

ESTUDIO DEL PLAN MAESTRO
SOBRE
LA MODERNIZACION Y REHABILITACION
DE LA EMPRESA NACIONAL DE FERROCARRILES
DE
LA REPUBLICA DE BOLIVIA

INFORME FINAL
(RESUMEN)

NOVIEMBRE 1991

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON
(JICA)

ARY

S S F
91-100(1/3)

**ESTUDIO DEL PLAN MAESTRO
SOBRE
LA MODERNIZACION Y REHABILITACION
DE LA EMPRESA NACIONAL DE FERROCARRILES
DE
LA REPUBLICA DE BOLIVIA**

**INFORME FINAL
(RESUMEN)**

JICA LIBRARY



1095294(3)

23189

NOVIEMBRE 1991

**AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON
(JICA)**



PREFACIO

En respuesta a la solicitud del Gobierno de la República de Bolivia, el Gobierno del Japón decidió realizar un estudio del Plan Maestro sobre la Modernización y Rehabilitación de la Empresa Nacional de Ferrocarriles de la República de Bolivia y encargó el estudio a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

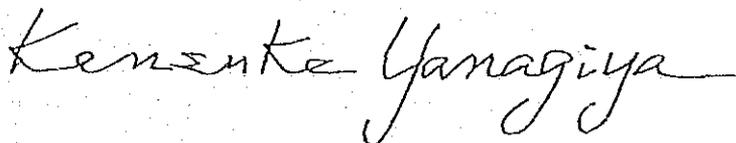
La JICA envió a Bolivia una misión de estudio encabezada por el Sr. Sadaaki Kuroda del Servicio Técnico Ferroviario de Japón (JARTS) tres veces de marzo de 1990 a noviembre de 1991.

La misión, que discutió con los interesados del Gobierno de Bolivia y a la vez llevó a cabo estudios sobre el terreno en el área de estudio, volvió al Japón para preparar este informe a través de sus trabajos aquí en su país.

Espero que este informe contribuya para impulsar este proyecto y, al mismo tiempo, sirva para desarrollar más la amistad y las buenas relaciones entre ambos países.

Al final, quisiera expresar sinceramente mi agradecimiento a todos los interesados del Gobierno de la República de Bolivia por su cooperación estrecha prestada a la misión.

