cruz 4 Puerto 5 Villarroel 6 Quijarro-R 7 Quijarro-C 8 Puerto Mamorecillo	(2) Yapacani -Pto. Mamore- cillo	○	△	△	△	△	△	• Red Ferroviaria con el mejoramiento del sector Norte	
3		○	1 Guaqui 2 Cochabamba 3 Santa Cruz 4 Puerto 5 Villarroel 6 Quijarro 7 Busch	(3) Motacu- cito~ Puerto Busch	○	△	○	△	○	○	• Red Ferrovia con el mejoramiento del sector Este • Puerto a Utramar	II
4		○	1 Guaqui 2 Cochabamba 3 Santa Cruz 4 Puerto 5 Villarroel 6 Mamorecillo 7 Busch	(2) Yapacani -Pto. Mamore- cillo (3) Motacu- cito~ Puerto Busch	○	○	○	△	○	○	• Red Ferroviaria con el mejoramiento del sector Este y Norte • Puerto a Utramar	
5		○	1 Guaqui 2 Cochabamba 3 Santa Cruz 4 Villarroel 5 Quijarro 6 Quijarro (Rio) 7 Quijarro (Carretera)	(1) Aiquile -Santa Cruz	○	○	○	○	○	○	• Inversión Media • Red Ferroviaria con la interconexión de las dos redes	III
6		○	1 Guaqui 2 Aiquile 3 Villarroel 4 Quijarro (Rio) 5 Quijarro (Carretera)	(1) Aiquile -Santa Cruz (2) Yapacani -Pto. Mamore- cillo	△	○	○	○	○	○	• Red Ferroviaria es una etapa para establecer la directriz 8	
7		○	1 Guaqui 2 Santa Cruz 3 Puerto 4 Villarroel 5 Quijarro 6 Busch	(1) Aiquile Cruz (3) Motacu- cito~ Puerto Busch	△	○	○	○	○	◎	• Red Ferroviaria es una etapa para establecer la directriz 8	
8		○	1 Guaqui 5 Villarroel 6 Quijarro (Rio) 7 Quijarro (Carretera)	(1) Aiquile -Santa Cruz (2) Yapacani -Pto.N. (3) Motacuci -Pto.E.	△	○	◎	◎	◎	◎	• Inversión Máxima • Red Ferroviaria Completa	IV

Referencias: — Vías Nuevas
 - - - - - Vías Existentes
 - - - - - Transporte Intermodal
 (1) (2), etc.: Inst. del Intermodal

◎ Muy Bueno
 ○ Bueno
 △ Regular

Nota: Abreviación de nombres de estaciones
 LP: La Paz, VA: Viacha, CR: Oruro, CB: Cochabamba, AI: Aiquile,
 RM: Río Mulato, SR: Sucre, UN: Uyuni, VN: Villazón, TR: Tarija,
 PV: Pto. Villarroel, TB: Tarabuco, CN: Charaña, AV: Avaroa,
 SC: Santa Cruz, QJ: Quijarro, YB: Yacuiba, YP: Yapacani,
 PM: Pto. Mamorecillo, MO: Motacucito, PB: Pto. Busch

6-2 Planteamiento de las Alternativas de la Red Ferroviaria

Criterios para la Determinación de las Alternativas de la Red al 2020 son los siguientes:

- 1) Se adecuará a las inversiones convenientes a la República de Bolivia y a la Empresa Nacional de Ferrocarriles, además será considerada una adecuada modernización y reactivación de los ferrocarriles.
- 2) Se asegurará la capacidad de transporte según el desarrollo nacional y al mismo tiempo se tratará de conformar la red ferroviaria nacional considerando la regularización del transporte internacional.

En base de estos criterios, como se indica en el *Cuadro 6-1*, se establecen los ítems de la magnitud de la inversión, la red ferroviaria a nivel nacional, efectos de desarrollo, crecimiento de los ingresos, eficiencia de los servicios de los trenes, la red ferroviaria internacional y la red de transportes. Estos ítems se analizan cualitativamente.

En la evaluación cualitativa de la magnitud de inversión, se indica o en caso de necesitar poca inversión, y x en caso de necesitar mucha inversión.

Después de la evaluación general de los 7 ítems, centralizada en la magnitud de la inversión, se determinaron 4 alternativas, la 1, 3, 5, 8, como las más representativas entre las 8 tentativas. Dentro de las 4 alternativas, se determinará la red ferroviaria más adecuada.

Las características de las 4 alternativas son los siguientes:

- ① La tentativa de solución 1, con una escala de inversión mínima, es un plan que formará la red ferroviaria utilizando todas las instalaciones y facilidades del sistema intermodal para los 3 tramos del objeto, siendo esta la alternativa-I.

- ② La tentativa de solución 3, una alternativa de mejoramiento parcial, es una vía para el desarrollo, especialmente como una vía hacia puertos de ultramar, sin necesidad de regulación de transporte con los países vecinos, además de tener la ventaja de navegación y de conectar directamente con la Hidrovía Internacional Paraguay-Paraná, esta será la Alternativa-II.
- ③ La tentativa de solución 5, con una escala de inversión mediana, es un plan de formación de la red ferroviaria con la interconexión férrea de las dos redes (Oriental y Andina) de ENFE, que establece la relación de la línea troncal de la dos redes, y asegura la capacidad de transporte nacional y la efectividad del transporte internacional; esta será la Alternativa-III.
- ④ La tentativa de solución 8, con una escala de inversión máxima, es un plan de formación de la red ferroviaria en que todos los sectores serán reemplazadas con la construcción de nuevas vías y tiene varias ventajas de transportes, por lo cual la evaluación general es alta; siendo esta la Alternativa-IV.

Nota: Intermodal forma de transportes en el que de un medio se transfiere a otro pudiendo ser ferroviario, carretero y/o fluvial

6-3 Selección de la Red Ferroviaria más Adecuada (año 2020)

En la selección de la red ferroviaria más adecuada para el año 2020, el resultado de la evaluación económica y financiera así como de la magnitud de las inversiones correspondientes a los 4 planes alternativos, es como se indica en el *Cuadro 6-2*. Desde el punto de vista económico a nivel nacional, se le da preferencia a los planes IV y II, mientras que desde el punto de vista financiero de ENFE, son más convenientes los planes II y I. Además, si se considera la magnitud de las inversiones, tomando en cuenta el alcance de las inversiones bolivianas en el sector transporte, los planes I y II tienen mayor probabilidad de realización que los planes III y IV, pero si se consideran los aspectos de activación del desarrollo regional a lo largo de las vías, así como la contribución al fomento del transporte ferroviario internacional, mayor apreciación tienen los planes IV, III y II en el orden indicado.

En la evaluación global desde los diversos puntos de vista mencionados arriba, se podrá decir que el plan II se califica en primer lugar por su alta probabilidad de realización considerando las fases económica, financiera y la magnitud de la inversión.

Por otra parte, el plan IV relacionado con la construcción de la ruta Aiquile - Santa Cruz que constituirá un puente terrestre que atraviesa el continente sudamericano y también incluye la construcción del ferrocarril para el transporte del mineral de hierro entre Mutún - Motacucito, se deberá apreciar desde el punto de vista económico nacional. Sin embargo, en este plan existen los problemas siguientes:

- ① La magnitud de la inversión es muy grande por lo que existirán dificultades para su realización.
- ② No hay datos suficientes sobre el volumen del tráfico internacional que pasará por este puente terrestre.
- ③ El plan alternativo II se considera como etapa de evolución al plan IV, por lo que si primero se realiza el plan II, en la siguiente etapa para la realización del plan IV no se desaprovecharán los esfuerzos anteriores.

De lo explicado líneas arriba, se piensa que es preferible seleccionar primeramente el plan II y proceder a los trabajos señalados para su realización y después de cierto tiempo, será conveniente, revisar el Plan Maestro, estudiar la capacidad económica de Bolivia y sobre el volumen del tráfico internacional a través del puente terrestre, para justificar la realización de este plan.

Por lo cual el plan alternativo II se selecciona como la red ferroviaria más adecuada.

Cuadro 6-2 Comparación de los Planes Alternativos

Alternativa	I	II	III	IV
Evaluación Económica (TIRE)	④ 5,33	② 7,65	③ 6,39	① 8,84
Evaluación Financiera Proporción de Ingresos y Gastos	② 0,974	① 1,060	④ 0,837	③ 0,969
Magnitud de Inversión (100 millones US\$)	① 14,6	② 16,1	③ 25,1	④ 26,8

- Notas: 1. Dentro del círculo se indica el orden calificativo
 2. Unidad de la TIRE: %
 3. Proporción de Ingresos y Gastos: Ingresos de Operación/(Gastos de Operación + Interés de Préstamo)
 4. En cuanto a los gastos de construcción del ferrocarril entre Aiquile y Santa Cruz, se usa el monto de inversión reevaluado por ENFE.

6-4 Determinación del Plan de Implementación por Etapas (año 2000, 2010, 2020)

(1) Criterios de Rehabilitación Ferroviaria

Con respecto al mejoramiento de la red más adecuada para el año 2020 será estudiado según los criterios que se plantean a continuación, de acuerdo al alcance límite de mejoramiento en las etapas intermedias. O bien se tomará una etapa cada 10 años, o sea la año 2000, 2010 y al año 2020.

(2) Criterios de Definición o Determinación

1) Determinación del Proyecto

Serán determinados los siguientes 15 proyectos desde el punto de vista de la situación actual boliviana y las características especiales de los ferrocarriles.

- Proyectos de mejoramientos de los sectores de vía (9 proyectos)
 - Línea de Villazón, Línea de Guaqui
 - Línea de Charaña, Línea de Avaroa
 - Línea de Cochabamba, Línea de Sucre
 - Línea de Quijarro, Línea de Yacuiba
 - Línea de Yapacani
- Proyecto de Construcción de Vías Nuevas
- ≡ Proyecto de Material Rodante
- Proyecto de Taller de Mantenimiento de Material Rodante
- Proyecto de la Red de Telecomunicación
- Proyecto de Computación
- Proyecto de Centro de Capacitación

2) Criterios de Cada Uno de los Proyectos de Mejoramiento

- a) Cuanto a los proyectos por sector de vías (9 proyectos) y el proyecto de construcción de vía nueva, se realizará un estudio comparativo de prioridades de inversión implementados en las etapas del 1991-2000, 2001-2010 y del 2011-2020.

El alcance de los proyectos de mejoramientos de cada sector que incluye el mejoramiento de la vía, pasos a nivel, desvíos en estaciones, puentes, nueva instalación de señalización y una parte de las telecomunicaciones correspondiente a la señalización.

- b) Los proyectos de material rodante se irán incrementando según las demandas a los años 2000, 2010 y 2020.
- c) Los proyectos de revisión y mantenimiento del material rodante irán relacionados con el número total de material rodante en cada etapa, sin embargo, para elevar la tasa de utilización de material rodante, por lo menos las maestranzas principales de Viacha y Guaracachi serán implementadas en la primera etapa.
- d) El proyecto de telecomunicaciones será ampliado rápidamente en toda la red de ENFE, de acuerdo con el sistema UHF que está en implementación por ENFE con el Banco Mundial.
- e) Los proyectos de computación serán implementados a medida que la red de telecomunicaciones se vaya modernizando.
- f) Los centros de capacitación ferroviaria, se implementarán para las enseñanzas prácticas con el mejoramiento de las instalaciones existentes en la Red Andina y Oriental.

En el futuro, se realizará el centro de capacitación unificada para la enseñanza nueva de ambas redes.

3) Criterios del Establecimiento del Orden de Inversión para los Proyectos

El plan de implementación por etapa de los proyectos de Modernización-rehabilitación de las vías existentes y de construcción de vías nuevas se elaborará haciendo una evaluación global, dando importancia a los efectos de inversión de cada línea, y tomando en cuenta las condiciones particulares como ser: su importancia o factor social.

Para realizar una evaluación global, se considerarán los siguientes ítems para enumerar el orden de prioridades:

- a) Implementación de las líneas troncales con prioridad
- b) Implementación de líneas de exportación e importación correspondientes al corredor interoceánico con prioridad
- c) Coordinar con el plan de implementación por ENFE y Banco Mundial
- d) Atrasar la implementación de las líneas en condiciones relativamente buenas de transporte por razones de las características de sus vías: sus formas, condiciones, y otros.
- e) Las líneas sin competencia de carretera serán implementadas antes de que las carreteras sean modernizadas para seguir atrayendo a los usuarios desde el punto de vista de la política comercial.
- f) El tramo de desastres naturales será implementada lo más antes posible para asegurar el transporte estable.
- g) La construcción del tramo Puerto Busch se realizará junto con el desarrollo de las minas.

(3) Determinación del Plan de Implementación por Etapas

Básandose en los criterios de cada uno de los proyectos de mejoramiento y los criterios de establecimiento del orden de inversión para los proyectos, se han determinado el plan de implementación por etapas para el plan maestro del año 2020 indicado en el *Cuadro 6-3*.

En los capítulos siguientes se explica en detalle el plan maestro basado en el plan de implementación por etapas y el contenido de este.

El orden general se indica en el *Cuadro 6-3*, siendo el resultado de la deliberación que se ha realizado entre las partes boliviana y japonesa.

Se muestra en 3 etapas por años:	A	1990 - 2000
	B	2001 - 2010
	C	2011 - 2020

Cuadro 6-3 Implementación por Etapas

NOMBRE DEL PROYECTO	LONGITUD DE VIA (km)	EFICACIA INVERSION CATEGORIA	IMPORTANCIA DE LINEA		CONDICIONES PARTICULARES	ORDEN GLOBAL (CAT.)	CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACION				OBSERVACIONES	
			TRONCALES	INTERCEANICO			1991	2000	2010	2020		
1. MEJORAMIENTO DE SECTORES												
RED ANDINA												
La Paz-Villazón	847,2	①	o	o	PARCIAL	A						1991-2000 Lp.Or., R.Mar.-Yyu. 2001-2010 Resto de las línea
Viacha-Guaqui	65,8	③				C	(1)					
Viacha-Charaña	209,3	①		o		A	(2);(3)					
Uyuni-Avaroa	172,4	①				C	(4)					
Oruro-Cochabamba	204,8	②		o		A	(5);(6)					
Río Mulato-Sucre	348,2	②				C						
RED ORIENTAL												
Santa Cruz-Quijarro	650,4	①	o	o		A	(2)*;(3)					
Santa Cruz-Yacuiba	539,0	③	o			B	(2)*;(3);(5)					
Sanga Cruz-Yapacani	209,2	③				C						
2. CONSTRUCCION DE VIA NUEVA												
Motacucito-Puerto Busch	132,7	①				B	(7)					
3. MODERNIZACION DE VIA NUEVA												
Material Rodante												Incremento según demanda
Maestranza												1991-2000 Mzras. de VI.GU
Telecomunicación												Sistema UHF, centrales y otros
Computación												
Centro Capacitación												Ira. Actual; 2da. FFCC. Mejorada

(1) En Actual ordenamiento (Menos urgente)

(2) Mejoramiento de carretera al 2000; (2)* al 2010; (2)** al 2020

(3) Urgente desde el punto de vista de la política comercial

(4) En condiciones relativamente buenas de eficiencia del transporte (menos urgente)

(5) Importancia en el factor social

(6) Sector de desastres naturales

(7) En coordinación con el desarrollo de la explotación de minerales

NOTA: EL MEJORAMIENTO POR SECTORES INCLUYE:

Via: Cambio de rieles y cambios, introducción de balasto, equipos de

Pasos a nivel, Puntos de maniobras e intermodal, herramientas

Puentes; Puentes provisionales, fortalecimiento de estribos y pilas

Protecciones: Terraplén, y obras de defensivos

Ramal Cochabamba; Reconstrucción

Sistema de señalizaciones y parte de comunicaciones

CAPITULO 7

PREVISION DE LA DEMANDA

CAPITULO 7 PREVISION DE LA DEMANDA

7-1 Método de la Previsión

(1) Flujo de la Previsión

El flujo de la previsión de la demanda en el presente estudio se muestra en la *Fig. 7-1* y se calcularon la cantidad total de transporte, la cantidad distribuida de transporte, la cantidad de transporte clasificada por medios de tráfico y la cantidad de transporte clasificada por tramos de vía por la metodología estadística inductiva en cuatro etapas a base de las cifras previstas de los índices socio-económicos establecidos como estructura socio-económica para cada año de previsión.

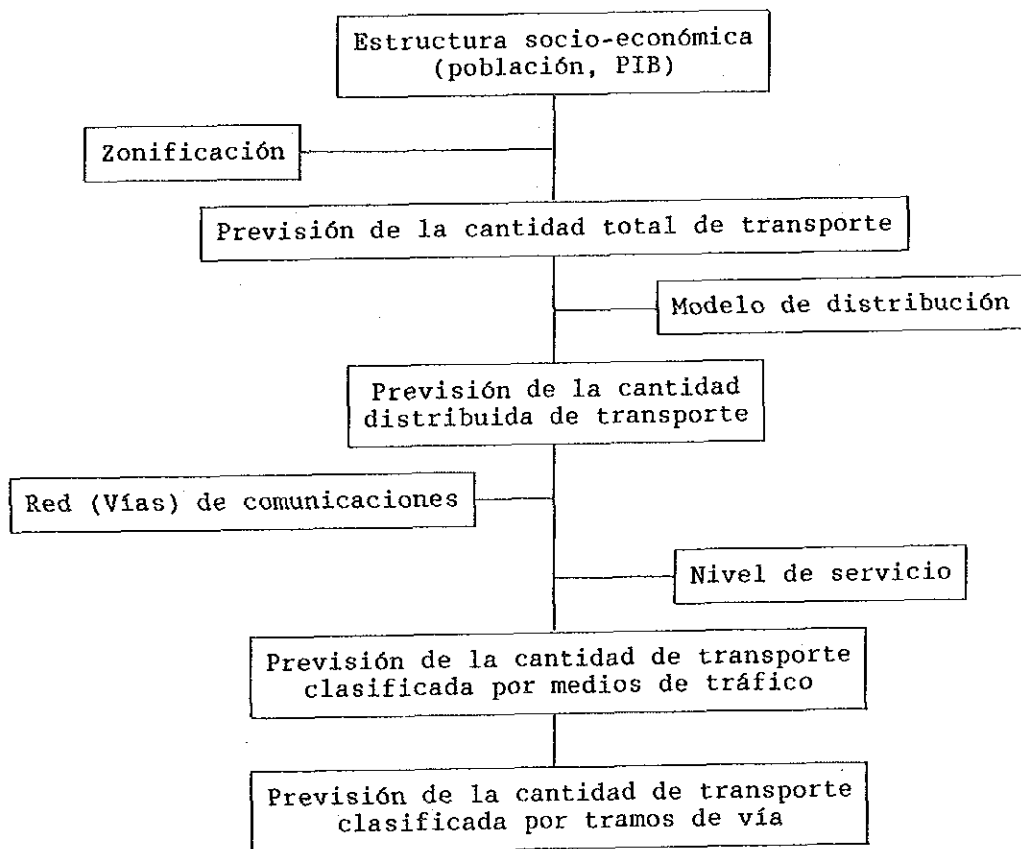


Fig. 7-1 Flujo de la Previsión de la Demanda de Transporte

(2) Años de Previsión

Se hace la previsión para los años 2000, 2010 y 2020 de acuerdo con los proyectos del equipamiento y mejoras de la red ferroviaria a realizarse por etapas.

(3) Los Medios de Tráfico Tomados como Objeto de la Previsión

Los siguientes medios de tráfico fueron establecidos como objeto de la previsión para pasajeros y para mercancías.

Pasajeros: ferrocarril, carretera (autobús), avión
Mercancías: ferrocarril, carretera (camión)

En este estudio, sin embargo, la previsión sobre el transporte de pasajeros por carreteras cuyo objetivo es estudiar la distribución del transporte entre ferrocarriles, carreteras y aviones, se excluyó los tráficos interiores dentro de las zonas. Por ello, fueron tomados por objeto los autobuses de media y larga distancia excepto los automóviles particulares. El transporte de mercancías por vía aérea se eliminó dado que su participación es muy pequeña como se indica en la Fig. 2-8 "Distribución entre los medios de tráfico".

Pero se tuvo en cuenta el transporte por agua como medio de transporte auxiliar en el sistema intermodal.

7-2 Premisa

(1) Estructura Socio-económica

La estructura socio-económica en la previsión de la demanda tomó como base la tasa de crecimiento del PIB en "Estrategia para el desarrollo económico y social" (elaborada por el Ministerio de la Planificación y Coordinación) que está descrita detalladamente en el Capítulo 5. Es decir, las cifras descritas en "Estrategia" fueron consideradas como la tasa de crecimiento durante 1988-2000. Para 2000-2020, que no se refiere nada en "Estrategia", se tomó como tasa de crecimiento la mitad del valor medio anterior para el sector productor y el término medio anterior para el sector de servicio. La tasa de crecimiento de cada sector se muestra en el Cuadro 7-1.

Se hizo un análisis por entrevistas visitando las Direcciones de Desarrollo en todos los departamentos del país excepto en el Dept. de Pando, las corporaciones de comercio, industria y agricultura, las corporaciones de exportación e importación, los círculos industriales importantes tales como minas, refinerías, las compañías de cemento, etc. Como consecuencia, ha sido necesario corregir algunas partes de "Estrategia". Las correcciones hechas son:

- ① La producción de la soja mantenía el equilibrio con el consumo interno hasta 1988, pero a partir de 1989 se ha intensificado, especialmente en el Depto. de Santa Cruz, como producto de exportación con destino a Europa y al Japón vía Brasil. Por consiguiente, su tasa de crecimiento se estima en 1,5 veces más alta que la cifra del sector agropecuario en el Cuadro 7-1.
- ② Referente a los productos minerales, la Fundición de Vinto ubicada en las afueras de Oruro empezó a trabajar de nuevo en 1989 y la Refinería Carachipampa en las cercanías de Potosí está buscando una empresa cooperadora de capital extranjero para reanudar actividades de producción. A juzgar por las circunstancias de agosto de 1989, sin embargo, se considera que las tasas de crecimiento de todos los productos minerales están sobrestimadas en la "Estrategia", por lo

que se estima en un 80% la cifra del sector de Minería y Metalurgia del *Cuadro 7-1*.

- ③ Mina Mutún, como está descrita en 5-2 (4), es una mina de hierro y manganeso a cielo abierto y muy buena tanto en calidad como en reservas. De su mineral de hierro, se firmaron un contrato a medio plazo con Paraguay y un contrato al contado con Argentina en 1990. La explotación de la mina incluye la rehabilitación y la construcción de la carretera o vía férrea entre Mutún - Puerto Busch y la ampliación del depósito de materiales en Puerto Busch. Por consiguiente, suponiendo que se llevan a cabo sucesivamente, en este estudio se considera que de estos contratos se enviará la mercancía de 450 mil toneladas vía Puerto Lodario de la Ciudad de Corumba, Brasil en 1991 y a partir de eso, siendo esta cifra como el valor inicial, el envío seguirá aumentando con la misma tasa de crecimiento que los otros minerales a medida que se realiza el equipamiento de los medios de tráfico/transporte.

Además, los departamentos lindantes con la frontera como Oruro y Quijarro están haciendo los preparativos de la zona franca para activar la economía, y sobre todo en Quijarro la construcción de la fábrica de cemento y varias empresas se han puesto en marcha en forma concreta. La zona franca tiene por objeto invitar la instalación de las empresas extranjeras y desarrollar principalmente un comercio de transformación. Por lo tanto, las tasas de crecimiento de la población y de PIB de los sectores excepto los mencionados anteriormente se establecieron como se indican en el *Cuadro 7-1*.

Cuadro 7-1 Tasa de Crecimiento de la Población y de PIB clasificada por sectores (%)

Sector	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Agropecuaria	-0,2	3,8	3,9	4,2	4,5	3,9	4,0	4,2
Minería y Metalurgia	8,0	8,9	9,7	12,9	12,9	11,8	14,1	14,1
Industria (a)	5,3	6,2	6,9	7,4	7,7	12,5	6,3	6,0
Hidrocarburos (b)	12,2	0,7	9,9	5,2	1,9	4,1	35,2	4,4
Electricidad, Gas y Agua	4,7	5,2	9,1	9,8	8,4	6,0	63,0	33,8
Transporte	-1,5	0,0	1,4	2,5	3,4	4,3	6,1	6,2
Construcción	2,6	-4,2	10,0	16,4	4,7	2,3	5,1	1,2
Término medio anual	4,9							
Servicios (c)	4,9							
Población	2,8							

Sector	1996	1997	1998	1999	2000	2010	2020
Agropecuaria	4,4	4,6	4,6	3,8	3,8	1,9	1,9
Minería y Metalurgia	14,2	14,2	14,1	13,1	13,1	6,2	6,2
Industria (a)	5,6	4,9	9,8	9,4	9,1	3,7	3,7
Hidrocarburos (b)	7,2	8,0	5,9	5,9	5,9	4,5	4,5
Electricidad, Gas y Agua	28,9	2,5	2,6	2,8	3,0	7,0	7,0
Transporte	6,4	6,7	7,1	7,2	7,4	2,2	2,2
Construcción	2,0	0,0	2,3	1,2	2,7	1,8	1,8
Término medio anual	4,9				2,45		
Servicios (c)	4,9						
Población	2,8						

Notas: (a) Excluye metalurgia y refinación de petróleo.
 (b) Incluye refinación de petróleo.
 (c) Servicios: Comercio, Comunicaciones, Banca y Finanzas, Gobierno General, y Otros Servicios.

Fuente: "Estrategia de Desarrollo Económico y Social, 1989-2000"

(2) Zonificación

Dado que los datos existentes están calculados principalmente a base de un departamento por unidad y hay poca estadística referente a los tráficos internos dentro de cada departamento, se considerará que la zonificación dentro de Bolivia se hace básicamente tomando cada departamento por una zona y el tráfico interno dentro de la zona se excluye de la previsión de la demanda. Pero en caso del Dept. de Santa Cruz cuya superficie es bastante grande en comparación con otros departamentos, todos los movimientos de tráfico en este departamento deberán considerarse como el tráfico interno si lo consideramos como una zona, de modo que se subdivide en diez zonas.

Por otro lado, se piensa que Brasil, Chile, Argentina (incluyendo Paraguay) y Perú forman una zona respectivamente, o sea cuatro zonas en total fuera de Bolivia, por lo que el número total de las zonas para la previsión de la demanda es 22. (Ver la *Fig. 7-2*)

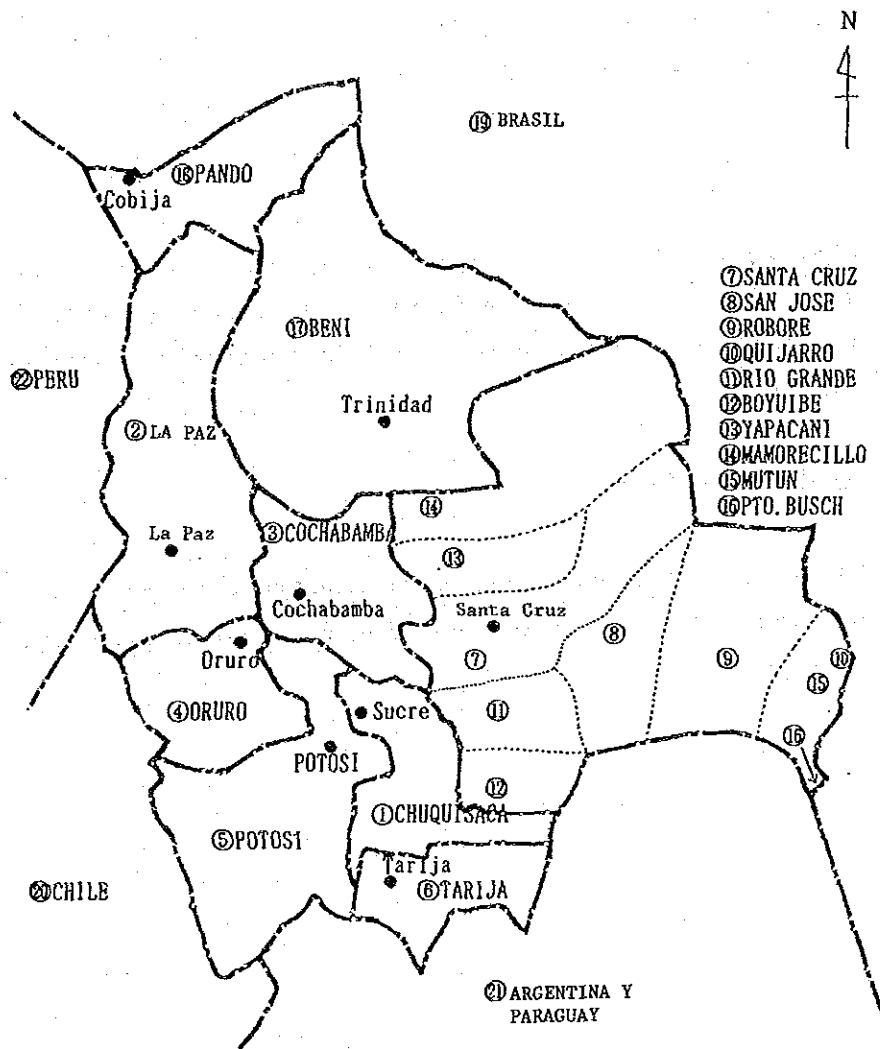


Fig. 7-2 Zonificación

(3) Red (Vías) de Comunicaciones

1) Ferrocarriles

Se da importancia a la rehabilitación de la red ferroviaria existente, y la construcción de la línea nueva sólo se limita a la Línea Motacucito - Puerto Busch que se terminará para el año 2010. Las situaciones del equipamiento en 2000, 2010 y 2020 se muestran en las *Figs. 7-3-1 a 7-3-3*.

2) Carreteras

Las *Figs. 7-4-1 a 7-4-3* muestran la red de carreteras clasificada por el estado de la superficie (pavimentada, grava o tierra) y por los años de proyecto para la rehabilitación y mejora de los ferrocarriles.

3) Transportes aéreos

La red de transportes aéreos se muestra en la *Fig. 7-5*, suponiendo que las capitales de los departamentos están conectadas por vuelos directos.

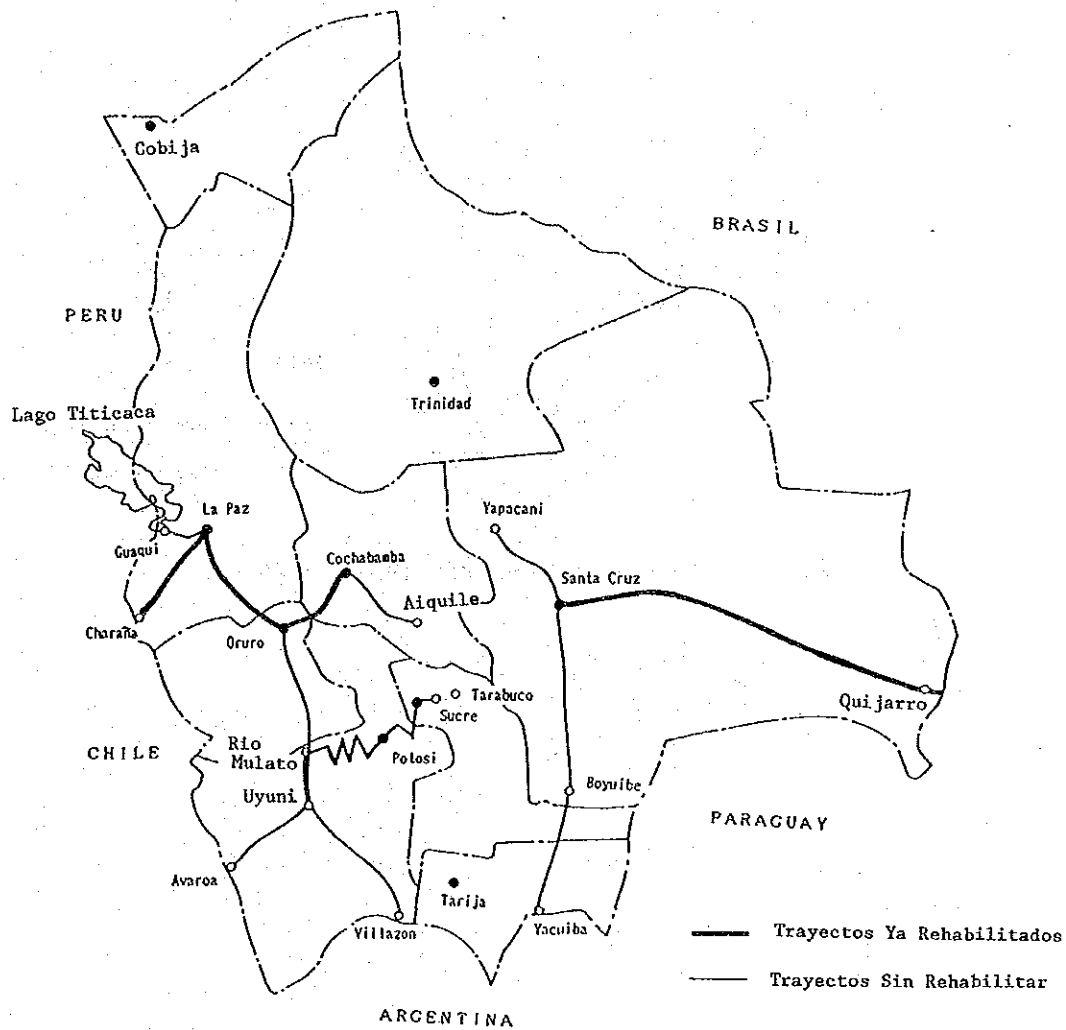


Fig. 7-3-1 Red Ferroviaria (el año 2000)

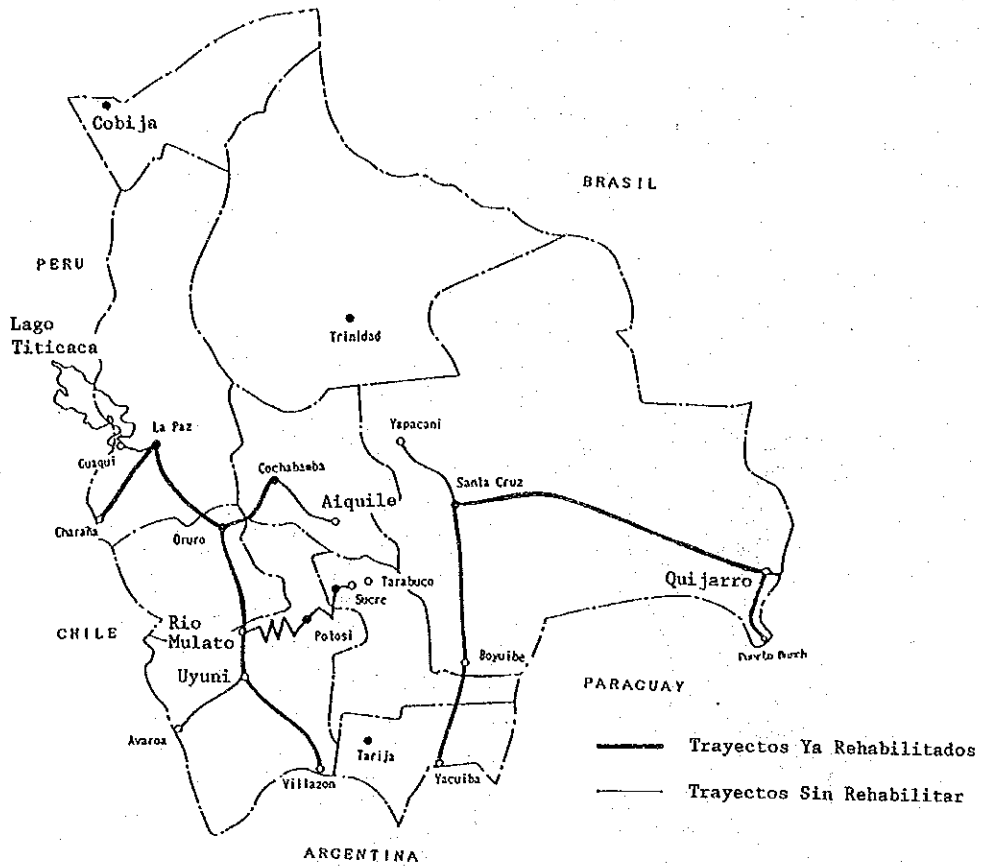


Fig. 7-3-2 Red Ferroviaria (el año 2010)

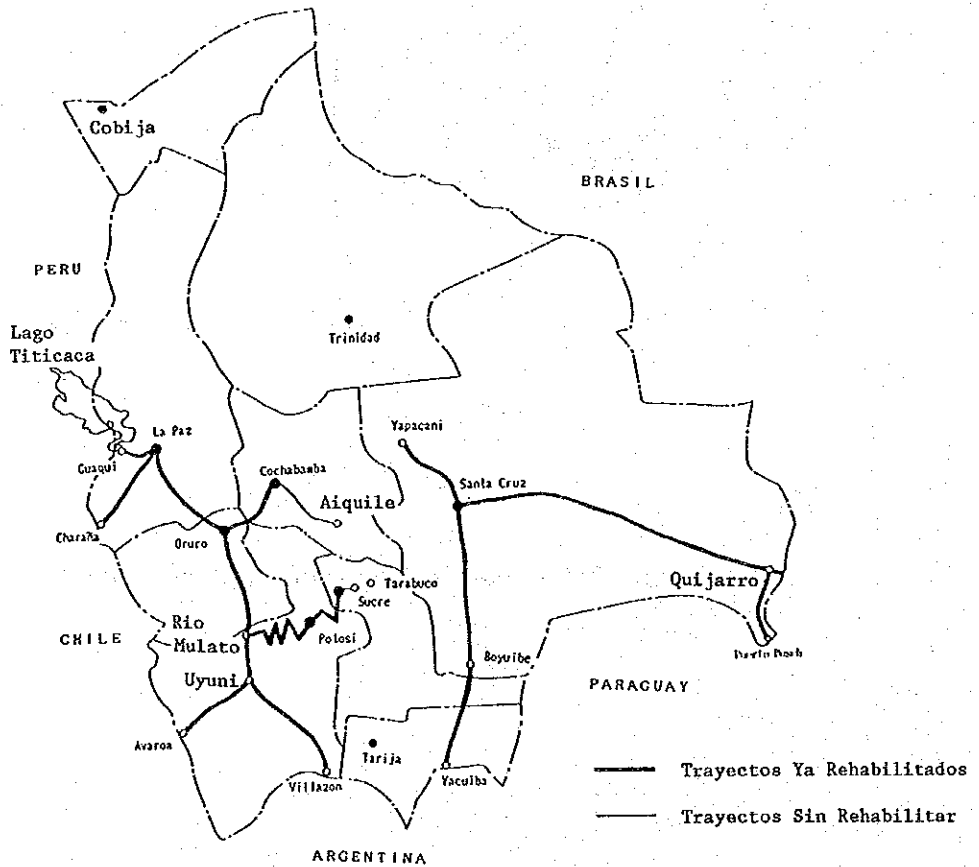


Fig. 7-3-3 Red Ferroviaria (el año 2020)

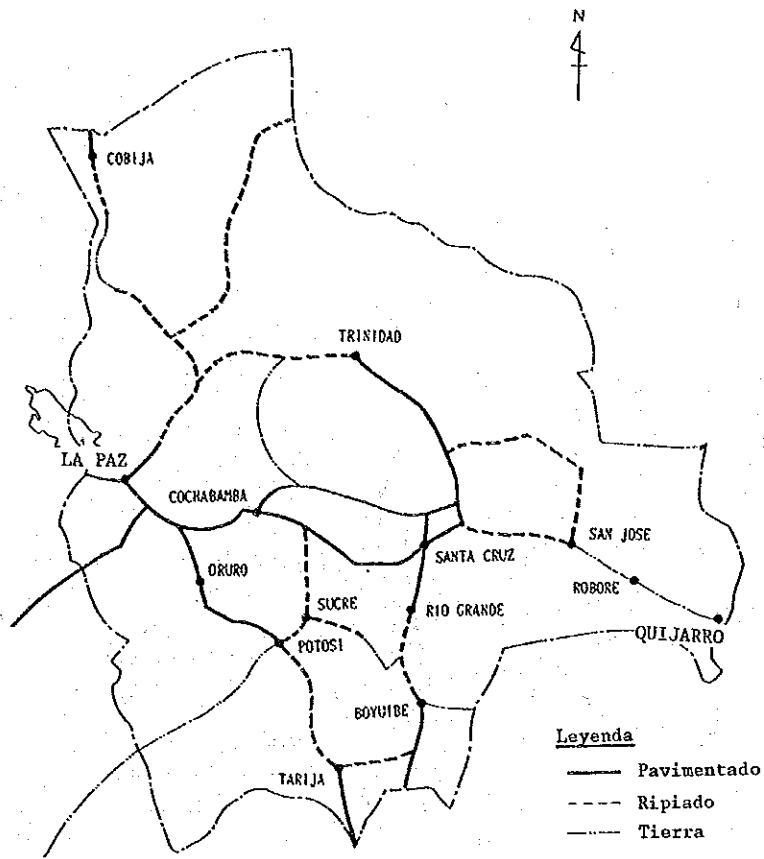


Fig. 7-4-1 Red de Carreteras (el año 2000)

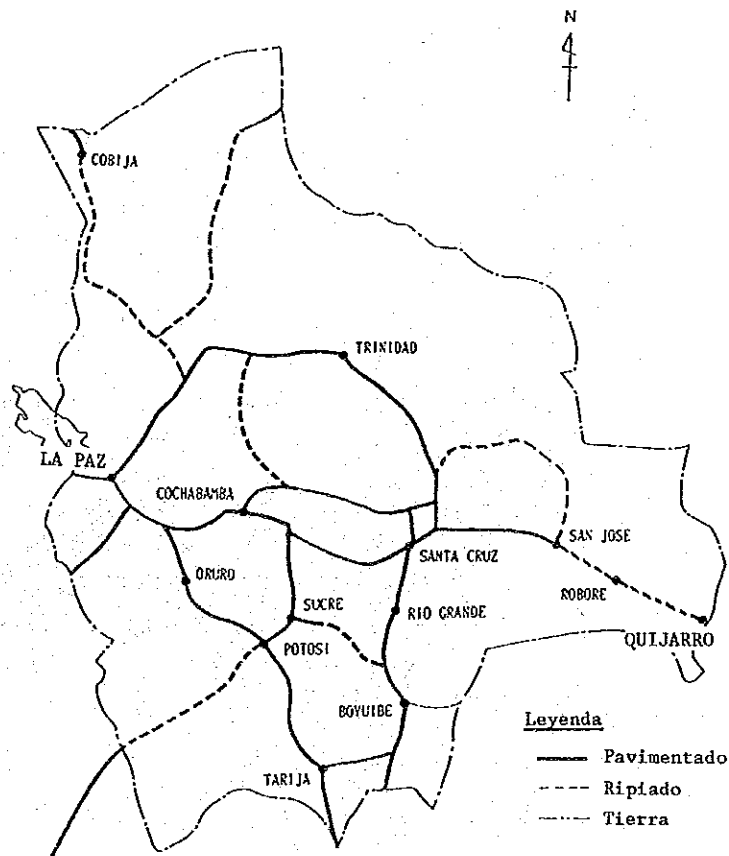


Fig. 7-4-2 Red de Carreteras (año 2010)

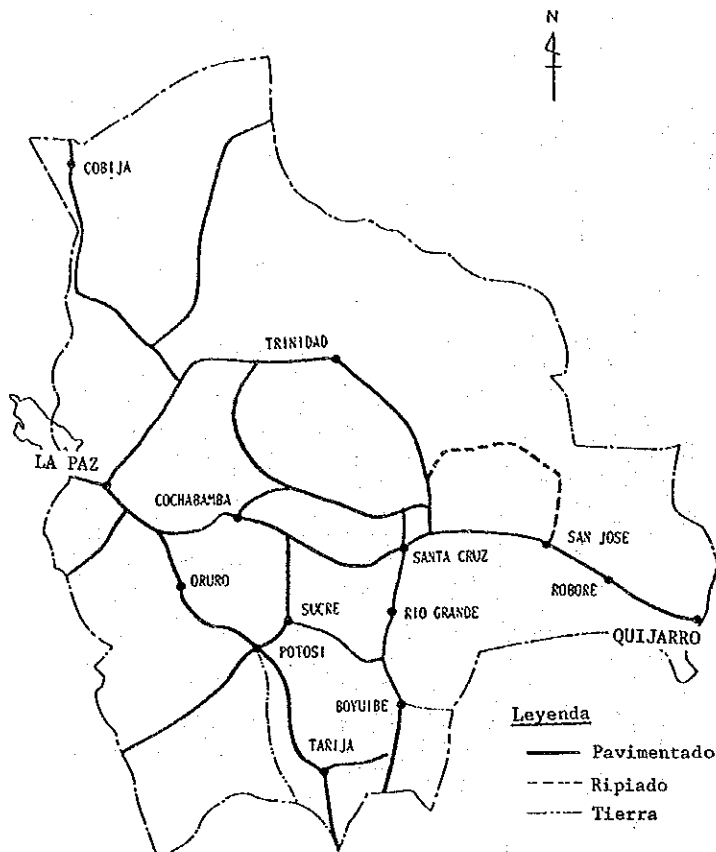


Fig. 7-4-3 Red de Carreteras (el año 2020)

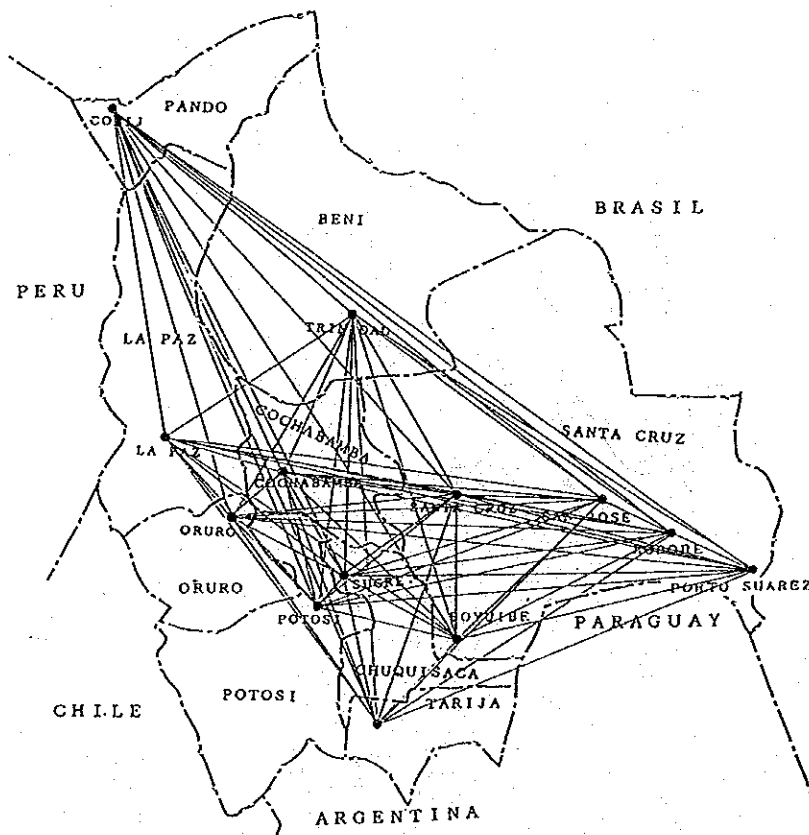


Fig. 7-5 Red de Transporte Aéreo (común en los años 2000, 2010, 2020)

(4) Nivel de Servicio

Se establecieron la velocidad y la tarifa para cada medio de tráfico.

1) Ferrocarriles

a) Velocidad

La velocidad comercial se estableció como se muestra en el Cuadro 7-2, a base de los Cuadros 9-3 y 9-4 del Capítulo 9 elaborados de acuerdo con el Proyecto de Equipamiento y Rehabilitación .

b) Tarifa

① Pasajeros

Se ha decidido que se va a aplicar el sistema de tarifa actual. En forma concreta, se calculó la correlación entre la distancia y la tarifa mediante los resultados reales y se estableció la tarifa como sigue.

Tarifa para pasajeros: $0,00950 \cdot L + 0,0058$ US\$
L; Distancia (km)

② Mercancías

Se calculó el sistema actual de la tarifa de transporte por carreteras mediante los resultados reales, y se ha tomado un 90% de esa cifra como la tarifa para mercancías.

Cifra media de la tarifa actual de todo el país:
 $0,0589$ US\$/tonelada·km

Tarifa establecida:

$(0,0491 \cdot L + 4,62) \times 0,9$ US\$/tonelada
(Incluye el costo de carga y descarga)
L; distancia (km)

2) Carreteras

a) Velocidad

Teniendo en cuenta las condiciones de la superficie de las carreteras y las configuraciones terrestres en cada año de proyecto, y consultando con el SNC del Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Bolivia, se estableció la velocidad media de marcha para los autobuses y camiones como se indica en el Cuadro 7-3. La velocidad media de marcha para cada tramo concreto se calculó computando el promedio ponderado entre la configuración terrestre y la distancia, y ésta es mostrada en la Fig. 7-4.

b) Tarifa

Se ha decidido que se va a aplicar el sistema de tarifa actual. En forma concreta, se calculó la correlación entre la distancia y la tarifa mediante los resultados reales, y se estableció la tarifa para pasajeros y para mercancías como se indica a continuación.

Pasajeros: $0,0245 \cdot L - 3,45$

Mercancías: $0,0491 \cdot L + 4,62$ US\$/tonelada

L; Distancia (km)

c) Tiempo de descanso

Es necesario tomar el descanso a medio camino para comida o para descanso de chófer en el tráfico por carreteras. Se estima que el tiempo de descanso es común en la actualidad y en los años de previsión.

Pasajeros: 15 minutos de descanso por cada 1 hora de marcha

Mercancías: 10 minutos de descanso por cada 1 hora de marcha

1 hora de descanso por cada 4 horas de marcha

1 hora de descanso adicional por cada 8 horas de marcha

8 horas de descanso por cada 12 horas de marcha

3) Transporte aéreo

a) Velocidad

Aunque hay diferencia en la velocidad de los aviones por su tipo (el avión de propulsión a chorro o de helice), se supone en este estudio que todos los aviones de las líneas aéreas son de propulsión a chorro. Así, se calculó la correlación entre el tiempo necesario y la distancia mediante los resultados reales, y se estableció el tiempo necesario para el vuelo de un aeropuerto a otro como sigue.