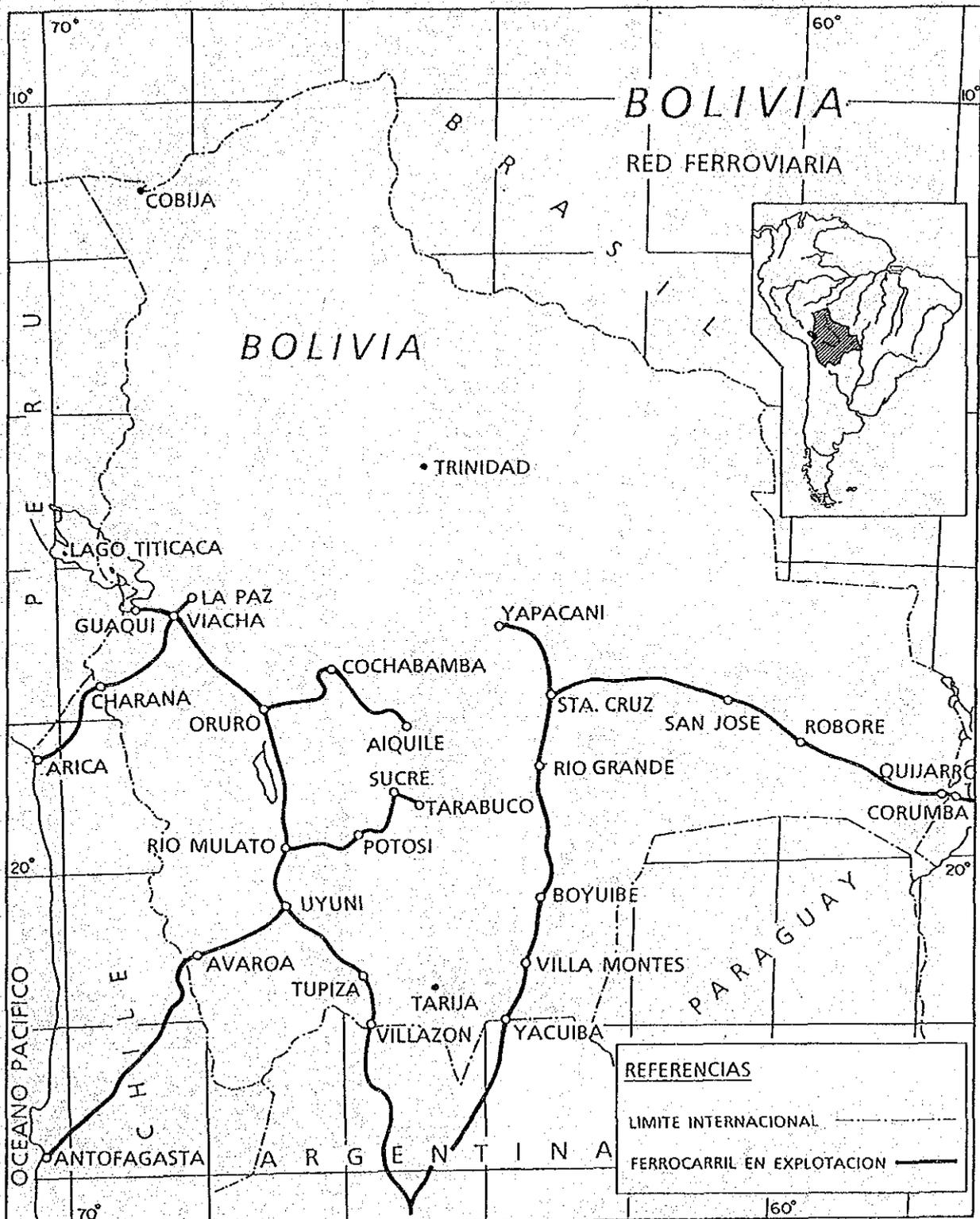
Noviembre de 1991



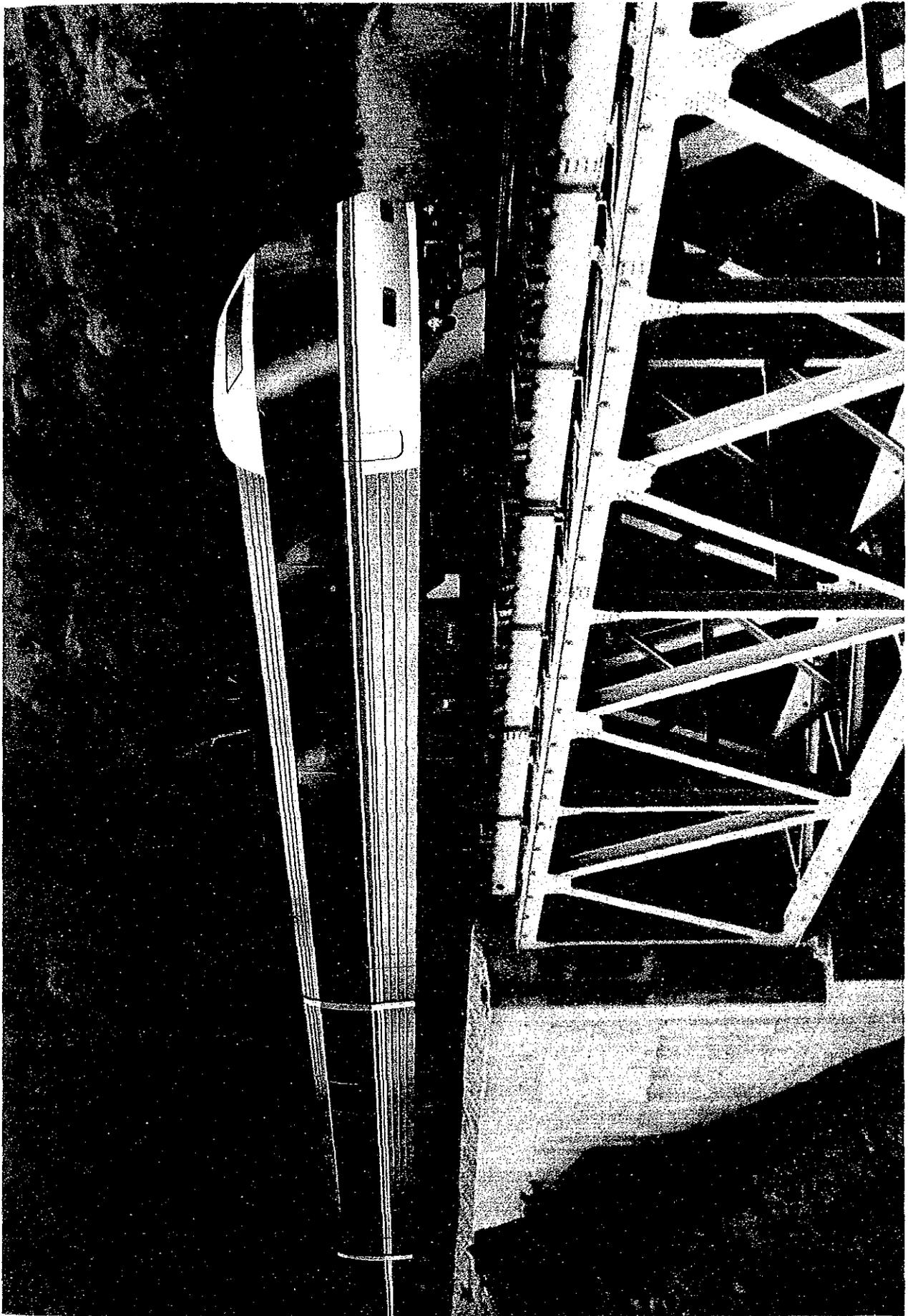
Kensuke Yanagiya

Presidente

Agencia de Cooperación Internacional del Japón



Mapa de Ubicación de Estudio



CONTENIDO

1.	Prefacio	1
2.	Situación Actual de ENFE	4
3.	La Red Ferroviaria Más Adecuada en Año 2020 y Plan de Rehabilitación y Modernización por Etapas	8
3-1	Selección de La Red Ferroviaria Más Adecuada	8
3-2	Determinación de Planes de Rehabilitación y Modernización por Etapas (Años 2000, 2010, 2020)	9
4.	Previsión de La Demanda	14
4-1	Método de Previsión	14
4-2	Marco Socioeconómico	16
4-3	Zonificación y Red de Comunicaciones	18
4-4	Nivel de Servicio	21
4-5	Resultados de Previsión	23
5.	Plan de Mejoramiento de Explotación Comercial	27
5-1	Concepto de Mejoramiento de Explotación Comercial	27
5-2	Medidas de Mejoramiento de Explotación del Transporte de Pasajeros	28
5-3	Medidas de Mejoramiento de Explotación del Transporte de Carga	29
6.	Planes de Transporte y de Material Rodante	35
6-1	Plan de Transporte	35
6-2	Plan de Material Rodante	40
7.	Plan de Equipamiento	43
7-1	Mejoramiento de Líneas Existentes	43
7-2	Plan de Nuevas Líneas	57
7-3	Plan de Equipos de Señales y Comunicación	59
7-4	Plan de Equipos de Computadora	63

8.	Plan de Administración y Operación	65
8-1	Organización	65
8-2	Personal y Su Colocación	69
8-3	Educación y Formación	70
8-4	Gastos de Administración y Operación	71
9.	Magnitud de Inversiones y Plan de Inversión por Etapas	72
9-1	Condiciones Previas para el Cálculo de los Costos de Mejora/Construcción	72
9-2	Magnitud de Inversiones y Plan de Inversiones por Etapas	73
10.	Análisis Económico y Financiero	77
10-1	Análisis Económico	77
10-2	Evaluación Financiera	81
11.	Conclusion y Propuesta	86
11-1	Conclusión	86
11-2	Propuesta	93

1. Prefacio

La Empresa Nacional de Ferrocarriles (ENFE), que cuenta con una extensión de unos 3.650 km de vía (Red Andina 2.276 km, Red Oriental 1.373 km, sin rutas de enlace entre ambas redes), transporta la mayor parte de cargas de exportación e importación de Bolivia, desempeñando un papel socioeconómico como la arteria principal del país. Sin embargo, por la falta de fondos, no han avanzado las mejoras y conservaciones de la vía y de los equipos de señalización y telecomunicaciones, la adquisición de nuevo material rodante, etc. Además, debido al deterioro por envejecimiento de casi todas las instalaciones ferroviarias, al bajo porcentaje de operación del material rodante, a los desastres naturales, etc., el ferrocarril no está en situación de desempeñar suficientemente su función.

Debido a eso, la ENFE tiene proyectos individuales de construcción de vías de enlace entre ambas redes, mejoramiento de vías, etc. Requiere también la mejora de operación y la rehabilitación y modernización de las instalaciones y material rodante existentes, pero al ejecutar sus respectivos planes, carece de un concepto básico para examinar la prioridad de inversión. En tal situación, es urgentemente necesario que se establezca un plan maestro sobre la modernización y rehabilitación de red ferroviaria y se proyecten planes de modernización y rehabilitación por etapas de ferrocarril a corto, medio y largo plazo.

Con estos antecedentes, el gobierno boliviano solicitó al gobierno japonés la realización de estudio de plan de modernización y rehabilitación de redes ferroviarias del país. Según el Alcance de Trabajo concluido el 5 de octubre de 1989 entre la Misión de Estudios Preliminares de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) y el gobierno boliviano, el gobierno japonés envió una misión de estudios de JICA y realizó estudios para establecer un plan maestro sobre la modernización y rehabilitación de red ferroviaria.

Este estudio tiene por objeto establecer un plan maestro sobre la rehabilitación y modernización de redes ferroviarias de Bolivia, abarcando todas las líneas de ENFE como el área objeto de estudio, y proyectar planes de rehabilitación y modernización de ferrocarril por etapas considerando la prioridad de inversión según dicho plan maestro. A través de este estudio se proyecta también la transferencia de tecnología a ingenieros de ENFE.

El concepto básico al proyectar el plan en este estudio es como sigue, y se ha deliberado suficientemente con la parte boliviana al elegir la red ferroviaria más apropiada y al establecer el plan de rehabilitación y modernización por etapas.

- (1) Tomando en consideración la economía boliviana y la situación financiera de ENFE, se proyectará que el plan sea de magnitud de inversión adecuada y sea fácil de concretarse en realidad.
- (2) Se proyectará el plan de mejoramiento para que el ferrocarril desempeñe un papel de contribuir activamente al desarrollo socioeconómico y a la explotación del territorio de Bolivia.
- (3) Se proyectará el plan que asegure un transporte interior confiable, seguro y estable y al mismo tiempo desempeñe un papel de red ferroviaria internacional.
- (4) El año objeto final del plan de rehabilitación y modernización de ferrocarril en el plan maestro será el año 2020, proyectando planes de rehabilitación y modernización de ferrocarril por etapas respectivamente a corto plazo (año 2000) y a medio plazo (año 2010).

En este caso, al fijar el orden de proyectos de rehabilitación y modernización, se harán planes examinando sintéticamente la seguridad de transporte, el efecto de inversión, la importancia de operación, la urgencia, la importancia de tramo de vías, el costo de inversión, etc.

Al hacer planes de rehabilitación y modernización, se examinará suficientemente que se aseguren no sólo la seguridad, estabilidad y confiabilidad de transporte, sino también la operación eficiente que produzca ganancias.

- (5) Para asegurar un transporte seguro y estable, se establecerá un nivel de servicio, considerando suficientemente el estado actual, características, importancia, costo de inversión, etc. de tramos de vías.
- (6) Se ajustará a diversos planes a nivel nacional y departamental tales como planes de desarrollo, planes de mejoramiento urbano, etc. y se intentará también el ajuste con planes de ENFE, Banco Mundial, etc. que van a ejecutarse.

(7) Para las líneas en operación y los equipos existentes, se examinará poniendo énfasis en su utilización eficaz mediante la rehabilitación y modernización. Al examinar planes de construcción de nuevas líneas en conexión con las líneas en operación, se considerará suficientemente que sea un transporte intermodal en que el ferrocarril construido y los transportes por carretera y por agua estén bien enlazados. Por otra parte se considerará también el aprovechamiento del sistema intermodal en que se combinen los transportes por carreteras existentes y por agua con las líneas en operación, sin construir ferrocarril en dichos trayectos.

(8) El plan maestro más apropiado para el año 2020 y los planes de rehabilitación y modernización de ferrocarril por etapas a corto y medio plazo se decidirán a juicio sintético, mediante la evaluación cuantitativa de la economía y finanzas, con agregación de la evaluación cualitativa de las políticas del país y de ENFE y de los aspectos sociales y técnicos.

Este informe (resumen) es el resumen de informes sobre el plan maestro para el año objeto 2020 y de los planes de rehabilitación y modernización de ferrocarril por etapas a corto plazo (el año 2000), a medio plazo (el año 2010) y a largo plazo (el año 2020).

2. Situación Actual de ENFE

ENFE es una empresa pública que se estableció en 1964 bajo la jurisdicción del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, teniendo unos 7.000 empleados y unos 3.650 km de línea explotada.

Las vías de ENFE de unos 3.650 km se componen de 2.276 km de Red Andina que llegan a Perú, Chile y Argentina principalmente de La Paz - Oruro y de 1.373 km de Red Oriental que llegan a Brasil y Argentina principalmente de Santa Cruz. Las líneas de Red Andina y Red Oriental no están enlazadas en el interior de Bolivia. (Refiérase a la Fig. 2-1) En el Cuadro 2-1 se muestra el resumen de vías.

El transporte de ENFE consiste principalmente en el de mercancías, que son sojas, productos minerales, maderas, trigos, etc. En especial, la carga de exportación e importación ocupa alrededor de 80% del volumen total de transporte. Se transporta por la vía férrea que pasa por los países vecinos. El ferrocarril contribuye al país económica y socialmente como gran arteria.

La envergadura de transporte de ENFE en 1988 fue de casi un millón de pasajeros (unos 370 millones de pasajero-kilómetro) y de unas 800 mil toneladas de carga (unas 420 millones de tonelada-kilómetro). Los pasajeros, llegando al máximo en 1983, y las mercancías, llegando al máximo en 1980, tienden a disminuir respectivamente. Además de los equipos desgastados por envejecimiento, la baja de la tasa de operación del material rodante, etc., se considera que la suspensión de los servicios de tren durante un período largo debido a desastres causa mucho dicha disminución. (Refiérase a la Fig. 2-2)

Los trenes que están actualmente en servicio se clasifican en Ferrobús, Expreso, Pasajero, Mixto y Carga. El servicio de dichos trenes se hace los días de la semana debido a que el volumen de transporte es pequeño. Según los resultados reales en 1988, unos 9.000 trenes por año están en servicio, y la situación de retraso de trenes es de unas 2 horas y 50 minutos por uno de todos los trenes y de unas 4 horas y 50 minutos por uno de los trenes retrasados. El sistema de operación de trenes está compuesto totalmente del "manejo del personal", y casi no hay equipos mecanizados para el mantenimiento de la seguridad de operación. El parque de material rodante de ENFE

es de 53 locomotoras para el servicio en la línea principal, 10 locomotoras de maniobras, 22 autocarriles, 181 coches de pasajeros y 2.032 vagones de carga.

En cuanto al estado de explotación de ENFE, los ingresos son de unos 100 millones de bolivianos (unos 5.000 millones de yenes) y los gastos de unos 97 millones de bolivianos en 1988. Parece que los ingresos y los gastos están equilibrados por el momento gracias a que el gobierno carga con la deuda a largo plazo (1986), nuevas inversiones son refrenadas, etc.

Sin embargo, debido a la falta de inversiones que se necesitan esencialmente para el mantenimiento de instalaciones ferroviarias, está retrasado el mejoramiento de las mismas, cuyo desgaste por envejecimiento está agravado por lo general, mostrando el estado insuficiente de mantenimiento y rehabilitación. Además, debido al retraso en sistemas de operación de trenes y prevención de accidentes, ocurren con frecuencia accidentes de descarrilamiento. Cada año ocurren daños por desastres naturales. El desgaste por envejecimiento del material rodante está también agravado y el abastecimiento de piezas no es suficiente, resultando que ha bajado la tasa de operación del material rodante.

De esto se entiende que ENFE no está en situación de desplegar su función original de ferrocarril y es difícil de asegurar el transporte seguro, estable y suave. Por lo tanto, con crédito del Banco Mundial, ENFE proyecta actualmente rehabilitar principalmente las vías para transportar productos de exportación e importación (Santa Cruz - Quijarro, Viacha - Charaña) y al mismo tiempo hace esfuerzos por mejorar trabajos de oficina y control de operación comercial.

Lo importante para ENFE en el futuro es desplegar sus características de ferrocarril tales como el transporte en gran cantidad y en larga distancia, etc. y asegurar el transporte seguro y estable. Para eso, es necesario establecer una organización y sistema racionales para la operación de ferrocarril basándose en la perspectiva a largo plazo, tratar de mejorar y aumentar infraestructura y material rodante mediante inversiones adecuadas y a la vez impulsar el control de operación de trenes, el mantenimiento eficiente de infraestructura y material rodante, etc. a través de formación del personal. En cuanto a los accidentes por desastres naturales, los accidentes en los pasos a nivel, etc., es también necesario hacer esfuerzos por prevenirlos con colaboración de órganos relacionados y habitantes.

Cuadro 2-1 Resumen de Vías

Item	Descripción		Item	Descripción
Vía	Vía Unica, No Electrificada		Estación	136 estaciones
Trocha	1.000 mm		Cabina de Señales	66 lugares
Radio Mínimo de Curva	Red Andina	72m	Puente	954 lugares
	Red Oriental	250m	Túnel	26 lugares
Pendiente Máxima	Red Andina	38,5%	Paso a nivel	570 lugares
	Red Oriental	33,3%	Tramo de Lecho de Tierra	Alrededor de 80%