Tiempo necesario: $0,00108 \cdot L + 0,293$ horas

Además, para calcular el tiempo necesario para el transporte se agregaron el tiempo de acceso al aeropuerto y el tiempo de espera que es indispensable para el tráfico aéreo como se indica abajo.

Tiempo de acceso: 1,0 hora

Tiempo de espera: 1,5 horas

b) Tarifa

Se aplica el sistema actual de la tarifa sin alteración. Concretamente, se calculó la correlación entre la distancia y la tarifa, y se estableció como sigue.

Tarifa para pasajeros: $0,07435 \cdot L + 8,456$ US\$

Costo de acceso: 6,31 US\$

(Incluye el impuesto sobre el uso del aeropuerto)

Como el aerocargo se excluye del estudio de la cantidad de transporte clasificada por medios de tráfico, no se establece la tarifa para el aerocargo.

Cuadro 7-2 Velocidad Comercial de Trenes (km/h)

Tramo	Pasajeros			
	Actualidad	2000	2010	2020
La Paz - Oruro	47	62	62	62
Oruro - Rio Mulato	47	47	62	62
Rio Mulato - Uyuni	47	62	62	62
Uyuni - Villazón	47	47	62	62
La Paz - Guaquí	49	49	49	65
La Paz - Charaña	58	52	52	52
Oruro - Cochabamba	46	40	40	40
Cochabamba - Aiquile	23	23	23	23
Rio Mulato - Potosí	45	39	39	39
Potosí - Sucre	31	31	31	33
Uyuni - Avaroa	49	49	49	68
Santa Cruz - Quijarro	54	74	74	74
Santa Cruz - Yacuiba	58	58	74	74

Tramo	Mercancías			
	Actualidad	2000	2010	2020
Viacha - Oruro	45	51	51	51
Oruro - Rio Mulato	40	40	52	52
Rio Mulato - Uyuni	37	53	53	53
Uyuni - Tupiza	35	35	41	41
Tupiza - Villazón	33	33	40	40
Viacha - Guaquí	26	26	26	44
Viacha - Charaña	36	41	41	41
San Pedro - Cochabamba	25	30	30	30
Cochabamba - Aiquile	27	27	27	27
Rio Mulato - Potosí	26	26	26	29
Potosí - Sucre	24	24	24	29
Uyuni - Avaroa	23	23	23	43
Santa Cruz - Quijarro	28	44	44	44
Santa Cruz - Yacuiba	28	28	38	38
Santa Cruz - Yapacani	22	22	22	22

Cuadro 7-3 Velocidad Media de Marcha en Carreteras Estimada por la Configuración Terrestre y por la Superficie (km/h)

Configuración terrestre	Superficie	Autobús	Camión
Tierra alta	Pavimentada	80	60
	Grava	60	45
	Tierra	40	30
Zona montañosa	Pavimentada	45	40
	Grava	35	30
	Tierra	25	20
Tierra baja	Pavimentada	80	60
	Grava	60	45
	Tierra	40	30

**Cuadro 7-4 Velocidad Media de Marcha en las Carreteras
Estimada por tramos (km/h)**

Tramo	Autobús			
	Actualidad	2000	2010	2020
La Paz - Patacamaya	40	62	62	62
Patacamaya - Oruro	80	80	80	80
Caracollo - Cochabamba	40	40	40	40
Cochabamba - Chimore	40	40	40	40
Chimore - Santa Cruz	60	60	60	60
Santa Cruz - San José	30	30	60	60
San José - Roboré	30	30	50	60
Roboré - Quijarro	30	30	50	60
Santa Cruz - Río Grande	30	60	60	60
Río Grande - Boyuibe	30	50	60	60
Boyuibe - Yacuiba	30	60	60	60
San Antonio - Tarija	30	30	40	40
Potosí - Sucre	30	30	40	40
Sucre - Ipati	25	25	30	40
Totora - Sucre	30	30	40	40
Patacamaya - Chile	45	50	50	60
Potosí - Chile	30	30	45	60
Santa Cruz - Trinidad	60	60	60	60

Tramo	Camión			
	Actualidad	2000	2010	2020
La Paz - Patacamaya	35	35	35	35
Patacamaya - Oruro	60	60	60	60
Caracollo - Cochabamba	35	35	35	35
Cochabamba - Chimore	35	35	35	35
Chimore - Santa Cruz	60	43	43	43
Santa Cruz - San José	20	20	43	43
San José - Roboré	20	20	35	43
Roboré - Quijarro	20	20	35	43
Santa Cruz - Río Grande	20	43	43	43
Río Grande - Ipati	20	35	43	43
Ipati - Boyuibe	20	35	43	43
Boyuibe - Yacuiba	20	43	43	43
San Antonio - Tarija	25	25	35	35
Potosí - Sucre	25	25	35	35
Sucre - Ipati	20	20	25	35
Totora - Sucre	25	25	35	35
Patacamaya - Chile	35	41	41	41
Potosí - Chile	23	23	35	48
Santa Cruz - Trinidad	35	43	43	43

7-3 Previsión de la Demanda de Pasajeros

(1) Método de Previsión

1) Previsión de la cantidad total de transporte

Se hizo la previsión de la cantidad total de transporte tomando la población y PIB como factores de explicación. La cantidad total de transporte en este estudio no incluye el tráfico interno dentro de la zona, ya que está fuera de la previsión. Para los datos de los resultados reales se utilizó "BOLIVIA EN CIFRAS 1985" como fuente. Este documento sólo trata las cifras durante 1981-1984 como objeto de investigación y su edición de 1990, cuyo método de investigación es completamente diferente de lo anterior, no trata la cantidad total de transporte de pasajeros. Por lo tanto, se calculó la correlación entre la cantidad total de transporte y PIB per cápita durante estos 4 años (1981-1984). Utilizando la fórmula de la correlación se estimó la cantidad total de transporte en el futuro mediante las cifras previstas de la estructura socio-económica. El Cuadro 7-6 muestra la cantidad total de transporte de pasajeros, PIB y la población durante 1981-1984.

Cuadro 7-6 Pasajeros, PIB y la Población (1981-1984)

		1981	1982	1983	1984
Cantidad total de pasajeros		33.127	29.963	22.001	21.185
PIB	(a)	124.083	118.674	110.973	110.611
	(b)	4.963	4.747	4.438	4.424
Población	(c)	5.755	5.916	6.082	6.253

Fuente: Bolivia en Cifras 1985

Notas: (a); Peso Boliviano
(b); en Millones de Dólares Americanos
(c); x1.000 (mil) personas

La fórmula de correlación y el coeficiente de correlación son como siguen:

Fórmula de correlación:

$$y = -4,418 x (2,746) \quad \text{Coeficiente de correlación } 0,9894$$

y; la cantidad total de transporte de pasajeros

x; PIB per cápita (Pesos Bolivianos)

Nota; el resultado real del año 1980 se toma por uno.

2) Previsión de la cantidad distribuida de transporte

Considerando el OD (Origen-Destino) de 1988 como OD de base, se hizo la previsión de la cantidad distribuida de transporte en el futuro por el método de "Present Pattern" (Modelo Presente). Este es un método de hacer la previsión en el supuesto de que el modelo actual de OD seguirá siendo el mismo en el futuro. Es decir, se suma por separado el modelo actual de OD de ferrocarril, carretera y avión, y luego se suma por cada OD para calcular OD de la cantidad total de transporte. Se estima que este OD crecerá en proporción con el aumento de la cantidad total de transporte en el año de previsión. El modelo actual de OD fue elaborado de la siguiente manera. Véase el cuadro de OD de la cantidad total de pasajeros en la actualidad en el Apéndice 7-1.

a) Ferrocarriles

Se elaboró OD entre las zonas por los resultados de la venta de los pasajes de ENFE. (Ver el Apéndice 7-2)

b) Carreteras

Dado que el modelo de OD no se encontró en los datos existentes, se calculó el modelo de OD utilizando el siguiente modelo de gravedad mediante las cantidades generada y concentrada detalladas por cada departamento en "Bolivia en Cifras 1985" y la distancia entre las zonas.

$$T_{ij} = \frac{A_i \times A_j}{D_{ij}}$$

T_{ij}: la cantidad de tráfico entre i y j

A_i : la población de la zona i

A_j : la población de la zona j

D_{ij}: la distancia de carretera entre i y j

Se hizo un cálculo convergente a base de este modelo de OD considerando la cantidad total de tráfico de autobús como total de control y se elaboró OD de carreteras entre las zonas. (Ver el Apéndice 7-3)

El siguiente Cuadro 7-7 muestra las cantidades generada y concentrada de pasajeros calculadas por cada departamento.

Cuadro 7-7 Cantidades Generada y Concentrada de Pasajeros calculadas por cada departamento (1984)

Unidad: Número de pasajeros/año

	Cantidad generada	Cantidad concentrada
Chuquisaca	228.607	228.054
La Paz	3.733.393	3.431.270
Cochabamba	2.010.237	2.152.255
Oruro	1.029.920	937.052
Potosí	826.544	865.397
Tarija	407.281	409.793
Santa Cruz	596.281	733.225
Beni	-	-
Pando	-	-

Fuente: Bolivia en Cifras 1985

Puesto que no existe ningún dato estadístico relacionado a los departamentos BENI y PANDO, se calculó sobre el Dept. BENI por el número de autobús con destino a Trinidad desde la terminal de autobús en Santa Cruz. Respecto al Dept. PANDO se excluyó del objeto del estudio porque no tiene influencia en la cantidad transportada por ferrocarriles.

c) Transporte aéreo

Se elaboró OD entre las zonas por los resultados reales de los datos suministrados por "AASANA". (Ver el Apéndice 7-4)

3) Previsión de la cantidad de transporte por cada medio de tráfico

Para la previsión de la cantidad de transporte por cada medio de tráfico, se utilizó el modelo logit que se indica a continuación.

$$P_i = \frac{e^{x p(G_i)}}{\sum_{j=1}^n e^{x p(G_j)}}$$

$$G_j = \sum_{k=1}^m a_k X_{jk} + a_j$$

P_i : Tasa de distribución del medio de tráfico i

X_{jk} : Valor del factor k de la tasa de distribución del medio de tráfico j

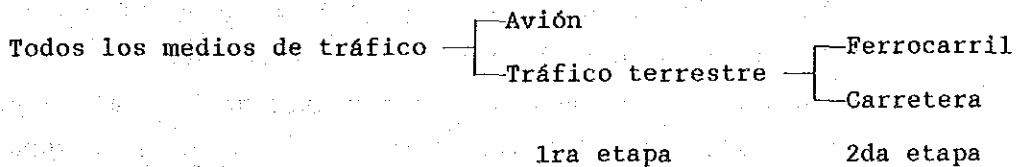
a_k : Parámetro para el factor k

a_j : Término constante para el medio de tráfico j

n : Número de los medios de tráfico (3; ferrocarril, carretera, avión)

m : Número de factores de selección (2; Tiempo de transporte, Tarifa)

Suponiendo que los medios de tráfico a seleccionar son ferrocarril, autobús y avión, se hizo la previsión de la selección del medio en dos etapas como se indican abajo.



Se ha establecido que los factores de distribución del medio k son dos; el tiempo necesario y la tarifa. El parámetro a_k para cada

factor y el término constante a_j para cada medio de tráfico se calcularon por el modelo de la proporción de transporte calculada por medio del tráfico de la actualidad. El cuadro siguiente indica a_k , a_j y el coeficiente de correlación.

Cuadro 7-8 Parámetros por factores, términos constantes por medios de tráfico y los coeficientes de correlación

	Primera etapa (tráfico terrestre o avión)	Segunda etapa (ferrocarril o carretera)
Parámetro de tiempo necesario a	-0,1041	-0,4240
Parámetro de tarifa a	-0,0695	-0,2377
Término constante a	0,6946	0,5782
Coeficiente de correlación	0,85373	0,8246

(2) Resultado de Previsión

1) Cantidad de transporte por cada medio de tráfico

El resultado de la previsión de la demanda calculado para cada año de proyecto según el método ya mencionado se muestra en el Cuadro 7-9 y la Fig. 7-6.

Se estima que la cantidad total de transporte ascenderá a 1,16 veces más en 2000, 1,13 veces más en 2010 y 1,48 veces más en 2020 en comparación con la de 1988, de la cual se calcula que la cantidad transportada por ferrocarriles llegará a ser 1,92 veces más en 2000, 3,02 veces más en 2010 y 3,38 veces más en 2020. En cambio, en el caso "WITHOUT", o sea en caso de que no se realice la rehabilitación y mejora de las instalaciones de ferrocarriles, se estima que será de 1,06 veces más en 2000, 0,93 veces en 2010 y 1,01 veces en 2020 comparando con la de 1988. Por otro lado, la participación de ferrocarril es de un 8,3% actualmente, de la cual se prevé que será de un 13,9% en 2000, un 19,3% en 2010 y 19,2% en 2020. En el caso "WITHOUT", sin embargo, se estima que la participación del ferrocarril descenderá a un 6,1% en 2000, un 4,8% en 2010, y un 4,6% en 2020.

Cuadro 7-9 Resultado de Previsión de Demanda de Cantidad de transporte calculada por medio de tráfico

Año de proyecto	Medio				
	Ferrocarriles	Carreteras	Avión	Todos los medios	Ferrocarriles en caso "WITHOUT"
2000	2.022 (13,9) [1,92]	11.639 (80,2) [1,06]	855 (5,9) [1,19]	14.516 (100,0) [1,16]	892 (6,1) [1,06]
2010	3.178 (19,3) [3,02]	12.379 (75,3) [1,13]	888 (5,4) [1,24]	16.445 (100,0) [1,31]	787 (4,8) [0,93]
2020	3.548 (19,2) [3,38]	13.952 (75,4) [1,27]	999 (5,4) [1,39]	18.490 (100,0) [1,48]	850 (4,6) [1,01]
Referencia 1988	1.051 (8,3) [1,00]	10.964 (86,1) [1,00]	719 (5,6) [1,00]	12.734 (100,0) [1,00]	-

Arriba: Cantidad de transporte (mil pasajeros/año)
 Medio: (participación %)
 Abajo: [proporción en relación con 1988]

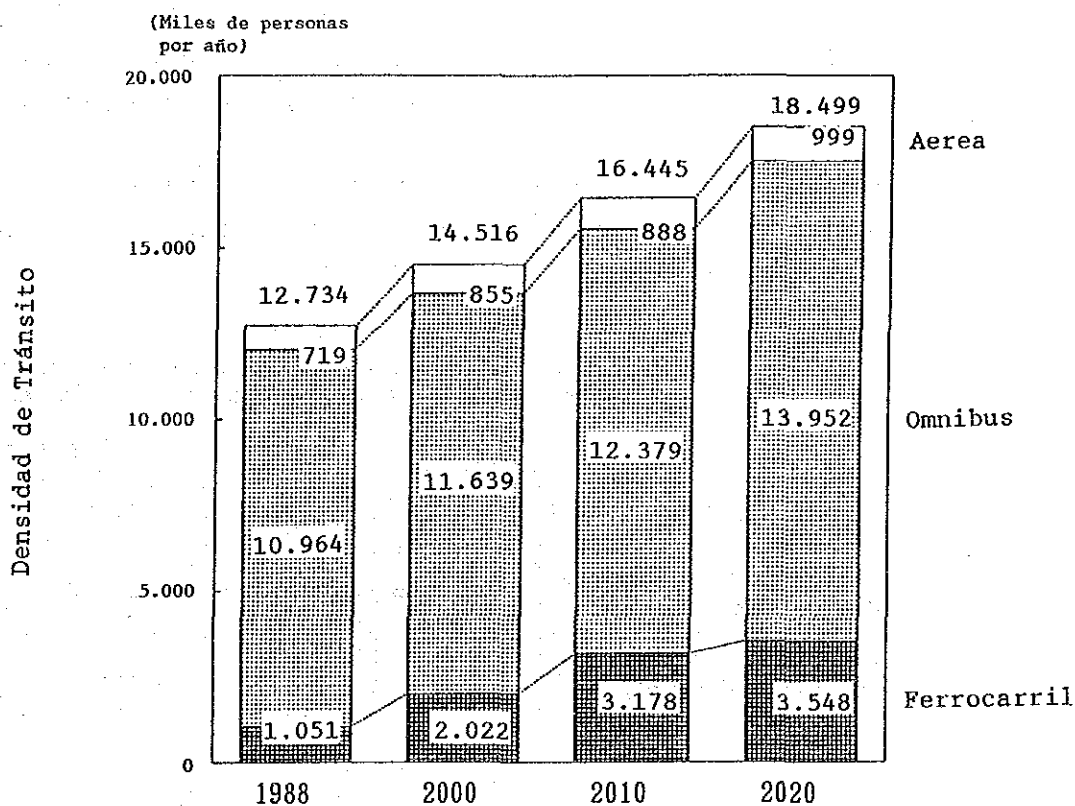


Fig. 7-6 Resultado de Previsión de Demanda de Cantidad de Transporte estimada por Medio de Tráfico y por Años

En el caso "WITHOUT", se considera que no solamente la participación de ferrocarriles, sino la cantidad absoluta de transporte también se reducirá o se mantendrá más o menos en el mismo nivel que el actual. Si se realiza el equipamiento y mejoramiento de ferrocarriles, en cambio, se espera que la cantidad transportada por ferrocarriles aumentará evidentemente en comparación con otros medios de tráfico. Es decir, se prevé que el mejoramiento del nivel de servicio por la rehabilitación y modernización de ferrocarriles producirá un efecto notable. Pero cabe mencionar que el efecto no será muy grande en la Red Oriental. Este aspecto, se explicará en el párrafo 2). Por otra parte, el aumento de transporte por ferrocarriles supone que tanto la tasa de crecimiento como la participación ascenderá marcadamente, pero el número de pasajeros no crecerá tanto puesto que la cantidad total de demanda de pasajeros será menor.

Los cuadros de OD para la cantidad total de transporte de pasajeros en los años 2000, 2010 y 2020 se muestran en No. 7-5-1 a 7-5-3 del Apéndice, los cuadros de OD de ferrocarrilea en No. 7-6 y 7-7-1 a 7-7-3 (el Caso "WITHOUT" en 7-7-1 a 7-7-3), los de carreteras en 7-8-1 a 7-8-3, los de aviones en 7-9-1 a 7-9-3 del Apéndice.

El resultado de la previsión sobre la cantidad de transporte por ferrocarriles calculada por "Número de pasajeros x km" se muestra en el Cuadro 7-10.

Cuadro 7-10 Resultado de Previsión sobre la Demanda de la cantidad de transporte por ferrocarriles

Unidad: mil pasajeros x km

Año de proyecto	2000	2010	2020	1988 (Referencia)
Cantidad de transporte (mil pasajeros x km)	1.172.682	1.875.305	2.115.300	368.886
Proporción en relación con 1988	3,18	5,08	5,73	1,00

La distancia de un viaje en el transporte por ferrocarriles es larga, por lo que la tasa de crecimiento es grande.

2) La cantidad de transporte estimada por tramos de vía

La cantidad de transporte entre las estaciones principales de ferrocarriles en los años 2000, 2010 y 2020 se muestra en la *Fig. 7-7*.

La cantidad total de transporte se muestra en la *Fig. 7-8*, y la participación de ferrocarriles en la cantidad total se muestra en la *Fig. 7-9*.

Los transportes por carretera y por avión no toman la misma ruta que los ferrocarriles, por ello no es adecuado comparar *Fig. 7-7* con *Fig. 7-8* de la misma manera. Pero estas dos figuras se elaboraron como un recurso conveniente para apreciar la participación de los ferrocarriles por OD (Origen-Destino) en la demanda del transporte de pasajeros.

La Red Andina tiene mayor cantidad de transporte que la Red Oriental, lo cual es debido a que las cantidades generada y concentrada en La Paz son mucho más grande que en otras zonas. A medida que avanza el tiempo, se estima que la cantidad de transporte va a aumentar con un ritmo favorable, mientras se prevé que la participación del ferrocarril incrementará marcadamente antes y poco después de la terminación del equipamiento y luego mantendrá un ritmo más lento. Es decir, crecerá en proporción del aumento de la demanda total después de terminar la rehabilitación y la modernización. Esto se debe a que los proyectos del equipamiento de carreteras en la región occidental se realizarán en la época relativamente temprana y terminarán antes que los proyectos del equipamiento y mejora de ferrocarriles terminan.

En la Red Oriental, la participación del ferrocarril asciende a 61-88% ya que actualmente casi no existe la red de carreteras que se pueda utilizar para el transporte de larga distancia. El proyecto del equipamiento de la Línea Quijarro se terminará el 2000, mientras tanto, el equipamiento de carreteras sólo se limita al tramo Santa Cruz - San José donde se construirá un camino de grava, por lo

tanto el ferrocarril seguirá aumentando su participación más y más. Después de terminar el proyecto del equipamiento y mejora de ferrocarriles, sin embargo, se ejecutarán los proyectos de las carreteras en los años 2010 y 2020, por lo que la participación así como la cantidad absoluta de transporte por ferrocarriles disminuirán en el 2010. Se calcula que se recuperarán ligeramente el 2020, lo cual es debido al equilibrio entre la reducción de la participación ferroviaria y el aumento de la cantidad total de transporte. La cantidad de transporte por la Línea Yacuiba registrará un leve aumento. El proyecto de la rehabilitación y mejora de la Línea Yacuiba se llevará a cabo en el período 2000-2010 y la parte considerable del equipamiento de la carretera se ejecutará en el período 1990-2000 como se muestra en la Fig. 7-4, por esto, se estima que la participación de ferrocarriles en algunos trayectos bajará del nivel de un 80% en 1988 al nivel de un 30%. En los años 2010 y 2020 los proyectos de equipamiento y mejora de los ferrocarriles y de las carreteras estarán acabados, y por eso se piensa que la participación se mantendrá a un nivel más o menos estable de un poco menos del 50%.

En el tramo Cochabamba - Santa Cruz que forma parte del Puente Terrestre entre el Océano Pacífico y el Océano Atlántico, la cantidad total de transporte subirá a 2.210.000 pasajeros de ida y vuelta el 2000, 2.510.000 el 2010 y 2.820.000 el 2020, de la cual la participación del sistema intermodal se estima en un 2,0% el 2000, un 3,7% el 2010 y un 3,6% el 2020.