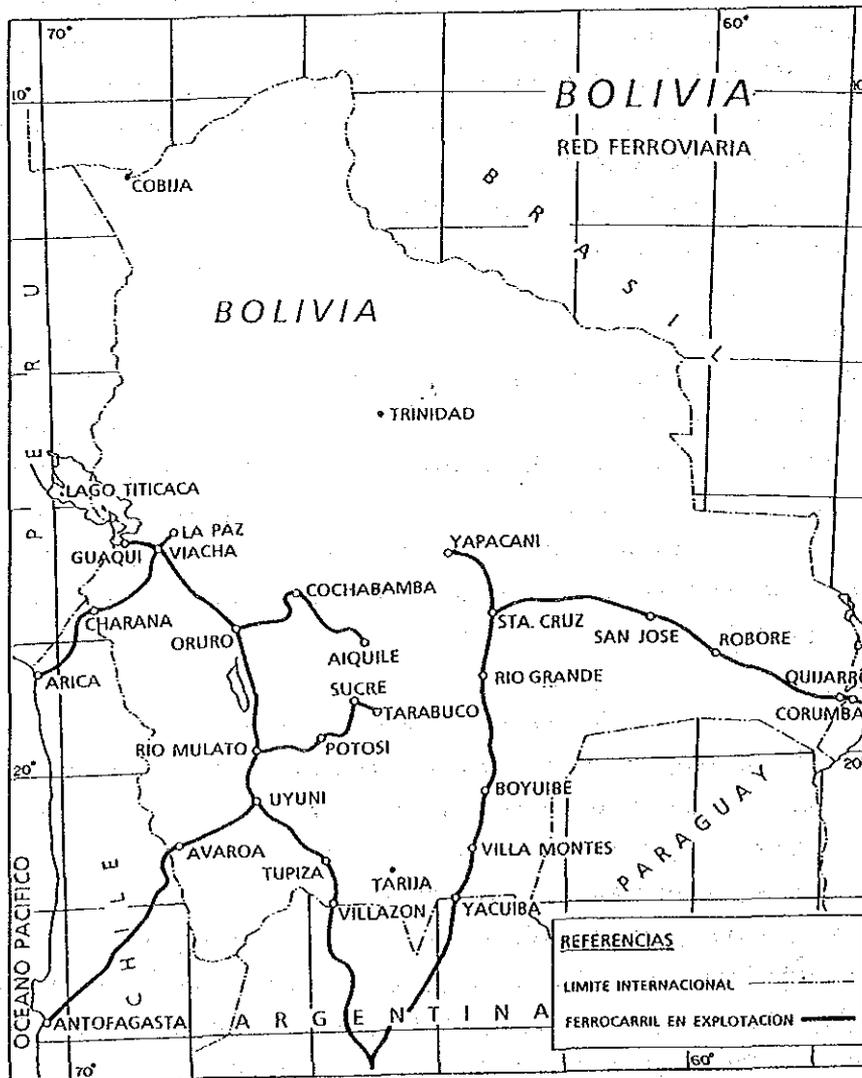


Fig. 2-1 Bosquejo de las Líneas de ENFE

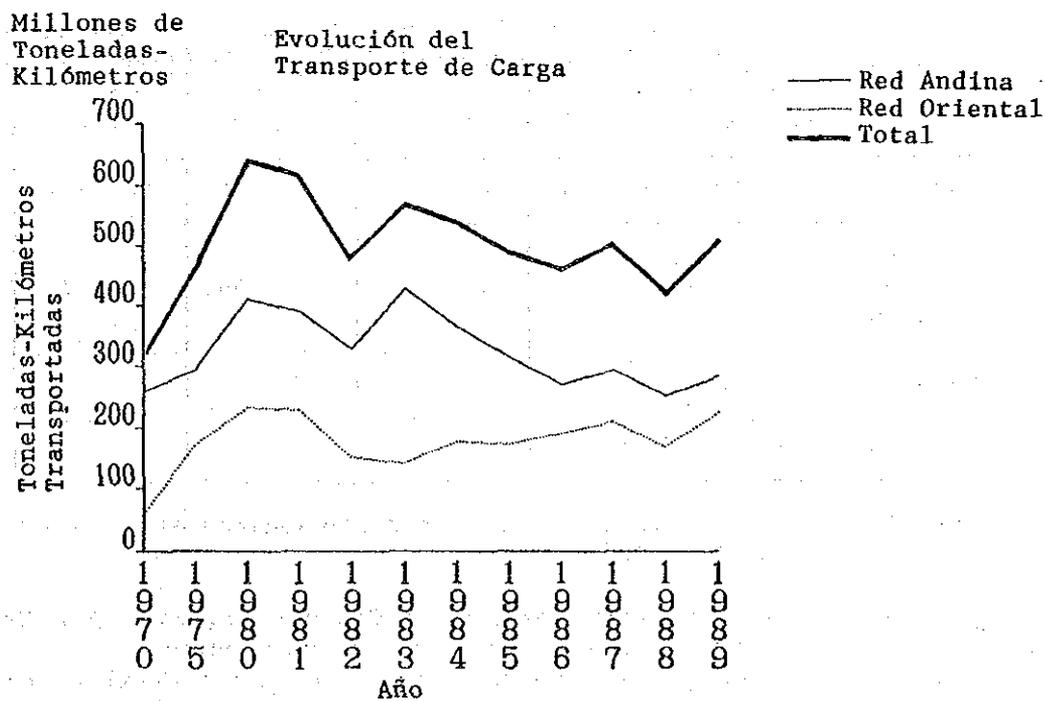
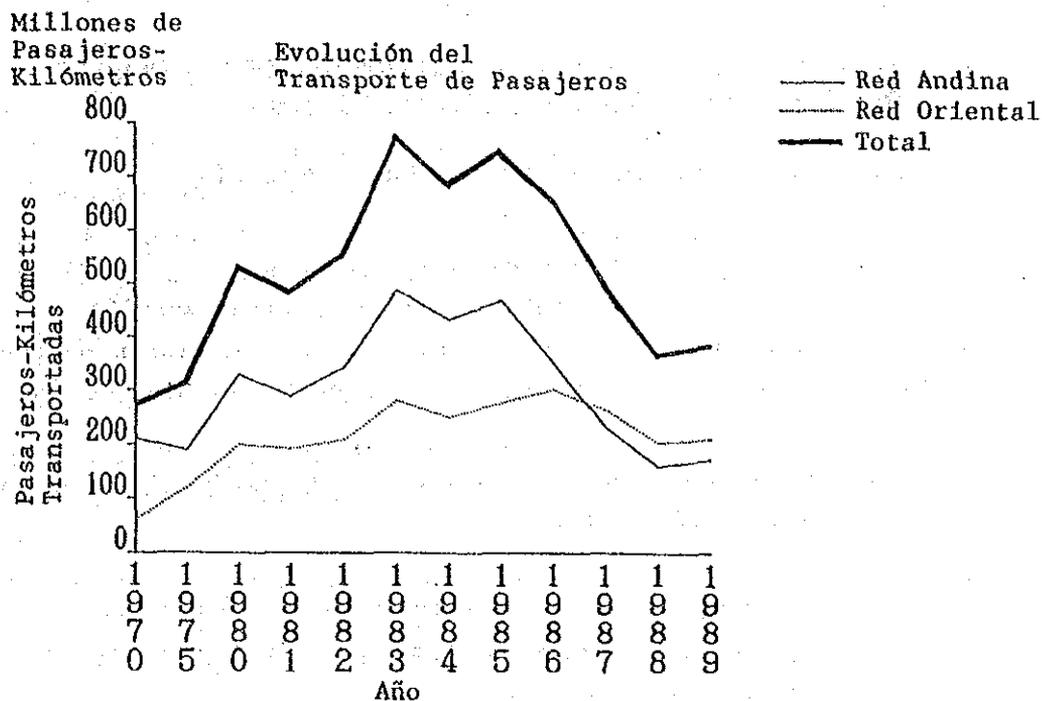


Fig. 2-2 Evolución del Transporte de Pasajero y Carga

3. La Red Ferroviaria Más Adecuada en Año 2020 y Plan de Rehabilitación y Modernización por Etapas

3-1 Selección de La Red Ferroviaria Más Adecuada

La red ferroviaria más adecuada y el plan de modernización (Plan Maestro) y los planes de rehabilitación y modernización por etapas que corresponden respectivamente a dicha red se proyectaron después de haber deliberado bien con la parte boliviana según los siguientes procedimientos:

- ① Establecer 8 planes propuestos para la red ferroviaria en el año 2020 (Cuadro 3-1).
- ② De dichos 8 planes propuestos para la red ferroviaria, seleccionar 4 alternativas representativas principalmente según una evaluación cualitativa en general.
- ③ De dichas 4 alternativa, seleccionar la red ferroviaria más adecuada.

Cuadro 3-2 Comparación de Alternativas

Alternativa	I	II	III	IV
Evaluación Económica (EIRR)	④ 5,33	② 7,65	③ 6,79	① 8,84
Evaluación Financiera (Proporción entre Ingresos y Gastos)	② 0,974	① 1,060	④ 0,837	③ 0,969
Magnitud de Inversión (100 millones de dólares estadounidenses)	① 14,6	② 16,1	③ 25,1	④ 26,8

Nota 1. Las cifras marcadas con un círculo indican el orden de prioridad.

Nota 2. Unidad de EIRR: %

Nota 3. Proporción entre Ingresos y Gastos: Ingresos por Explotación/
(Gastos por Explotación + Interés de Crédito)

Nota 4. Para los gastos de construcción del ferrocarril entre Aiquile y Santa Cruz, se empleó el importe de inversión revalorizado por ENFE.

Al seleccionar de dichas 4 alternativas de red ferroviaria la red ferroviaria más adecuada, basándose en el cuadro comparativo que se muestra en el Cuadro 3-2 y desde el punto de vista general de la magnitud de inversión en el sector de transporte de Bolivia, la activación de desarrollo del área cerca del ferrocarril, la contribución a la red ferroviaria internacional, etc., se seleccionó la alternativa II como la red ferroviaria más adecuada.

3-2 Determinación de Planes de Rehabilitación y Modernización por Etapas (Años 2000, 2010, 2020)

En cuanto a la rehabilitación y modernización de la red ferroviaria más adecuada para el año 2020, se determinaron los planes de rehabilitación y modernización en las etapas intermedias después de haber deliberado con la parte boliviana tomando en consideración la eficacia de inversión, la importancia y característica de tramo de vías, etc. En cuanto al período, computando por 10 años, se dividió en períodos hasta 2000, 2010 y 2020.

El proyecto de rehabilitación y modernización constará de la rehabilitación y modernización intensivas de 9 tramos de vías, la construcción de una nueva línea y la modernización por 5 ítems. En el Cuadro 3-3 se muestra el Plan de Rehabilitación y Modernización por etapas.

Cuadro 3-1 Directrices 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 la versión	Red Nacional	Efectos del desarrollo	Crecimiento de Ingresos	Eficiencia del Servicio		Red Internacional	Red de Transp. General	CARACTERISTICAS
1		○	① Guaqui ② Cochabamba ③ Santa Cruz ④ Puerto Villarroel ⑤ Villazón (Río) ⑥ Quijarro 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 Villarroel ⑤ Villazón ⑥ Quijarro-Río ⑦ Quijarro-C ⑧ Puerto Mamorecillo	(2) Yapacani -Pto. Mamorecillo	○	○	△	△	△	△	△	• Red Ferroviaria con el mejoramiento del sector Norte	
3		○	① Guaqui ② Cochabamba ③ Santa Cruz ④ Puerto Villarroel ⑤ Villazón ⑥ Quijarro ⑦ Puerto Busch.	(3) Motacucito Puerto Busch	○	△	△	△	△	○	○	• Red Ferroviaria con el mejoramiento del sector Este • Puerto a Ultramar	II
4		○	① Guaqui ② Cochabamba ③ Santa Cruz ④ Puerto Villarroel ⑤ Villazón ⑥ Mamorecillo ⑦ Puerto Busch	(2) Yapacani -Pto. Mamorecillo (3) Villarroel cillo	○	○	△	△	△	○	○	• Red Ferroviaria con el mejoramiento del sector Este y Norte • Puerto a Ultramar	
5		○	① Guaqui ② Cochabamba ③ Santa Cruz ④ Puerto Villarroel ⑤ Villazón ⑥ Quijarro ⑦ Quijarro (Carretera)	(1) Aiquile -Santa Cruz	○	○	○	○	○	○	○	• Inversión Media • Red Ferroviaria con la interconexión de las dos redes	III
6		○	① Guaqui ② Villazón ③ Quijarro (Río) ④ Quijarro (Carretera)	(1) Aiquile -Santa Cruz (2) Yapacani -Pto. Mamorecillo	△	○	○	○	○	○	○	• Red Ferroviaria es una etapa para establecer la directriz 8	
7		○	① Guaqui ② Santa Cruz ③ Puerto Villarroel ④ Villazón ⑤ Puerto Busch	(1) Aiquile -Santa Cruz (3) Motacucito Puerto Busch	△	○	○	○	○	○	◎	• Red Ferroviaria es una etapa para establecer la directriz 8	
8		○	① Guaqui ② Villazón ③ Quijarro (Río) ④ Quijarro (Carretera)	(1) Aiquile -Santa Cruz (2) Yapacani -Pto. M. (3) Motacucito -Pto. B.	△	○	◎	◎	◎	◎	◎	• 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, OR: Oruro, CB: Cochabamba, AI: Aiquile,
 RM: Río Mulato, SR: Sacre, 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

Cuadro 3-3 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 Ip.Or. . R.Mur.-Uyu. 2001-2010 Resto de las líneas
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	o		B	(2);(3);(5)					
Sagua 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 Mzcas. de VI, GU
Telecomunicación												Sistema UHF, centrales y otros
Computación												
Centro Capacitación												lra. Actual; 2da. FECC. Mejorado

(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:

Vía; 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; Terraplenes, y obras de defensas

Kamal Cochabamba; Reconstrucción

Sistema de señalizaciones y parte de comunicaciones

4. Previsión de La Demanda

4-1 Método de Previsión

(1) Flujo de Previsión

Como se muestra en la Fig. 4-1 Flujo de Previsión, se decidió a adoptar el Método de Estimación en Cuatro Etapas.