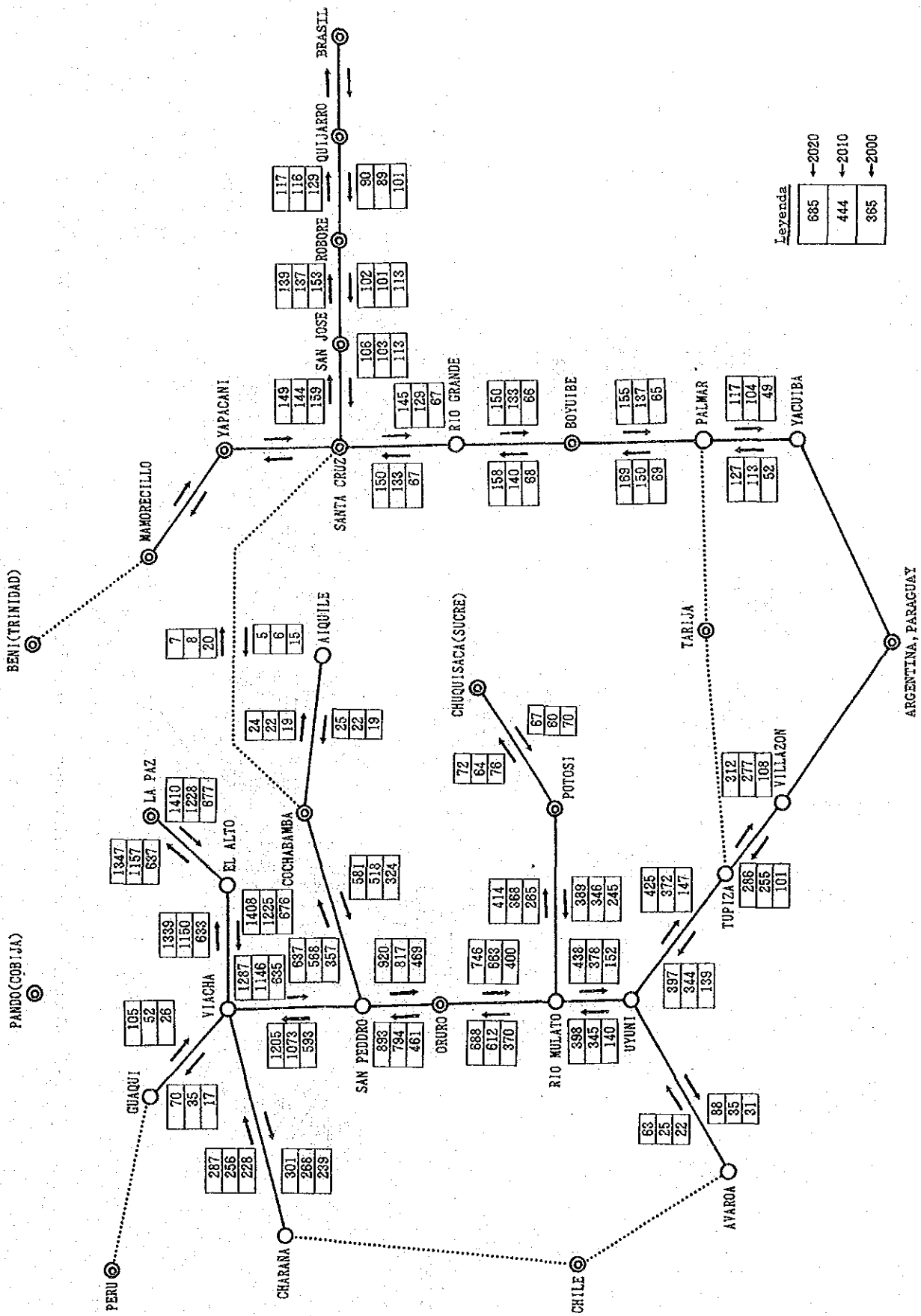


Fig. 7-7 Volumen de Transporte Seccional de Pasajeros Ferroviarios (x 1.000 personas/año)

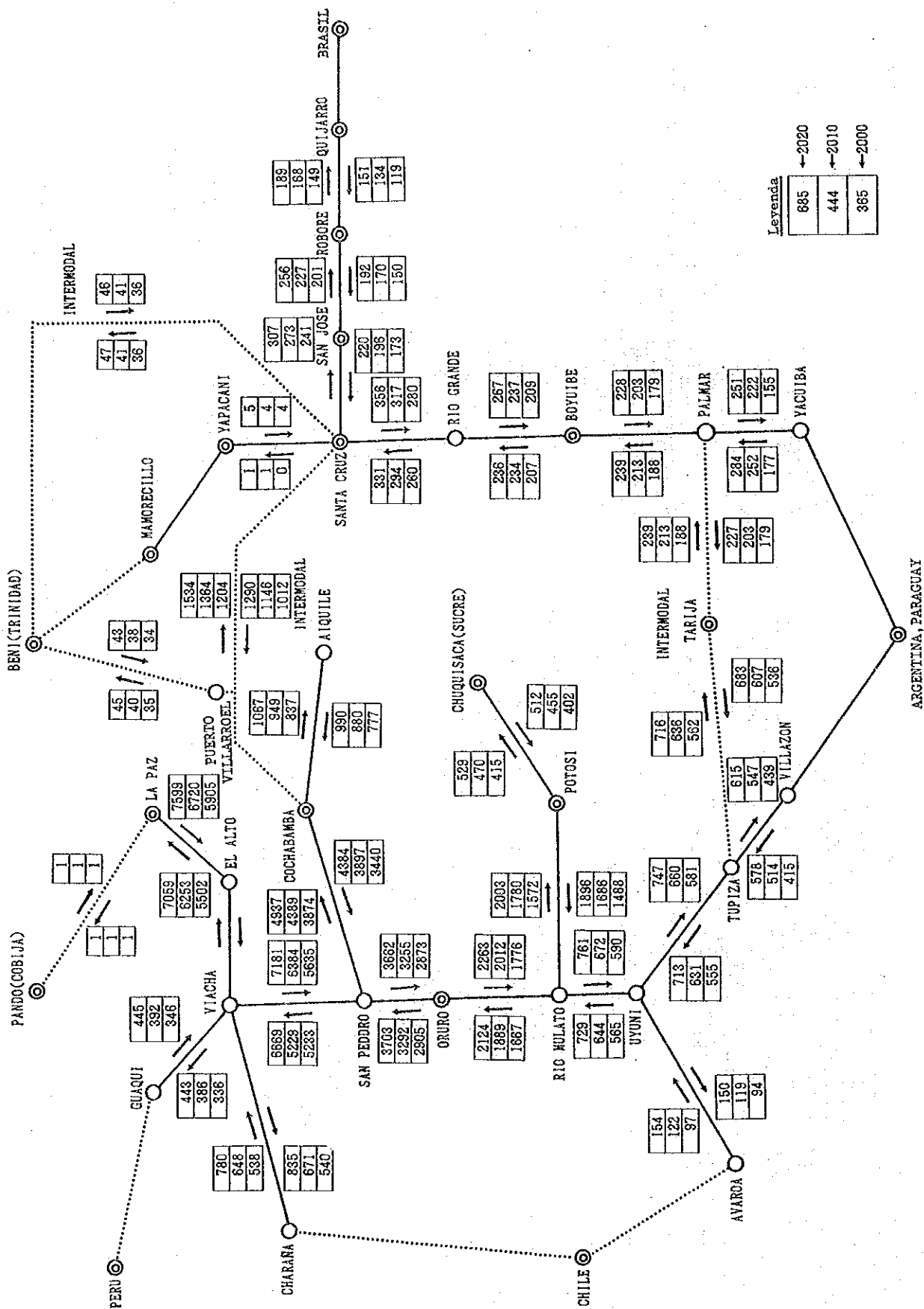


Fig. 7-8 Volumen Total de Transporte Seccional de Pasajeros (x 1.000 personas/año)

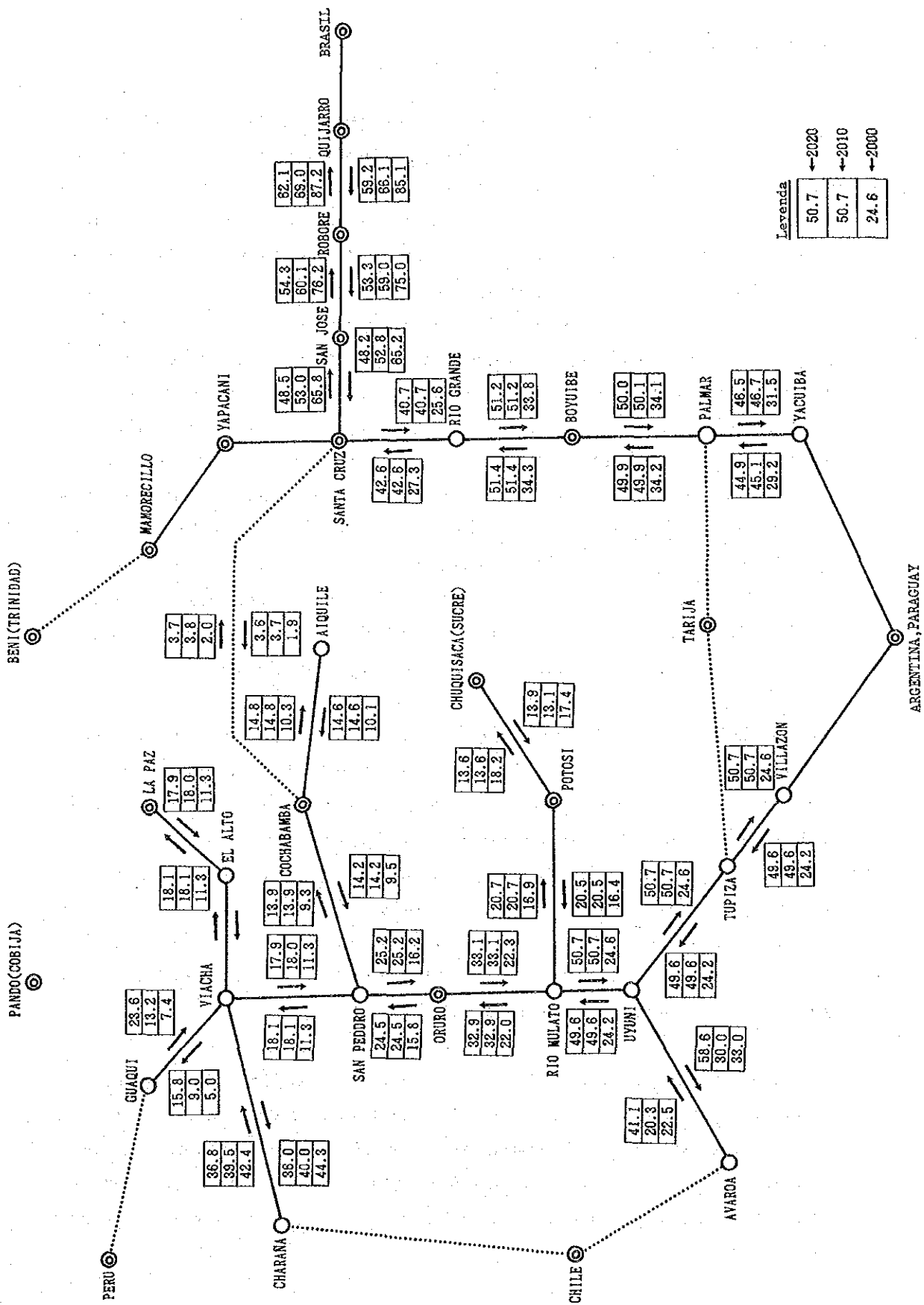


Fig. 7-9 Participación de Pasajeros Ferroviarios por Trayecto (X)

3) Análisis de sensibilidad

Mientras que el equipamiento y mejora de los ferrocarriles se realice, el proyecto del equipamiento de la red de carreteras se ejecutará también. Sin embargo, en la actualidad casi no hay una red de carreteras utilizable para el transporte de larga distancia especialmente en la región oriental, por lo tanto, hoy día las Líneas Quijarro y Yacuiba monopolizan el transporte de esta región, a pesar de las instalaciones y la administración de mala calidad. En estas circunstancias, se espera que en base al Plan Maestro se terminará el equipamiento y mejorará la Línea Quijarro para el 2000, y la Línea Yacuiba para el 2010. Por otra parte, como se indica en *Fig. 7-4*, las carreteras se van a equipar por su orden hasta que termine la construcción de una carretera pavimentada que pasará todos los trayectos para el año 2020. En consecuencia, se prevé que la participación de ferrocarril en el transporte de pasajeros que fue de un 80% más o menos en 1988 bajará a unos 50% en 2020, y en la Línea Quijarro la cantidad absoluta de transporte también va a disminuirse, como se explicó anteriormente en el párrafo 2).

En el modelo de selección de los medios de transporte en esta previsión, se toman el tiempo necesario y la tarifa como factores de selección, de modo que se hizo el análisis de la sensibilidad sobre estos factores como elementos de juicio para estudiar algunas medidas para frenar la caída de la participación ferroviaria (Red Oriental). Los resultados del análisis se muestran respectivamente en la *Fig. 7-10-1* (Velocidad - Línea Quijarro), *Fig. 7-10-2* (Velocidad - Línea Yacuiba), *Fig. 7-11-1* (Tarifa - Línea Quijarro) y *Fig. 7-11-2* (Tarifa - Línea Yacuiba).

Los resultados de análisis de sensibilidad indican lo siguiente: Cada vez que la velocidad comercial de trenes se aumenta 1 km/h, se estima que el número de pasajeros registrará un aumento de unos 400/año en el 2000, unos 1000/año el 2010, unos 1500/año el 2020 en Línea Quijarro, y unos 200/año durante todo el período en la Línea Yacuiba.

Según los resultados del análisis de sensibilidad por la tarifa de ferrocarril, cada vez que la tarifa se reduce un 5%, el aumento de pasajeros se estima en unos 500/año el 2000, unos 1500/año el 2010 y unos 2300/año el 2020 en la Línea Quijarro, y aproximadamente 200/año durante todo el período en la Línea Yacuiba.

En la Línea Quijarro se estima que la cantidad de transporte por ferrocarriles se va a disminuir en los años 2010 y 2020 comparando con el año 2000, y para detener la tendencia de disminución, la velocidad deberá aumentarse en unos 10 km/h el 2010, unos 3 km/h el 2020 más que la velocidad comercial establecida. También es necesario rebajar la tarifa en un 20% el 2010 y 5-10% el 2020.

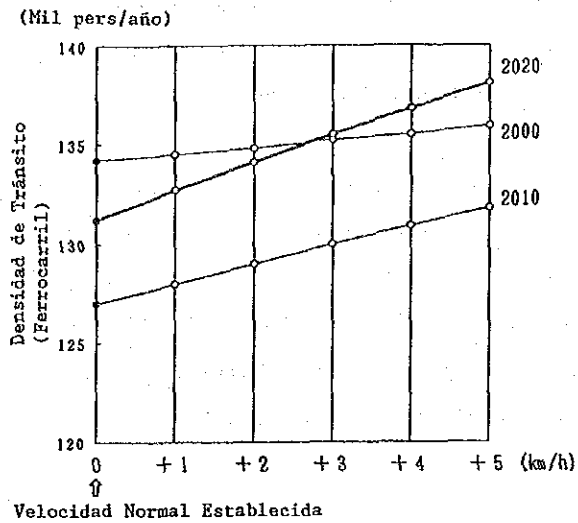


Fig. 7-10-1 Línea Quijarro

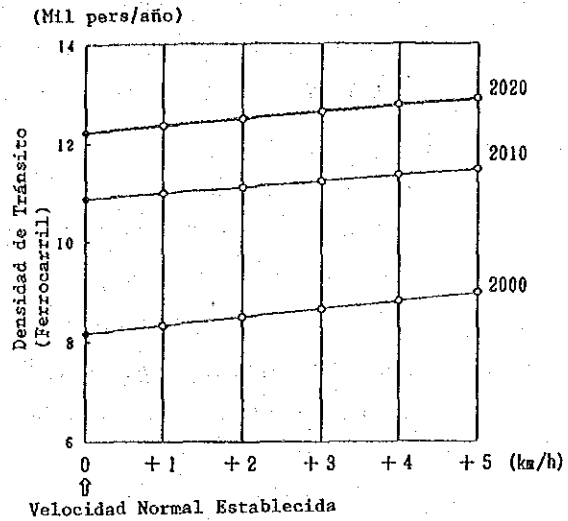


Fig. 7-10-2 Línea Yacuiba

Análisis de Sensibilidad por la Velocidad Comercial de Trenes

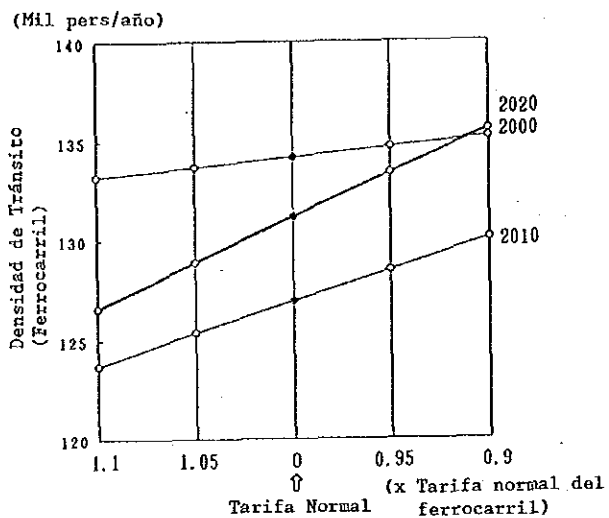


Fig. 7-11-1 Línea Quijarro

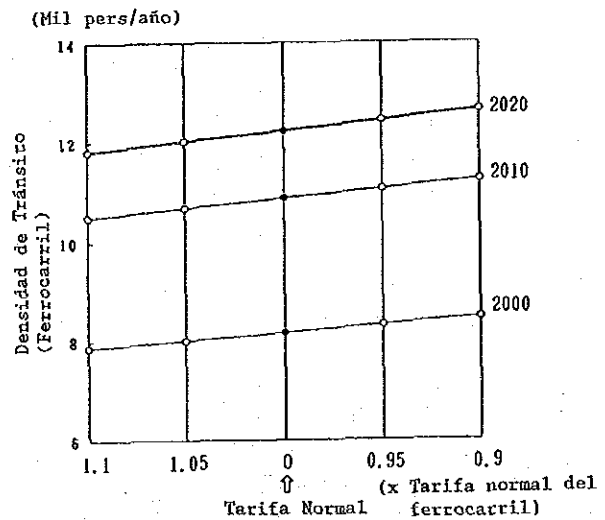


Fig. 7-11-2 Línea Yacuiba

Análisis de Sensibilidad por la Tarifa de Ferrocarril

7-4 Previsión de la Demanda de Mercancías

(1) Método de Previsión

1) Previsión de la cantidad total de transporte

La documentación de ENFE contiene datos de alta precisión incluyendo OD a cerca de la cantidad de las mercancías transportadas por ferrocarril (Ver los Apéndices 7-10-1 a 7-10-7), pero no hay ningún dato referente a la cantidad de mercancías transportadas por carretera que ocupa un 52% de la cantidad total de volumen transportado, por lo cual es imposible apreciar el movimiento general de mercancías en base del volumen de transporte. Por eso, en el presente estudio, la generación y la concentración de mercancías por zonas que constituyen la base del transporte de mercancías se calcularon por el siguiente orden:

- ① Reuniendo los datos del Departamento de Estadísticas, del Ministerio de Industria y Comercio, del Ministerio de Agricultura y Ganadería, de los ingenios azucareros, de la Asociación de Fabricantes de Aceite, de las fábricas de cemento y del Ministerio de Minería, se calcularon las cantidades de la producción y de consumo clasificadas por años, los departamentos y los productos principales. (Ver los Apéndices 7-11-1 a 7-11-6)

Los productos principales citados son doce en total: trigo, harina, azúcar, soja, ganado/carne, cemento, los productos siderúrgicos, los materiales de construcción, vehículos, maquinaria/equipo, madera, mineral/metall.

- ② Dado que la situación socio-económica en Bolivia durante los años 1981-1986 fue caótica, los datos existentes son muy desordenados y confusos. Por esta razón, si los utilizamos para hacer la previsión, es posible incurrir en grandes errores, y así se calcularon los términos medios de la cantidad de producción y de consumo de cada producto principal durante estos 6 años, los cuales se consideraron como los valores iniciales (que corresponden a los valores de 1987).

- ③ Mediante la tasa de crecimiento clasificada por sectores del *Cuadro 7-1*, se calcularon las cantidades de producción y de consumo en 2000, 2010 y 2020 por cada producto principal y por cada departamento (Ver el Apéndice 7-12-1 a 7-12-4), de las cuales se estima que la tasa de crecimiento de consumo de cada sector no coincide con la tasa de crecimiento de la producción del sector. Así se considera como sigue.

Trigo, harina, azúcar, soja, ganado:

igual a la tasa de crecimiento de la población

Cemento, productos siderúrgicos:

igual a la tasa de crecimiento de la construcción

Materiales de construcción, vehículos, maquinaria/equipos:

igual a la tasa de crecimiento de la industria
manufacturera

Maderas: igual a la tasa de crecimiento de la agricultura

Productos minerales:

igual a la tasa de crecimiento de la industria
minera

- ④ Los artículos transportados no se pueden limitar a los arriba mencionados. Por lo tanto, la cantidad generada y la cantidad concentrada de otros productos se calcularon multiplicando la cantidad total de transporte de 12 productos por la proporción entre 12 artículos y los otros artículos en la cantidad transportada por ferrocarriles en 1988. (Ver el Apéndice 7-10-1 a 7-10-7)

El Dept. de Santa Cruz donde pasa la mayor parte de las líneas de la Red Oriental de ENFE tiene una superficie extensa, de modo que se ha dividido en 10 zonas como se muestra en *Fig. 7-2*. Por otra parte, en el Dept. de Santa Cruz no hay actualmente una red buena de carreteras, por lo que casi toda la cantidad de transporte de media y larga distancia depende de los ferrocarriles. Y así las cantidades generada y concentrada en cada zona del departamento se estimaron multiplicando todas

las cantidades generada y concentrada dentro del departamento por la proporción de las cantidades generada y concentrada en transporte por ferrocarriles en 1988.

La diferencia entre la producción y el consumo en todo el país se consideró como la cantidad de exportación e importación al exterior, la cual se dispersó por la proporción de la cantidad de transporte por ferrocarriles clasificada por países.

La cantidad de exportación e importación al exterior incluye los artículos destinados a los países europeos, EEUU, Japón, y otros países, todos los cuales deben pasar los países vecinos, que están representados por Brasil, Chile, Argentina, Paraguay, y Perú.

Además se hicieron algunas correcciones como están descritas en 7-2 (1), en base de los resultados de la investigación complementaria hecha sobre el terreno. (Ver el Apéndice 7-13-1 a 7-13-4).

2) Previsión de la cantidad distribuida de transporte

Como el modelo de OD no se pudo obtener por los datos existentes, se calculó por cada artículo mediante el modelo de gravedad utilizando las cantidades generada y concentrada en cada zona en 1988, 2000, 2010 y 2020 calculadas en el párrafo 1) y la distancia entre zonas. Tomando este modelo OD por el valor inicial, se elevó la precisión por el Método Frator.

$$T_{ij} = \frac{A_i \times A_j}{D_{ij}^2} \quad \text{Modelo de gravedad}$$

T_{ij} : Cantidad de transporte entre i y j

A_i : Cantidad generada en la zona i

A_j : Cantidad concentrada en la zona j

d_{ij} : Distancia de transporte entre i y j

3) Previsión de la cantidad de transporte clasificada por los medios de tráfico

Para prever la cantidad de transporte de mercancías clasificada por medios de tráfico se utilizó el modelo logit al igual que la previsión de la demanda de pasajeros. El transporte aéreo fué eliminado ya que su cantidad es pequeña en comparación con otros medios como está descrito en el párrafo 2-1 del Capítulo 2. Así se compartió entre dos medios de tráfico o sea ferrocarril y carretera, calculándose por la siguiente fórmula. Los factores de selección de medios son el tiempo necesario y la tarifa.

$$CF_{ij} = \frac{T_{ij}}{1 + \text{EXP}(\gamma + \alpha \times \frac{FT_{ij}}{RT_{ij}} + \beta \times \frac{FC_{ij}}{RC_{ij}})}$$

$$CR_{ij} = \frac{T_{ij}}{1 - \{1 + \text{EXP}(\gamma + \alpha \times \frac{FT_{ij}}{RT_{ij}} + \beta \times \frac{FC_{ij}}{RC_{ij}})\}}$$

CF_{ij}: Cantidad de transporte por ferrocarril entre i y j

CR_{ij}: Cantidad de transporte por carretera entre i y j

T_{ij} : Cantidad total de transporte entre i y j

FT_{ij}: Tiempo necesario para transporte por ferrocarril entre i y j

RT_{ij}: Tiempo necesario para transporte por carretera entre i y j

FC_{ij}: Tarifa de ferrocarril entre i y j

RC_{ij}: Tarifa de transporte por carreteras entre i y j

α, β, γ: Parámetros

Los parámetros α, β y γ se calcularon por aproximaciones sucesivas suponiendo que la diferencia entre la cantidad total de transporte 1.788.680 toneladas/año (Ver el Apéndice 7-4) y la cantidad total de transporte por ferrocarril 872.000 toneladas/año (Ver el Apéndice 7-10) de la actualidad equivale a la cantidad total de transporte por carreteras.

Los valores de α , β , γ y el coeficiente de correlación son como siguen.

α	β	γ	Coeficiente de correlación
1,5	1,8	-3,043	0,8387

4) El tiempo necesario y la tarifa para el transporte de mercancías en el sistema intermodal y la tasa de retraso de trenes

En el Cuadro 7-11 se muestran el tiempo necesario y la tarifa para carga y descarga de las mercancías en el sistema intermodal, y el tiempo necesario y la tarifa para el transporte por agua incluido en el sistema intermodal.

Cuadro 7-11 Tiempo Necesario y Tarifa para Transporte de Mercancías en Sistema Intermodal

	Actualidad	2000	2010	2020
Tiempo necesario para carga y descarga (horas)				
Santa Cruz	36	8	8	8
Cochabamba	36	8	8	8
Tupiza	36	36	8	8
Villa Montes	36	36	8	8
Motacucito (MO)	36	36	-	-
Pt. Villarroel (PV)	36	36	36	36
Mamorecillo (MM)	36	36	36	36
*Tiempo necesario para transporte por agua (horas)				
PV - MM	96	96	75	75
MM - Trinidad	96	96	96	75
**Tarifa para transporte por agua				
Puerto Villarroel - Mamorecillo		16,1	US\$/t	
Mamorecillo - Trinidad		16,1	US\$/t	
Puerto Villarroel - Trinidad		24,15	US\$/t	
Tarifa para embarque y desembarque		4,62	US\$/t	

Fuente: * Dirección de Desarrollo de Dept. de BENI, "Estudio de Factibilidad de Proyecto Pt. Guayaramerin" Cuadro-13 (dato de SEMENA)

** Corporación de Transporte por Agua (Cochabamba)

Según los datos estadísticos del año 1988 de ENFE, un 58% de los trenes se atrasaron y el tiempo promedio de retraso en cada tren fue 4,49 horas como se indica en el *Cuadro 3-3-10*. Suponiendo que el tiempo medio de servicio de un tren fue de 10 horas, la tasa de retraso promedio se estima en unos 25%, y así el índice de retraso suplementario en 1988 y en el caso "WITHOUT" se estima en 1,25.

En la Línea San Pedro - Cochabamba se cancela o se reduce extremadamente el número de trenes en servicio a causa de los desastres naturales en 3 meses al año durante la temporada de lluvias que es de noviembre a abril, lo cual hace perder la confianza de los usuarios. Por esta razón, se hizo el cálculo de la velocidad comercial en la situación actual y en el caso "WITHOUT" reduciéndose a un 75% de la 'actualidad' del *Cuadro 7-2*.

(2) Resultado de la Previsión

1) Cantidad de transporte clasificada por medios de tráfico

El *Cuadro 7-12* y la *Fig. 7-12* muestran los resultados previstos para cada año de proyecto según el método descrito anteriormente.