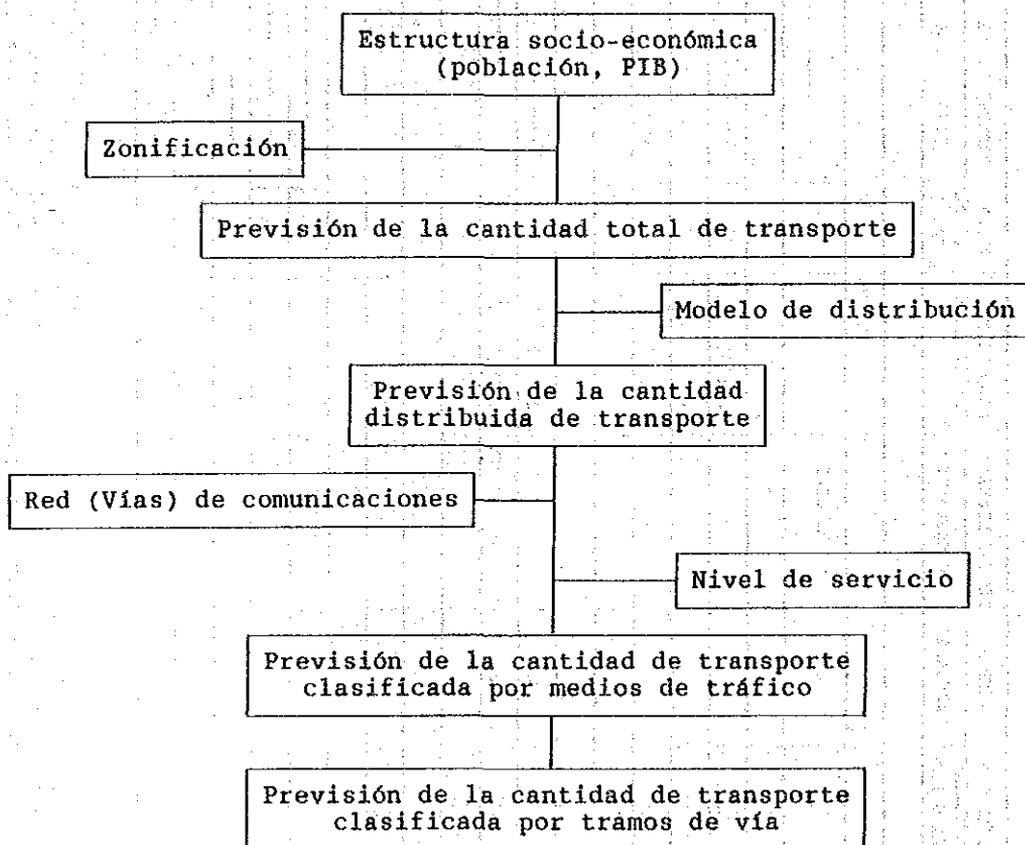


Fig. 4-1 Flujo de la Previsión de la Demanda de Transporte

(2) Años de Previsión

Año 2000, Año 2010, Año 2020

(3) Medios de Transporte Objeto de Previsión

Pasajeros: Ferroviario, Carretero (Autobús), Aéreo

Mercancías: Ferroviario, Carretero (Camión)

Nota: De todos los resultados reales de transporte de carga, el transporte aéreo tiene sólo una pequeña participación de 1,2%, así que se excluyó del objeto de previsión.

(4) Previsión del Volumen Total de Transporte

En cuanto a los pasajeros, se ha confirmado que existe una correlación (coeficiente de correlación de 0,9894) entre la tasa de crecimiento del PIB por habitante y la tasa de aumento del volumen total de pasajeros, por lo cual se estimó el volumen total de pasajeros en proporción con PIB/habitante.

En cuanto a la carga, ya que no se pueden recoger datos sobre el transporte carretero que ocupa el 52% del volumen total de transporte, se consideró como generación o concentración una diferencia entre la producción y consumo de 12 artículos principales, y luego se estimó el volumen de generación o concentración en el año de previsión según la tasa de crecimiento por sector.

(5) Previsión del Volumen de Transporte Distribuido

Del volumen de producción/concentración y la distancia en cada zona se calculó primero el volumen de transporte distribuido según un modelo de gravedad y luego se elevó su precisión por el Método Frator.

(6) Previsión del Volumen de Transporte por Medio de Tráfico

Tomando como valor de resistencia la velocidad comercial y el precio del transporte por medio de tráfico, se calculó por el método de logit.

(7) Previsión del Volumen de Transporte por Tramo de Vías de Ferrocarril

Calculando en (6) el volumen de transporte de OD entre zonas de la lista de OD de ferrocarril y sumándolo por cada sección que se pasa, se calculó el volumen de transporte entre estaciones principales.

4-2 Marco Socioeconómico

El producto interno bruto (PIB) de 1978 a 1987, su tasa de crecimiento en comparación con el año anterior, su participación entre sectores, la población total y su tasa de aumento en comparación con el año anterior son como se muestra en el *Cuadro 4-1*.

Empezando con la inactividad de precios internacionales de los productos primarios, los años ochenta se convirtieron en crecimiento negativo, mostrando un crecimiento negativo de gran envergadura de -6,5%. Después, convirtiéndose gradualmente en tendencia de recuperación, salió del crecimiento negativo y consiguió un crecimiento de 2,2%.

El marco socioeconómico en la previsión de la demanda de transporte es como se muestra en el *Cuadro 4-2*, basándose en la tasa de crecimiento de PIB de la "Estrategia de Desarrollo Socioeconómico (1989-2000)" del Ministerio de Planeamiento y Coordinación. Para los años de 1988 a 2000, es igual que dicha estrategia. Para los años de 2001 a 2020, el sector productivo se basa en 1/2 y el sector de servicios y el aumento de población en el valor medio respectivamente de antes de ese período. Pero, como la minería es demasiado fuerte, se tomó el 80% del *Cuadro 4-2*.

Cuadro 4-1 Evolución del Producto Interno Bruto (PIB) y de la Población Total (un millón de pesos, Precio Fijo en 1980)

Sector	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Industria Agropecuaria	21.490	22.262	22.563	22.354	23.900	19.981	24.552	26.789	25.534	25.489
Industria Minera	24.140	19.478	19.407	20.139	19.526	18.614	16.335	14.281	12.062	11.013
Industria Manufacturera	18.881	18.578	17.934	16.581	14.531	13.863	11.925	10.815	11.038	11.837
Industria de Construcción	6.681	6.479	4.521	4.058	3.698	3.639	3.555	3.168	2.918	3.080
Subtotal	68.192	66.797	64.465	63.132	61.655	56.097	56.367	55.056	51.552	51.419
%	54,8	53,6	52,4	50,9	52,0	50,6	51,0	49,8	48,1	46,9
Servicio Básico	7.380	8.311	8.127	9.081	8.729	7.997	8.142	8.285	8.544	8.989
%	5,9	6,7	6,6	7,3	7,4	7,2	7,4	7,5	8,0	8,2
Otros Servicios	45.329	46.310	47.066	48.117	47.200	46.422	45.770	46.177	45.869	47.353
%	36,4	37,2	38,3	38,8	39,8	41,8	41,4	41,8	42,8	43,2
Impuesto Indirecto a la Importación	3.583	3.238	3.288	3.753	1.090	429	332	927	1.246	1.763
%	2,9	2,6	2,7	3,0	0,9	0,4	0,3	0,8	1,2	1,6
Total	124.490	124.656	122.946	124.083	118.674	110.943	110.611	110.445	107.211	109.524
En Comparación con el Año Anterior %	---	0,1	-0,4	0,9	-4,4	-6,5	-0,3	-0,2	-2,9	2,2
Población (mil habitantes)	---	---	5.600	5.755	5.916	6.050	6.211	6.321	6.559	6.748
En Comparación con el Año Anterior %	---	---	---	2,8	2,8	2,3	2,7	1,8	3,7	2,9

Nota: La marca * muestra una relación de composición. Sin embargo, como se cuentan las fracciones de cinco para arriba como una unidad y se desatiende el resto, el total no coincide según el caso.

Cuadro 4-2 Tasas de Crecimiento de Población y de PIB por Sector

Sector	1988 - 2000	2001 - 2020
Industria Agropecuaria	3,8 %	1,9 %
Minería, Metalurgia	12,4	6,2
Industria Manufacturera	7,5	3,7
Industria Petrolera	9,0	4,5
Electricidad, Gas, Acueducto	13,8	7,0
Tráfico, Transporte	4,4	2,2
Construcción	3,6	1,8
Promedio de las Susodichas	4,9	2,4
Servicio		4,9
Población		2,8

4-3 Zonificación y Red de Comunicaciones

Se dividió en 18 zonas interiores y 4 zonas exteriores, totalizando 22 zonas. Las 4 zonas exteriores son Brasil y ultramar a través de Brasil, Chile y ultramar a través de Chile, Argentina-Paraguay, Perú y ultramar a través de Perú. En la Fig. 4-2 se muestra la zonificación. Las redes ferroviarias, carreteras y aéreas en 2020 son como se muestra en las Figs. 4-3 a 4-5.

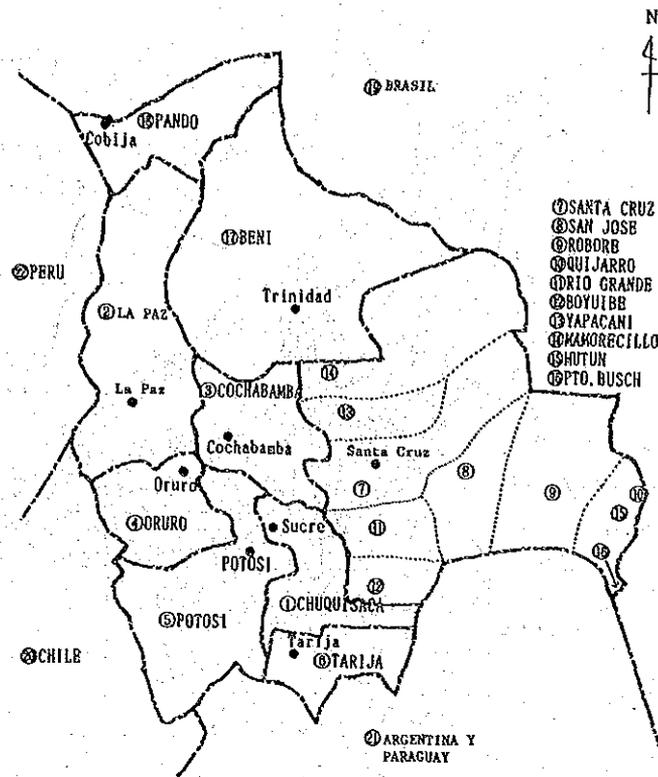


Fig. 4-2 Zonificación

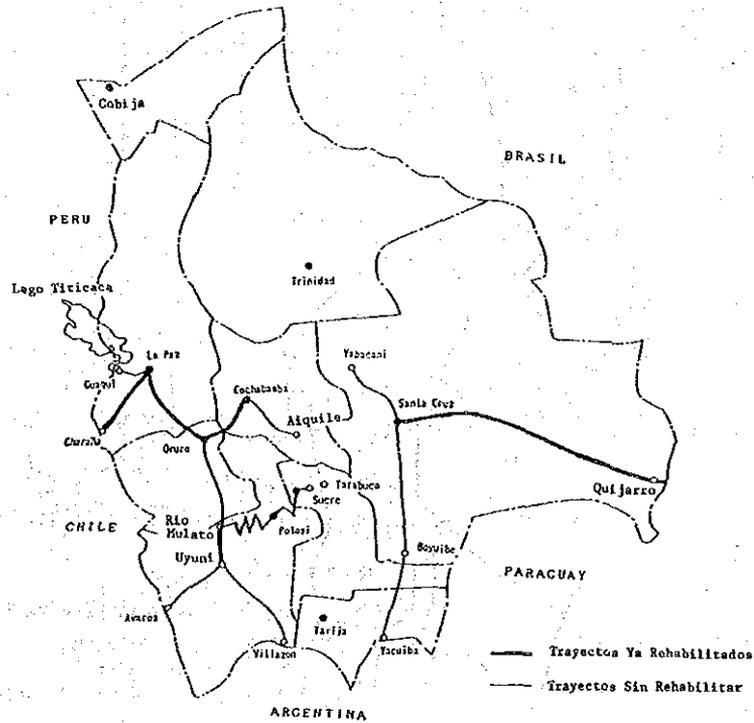


Fig. 4-3 Red Ferroviaria

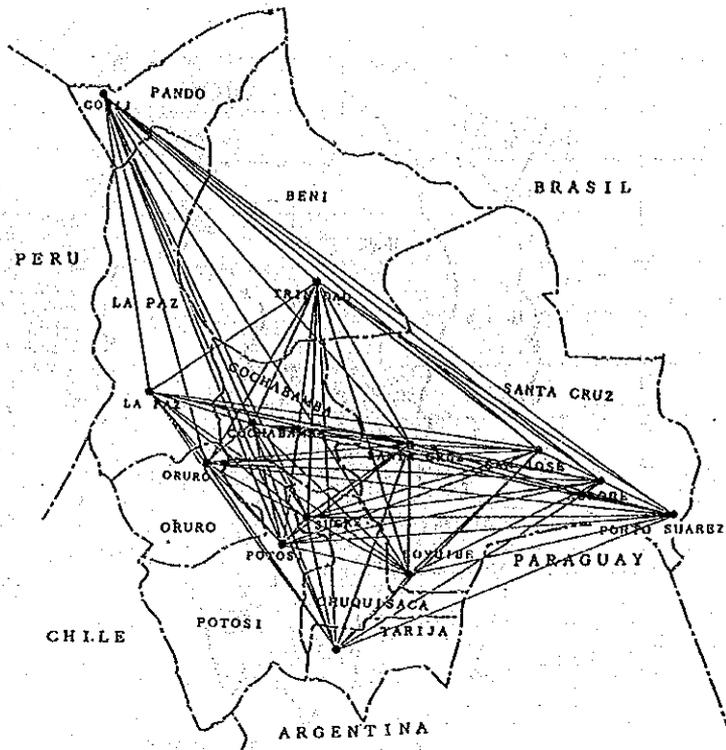


Fig. 4-4 Red Aérea

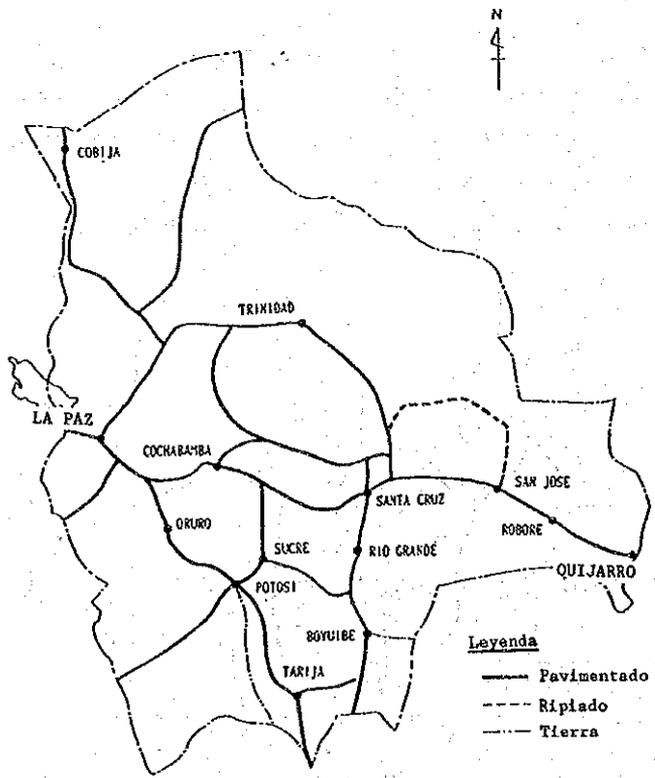


Fig. 4-5 Red Carretera

4-4 Nivel de Servicio

Se muestra abajo el nivel de servicio (tiempo y precio de transporte requeridos) de ferrocarril, carretera y aviación.

(1) Tiempo Requerido, etc.

(a) Ferrocarril

Cuadro 4-3 Velocidad Comercial de Ferrocarril (km/h)

Tramo	Pasajero				Carga			
	Vigente	2000	2010	2020	Vigente	2000	2010	2020
La Paz - Oruro	47	62	62	62	45	51	51	51
Oruro - Rio Mulato	47	47	62	62	40	40	52	52
Rio Mulato - Uyuni	47	62	62	62	37	53	53	53
Uyuni - Tupiza	47	47	62	62	35	35	41	41
Tupiza - Villazón	47	47	62	62	33	33	40	40
La Paz - Guaquí	49	49	49	65	26	26	26	44
La Paz - Charaña	58	52	52	52	36	41	41	41
Oruro - Cochabamba	46	40	40	40	25	30	30	30
Cochabamba - Aiquile	23	23	23	23	27	27	27	27
Rio Mulato - Potosí	45	39	39	39	26	26	26	29
Potosí - Sucre	31	31	31	33	24	24	24	29
Uyuni - Avaroa	49	49	49	68	23	23	23	43
Santa Cruz - Quijarro	54	74	74	74	28	44	44	44
Santa Cruz - Yacuiba	58	58	74	74	28	28	38	38
Santa Cruz - Yapacaní	--	--	--	--	22	22	22	22

(b) Carretera

Basándose en el Cuadro 4-4 y considerando los Cuadros 4-5 y 6, se establecieron velocidades comerciales por tramo. En el caso intermodal, se tomó en consideración el Cuadro 4-6.

Tiempo Requerido de Transporte Aéreo

Duración de Vuelo: $(0,00108 \times L + 0,293)$ hora (L: Distancia km)

Tiempo de Acceso: 1,0 hora

Tiempo de Espera: 1,5 hora

Cuadro 4-4 Velocidad Media de Marcha por Topografía y Superficie de Carretera (km/h)

Topografía	Estado de Superficie de Carretera	Autobús	Camión
Altiplano	Pavimentado	80	60
	Balastado	60	45
	Tierra	40	30
Zona Montañosa	Pavimentado	45	40
	Balastado	35	30
	Tierra	25	20
Tierra Baja	Pavimentado	80	60
	Balastado	60	45
	Tierra	40	30

Cuadro 4-5 Horas de Descanso en el Transporte Carretero

Pasajero	15 min./marcha de 1 hora
Carga	10 min./marcha de 1 hora
	1 hora más/marcha de 4 horas
	1 hora más/marcha de 8 horas
	8 horas más/marcha de 12 horas

Cuadro 4-6 Horas de Transbordo de Carga (h)

Estación	2000	2010	2020
Santa Cruz	8	8	8
Cochabamba	8	8	8
Tupiza	36	36	8
Villa Monte	36	36	8

(2) Precios de Transporte

Los precios de transporte ferroviario de carga después del mejoramiento serán del 90% de los de transporte carretero, dejando los demás tal como están.