Se estima que la cantidad total de transporte se aumentará a 2,67 veces el 2000, 3,77 veces el 2010 y 5,45 veces el 2020 comparando con 1988. La cantidad de transporte por ferrocarriles ascenderá a 2,08 veces el 2000, 4,8 veces el 2010 y 7,14 veces el 2020, mientras en el caso "WITHOUT" se aumentará a 1,72 veces el 2000, 2,12 veces el 2010 y 2,84 veces el 2020. Por otra parte, la tasa de participación del ferrocarril que es actualmente de un 48,8% llegará a ser de un 38,0% el 2000, un 62,1% el 2010 y un 63,6% el 2020. En el caso "WITHOUT" se prevé que será de un 31,4% el 2000, un 27,5% el 2010 y un 25,5% el 2020. Referente al transporte de pasajeros, la tasa de participación del transporte por ferrocarriles en el transporte de mercancías es relativamente alta hoy en día, por falta de las carreteras destinadas al transporte de larga distancia. Además, la cantidad total de transporte se seguirá incrementando tanto que la cantidad de transporte por ferrocarril no se

disminuirá aun en el caso "WITHOUT", y registrará un aumento notable si se ejecuta el mejoramiento del ferrocarril. En la región oriental donde actualmente no hay carreteras adecuadas para el transporte de larga distancia, un avance pequeño en el equipamiento de carreteras tendrá una influencia mayor que el de ferrocarriles, por lo que la participación del transporte por ferrocarriles va a registrar una baja ligera hasta el 2000. Pero se estima que en los años 2010 y 2020 se recobrará de nuevo, principalmente debido al aumento de la cantidad de transporte de minerales de hierro del Mutún.

Los cuadros de OD de la cantidad total de transporte de mercancías para 1988, 2000, 2010 y 2020 están clasificados por artículos y la suma como se muestran en el Apéndice 7-14-1 a 7-14-4. Los cuadros de OD de la cantidad total de mercancías clasificada por los medios de tráfico se muestran en el Apéndice 7-15-1 a 7-15-3 pareando ferrocarril y carretera. El caso "WITHOUT" se muestra en el Apéndice 7-16-1 a 7-16-3.

Cuadro 7-12 Resultado de Previsión de Cantidad de Transporte de Mercancías clasificadas por Medios de Tráfico para cada año de proyecto

Año de proyecto	Medio			
	Ferrocarriles	Carreteras	Todos los medios	Ferrocarriles en caso "WITHOUT"
2000	1.814 (38,0) [2,08]	2.962 (62,0) [3,24]	4.776 (100,0) [2,67]	1.502 (31,4) [1,72]
2010	4.183 (62,1) [4,80]	2.551 (37,9) [2,79]	6.734 (100,0) [3,77]	1.850 (27,5) [2,12]
2020	6.229 (63,6) [7,14]	3.509 (36,4) [3,84]	9.738 (100,0) [5,45]	2.479 (25,5) [2,84]
Referencia 1988	872 (48,8) [1,00]	914 (51,2) [1,00]	1.786 (100,0) [1,00]	-

Arriba: Cantidad de transporte (mil toneladas/año)
Medio: (tasa de participación %)
Abajo: [Indice al año base 1988]

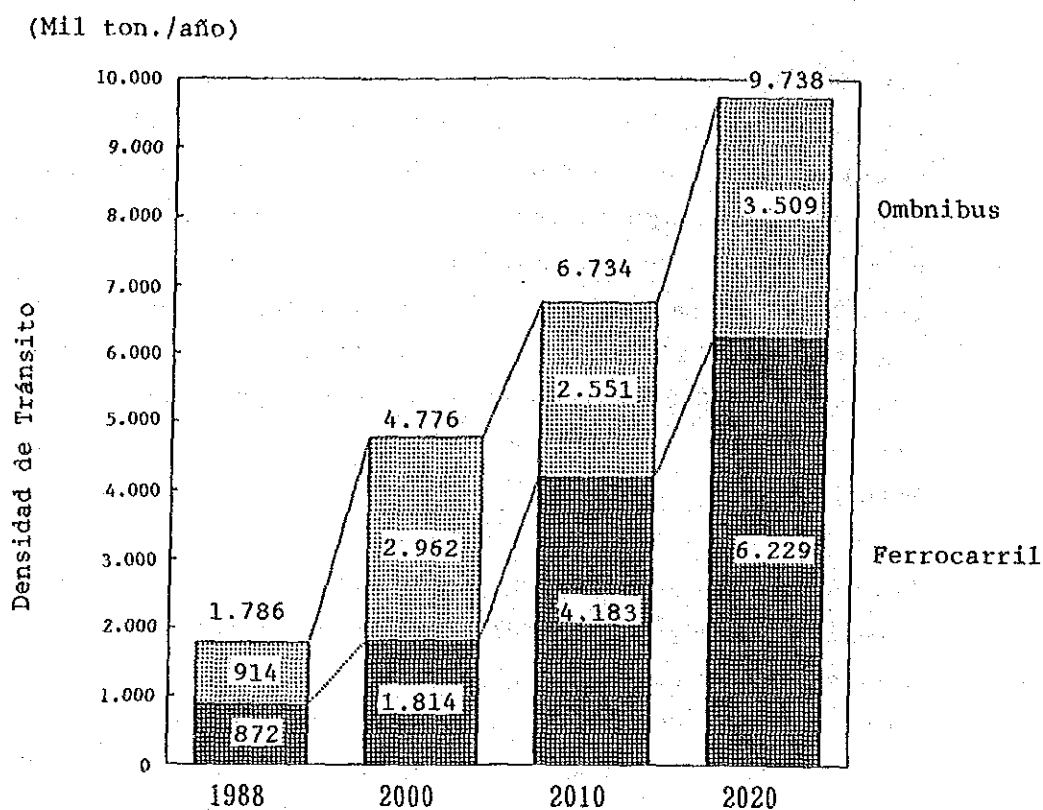


Fig. 7-12 Resultado de la Previsión de la Demanda de la Cantidad de Transporte clasificada por Años y por los Medios de Tráfico

El resultado de la previsión de la demanda del transporte de mercancías por ferrocarril (Toneladas x km) se muestra en el Cuadro 7-13.

Cuadro 7-13 Resultado de la Previsión de la Demanda del Transporte de Mercancías por Ferrocarriles (toneladas x km)

Año de proyecto	2000	2010	2020	1988 (Referencia)
Cantidad de transporte (mil toneladas x km)	860.381 (688.814)	1.300.740 (821.924)	1.842.520 (1.093.720)	413.802
Proporción en comparación con 1988	2,08 (1,62)	3,14 (1,99)	4,45 (2,64)	—

Nota: Las cifras en paréntesis indican el resultado previsto en el caso "WITHOUT".

Las tasas de crecimiento de la cantidad de transporte (toneladas x km) en 2010 y 2020 no son tan grandes como las del volumen de transporte (toneladas), lo cual se debe probablemente a que se aumentará marcadamente el transporte de minerales de hierro en el tramo Mutún - Pt. Busch cuya distancia de transporte no es muy larga.

2) Cantidad de transporte clasificada por tramos de vía

La *Fig. 7-13* muestra la cantidad de transporte entre las estaciones principales en cada año del proyecto. Igualmente, la *Fig. 7-14* muestra la cantidad total de transporte, y *Fig. 7-15* la participación del ferrocarril en la cantidad total de transporte. *Fig. 7-16* indica la cantidad total de transporte y la participación del ferrocarril en la actualidad.

La Red Andina se caracteriza por tener más cantidad de transporte en la ruta Potosí → Rio Mulato → Avaroa → Chile para la exportación de minerales y en la ruta Cochabamba → San Pedro → Viacha → Charaña → Chile para los artículos generales. En la Red Oriental, la Línea Quijarro, es la ruta de comercio con Brasil, transporta la mayor cantidad y se prevé que se destacará mucho más ya que a partir del 2010 en adelante se encargará exclusivamente del embarque de minerales de hierro del Mutún. Se espera que en el transporte de minerales de hierro se demostrará al máximo la ventaja del ferrocarril que se puede transportar la mayor cantidad con menos costo. En el Plan Maestro está planeada la construcción de la línea nueva entre Motacucito - Pt. Busch para el año 2010, por eso se espera que se desarrolle la explotación de la mina Mutún como su efecto conjugado. Pero si no se realiza la construcción y se encarga el transporte de minerales de hierro a las carreteras, tanto las carreteras como los camiones estarán estropeados tan terriblemente que no podrán satisfacer la demanda, lo que, como resultado, estorbará la explotación de la mina Mutún.

Dado que el aumento de la cantidad total de transporte es relativamente grande, se prevé que la cantidad absoluta de transporte también se incrementará favorablemente en la Red Oriental, pero la participación de ferrocarriles bajará a medida que se adelante el equipamiento de las carreteras.

Se considera que la cantidad total de transporte entre Cochabamba - Santa Cruz, como se indica en la *Fig. 7-14*, será sumamente grande comparando con otros tramos excepto Mutún - Pt. Busch. La tasa de participación del sistema intermodal también será relativamente alta, como se muestra en la *Fig. 7-15*, estimándose que Cochabamba → Santa Cruz será de un 24,7% el 2000, un 24,2% el 2010 y un 25,6% el 2020, y Santa Cruz → Cochabamba será de un 32,8% el 2000, un 31,9% el 2010 y un 30,2% el 2020.

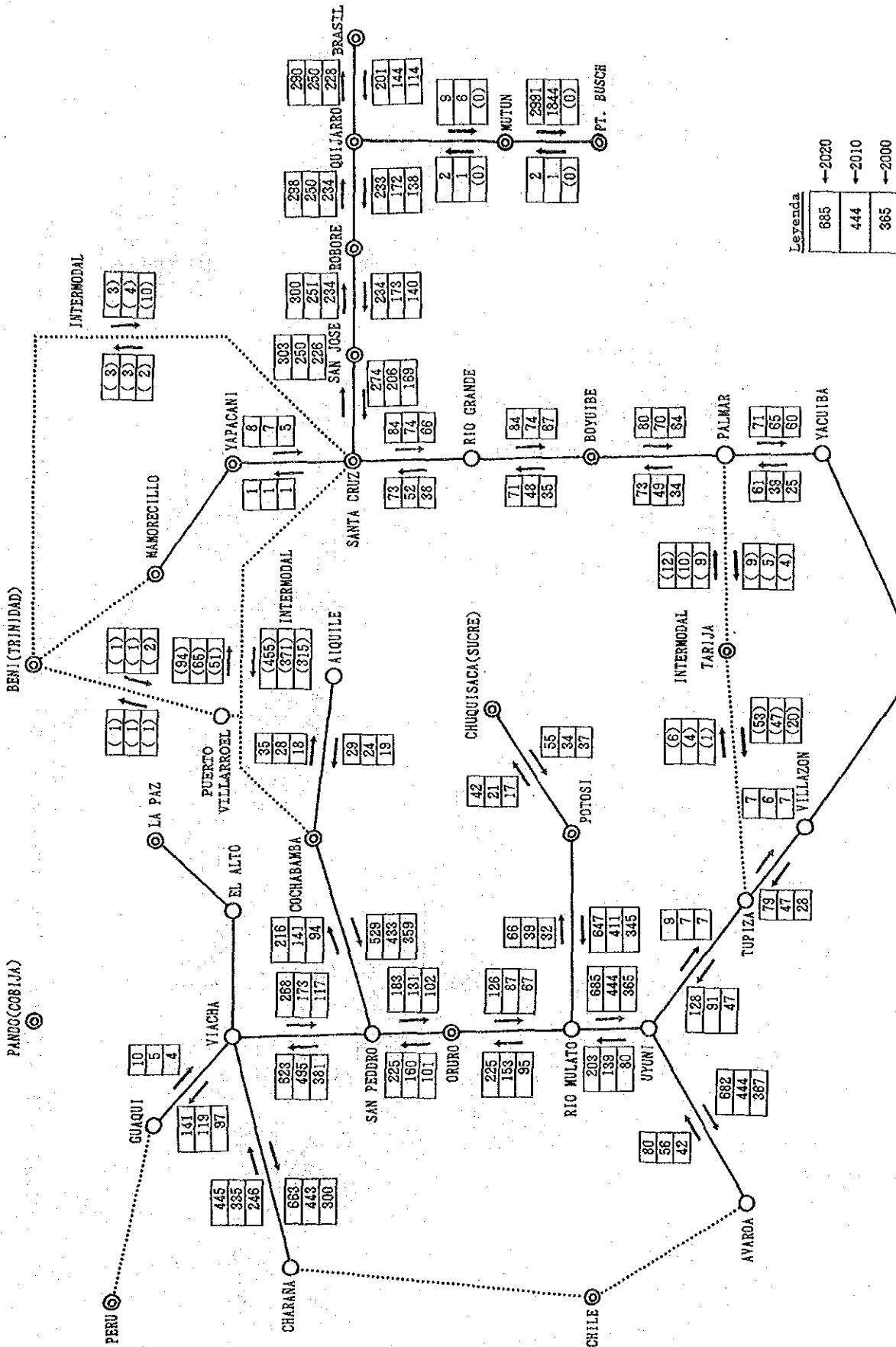


Fig. 7-13 Volumen de Transporte Seccional de Cargas Ferroviarias (x 1.000 toneladas/año)

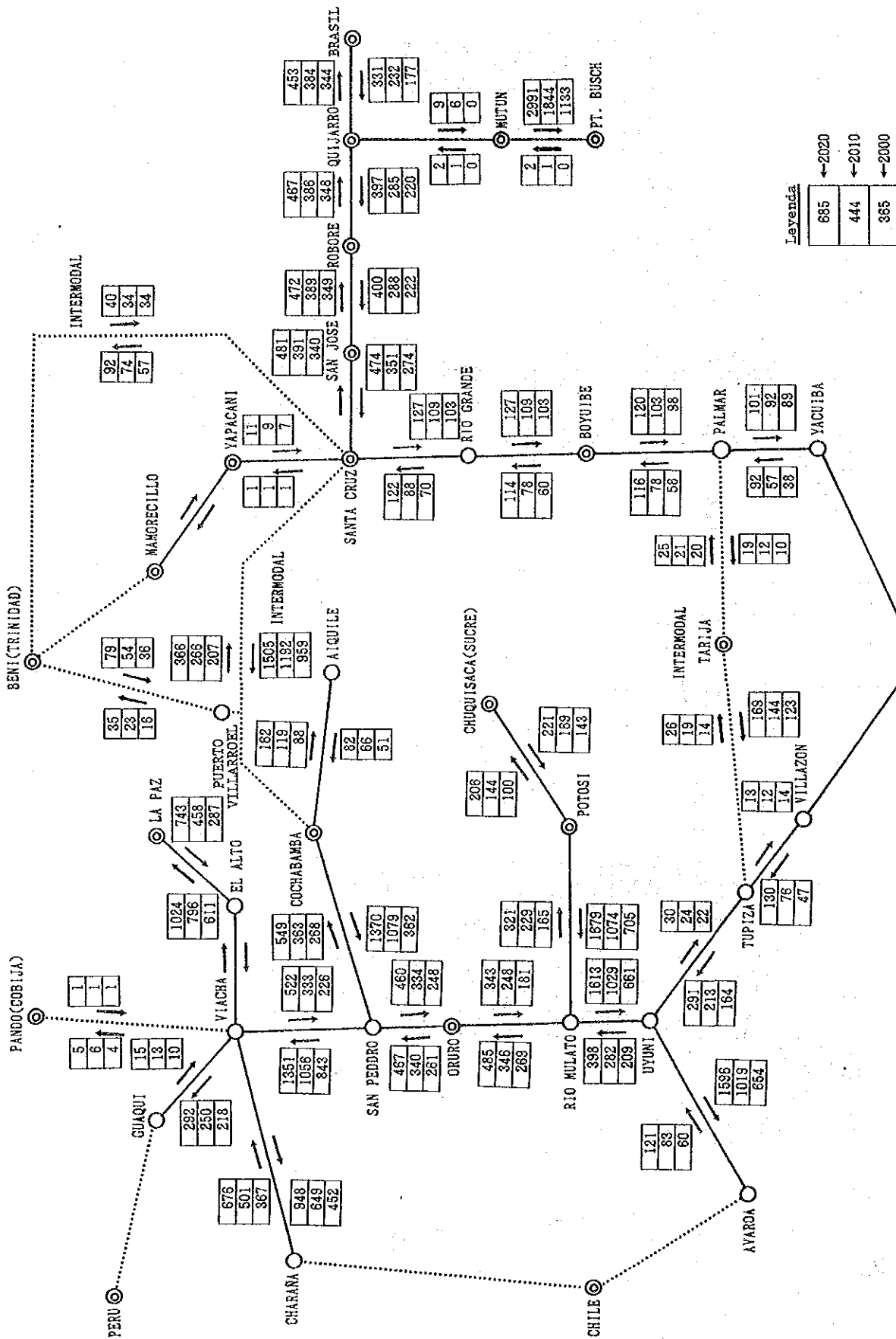


Fig. 7-14 Volumen de Transporte Seccional de Cargas Totales (x 1.000 toneladas/año)

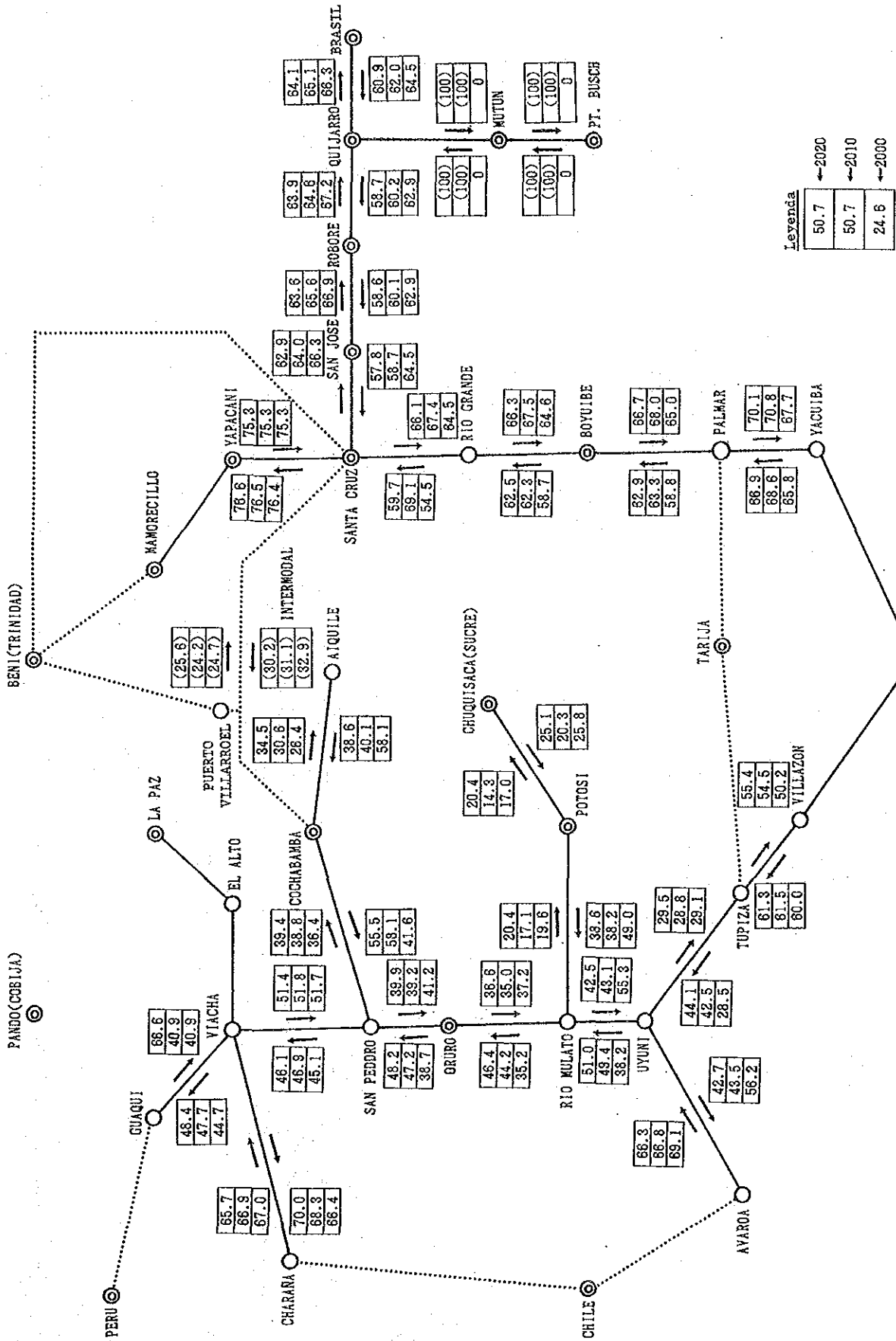


Fig. 7-15 Participación de Carga Ferroviaria por Trayecto (Z)

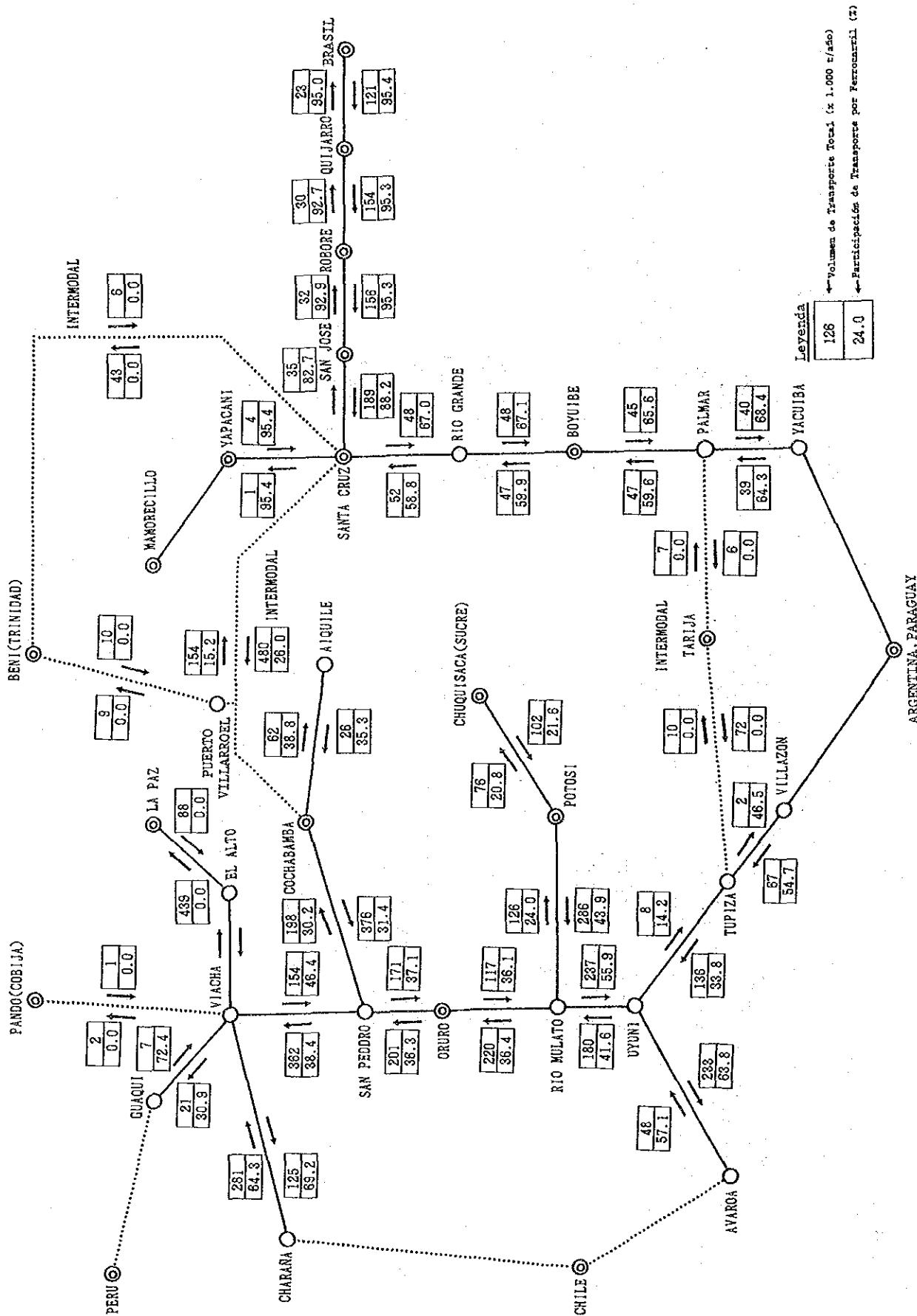


Fig. 7-16 Transporte Seccional de Cargas Totales y Participación de Carga Ferroviaria en 1988 (x 1.000 t/año)

3) Análisis de sensibilidad

En la Red Oriental hay una tendencia de baja en la participación de ferrocarriles a medida que el equipamiento de las carreteras avanza aunque se realiza el equipamiento y mejora del ferrocarril. Con el propósito de prever hasta qué grado de impacto causará el cambio del nivel de servicio en la participación de la Red Oriental, se realizó un análisis de sensibilidad tomando la velocidad de los trenes y la tarifa como los factores de selección. Las Figs. 7-17 y 7-18 muestran el resultado del análisis. En caso del transporte por ferrocarril, cabe decir que la velocidad y la tarifa tienen poca sensibilidad.

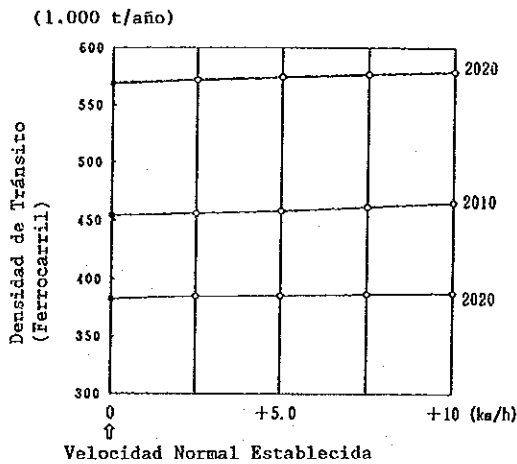


Fig. 7-17-1 Línea Quijarro

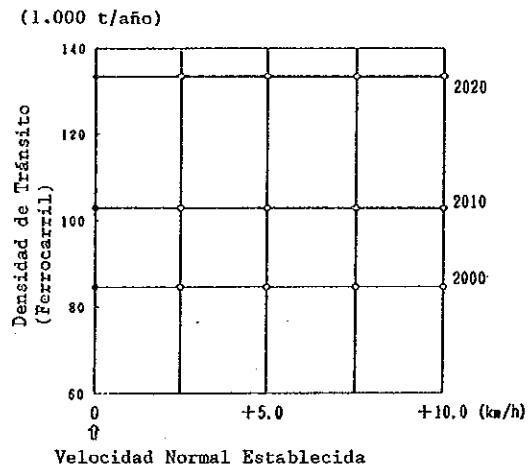


Fig. 7-17-2 Línea Yacuiba

Análisis de sensibilidad por velocidad comercial de tren

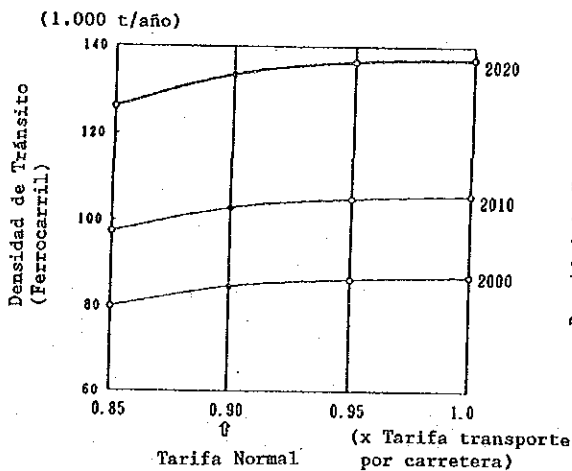


Fig. 7-18-1 Línea Quijarro

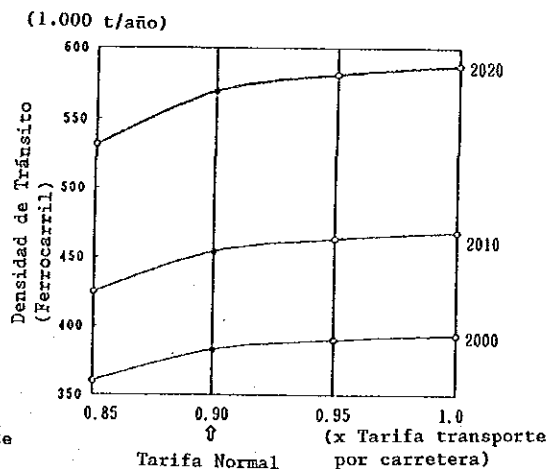


Fig. 7-18-2 Línea Yacuiba

Análisis de sensibilidad por tarifa de ferrocarriles

CAPITULO 8

PLAN DE MEJORAMIENTO DE LA EXPLOTACION COMERCIAL

CAPITULO 8 PLAN DE MEJORAMIENTO DE LA EXPLOTACION COMERCIAL

8-1 Idea del Mejoramiento de la Explotación Comercial

(1) Previsión de la Explotación Comercial para Año 2020

Según la previsión de demanda realizada en el Capítulo 7, la escala de explotación comercial para el año 2020 es como se muestra en el Cuadro 8-1-1, haciéndose 3,25 a 5,48 veces más en pasajeros y 6,14 a 3,60 veces más en carga respectivamente en comparación con el año 1989.

Cuadro 8-1-1 Escala de Explotación Comercial de ENFE (2020)

Año	Kilometraje de Explotación	Pasajeros		Carga	
		Pasajeros Transportados	Pasajero-Kilómetro	Toneladas Transportadas	Tonelada-Kilómetro
		km	miles	millones	miles
1989	3.652	1.092	385	1.014	512
2020	3.785	3.548	2.115	6.229	1.843
Comparación (%)	104	325	548	614	360

La escala de explotación comercial por Red es como se muestra en Cuadro 8-1-2. En relación con 1989, para la Red Andina crece 5,05 a 10,33 veces más en pasajeros y 3,77 a 3,73 veces más en carga, pero para la Red Oriental crece 1,06 a 1,50 veces más en pasajeros y 9,62 a 3,44 veces más en carga.

La Red Andina aumenta favorablemente el volumen de transporte tanto de pasajeros como de carga. Por otra parte, en la Red Oriental, el de carga mantiene su tendencia a aumentar debido a una nueva demanda de mineral de hierro, etc., pero el de pasajeros casi no aumenta. Si continúa tal situación, la explotación del transporte de pasajeros de la Red Oriental llegará a una grave crisis. Por eso, es más importante emprender diversas medidas de reforma ahora mismo, con objeto de

mantener a pasajeros cautivos del transporte ferroviario y de adoptar medidas para desarrollar activamente nuevas demandas.

Cuadro 8-1-2 Escala de Explotación Comercial de las Redes Andina y Oriental

Redes	Año	Pasajero		Carga	
		Pasajeros Transportados	Pasajero-Kilómetro	Toneladas Transportadas	Tonelada-Kilómetro
		miles	millones	miles	millones
Andina	1989	600	174	595	285
	2020	3.027	1.797	2.198	1.063
	Comparación	505	1.033	369	373
Oriental	1989	492	212	419	227
	2020	521	318	4.031(1.049)	780 (437)
	Comparación	106	150	962 (250)	344 (193)

Nota: Las cifras intercaladas entre los paréntesis son las que representan las toneladas de mineral de hierro del Mutún.

(2) Orientación de Mejoramiento de la Explotación Comercial

La imagen futura mostrada en el párrafo anterior se realizará sólo después de que ENFE haya ejecutado inversiones, intentado mejorar vías y equipos, esforzado por mejorar y aumentar coches y tratado de elevar la seguridad y puntualidad de operación de los trenes. Basándose en estos puntos, es necesario también en el aspecto de explotación comercial tomar medidas de reforma activa para el transporte de pasajeros y carga respectivamente. Especialmente, las cuestiones que se requieren en común en cuanto a pasajero y carga, y es como sigue:

1) Cambio de la postura de la explotación comercial

Como se ha mencionado en el Capítulo 3, el sector de explotación comercial de ENFE insiste en una postura pasiva con poca conciencia de explotación comercial. Esta tendencia se destaca, sobre todo, en la explotación del transporte de pasajeros. Pero, en la explo-

tación de transporte de carga se podría decir que alguna actitud positiva en contratos con expedidores de carga ha conducido al buen resultado mencionado antes. (Refiérase a 3-2, (3)-4) Se considera que este caso de carga existe muchas sugerencias útiles para la totalidad de explotación comercial. Se debe emprender ahora mismo el cambio de la postura pasiva a una explotación comercial que desarrolla el mercado atrayendo activamente a pasajeros y cargas. Especialmente, en la Red Oriental se desea fuertemente cambiar la conciencia tradicional del monopolio ferroviario.

La postura pasiva del sector de la explotación comercial hasta ahora no es necesariamente sólo en sí mismo. Se piensa que en el fondo de eso existe preocupaciones por la seguridad y puntualidad de la marcha de en trenes. En cuanto a esto, se puede imaginar que el sector de explotación comercial deba haber sido siempre víctima, pero no se considera necesariamente suficiente publicarlo para realizar reclamaciones en lugar de los usuarios y expedidores. Se considera que la disminución del volumen de transporte y la de los ingresos por lo menos debido al retraso de trenes y a los accidentes deben aclararse con cifras y publicarse también dentro del sector. El sector de explotación comercial no debe ser tampoco pasivo en este aspecto. Debe tomar una postura de que dirá a los sectores técnicos y de operación y lo que debe decir y aconsejar también al staff superior.

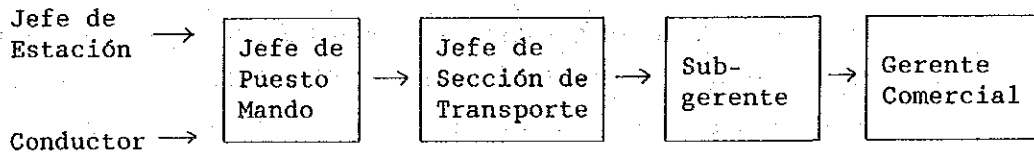
2) Establecimiento de una Estructura Administrativa para la Explotación Comercial

Debido a que la organización actual de la explotación comercial no ha sido adecuada, en el Capítulo 3 se ha mencionado la necesidad de su reorganización. (Refiérase a 3-8, (1)-2) a 6)) La reforma de organización se describirá en el Capítulo 14. (Refiérase a 14-1, (2)-2)) Pero, no basta con crear sólo la organización. Para hacer la organización más activa, se debe tener establecido un sistema de administración diaria. Es necesario registrar datos para la administración diaria de la explotación comercial, y al mismo tiempo consolidar la estructura administrativa de la misma.

a) Comprensión de la actividad diaria de la explotación comercial

Actualmente, el sector de la explotación comercial no comprende bien la estadística de la explotación comercial. En la nueva organización se debe establecer un sistema de transmisión de información diaria para que se pueda comprender lo más pronto posible y, además disponer la estadística fundamental de explotación comercial, situación de trenes, información sobre pasajeros y cargas, etc.

A continuación se muestra concretamente la vía de transmisión de información diaria en el sistema de explotación comercial.



b) Requerimiento de Datos para la Administración de la Explotación Comercial

En la actualidad faltan datos para la administración diaria de explotación comercial. Especialmente, en la parte de la Red Oriental se deben arreglar los datos siguientes:

- ① Número de pasajeros que suben y bajan, cantidad de toneladas de llegada y salida e ingresos del tráfico por día y por estación
- ② Coeficiente de ocupación de plazas del tren de pasajeros y coeficiente de tracción del tren de carga en trayectos principales.
- ③ Situación de la venta de boletos de asiento reservado (tasa de venta)
- ④ Proporción de vagones de carga requeridos en relación con los usados

- ⑤ Situación de llegada y salida de vagones de carga y descarguío, estacionamiento, etc. de los mismos en estaciones principales
- ⑥ Parque de vagones de carga en un tiempo determinado (por estación, por clase de vagon y por vagón cargado o vacío)

8-2 Medidas de Reforma de Explotación de Transporte de Pasajeros

La escala de la explotación del transporte de pasajeros para el 2020 es como se muestra en los Cuadros 8-1-1 a 8-1-2 del párrafo anterior, pero expresada en frecuencia de servicio de los trenes, se muestra en la Fig. 8-2-1. (Refiérase al Capítulo 9, Fig. 9-2) Es decir,

- 1) Actualmente se hace el servicio de trenes por unidad semanal, el cual se ampliará al de unidad diaria. La frecuencia de servicio de los trenes también se aumentará considerablemente siendo 3 a 10 veces más que actualmente, aunque es diferente según cada sector.
- 2) Con el aumento de la frecuencia del servicio de los trenes, se forma más o menos una red a escala nacional, posibilitando al usuario la selección de tren.

Y como resultado del mejoramiento de equipos y coches por medio de inversiones,

- 3) Se mejoran la puntualidad y seguridad de la operación de trenes, lo cual disminuye, junto con el incremento de la velocidad del tren, grandes retrasos y accidentes de trenes que ocurren acutalmente.

Así, se puede esperar que se establezca y normalice la base de operación ferroviaria. Por consiguiente, en base a estas perspectivas se tratará de mejorar la explotación de transporte de pasajeros.

(Línea Villazón)						
La Paz	El Al.	Viacha	Oruro	Río M.	Uyuni	Atocha Villazón
			(S.P)			
Año 2020	21	14	9	5	5	5
Año 1990	(2,4)	(2,4)	(2,1)	(1,7)	(1,1)	(1,1)

(Línea Cochabamba)			(Línea Sucre)		
Oruro	Cochab.	Aiquile	Río M.	Potosí	Sucre
Año 2020	8	1	4	2	
Año 1990	(2,1)	(0)	(0,6)	(0,3)	

(Línea Guaqui)		(Línea Charaña)		(Línea Avaroa)	
Viacha	Guaqui	Viacha	Charaña	Uyuni	Avaroa
Año 2020	3	4	3		
Año 1990	(0)	(0,4)	(0,1)		

(Línea Yacuiba)		(Línea Quijarro)	
Santa Cruz	Yacuiba	Santa Cruz	Quijarro
Año 2020	4	4	
Año 1990	(0,6)	(0,9)	

Nota: Para el año 1990, es la frecuencia semanal convertida en diaria.

Fig. 8-2-1 Frecuencia de Servicio de Trenes en Trayectos Principales (Frecuencia de recorrido sencillo/día)

(1) Idea de Mejoramiento de la Explotación de Transporte de Pasajeros

Como se ha mencionado en el Capítulo 3, la explotación de transporte de pasajeros de ENFE actualmente es inferior al autobús en seguridad, frecuencia, etc. de operación de trenes, por lo cual no se puede decir necesariamente que se despliega la característica original del ferrocarril. Sin embargo, si se puede esperar el incremento de velocidad y seguridad de la operación de trenes y el aumento de frecuencia de servicios con la modernización y rehabilitación de equipos, coches, etc. En el futuro, se considera al ferrocarril que es posible renacer como un medio de tráfico suficientemente atractivo para el usuario y el pueblo. Para esto, se considera importante lo siguiente:

- 1) Cambiando la postura pasiva de explotación de transporte de pasajeros como hasta ahora. Acelerar activamente medidas para aumentar y ampliar la explotación del transporte de pasajeros, una después de otra.
- 2) Con el arreglo y refuerzo de la capacidad del transporte de pasajeros, tratar de mejorar el sistema de la explotación comercial, incluyendo el precio del transporte, el sistema, etc., conforme a las necesidades tales como sea la conveniencia de los usuarios, etc.
- 3) Considerando el futuro desarrollo de la red de comunicación por carretera, intentar el arreglo de la base de la explotación de transporte de pasajeros que pueda competir con el transporte por autobús.

En la *Fig. 8-2-2* se muestra el diagrama del flujo de medidas de mejoramiento de la explotación de transporte de pasajeros.

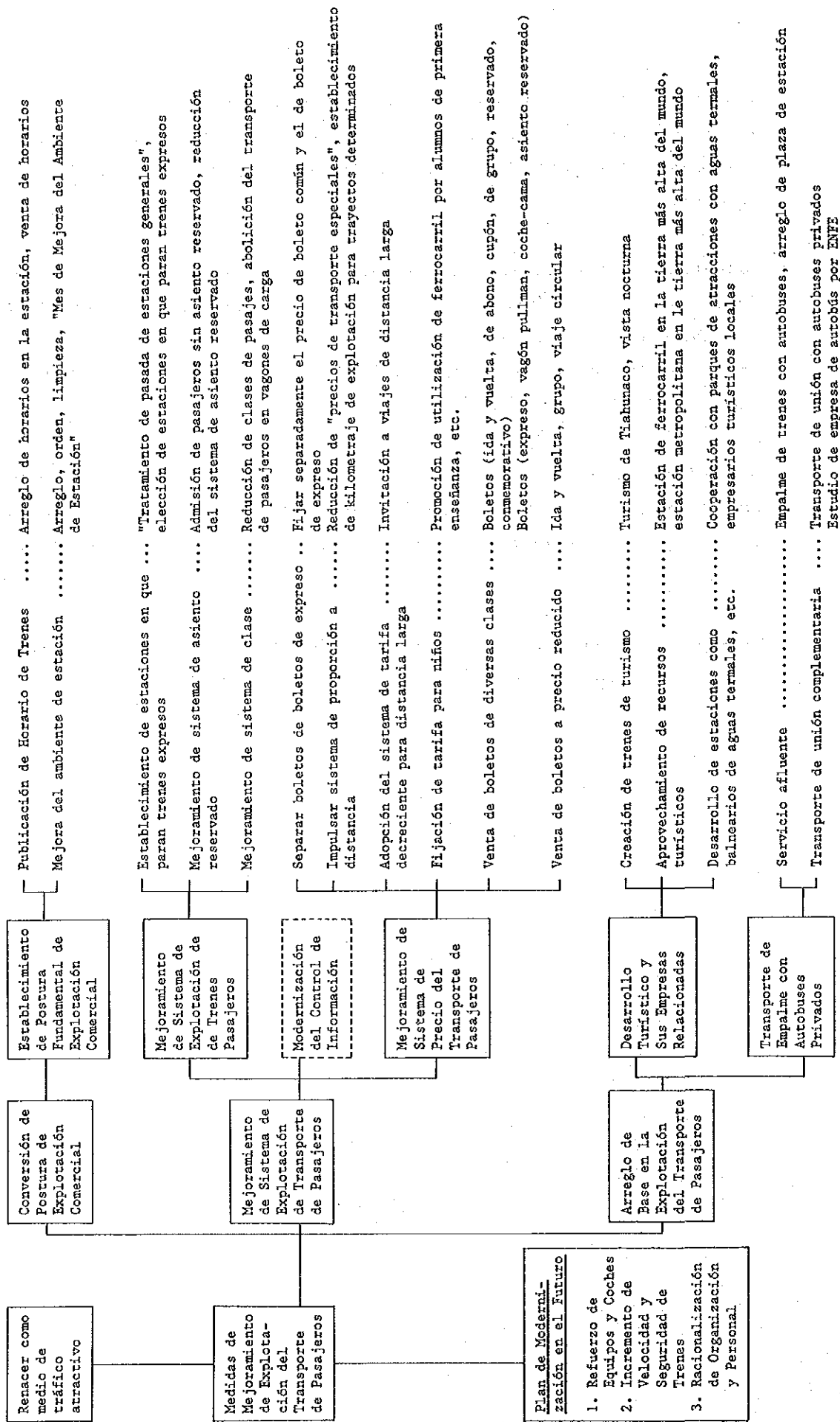


Fig. 8-2-2 Diagrama del Flujo de Medidas de Mejoramiento de la Explotación del Transporte de Pasajeros

(2) Establecimiento de la Postura Fundamental de Explotación Comercial

Convirtiendo de la postura tradicional en una postura para dar prioridad al usuario, hacer radicar la imagen de "Ferrocarril fácil de utilizar" y "ENFE Querida".

1) Publicación de Horarios de Trenes

Los horarios de trenes son mercancías del ferrocarril, y es necesario hacerlos conocer ampliamente al usuario y al público. Si los trenes publicados no hacen el servicio según los horarios, es natural que eso provoca críticas. Pero, en el proceso de superar dichas críticas, se intentarán el progreso y mejoramiento del ferrocarril. Tomando las siguientes medidas de mejora y tratando de utilizar la publicidad en el futuro, se tiene por objeto vender horarios de toda la ENFE. Con éstos, los viajeros podrán hacer personalmente sus planes de viaje y calcular exactamente tiempo, gastos, etc.

- ① Publicarlos en periódicos, etc. al menos un mes antes de su modificación.
- ② Se proveen de horarios de tipo librito en las estaciones (información, sala de espera, etc.) y al mismo tiempo se presentan horarios de gran tamaño colgados en la pared para que los pasajeros puedan verlos fácilmente.
- ③ En los andenes de cada estación, se ponen horarios de salida de trenes de la respectiva estación en los lugares que los pasajeros puedan ver fácilmente.

En los horarios a venderse en el futuro, se insertarán los siguientes ítems:

a) Informaciones sobre ENFE

① **Guía de Trenes**

Horas de salida y llegada de trenes por estación en cada sector de vías (clase, destino y formación de trenes, andenes de salida o llegada de trenes en estación de origen o llegada) y kilometraje de explotación por estación (desde cada punto de origen)

② **Guía de Explotación Comercial**

Cuadro de precios del ferrocarril (por kilometraje de explotación), cuadro sinóptico de precios de transporte y del expreso, clase de boletos, método de calcular gastos de viaje, guía de boletos a precio reducido, plano informativo de estaciones principales, etc.)

b) Otras informaciones de tráfico y viaje

Horarios de aviones (nacionales y extranjeros), horarios de autobuses en trayectos principales, horarios de autobuses principales por región, guía de hoteles por región.

2) Mejora del Ambiente de la Estación

La mejora de ambiente de la estación (arreglo, orden, limpieza) es el primer paso y fundamento hacia la explotación del transporte de pasajeros. Para mejorar la situación actual, es necesario reformar la conciencia de los empleados de la estación. Para eso, será necesario motivarlos fuertemente y hacerles una advertencia.

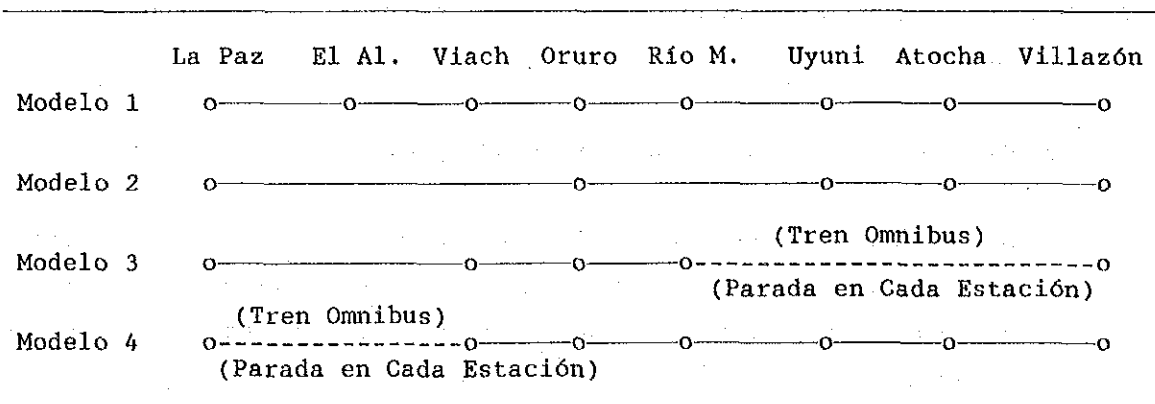
Pero, aun en la actualidad hay estaciones tal como la Estación Oruro en la que se trata de mejorar su ambiente. Es deseable que se tomen medidas activas para realizar campañas de "Mes de la Mejora del ambiente de la Estación", etc. y de premiar a las estaciones excelentes.

(3) Mejoramiento de Sistema de Explotación Comercial de Trenes de Pasajeros

1) Establecimiento de estaciones en que paran trenes expresos

Debido a que actualmente hay poca frecuencia de servicio de trenes de pasajeros de ENFE, se toma el sistema de parar todos los trenes en todas las estaciones. Se tratan los ferrobuses como "expreso" desde el punto de vista de la explotación comercial, pero esto es para reflejar la superioridad o inferioridad de la característica de marcha del material rodante, en precios de transporte desde el punto de vista de la política de explotación comercial, y casi todos los trenes de pasajeros son trenes ómnibus. Es decir, según el sistema actual, casi todos los trenes paran en cada estación sin distinción de expreso ni ómnibus. Sin embargo, cuando haya aumentado la frecuencia del servicio de trenes en el futuro, se introducirá un sistema de que los trenes expresos pasen las estaciones generales y se establecerán estaciones en que sólo los trenes expresos se paren. Así, se podrá proporcionar una conveniencia de llegar rápidamente a los pasajeros de media y larga distancia. Es necesario satisfacer las necesidades del usuario, seleccionando diversos modelos de parada conforme a la clase de tren, la situación de flujo de pasajeros en sectores de vías, la zona horaria de trenes, etc. En la Fig. 8-2-3 se muestra un ejemplo de modelo de parada del tren expreso.

Al seleccionar estaciones de parada de trenes expreso, se deben estudiar sintéticamente el número de pasajeros que pasan por la estación en cuestión, el de pasajeros que transbordan en la misma, la población en la zona de influencia de la estación, la posición en el sector de vías, la necesidad de la operación de trenes, etc. para formar un juicio. Especialmente, al determinarlas por tren, es necesario examinarlo cuidadosamente, considerando la clase de tren, la zona horaria, la distancia entre trenes delanteros y traseros, etc.



Nota: o Estación de parada de tren expreso
 — muestra en principio que no se para en estaciones dentro del sector.

Fig. 8-2-3 Modelo del Parada de Tren Expreso de Pasajeros (Ejemplo)

2) Mejoramiento del sistema de asiento reservado

Actualmente, ENFE no vende en principio más boletos que el número de asientos, adoptando el sistema de asiento reservado. Por eso, el coeficiente de ocupación de plazas de pasajeros es como se muestra en el Cuadro 8-2-1, siendo del 67% en promedio. Esta situación no es necesariamente satisfactoria, porque parece que muchos pasajeros pierden oportunidad de tomar el tren. La reserva de asientos es necesaria para el servicio para pasajeros de media y larga distancia, pero en muchos casos los pasajeros de corta distancia no se preocupan por asientos reservados. Especialmente, al utilizar ferrocarril en las afueras de las grandes ciudades, se considera generalmente que los pasajeros esperan tener muchas oportunidades de tomar trenes.