4-5 Resultados de Previsión

En cuanto a los resultados de previsión, el volumen de transporte por año y por medio de transporte y sus respectivas participaciones se muestran en el Cuadro 4-7 y la Fig. 4-6 y el volumen de transporte ferroviario de sección por año y por tramo de vías en las Figs. 4-7 y 4-8.

Cuadro 4-7 Volumen de Transporte por Año de Previsión, Sus Respectivas Participaciones y Comparación con el Año 1988

Año	Pasajero					Carga			
	Ferrocarril	Carretera	Aviación	Todos Medios	Sin Rehabilitación	Ferrocarril	Carretera	Todos Medios	Sin Rehabilitación
2000	2.022	11.639	855	14.516	892	1.814	2.962	4.776	1.502
	13,9	80,2	5,9	100,0	6,1	38,0	62,0	100,0	31,4
	1,92	1,06	1,19	1,16	0,85	2,08	3,24	2,67	1,72
2010	3.178	12.379	888	16.445	787	4.183	2.551	6.734	1.850
	19,3	75,3	5,4	100,0	4,8	62,1	37,9	100,0	27,5
	3,02	1,13	1,24	1,31	0,75	4,80	2,79	3,77	2,12
2020	3.548	13.952	999	18.490	850	6.229	3.509	9.738	2.479
	19,2	75,4	5,4	100,0	4,6	63,6	36,4	100,0	25,5
	3,38	1,27	1,39	1,48	0,81	7,14	3,84	5,45	2,84
1988	1.051	10.964	719	12.734	---	872	914	1.786	---
	8,3	86,1	5,6	100,0	---	48,8	51,2	100,0	---
	1,00	1,00	1,00	1,00	---	1,00	1,00	1,00	---

(Nota) Línea Superior: Volumen de Transporte Pasajero (mil personas/año)
Carga (mil toneladas/año)
Línea Media: Participación (%)
Línea Inferior: Comparación con el Año 1988 (veces)
Sin Rehabilitación: Ferrocarril no rehabilitado

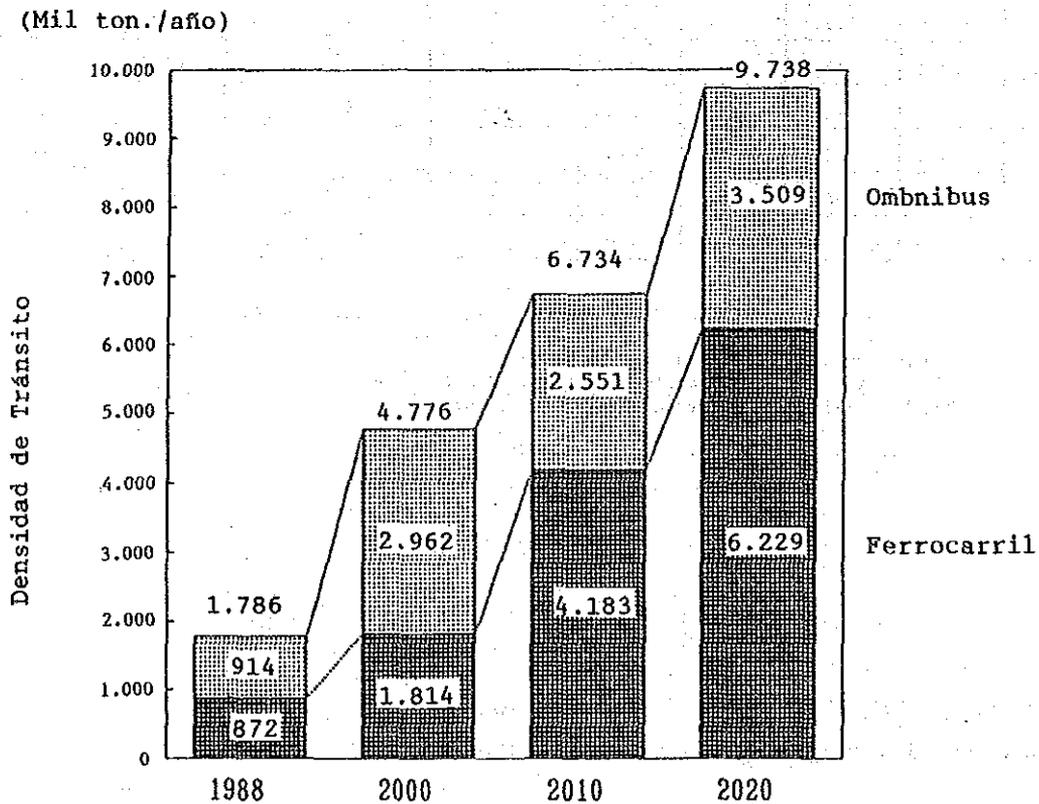
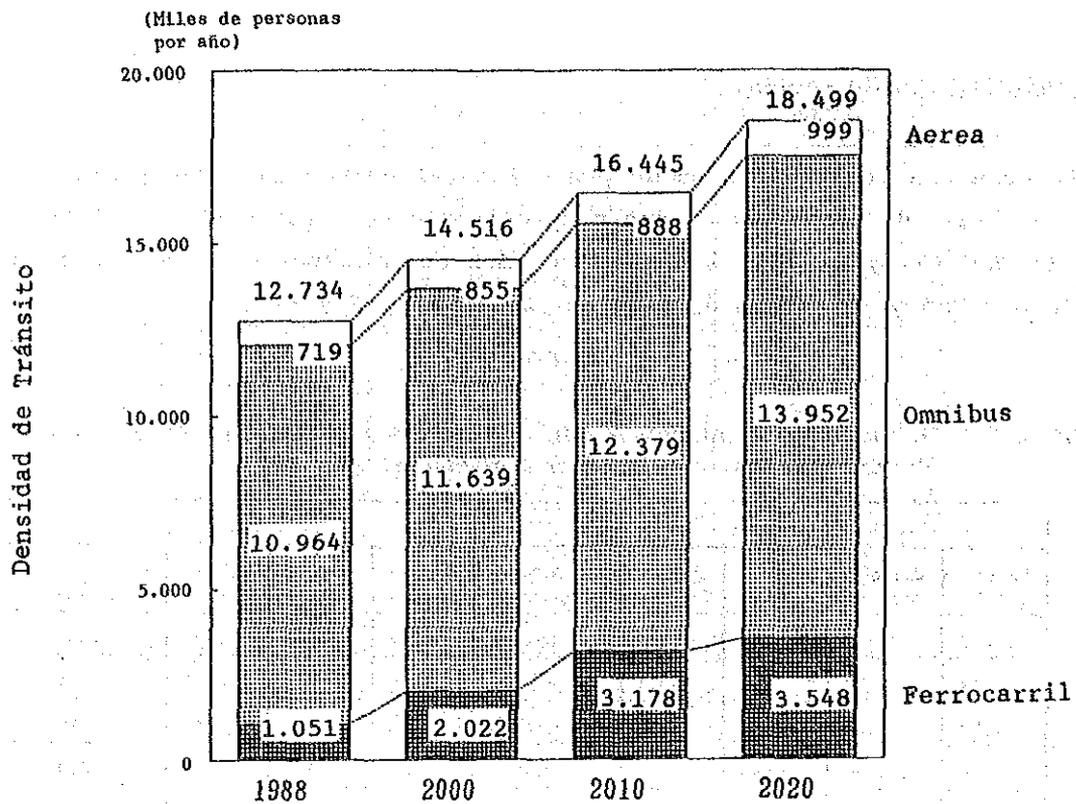


Fig. 4-6 Resultados de Previsión del Volumen de Transporte por Año y por Medio de Tráfico