Por consiguiente, para el futuro considerando la concentración de población en las grandes ciudades y la ampliación urbana hacia sus afueras que acompaña a dicha concentración, la aglomeración y congestión del tráfico por carretera, etc., se tratará de aumentar el coeficiente de ocupación de plazas, admitiendo "pasajeros sin asientos" además de los "pasajeros fijados para asientos reservados" en coches de pasajeros y suprimiendo al mismo tiempo el sistema

actual de limitar la venta de boletos al número de asientos, con excepción de unos asientos en clases superiores (coche Pullman y asientos reservados de expreso).

Cuadro 8-2-1 Coeficiente de Ocupación de Plazas de Pasajeros (1989)

Por Redes	Ferrobús	Tren	Total
Andina	67%	75%	74%
Oriental	92	59	63
Promedio Aritmético	79	67	67

- Nota: 1. El de la Red Andina es según el número de asientos y el de la Red Oriental según el pasajero-kilómetro. (Para la Red Andina, refiérase a Apéndice 3-3-2.)
2. De la Red Oriental, los trenes son Pullman 63%, Primera clase 50% y Segunda Clase 62%.

3) Mejoramiento de Sistema de Clase de Pasajeros

Actualmente, los coches de pasajeros de ENFE se clasifican en tres Pullman, Especial (Primera Clase) y Segunda Clase. Pero, en la Red Andina, hay coches de segunda clase sólo en tramos de vías no troncales, siendo el 17% del número de pasajeros transportados y 7% en pasajero-kilómetro transportado. Especialmente, en los ingresos es muy poco (4%) (Refiérase al Cuadro 3-2-16). Según esta situación, será posible reducirlos en el futuro a dos de Pullman y ordinario (clase única).

Por otra parte, en la Red Oriental los pasajeros de segunda clase son el 56% en el número de pasajeros transportados y el 51% en pasajero-kilómetro. En tal situación, se debe dar prioridad al mejoramiento cualitativo antes de nada. La situación de la utilización de coches para transporte de pasajeros de la Red Oriental en 1989 es como se muestra en el Cuadro 8-2-2. El transporte de pasajeros mediante vagones de carga ocupa el 20% tanto en el número de coches como en el coche-kilómetro. En esta situación, la Red Oriental tiene un plan de transformar vagones de carga en coches de pasajeros por el momento, pero en el futuro es importante tratar de

asegurar el número total de coches de pasajeros. Sustituyendo todos los coches por DC antes de 2000, se debe abolir totalmente el transporte de pasajeros mediante vagones de carga.

Cuadro 8-2-2 Situación de Utilización de Coches para Transporte de Pasajeros (Red Oriental)

Año	Número de Coches Utilizados (coche)			Coche-Kilómetro (mil km)		
	Coche de Pasajero	Vagón de Carga	Total	Coche de Pasajero-Kilómetro	Vagón de Carga-Kilómetro	Total
1989	6.703	1.688	8.391	3.667	890	4.557
Proporción (%)	79,9	20,1	100	80,5	19,5	100

(4) Mejoramiento del Precio de Transporte de Pasajeros y Su Sistema

Como se ha mencionado en el Capítulo 3 [3-2, (2)-2-6]], el precio del transporte de pasajeros y el sistema de ENFE son inmaduros desde el punto de vista sistemático. Para la selección libre de pasajeros que acompaña a la frecuencia del servicio de trenes, se necesitan diversas mejoras.

1) Separación de Boletos y Boletos de Expreso

En el sistema de precio del transporte se separa el precio del transporte de pasajeros (boleto) del precio del expreso (boleto de expreso).

Debe venderse separadamente boletos y boletos de expreso como comprobantes de viaje. El boleto es válido para todos los trenes y el boleto de expreso sólo para el tren señalado. Si el usuario no tienen ambos boletos: boletos y boletos de expreso, no pueden tomar el tren expreso, pero en cuanto al tren ómnibus se puede tomarlo en cualquier momento, lo cual contribuye al aumento del coeficiente de ocupación de plazas junto con la admisión de pasajeros sin asientos mencionada en el párrafo anterior.

Si el usuario normalmente no puede comprar el boleto válido hasta su destino final en caso de necesidad, será un inconveniente. Suponiendo para el futuro el sistema de tarifa decreciente, la compra de boletos separados será desfavorable. Si se debe comprar boletos cada vez que se transborde, el trámite será complicado ocasionando muchas molestias. En caso de transbordo, se comprarán boletos de expreso según el tren a tomar, pero naturalmente es deseable que se pueda comprarlos de antemano en la estación de procedencia. En el futuro será necesario el control de venta de boletos mediante la computadora. En relación con lo dicho, se necesitarán el plazo de validez de boleto y el sistema de interrupción del viaje.

Notas: 1. La interrupción del viaje es salir fuera de una estación una vez en el viaje y tomar el tren otra vez dentro del plazo de validez de boleto.

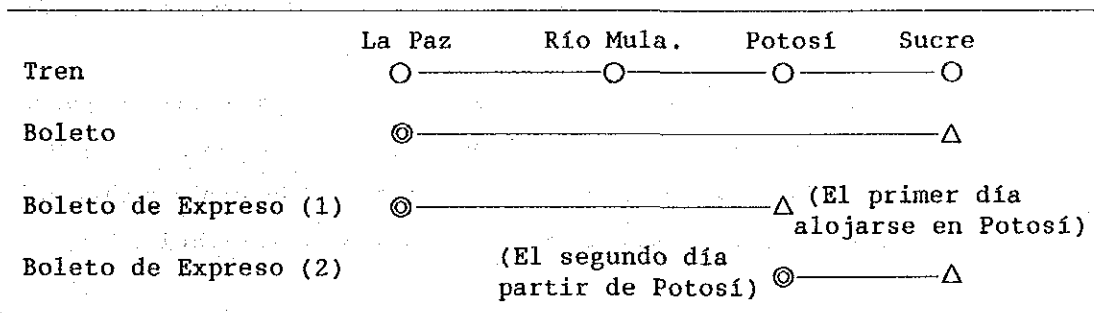
2. El plazo de validez de boleto (llamado también el tiempo de validez) en caso de JR del Japón es como sigue:

Hasta 100 km: válido sólo el día de su despacho

Hasta 200 km: 2 días

Por cada 200 km más, agregar un día. En caso de boleto de ida y vuelta, será el doble del boleto sencillo.

En la Fig. 8-2-4 se muestra un ejemplo de la relación de venta del boleto y el boleto de expreso.



Nota: ◎ Estación de Procedencia
 △ Estación de Destino

Fig. 8-2-4 Combinación (ejemplo) del Boleto y el Boleto de Expreso

2) Impulsión de Sistema de Proporción a Distancia

ENFE ha adoptado el sistema de proporción a distancia desde la modificación de tarifas en agosto de 1990, modificando el sistema de tarifa fraccionada hasta entonces. Pero, como se ha visto en el Capítulo 3, en el cuadro de precios actual se registran demasiados precios especiales. (Refiérase a Cuadros 3-2-4 a 3-2-8) Mejorándolo para que se puedan calcular éstos en lo posible según el fascículo de tarifa básica, se debe impulsar sustancialmente el sistema de proporción a distancia.

Los tres precios especiales existentes son los siguientes:

- a) El fijado más barato que el precio básico en trayectos en que hay competencia con el autobús.
 - b) El fijado más caro que el precio básico para recuperar el costo en tramo de vías de tráfico reducido o debido a que no hay competencia con el autobús.
 - c) El cobrado para el servicio de tren especial como el tren Expreso del Sur.
- a) es un precio para competir con el autobús y se puede llamar un precio especial original.

En cuanto a c), se puede resolver separándolo del precio como el precio de expreso especial mencionado en el párrafo anterior 1).

En cuanto a b), se debe mejorar el método para que se pueda calcular todos los precios fundamentalmente según el kilometraje de explotación, estableciendo el kilometraje de explotación del sector especial según el kilometraje virtual o de tarifación.

[Ejemplo] En caso de establecer el kilometraje de explotación del sector especial sin cambiar el importe de precio actual (entre Viacha y Charaña)

① Kilometraje de explotación para calcular el precio	230 km
② Precio en la tarifa básica según ① (Tren, Especial)	8,50 Bs
③ Precio real (precio de tramo especial)	16,50 Bs
④ Kilometraje aplicando ③ al fascículo de tarifa básica	480 km

Por consiguiente, se podrá establecer 480 km como el kilometraje de explotación de sector especial entre Viacha y Charaña.

3) Adopción de Sistema de Tarifa Decreciente

Como se ha mencionado en el párrafo anterior, estableciendo el sistema de proporción a distancia según el kilometraje de explotación (incluyendo el kilometraje virtual), será posible adoptar el sistema de tarifa decreciente. El sistema de tarifa decreciente, que pueda invitar a los pasajeros a viajes de larga distancia reduciendo su costo, es un sistema efectivo tanto para el ferrocarril como para el pasajero. Por ejemplo, haciendo una reducción de más o menos $2/3$ de la tarifa en caso de más de 500 km, se debe tratar de introducir el sistema de tarifa decreciente.

Nota: El sistema de tarifa decreciente es un método para disminuir la tarifa a medida que aumenta la distancia del transporte. Para referencia, en caso de JR del Japón, el sistema de tarifa decreciente actual hace una reducción del 50% de la tarifa por km para la distancia de más de 600 km.

4) Establecimiento de Precios para Niños

En los precios actuales de ENFE no se adopta el sistema de precios para niños. Parece bastante irrazonable cargar a niños sin tal capacidad con el mismo precio que el de adultos. Pero si, se separa el precio de transporte de otros precios, será posible adoptar el sistema de precio de niños sólo en el sector de precio de transporte (por ejemplo, la mitad del precio para adultos). Sin

embargo, en caso de que sólo un niño ocupa un asiento de clase superior (Pullman, asiento reservado de expreso, etc.), se necesitará el mismo precio que el de adultos.

Introduciendo este sistema, se podrá esperar el efecto inducido, por ejemplo, permitiendo utilizar el ferrocarril para excursiones de alumnos de primera enseñanza.

[Referencia] En caso de JR del Japón, el precio de boletos, boletos de rápido, boletos de expreso y asientos reservados para niños de más de 6 años y menos de 12 años es la mitad del precio para adultos. El boleto "verde" (equivalente a Pullman) y boleto de coche dormitorio es el mismo precio que el de adultos.

5) Venta de Boletos de Diversas Clases

Tomando diversas medidas de las reformas mencionadas antes, será posible hacer frente al aumento de la frecuencia de servicio de trenes y vender boletos de diversas clases estableciéndolos además de boletos normales (sencillos). Para intentar atraer y asegurar a los pasajeros y aumentar ingresos, será también necesario establecerlos ampliamente. Al vender los boletos, será importante tratar de promocionarlos.

A continuación se describirán los principales ejemplos concretos: (En cuanto al contenido de los ejemplos concretos de boletos, etc., refiérase a Apéndice 8-1.)

a) Boletos para pasajeros que toman tren repetidas veces

- ① Boleto de ida y vuelta
- ② Tarjeta de abono
- ③ Cupón de boletos

b) Boletos para pasajeros en grupo o coche reservado

- ① Boleto de grupo
- ② Boleto de coche reservado

[Referencia] En cuanto a ejemplos de descuento en JR del Japón, refiérase a Apéndice 8-1.

a) Boleto de Ida y Vuelta a Precio Reducido

Según los flujos de pasajeros por sectores de ENFE (Fig. 3-2-2), hay trayectos en que ocurren desequilibrios en flujos ascendentes y descendentes como sigue:

	(Unidad personas/día)			
	Ascendentes		Descendentes	
Santa Cruz-Quijarro	383		318	-65
Santa Cruz-Yacuiba	" 338		" 280	-58
La Paz-Viacha	" 85		" 136	-51
Viacha-Oruro	" 78		" 123	-45
Machacamarca-Río Mulato	" 358		" 390	-32

Nota: Ascendente es la dirección a La Paz y Santa Cruz.

Como se considera que todas estas diferencias fluyen hacia otros medios de transporte, se puede esperar el aumento de usuarios mediante descuento de ida y vuelta. Además de esto, para pasajeros de distancia larga se puede considerar una otra manera de dar descuento a su viaje de regreso.

b) Boleto de Grupo a Precio Reducido

Actualmente no es fácil para ENFE tratar de aumentar usuarios en competencia con otros medios de transporte. Pero, si puede establecer en el futuro una base para desplegar las características de ferrocarril que son la puntualidad, seguridad y comodidad, será bastante posible atraer transporte colectivo de estudiantes, etc., aprovechando la ventaja del transporte masivo que el ferrocarril tiene. En este caso, es necesario esforzarse por utilizar la capacidad de transporte y aumentar ingresos, incluyendo de antemano viajes de estudios regulares de los estudiantes, etc. en plan de transporte anual.

c) Boleto de Viaje Circular

Señalando lugares para el viaje circular y a condición de pasar por más de los dos lugares, se hace un descuento para boleto de ida y vuelta.

[Ejemplo] Boleto para viaje circular de Potosí • Sucre
Boleto para viaje circular de La Paz • Guagui

(5) Desarrollo Turístico y Sus Empresas Relacionadas

Se considera que los centros de turismo de Bolivia quedan pendientes de arreglo y desarrollo en el futuro. Es deseable que ENFE mismo, como empresario ferroviario, emprenda el desarrollo de centros de turismo, prestando mayor interés y asociándose con empresarios locales y relacionados. En relación con esto, es también necesario establecer empresas de autobuses de enlace y de turismo en colaboración con otros empresarios de transporte, etc. para conceder facilidades a usuarios y proyectar medidas para atraer a turistas. Según las circunstancias, debe estudiarse medidas para dirigir directamente empresas de autobús y kioscos de estación. Al desarrollar estas medidas, se requieren una actitud para utilizar suficientemente diversos recursos turísticos y una idea original para atraer a pasajeros.

Como el desarrollo turístico inmediato, se debe tomar medidas para concentrar la meta en turistas extranjeros con alto nivel de consumo y convertir gradualmente el objetivo en la demanda interior con el refuerzo del poder nacional. A continuación se muestra un ejemplo de esta idea.

1) Creación de Trenes de Turismo

En general, los viajeros extranjeros tienen tendencia a mostrar siempre mucho interés en el turismo. Se desarrollan trenes de turismo para estimular el anhelo turístico de estos viajeros extranjeros.

a) Tren de Turismo a Tiahunacu

Las ruinas de Tiahunacu conocidas mundialmente como centro de turismo están ubicadas a lo largo de la Línea Guaqui de ENFE, pero actualmente no hay servicio de trenes hasta ese lugar. Los viajeros extranjeros que llegaron a La Paz tienen necesariamente interés en las ruinas de Tiahunacu conocidas mundialmente como las ruinas preincaicas y en el Lago Titicaca ubicado en el lugar más alto del mundo. Actualmente, la carretera entre La Paz y Tiahunacu está pavimentada sólo a medias. Por eso, el viaje en auto no es cómodo debido al polvo y vibraciones. La estación Tiahunacu de ENFE está próxima a dichas ruinas. Si se asegura un viaje cómodo con la creación de trenes de turismo, se garantizarán bastante demanda. Simultáneamente a la creación de los trenes de turismo, se necesitan relaciones públicas mediante anuncios, y se debe estudiar el mejoramiento de las instalaciones locales. En este caso, es necesario tomar colores particulares para trenes de turismo, vender boletos de ida y vuelta con asiento reservado y establecer horas adecuadas de trenes, y al mismo tiempo facilitar guías para extranjeros.

b) Tren de Turismo para Vista Nocturna de La Paz

Aprovechando la esplendidez de la vista nocturna de La Paz en el desarrollo turístico, se hará servicio de tren de turismo entre La Paz y El Alto para que los turistas extranjeros puedan gozar de la vista nocturna. Será importante idear un plan de que se pueda beber cuanta cerveza quiera (en colaboración con cervecerías si es necesario) y se ejecutará música folklórica en el tren. Se podrá preparar un viaje con todo comprendido de medio día más o menos en combinación con el tren de turismo de Tiahunacu de a).

2) Aprovechamiento de Recursos Turísticos

Se requieren una actitud para aprovechar diversos recursos turísticos para la explotación del transporte de pasajeros y una idea original para atraer a viajeros. Lo citado más abajo es sólo un ejemplo. Por ejemplo, como utilizar la característica del ferrocarril en el lugar más alto del mundo.

a) Estación de ferrocarril en el lugar más alto del mundo

Según los datos de ENFE, la estación El Cóndor está a una altitud de 4.786 m y quizás es la estación ferroviaria más alta del mundo. Elevando en esta estación un letrero de "La Estación Ferroviaria Más Alta del Mundo", se aprovecha para el desarrollo turístico y a la vez se presta atención a la duración de la parada de tren para que los viajeros puedan sacar fotos fácilmente.

b) Estación en la capital más alta del mundo

La Paz (Altitud 3.701 m)

3) Desarrollo de estaciones como balnearios de aguas termales, etc.

En la línea de ENFE hay una estación llamada Aguas Calientes. Cerca de esa estación en la Red Oriental hay un bosque natural y corre un riachuelo, de aguas termales. No hay mucha gente en los alrededores y parece que sus recursos naturales quedan abandonados. ENFE misma podría desarrollar estos recursos, o colaborando con los municipios y empresarios locales para construir, por ejemplo, un parque de atracciones de aguas termales con hotel, hacer servicios de trenes de turismo principalmente para bañistas, turistas, etc.

[Ejemplo]

Actualmente, la mayoría de los usuarios de la Línea Quijarro de la Red Oriental son viajeros de negocios entre Santa Cruz y Quijarro (640,1 km), y no hay centros de turismo para visitar.

Las ciudades ubicadas a lo largo de la línea son sólo tres la de San José (número de viajeros que suben y bajan por año 54,5 mil personas), Roboré (ídem 52,4 mil) y Suárez Arana (ídem 59,9 mil). (Refiérase al Apéndice 3-2-3) Y además, como se ha mencionado antes, hay una diferencia de 65 personas en promedio de un día entre flujos ascendentes y descendentes de pasajeros. (Refiérase a 8-2, (4)-6)-a)) Esto claramente se explica a que hay muchos viajeros que utilizan avión de ida o de vuelta. Es deseable que en el futuro se trate de atraer a viajeros, utilizando Aguas Calientes (431,9 km de Santa Cruz) como lugar intermedio del viaje a Quijarro o como balneario o centro de turismo.

La perspectiva para el año 2020 es como se ha mencionado antes (Cuadro 8-1-2), pero para la Red Oriental será necesario tener establecida de todos modos la base para la explotación de transporte de pasajeros. Se considera que Aguas Calientes tiene condiciones que no se pueden desatender como los recursos para eso. En cuanto a la Línea Yacuiba, se necesita también el desarrollo de estaciones en el mismo sentido. (Por ejemplo, parque de atracciones consistente principalmente dedicado a la pesca en Villa Montes) Lo ideal es que se desarrollen estaciones de turismo adecuadas para hacer un viaje en dos días dentro del ámbito de 200 km de la estación ubicada en una gran ciudad (por ejemplo, Estación Santa Cruz) y las adecuadas para hacer un viaje de un día dentro del ámbito de 100 km de la misma.

[Referencia]

Como estaciones con aguas termales en el futuro, se considera que además de hoteles, parques de atracciones, etc., se mejoran los siguientes servicios de balnearios en general:

- ① Baños (sauna, masaje, baño de vapor, baño termal, cuartos de reposo), piscina
- ② Campo de golf, pista de tenis
- ③ Sala de conciertos, teatro

4) Transporte combinado con autobuses privados

a) Servicio afluente

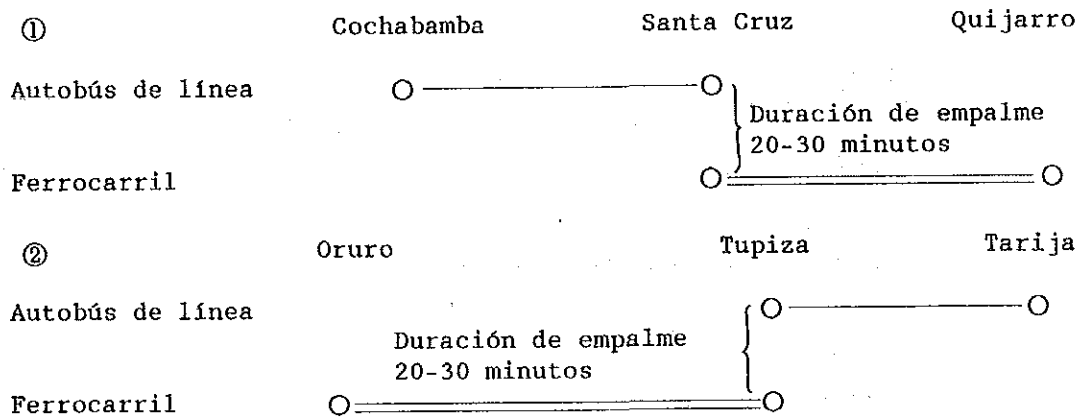
Actualmente, ENFE no realiza transporte combinado con ninguna compañía de autobuses. (Todos los autobuses en Bolivia son privados.) Los autobuses casi no empalman con ENFE en sus estaciones. Se considera que esto es también debido a la muy poca frecuencia del servicio de trenes y a los muchos retrasos.

Pero, como se pueden esperar la normalización de la circulación de trenes y el aumento de frecuencia del servicios de trenes, también se considera que se aumentará la necesidad de empalmar con autobuses para el servicio afluente en las estaciones principales. En ese caso, si los pasajeros utilizan autobús de la estación de llegada, es deseable que puedan comprar boleto de autobús desde la estación de empalme de antemano en la estación de procedencia de ENFE. El tratar de tener éstos servicios es el transporte combinado. Será necesario tomar la decisión de empezar este tratamiento, arreglando las playas de las estaciones principales, etc. para algún día en el futuro.

El transporte combinado es que unos medios de transporte de diferentes empresas tratan el transporte de pasajeros o cargas como si fuera un solo medio de transporte. Se piensa que esto proporciona mayor conveniencia a los usuarios y a la vez ofrece a cada medio de transporte grandes ventajas para fomentar la demanda de los usuarios y asegurar el volumen de transporte. En el caso de que el ferrocarril y compañías de autobús ejecuten el transporte combinado, no sólo deben vender boletos combinados, sino que pueden establecer las horas de salida y llegada de tren y autobús, consultándose mutuamente y considerando la duración del empalme y que sea conveniente para los pasajeros. Aun en caso de que ocurran retrasos o accidentes en el respectivo medio de transporte, se deben poner en contacto mutuamente para tomar medidas remediadoras. Así, es posible establecer un sistema para que los pasajeros puedan viajar con seguridad.

b) Transporte combinado complementario

Pensando en el tráfico terrestre futuro de Bolivia, será importante que el ferrocarril y el tráfico en camiones no sólo compiten uno a otro, sino que cooperan en forma que desplieguen sus respectivas ventajas y complementen sus respectivas desventajas. Demostrándolo con un ejemplo, se puede considerar los siguientes sectores:



Si se asegura la puntualidad de la operación de trenes, se considera que hay gran posibilidad de establecerse estos transportes combinados ahora mismo. Por ejemplo, los terrenos de ① y ② están claramente separados. Se considera que asociarse mutuamente es deseable para formar una red de transporte unificada nacional mediante el transporte combinado complementario de ferrocarril y autobús. ENFE debe ejecutar el transporte combinado de autobús → ferrocarril y ferrocarril → autobús, eligiendo compañías de autobús determinadas para realizar el transporte en cooperación con ellas. Especialmente, entre Cochabamba y Santa Cruz se debe ejecutar inmediatamente la conexión con autobús desde el punto de vista de la falta de conexión ferroviaria. Por lo menos, para el año 2000 en que se haya completado la rehabilitación de las vías en las Líneas Cochabamba y Quijarro, se debe estudiar concretamente para realizar el empalme mutuo de ferrocarril-autobús-ferrocarril en cooperación con autobuses privados o ENFE misma dirigir empresas de empalme con autobuses para asegurar a pasajeros ferroviarios entras ambas redes.

Parece casi cierto que con el adelanto de la rehabilitación de carreteras en el área de la Red Oriental, los autobuses que hacen el servicio actualmente entre Cochabamba y Santa Cruz penetrarán directamente hasta el área ferroviaria de la Red Oriental. En el sentido de competir con ellos, se considera favorable que ENFE misma se adelante a dirigir una empresa de autobús para el transporte de empalme ferroviario.

8-3 Medidas para Reformar la Explotación del Transporte de Carga

La perspectiva de explotación del transporte de carga para el año 2020 es como se muestra en los Cuadros 8-1-1 y 8-1-2, siendo de 6,1 veces más en toneladas transportadas y de 3,6 veces más en tonelada-kilómetro. Dividiéndola aún más en la carga local y la internacional (exportación e importación), se muestra en el Cuadro 8-3-1. La importancia de la carga local se aumentará con la nueva demanda de minerales de hierro de Mutun, pero exceptuando esto, la proporción de carga interior y carga internacional será de 13:87 en 1989 a 16:84 en 2020, no presentando gran cambio en la estructura de transporte.

Cuadro 8-3-1 Perspectiva de Cargas Locales e Internacionales (Toneladas Transportadas)

(Unidad: mil toneladas)

Año	Carga Local		Carga Internacional			Carga Total
	Total	Carga de Mutun	Exportación	Importación	Total	
1989 Participación	136 (13)		504 (50)	374 (37)	878 (87)	1.014 (100)
2020 Participación [Excepto Mutún]	3.498 (56) [16]	2.982 (48) [-]	1.854 (30) [57]	877 (14) [27]	2.731 (44) [84]	6.229 (100) [100]
Comparación (%)	2.572	-	368	234	311	614

- Notas: 1. La cifra en [] muestra la participación excluyendo el transporte de minerales de hierro del Mutún.
 2. Casi todos los minerales de hierro se expiden al extranjero, por lo cual se clasifican originalmente como carga de exportación. Pero, aquí se incluyeron en la carga local debido a que su transporte en vagones de carga termina en el interior el país.

Expresando la frecuencia del servicio de trenes de carga por sector es como se muestra en la *Fig. 8-3-1*. (Refiérase a *Fig. 9-3*) Sintetizándolo, es como sigue:

- 1) Al igual que el de los trenes de pasajeros, el servicio de trenes de carga se aumentará del servicio actual por unidad semanal al servicio por unidad diaria. La frecuencia del servicio de trenes se aumentará 2 a 8 veces más, aunque hay diferencias según sectores.
- 2) El transporte de carga aún consta principalmente de la carga internacional, pero la carga local, excepto los minerales de hierro de Mutun, también llega a unas 500 mil toneladas. Se pueden dividir éstos en los siguientes 4 ramos de transporte:
 - ① Transporte de carga consistente principalmente en carga internacional (exportación e importación) por cada zona fronteriza y estaciones principales del país (2,73 millones de toneladas)
 - ② Transporte de carga local entre estaciones principales del país (520 mil toneladas)
 - ③ Transporte de minerales de hierro de Mutun en servicio de lanzadera de corta distancia (2,98 millones de toneladas)
 - ④ Transporte intermodal entre Santa Cruz y Cochabamba (550 mil toneladas)

Se puede esperar que se forme una red de transporte de carga a escala nacional según el aumento cuantitativo y la elevación de la seguridad y la puntualidad de los trenes. Basándose en estas perspectivas, se tratará de mejorar la explotación del transporte de carga.

(Línea Villazón)						
	La Paz	Viacha	Oruro	Río M.	Uyuni	Tupiza Villazón
Año 2020	-	5	2	5	3	2
Año 1990	(2,3)	(1)	(1,1)	(1,2)	(1,4)	(1,1)

(Línea Cochabamba)			(Línea Sucre)			
	Oruro	Cochaba.	Aiquile	Río M.	Potosí	Sucre
Año 2020	5	1			6	2
Año 1990	(1,4)	(0,3)			(1,3)	(0,3)

(Línea Guaqui)		(Línea Charaña)		(Línea Avaroa)		
	Viacha	Guaqui	Viacha	Charaña	Uyuni	Avaroa
Año 2020	1		4			5
Año 1990	(1,4)		(0,6)			(0,7)

(Línea Yacuiba)			(Línea Quijarro)			
	Santa Cruz	Yacuiba	Santa Cruz	Quijarro		
Año 2020	1			2		
Año 1990	(0,4)			(1,3)		

(Línea Pto. Busch)						
	Motacucito	Mutun	Pto. Busch			
Año 2020	1	11				
Año 1990	(-)	(-)				

Nota: En cuanto al año 1990, la frecuencia de servicio por semana se ha convertido en diaria.

Fig. 8-3-1 Frecuencia del Servicio de Trenes de Carga en Trayectos Principales (frecuencia de servicio de recorrido simple/día)

(1) Ideas sobre el Mejoramiento de la Explotación del Transporte de Carga

Como se ha mencionado en el Capítulo 3, la explotación del transporte de carga es el núcleo de la explotación ferroviaria y tiene la misión importante de que debe seguir desempeñando el papel principal de la explotación comercial de ENFE en el futuro. Considerando suficientemente que la competencia con camiones se hará más y más intensa con el adelanto de la rehabilitación y mejora de las carreteras en el futuro, es importante esforzarse por hacer más eficiente y modernizar el transporte para competir con los camiones y realizar el transporte seguro y puntual y la explotación activa con la confianza de expedidores y usuarios. Como la orientación para el futuro, se llevará adelante el mejoramiento poniendo énfasis en lo siguiente:

- 1) Se trata de asegurar el volumen de transporte haciendo activamente esfuerzos de negocios tales como el aumento de contratos comerciales, la impulsión del sistema de vagones privados, el arreglo de secciones de investigación y desarrollo de mercado, etc.
- 2) Conforme a la situación del transporte de carga según la previsión de demanda para el año 2020, se realizará la programación de servicio de trenes eficiente en los respectivos lugares y se impulsará la modernización del método de transporte como el transporte ajustado a cada mercadería, el transporte en contenedores, etc.
- 3) Se impulsará a hacer más eficiente el transporte, como el control apropiado de rotación de vagones de carga, la unificación o eliminación de estaciones de carga, las medidas para hacer más eficiente el trabajo de reexpedición de vagones de carga, etc.
- 4) De acuerdo con el futuro adelanto de transporte por carretera, se trata de modernizar los equipos de estación, etc. y a la vez el método de carga y descarga de mercaderías para impulsar el transporte combinado con camiones, etc.

En la *Fig. 8-3-2* se muestra el diagrama de flujo de medidas de mejoramiento de la explotación del transporte de carga.

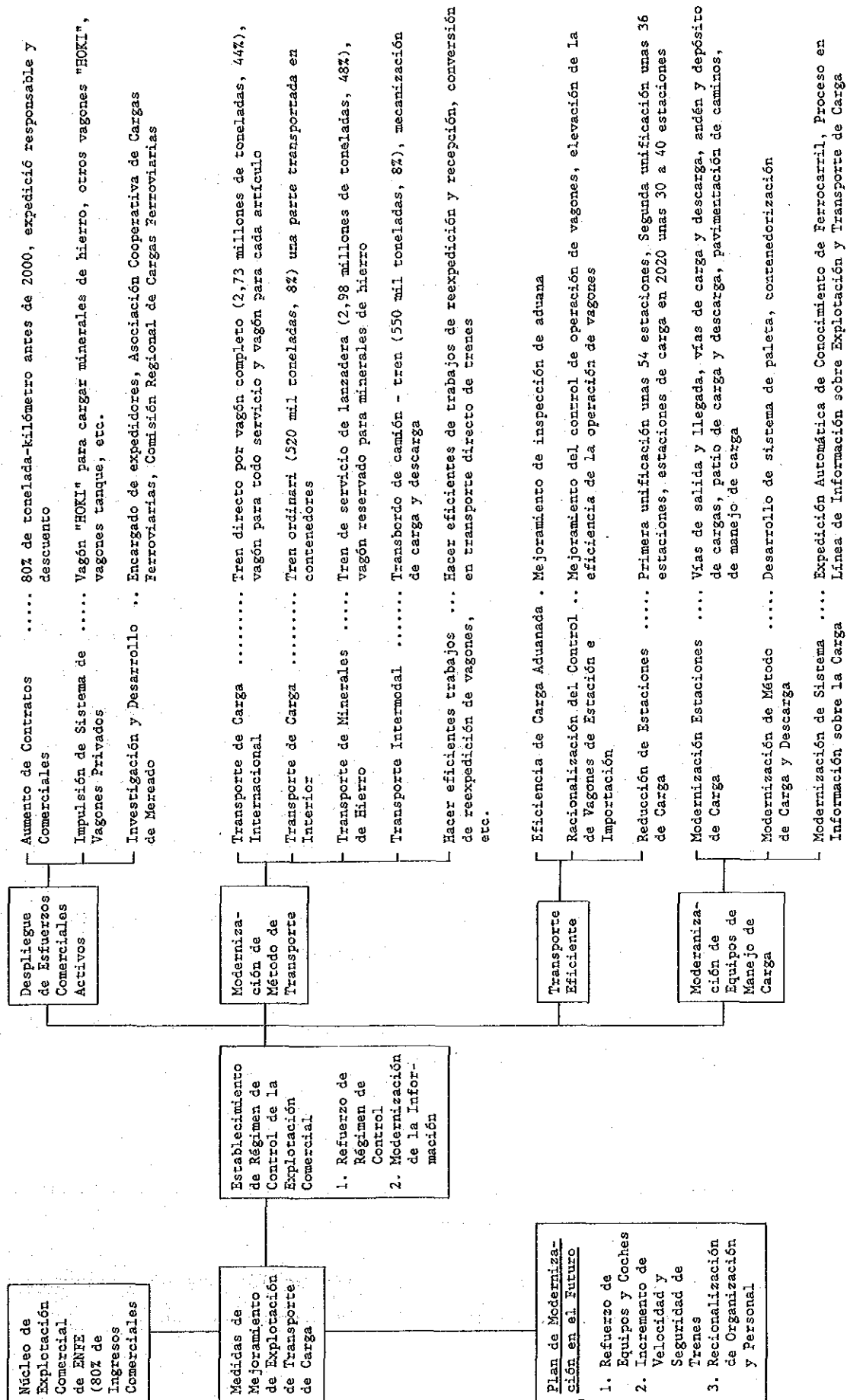


Fig. 8-3-2 Diagrama del Flujo de Medidas de Mejoramiento de la Explotación del Transporte de Carga

(2) Desarrollo de Esfuerzos de Explotación Comercial

1) Incremento de Contratos Comerciales

Como se ha mencionado en Capítulo 3, la firma de contratos comerciales en la Red Andina produjo efecto en el aumento del volumen de transporte aun después de modificarse las tarifas. [3-2, (3)-4] En la Red Oriental, parece que aun no se ha dado cuenta de su importancia hasta ahora, pero recientemente se ha llegado a realizar por fin la firma de contratos comerciales para el transporte intermodal relacionado con la exportación. Para alcanzar este objetivo del Acuerdo Programa firmado con el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (hacer el 60% de la totalidad de tonelada-kilometraje de carga con contratos comerciales antes del fin de 1991), el esfuerzo de la Red Oriental es clave.

La ventaja de los contratos comerciales consiste en poder establecer condiciones de transporte debido que se trata de entender a través de negociaciones con los expedidores además se aclara la información de ambas partes. Con el progreso de la rehabilitación y mejoramiento de las carreteras, será aun más inevitable la invasión del transporte por camiones en el terreno de la carga de ferrocarril. Para asegurar el volumen de transporte en la medida de lo posible, es importante estrechar los contactos con los expedidores. Estableciendo como objetivo de hacer el 80% de todo el tonelaje transportado con contratos comerciales antes del año 2000, es deseable tratar de conseguir su ampliación.

Al concluir los contratos comerciales, los puntos a que se debe prestar atención son como sigue:

- a) Fijar el plazo de transporte
- b) Presentar el tonelaje comprometido de expedición del usuario y la tasa del descuento correspondiente
- c) Escribir claramente la disminución de la tasa de descuento en caso de que no se cumpla el tonelaje comprometido.

Al establecer la tasa de descuento, es importante tener comprendidos el movimiento de los medios competidores y la situación actual de mercado y además, es necesario esforzarse por investigar el mercado del futuro.

2) **Implantación del Sistema de Vagones Privados**

El sistema de vagones privados es un sistema favorable para los expedidores y a la vez será un medio eficaz para ENFE que trata de aumentar el número de vagones de carga en el futuro. Se debe aprovechar activamente este sistema.

En la actualidad, los vagones privados de ENFE se totalizan en 224 vagones. La proporción que ocupan en la totalidad de vagones de ENFE es del 10%, en su mayoría son vagones tanque de petróleo y el resto es principalmente vagones tanque para gas natural. Se piensa que con el tiempo se aumentará la petición de los usuarios para transporte apropiado para cada tipo de mercadería. Por eso, se considera que es necesario hacer un llamamiento a los expedidores, explicando el objeto de los vagones privados como sigue:

- a) Vagón tolva para cargar minerales de hierro
- b) Vagón tolva para cargar cemento (cemento, escoria de cemento, etc.)
- c) Vagón tolva para cargar material a granel (cereales, alimentos para animales domésticos, etc.)
- d) Vagón de gran capacidad (maquinaria de gran tamaño, etc.)
- e) Vagón tanque para cargar productos químicos (ácido sulfúrico, soda cáustica, etc.)

En este caso, debe hacerse suficiente propaganda del sistema actual de vagones privados de ENFE y a la vez poner énfasis en la reducción del costo de distribución en embalaje, almacenamiento, carga y descarga, etc. debido al uso de vagones apropiados.

Especialmente, en el transporte de minerales de hierro del Mutun que será una nueva demanda,

- ① Es el transporte reservado para un expedidor determinado.
- ② Es un servicio de lanzadera de distancia relativamente corta, así que es muy importante elevar el coeficiente de utilización de vagones.

Por eso, en todos los estudios de factibilidad a realizarse en el futuro, se considera necesario hacer estudios en base al supuesto de que se dirija toda la carga mediante vagones privados. Al fabricar o aumentar vagones de carga, es importante estudiar su estructura, calidad, etc. que puedan contribuir para hacer más eficientes el método sistemático de carga y descarga y la rotación de vagones, en relación con los equipos de carga, descarga, etc.

3) Investigación y Desarrollo de Mercado

Para asegurar el volumen del transporte en competencia con el transporte por carretera mediante camiones, etc., es importante comprender claramente la tendencia de la demanda de transporte de carga, reflejarla correctamente en la política de explotación comercial y a la vez tratar de impulsar activamente las actividades de venta y arreglar una nueva organización de explotación comercial.

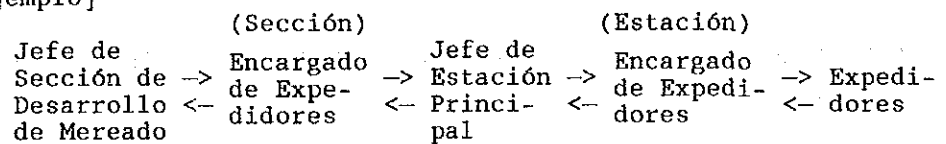
Con este propósito, se ha decidido establecer la Sección de Desarrollo de Mercado en la Gerencia Comercial, pero es deseable por el momento realizar la investigación y el desarrollo de mercado según los siguientes puntos:

a) Comprensión de la informaciones de los expedidores y la situación de la circulación de la carga

- ① Ejecutando encuestas sobre la situación real de las cargas expedidas por el usuario y por año, abrir un "libro mayor de expedidores".

- ② Ejecutar encuestas sobre la situación real del transporte de local (incluyendo exportación e importación) por artículos principales.
- ③ Tratando de arreglar la organización de explotación comercial unida directamente con los expedidores, comprender concreta e individualmente los deseos y demandas de los expedidores.

[Ejemplo]



- i Además de hacerles relatar periódicamente informaciones de los expedidores, celebrar reuniones para intercambiar opiniones.
- ii Los encargados de expedidores acumularán y analizarán la información de expedidores, visitándoles regularmente.

b) Creación de la Organización para el Desarrollo de Mercado

- ① Se trata de organizar la "Asociación Cooperativa de Cargas Ferroviarias" (nombre provisional) compuesta por ENFE, expedidores y empresarios involucrados (empresarios de camiones o sindicatos de cargadores) para conferenciar sobre las medidas de modernización que ENFE va a tomar en el futuro.
- ② Cooperando con la Asociación Cooperativa de Cargas Ferroviarias, etc., ENFE se pone en contacto con municipios, corporaciones de desarrollo, organizaciones de productores en la región para formar la "Comisión Regional de Carga Ferroviarias" (nombre provisional).

[Ejemplo]

Se piensa que en el futuro en el área este hay grandes posibilidades de desarrollo agrícola de gran escala. El

unir estos productos agrícolas al transporte por ferrocarril parece ser un problema importante también para ENFE. Para eso, será necesario mejorar la carretera de servicio afluyente de la región productora hacia la estación de carga. Es deseable que ENFE también se esfuerce activamente para este objetivo. Se considera que llevar adelante la organización de dicha comisión regional en previsión de tal acontecimiento será estratégicamente favorable también para la venta de servicios.

(3) Modernización del Método de Transporte (Estudio de Transporte en Contenedores, etc.)

Considerando la competencia con otros medios de transporte como camiones, la reducción del tiempo, etc., es necesario impulsar con la modernización del método de transporte también en el área del transporte del que ENFE se encarga. En este caso, además del transporte apropiado según cada artículo, se considera el método de transporte en contenedores como nuevo método, el cual se estudiará.

[Nota] El método de transporte en contenedores en este caso no es el método tradicional de cargar contenedores marinos en vagones de carga, sino que es el de transportar nuevos contenedores fabricados para transporte terrestre mediante vagones exclusivos para dichos contenedores. En cuanto a su precio de transporte y sistema, se tomará una forma diferente del método tradicional de vagón completo.

[Referencia]

Los contenedores que JR del Japón tiene actualmente son los de 5 toneladas, clasificados como corrientes, el de producto aislado, el ventilado, etc. Además de éstos, hay contenedores privados en posesión de los expedidores o compañías de transportes, son de 5 y 10 toneladas, clasificados en corriente, el refrigerado, el de tanque, etc.

Como se ha mencionado antes, los rubros de transporte de carga en el año de 2020 se clasificarán aproximadamente en los siguientes:

- ① Transporte de carga internacional (2,73 millones de toneladas, 44%)
- ② Transporte local (520 mil toneladas, 8%)
- ③ Transporte de minerales de hierro de Mutun (2,98 millones de toneladas, 48%)
- ④ Transporte Intermodal (550 mil toneladas, 8%)

1) Transporte de Carga Internacional

En cuanto al tratamiento de contenedores para el transporte de carga internacional, hay problemas para su control debido a que dichos contenedores se llevan fuera del país. En la situación actual no se realiza suficientemente el control de los vagones de carga para la exportación e importación. Por eso, será más difícil el control de los contenedores que se manejen separados del ferrocarril después de su llegada a la estación de destino. Considerando también la estructura por artículo de carga internacional de que la exportación consta principalmente de productos minerales, alimentos para animales domésticos, maderas, etc., mientras en la importación el trigo es mayoría, se considera necesario ejecutar suficientemente el estudio y examen sobre la carga apropiada para el transporte en contenedores.

Como se mencionará más abajo, el uso de paletas es eficaz para la contenedorización, pero actualmente ENFE no está en situación de usar paletas. Por consiguiente, para la contenedorización de la carga internacional es necesario desarrollar y usar paletas, y a la vez se considera necesario estudiarlo prudente y suficientemente en el futuro. De lo dicho se continúa considerando el transporte por vagón completo en vagones de carga para todo servicio (vagón cubierto, vagón descubierto) y vagones particulares por artículo para el transporte de carga internacional. El método de transporte será el de tren directo por vagón completo de estaciones principales a estaciones fronterizas.

2) Transporte Local

Como se ha mencionado en Capítulo 3, el transporte local sigue disminuyendo en los últimos años debido a la afluencia de camiones, etc. Pero, se supone que el volumen de transporte exceda a las 500 mil toneladas el 2020. Debido a la competencia con camiones, se considera deseable que se transporten en contenedores mucha carga excepto el transporte de algunos productos en vagones particulares, para responder al transporte de varios artículos que crecerán en el futuro. Especialmente, debido a que en el transporte local no hay inspección de aduanas como en el caso de carga internacional, se puede desplegar el mérito de transporte en contenedores sin transbordo de puerta a puerta. Para la ejecución de la contenedorización es necesario preparar de antemano el estudio de carga apropiada para transporte en contenedores, proponer transporte de ensayo, etc. El método de transporte en 2020 será el de tren corriente mezcla de vagones completos y contenedores.

3) Transporte de Minerales de Hierro del Mutún

El transporte de minerales de hierro entre Mutún y Pto. Busch, que es de una distancia relativamente corta, será del método de transporte de servicio de lanzadera de alta eficiencia mediante vagones especiales para minerales de hierro (de retorno se expedirán todos los vagones vacíos).

4) Transporte Intermodal

En la actualidad, la carga del transporte intermodal entre Santa Cruz y Cochabamba consiste principalmente en artículos relacionados con transporte internacional tales como soja, azúcar, papel, etc. Debido a que se requiere transbordo entre tren y camión, es deseable en el futuro la contenedorización. Pero, por las razones indicadas en 1), se debe ejecutar el transporte con transbordo en vagones de carga. Sin embargo, al realizar el transporte en contenedores para la carga local, se debe preparar al mismo tiempo un régimen para poder ejecutar transbordo de contenedores.

Ya que se requiere una reducción de horas de carga y descarga a medida que aumente en el futuro la frecuencia de servicio de trenes, en ese momento se pedirá naturalmente el uso de paletas y el trabajo de carga y descarga mediante carretillas elevadoras.

La relación con el método de transporte en los referidos rubros se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro 8-3-2 Método de Transporte por Cada Rubro de Transporte

Rubro de Transporte	Vagón de Carga en Uso	Método de Transporte
Transporte de Carga Internacional	Para todo servicio, Por mercadería	Transporte en tren directo en vagón completo entre estaciones y estaciones fronterizas
Transporte local (nacional)	Vagón portacontenedor, Por artículo, Para todo servicio	Transporte en tren de carga ordinario entre estaciones en el interior
Transporte de Minerales de Hierro	Vagón especial para minerales de hierro	Transporte en tren de servicio de lanzadera entre Mutún y Pto. Busch
Transporte Intermodal	Para todo servicio, Por artículo (Introducir el método de contenedor en el futuro)	Transporte en camiones entre Santa Cruz y Cochabamba (Transbordo en vagón-camión)

Notas: ① Tren Directo en Vagón Completo

Es el tren de vagón completo desde una estación hasta unas estaciones o desde unas estaciones hasta una estación y el que va directamente desde la estación de procedencia hasta la de destino, sin ejecutar maniobras de vagones en lo posible en estaciones intermedias.

② Tren de Carga Corriente

Es el tren formado de vagones desde varias estaciones hasta muchas estaciones, que para en cada estación para ejecutar trabajos de acople y desacople de vagones.

③ Tren de Servicio de Lanzadera

Es el tren formado de vagones desde una estación hasta otra estación para transportar una carga determinada de gran volumen, que va directamente entre la estación de procedencia y la de destino y de retorno se forma con todos los vagones vacíos.

5) Trabajo Más Eficiente en la Reexpedición de Vagones de Carga

a) Más eficiencia en los trabajos de reexpedición y recepción de Vagones

Con el aumento de la frecuencia del servicio de trenes de carga, se prevé en el futuro que aumenten también los trabajos en las estaciones de carga en que se ejecuten el tránsito de vagones, etc. Por eso, al formar trenes de carga, es necesario prestar mucha atención al contenido, orden, etc. en la formación de vagones para que no se recargue en lo posible los trabajos de reexpedición de vagones, en estaciones intermedias. Es también importante tratar de arreglar la red de predicción de llegadas, acelerando la computarización de listas del orden de acoplamiento de vagones, avisos de formación, etc. e intentando hacer trabajos sencillos de reexpedición de vagones en estaciones de formación de vagones y trabajos de carga y descarga en estaciones de llegada.

[Nota] Actualmente, aun en la Estación Oruro donde se manejan más vagones, el volumen de manejo por día es de unos 100 vagones (52,5 vagones de salida y 52,7 vagones de llegada en 1989). Actualmente, ENFE controla la situación de vagones por computadora, basándose en avisos telegráficos de cada estación, pero es necesario en el futuro tratar de adoptar el sistema en línea, sustituyendo los avisos telegráficos por equipos terminales en el futuro.

b) Método de formación de trenes

Como se ha mencionado antes, el transporte de ENFE, excepto minerales de hierro de Mutun, consiste de carga internacional y carga local.

- ① Toda la carga internacional (exportación) es destinada a estaciones fronterizas, sólo en dos o tres sentidos.
- ② En cambio, la carga local es el transporte mutuo entre estaciones en el interior del país. Es posible que con el

aumento cuantitativo se compliquen los destinos, por lo cual será importante adecuar e integrar pequeñas estaciones de carga.

En cuanto a la clase de tren, se forman los siguientes trenes separadamente:

i Carga Internacional (Exportación)

Con destino a estaciones fronterizas (por cada grupo de estaciones)

ii Carga local

Salida y llegada entre estaciones dentro del país

En cuanto a i, es deseable que se haga en lo posible el servicio directo, y además, si aumenta la frecuencia de servicio de trenes se formen trenes por cada estación fronteriza.

En cuanto a ii, se necesitan ideas para reducir en lo posible las horas de maniobras:

③ En cuanto a la carga internacional (importación), igual que actualmente será inevitable formar trenes por destino en las estaciones fronterizas o en las próximas estaciones en que se forman vagones de carga. Pero, será importante adoptar un mecanismo que pueda eliminar en lo posible la maniobra con vagones de carga.

④ En cuanto al transporte de minerales de hierro de Mutun, será el transporte de servicio de lanzadera por tren formado de vagones especiales para minerales. Pero, en cuanto a los equipos de carga y descarga, etc., es también deseable adoptar un mecanismo que pueda reducir al mínimo la maniobra de vagones mediante la carga y descarga en conjunto y la formación fija de vagones.