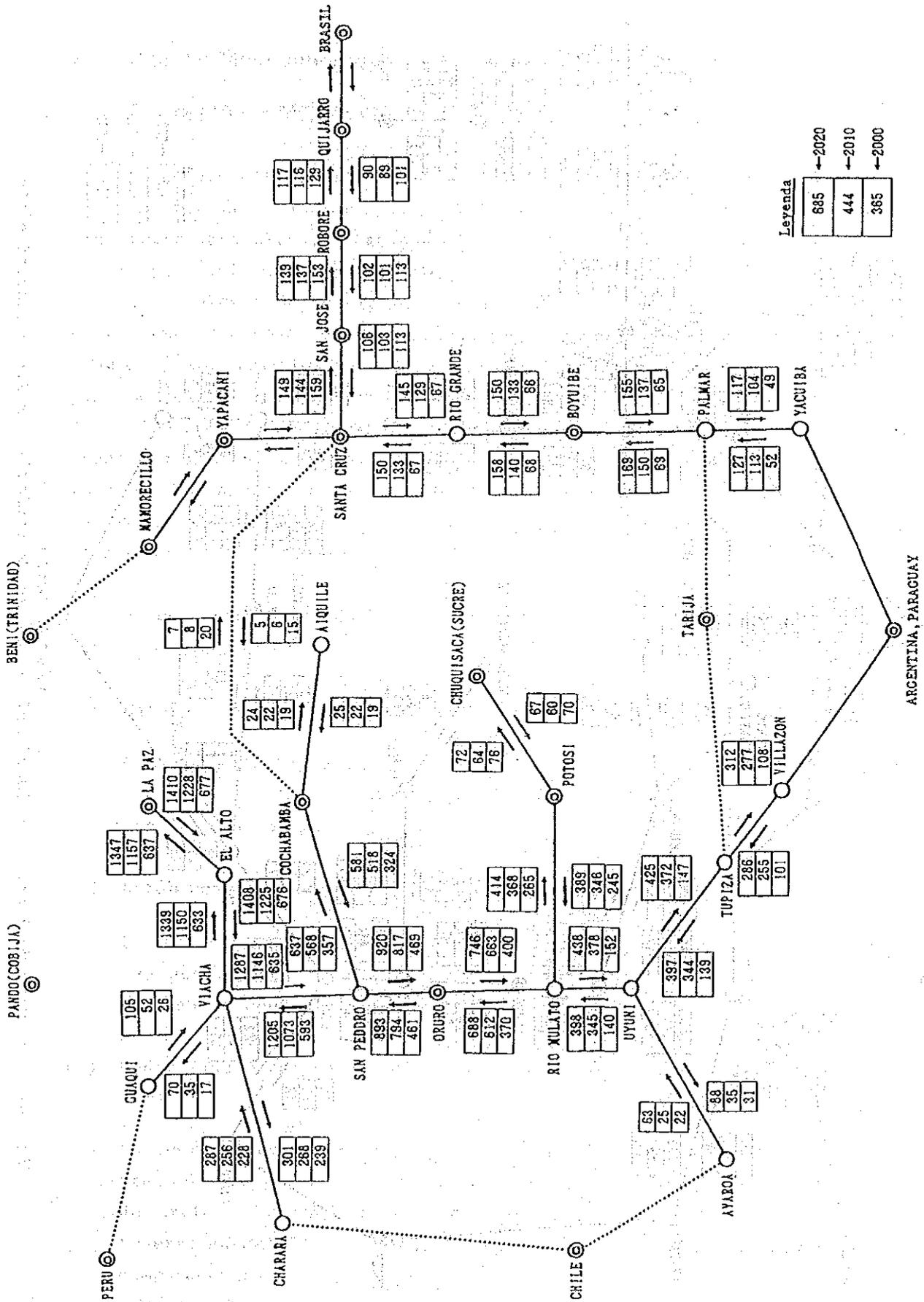


Fig. 4-7 Volumen de Transporte Seccional de Pasajeros Ferroviarios (x 1.000 personas/año)

5. Plan de Mejoramiento de Explotación Comercial

5-1 Concepto de Mejoramiento de Explotación Comercial

En cuanto a la imagen futura de ENFE que fue mostrada por cada plan de mejoramiento de este plan, se espera que se pueda renacer como medios de transporte atractivos, estableciendo una base de dirección normal de ferrocarril por medio del mejoramiento de vías y equipos, el incremento de velocidad y la elevación de seguridad y puntualidad en la operación de trenes, la racionalización de organización y personal, etc. y consiguiendo la confianza de los usuarios y del pueblo. En base a estos puntos, las medidas para mejorar la explotación comercial muestran medios de mejoramiento y una dirección futura, considerando la demanda de transporte, rehabilitación de redes carreteras, competencia con otros medios de transporte, etc. en el futuro. Por consiguiente, se considera importante que de estas medidas de mejoramiento, se empieza por las factibles gradualmente y luego va a adelantar hacia la dirección futura.

El concepto básico de mejoramiento que es común para los pasajeros y la carga es como sigue:

(1) Cambio de Actitud de Explotación Comercial

Cambiando la actitud pasiva de explotación comercial hasta ahora, se convierte en la explotación de crear mercados atrayendo activamente pasajeros y carga.

(2) Establecimiento de Sistema de Control de Explotación Comercial

Se unifican las organizaciones de explotación comercial para comprender las actividades comerciales de ENFE en su totalidad y establecer su sistema de control.

(3) Modernización de Administración de Información sobre Explotación Comercial

En conformidad con el aumento de volumen de transporte y con el progreso de tiempo, se intenta modernizar la administración de información de explotación comercial tales como introducción de cajetín porta-reserva automática, sistema de información de carga, etc. por medio de computadoras.

5-2 Medidas de Mejoramiento de Explotación del Transporte de Pasajeros

(1) Conversión de Actitud Básica de Explotación

Convirtiéndose de la actitud tradicional de "Ferrocarril, ante todo" en la de "Usuarios, ante todo" y para establecer firmemente la imagen de "Ferrocarril que es fácil de utilizar" y "ENFE querida", se llevan adelante el arreglo y publicación de horarios de los trenes y el mejoramiento de ambiente de estación.

(2) Mejoramiento de Sistema de Explotación del Transporte de Pasajeros

1) Mejoramiento de Sistema de Explotación de Trenes de Pasajero

En conformidad con el mejoramiento y aumento de la capacidad de transporte de pasajeros, se intentan establecer estaciones de parada de trenes expresos y mejorar el sistema de reserva de asientos, el de clasificación de pasajeros, etc.

2) Mejoramiento de Sistema de Tarifación de Pasajeros

Según la necesidad de ser conveniente para pasajeros, se mejora el mecanismo básico de sistema de tarifación de pasajeros tales como la separación de boletos y boletos de expreso, promoción de sistema de proporción a distancia de precios del transporte, adopción de sistema de tarifa decreciente, establecimiento de precios de transporte de niño, etc. Con esto, se realiza el mejoramiento para que se puedan vender boletos de diversas clases, boletos a precio reducido, etc.

(3) Mejoramiento de Base de Explotación del Transporte de Pasajeros

1) Desarrollo Turístico y Sus Empresas Relacionadas

Además de crear trenes de turismo para que se puedan realizar el desarrollo de centros de turismo, la atracción de turistas, etc., se utilizan al máximo recursos turísticos, etc. Se intenta también el desarrollo de centros de turismo tales como balnearios de aguas termales en colaboración con la gente de la localidad, empresarios relacionados, etc.

2) Transporte de Enlace con Autobuses Privados

En consideración a la conveniencia de usuarios, se realizan el enlace como autobuses como servicio afluyente y el transporte de enlace con autobuses como transporte de combinación complementaria para tramos sin ferrocarril.

En la *Fig. 5-1* se muestra el resumen de lo susodicho.

5-3 Medidas de Mejoramiento de Explotación del Transporte de Carga

(1) Desarrollo de Esfuerzo Activo de Explotación

1) Aumento de Contratos Comerciales

La explotación del transporte de carga, que suma el 80% de ingresos del ferrocarril, sigue desempeñando un papel importante como base de explotación de ENFE también en el futuro. Tratando de aumentar contratos comerciales que establecen condiciones de expedición con expedidores individuales, se intenta asegurar el volumen de transporte.

2) Promoción de Sistema de Vagones Particulares

Disponiendo un régimen de utilizar activamente el sistema de vagones particulares con objeto de aumentar vagones en el futuro, se promueve el aumento de vagones reservados tales como vagón tolva, vagón tanque, etc.

3) Investigación y Desarrollo de Mercado

Estableciendo una sección de desarrollo de mercado en el Departamento Comercial respectivamente de las Redes Andina y Oriental, se comprenden las informaciones sobre expedidores y distribución de mercancías y a la vez, se promueven la sistematización de desarrollo de mercado, etc.

(2) Modernización de Métodos de Transporte

En conformidad de la situación de transporte de carga en el futuro, se establecen métodos de transporte eficiente para cada terreno de transporte y se promueve la modernización de métodos de transporte tales como transporte adecuado por mercancía, transporte en contenedores, etc.

1) Transporte Internacional de Carga

Será el método de tren directo por vagón completo que salga de estaciones principales con destino a estaciones fronterizas, mediante vagones para todo servicio y vagones reservados por mercancía.

2) Transporte Mutuo Interior de Carga

Adoptando el nuevo método de transporte en contenedores en la medida de lo posible, será el método de trenes ordinarios de carga, mezclados de vagón completo y contenedores.

3) Transporte de Carga Reservado para Minerales de Hierro

Será el método de servicio de lanzadera por trenes de carga reservados para minerales de hierro.

4) Transporte Intermodal

Realizando el uso de paletas y la introducción de horquillas elevadoras para transbordo entre camiones y vagones, se intenta mecanizar los trabajos de carga y descarga y además, en cuanto al transporte interior se ejecuta el transbordo mediante contenedores.

5) Más Eficiencia de Trabajos de Reexpedición de Vagones de Carga, etc.

Se llevará adelante la simplificación de trabajos de reexpedición de vagones de carga como el servicio directo de trenes.

(3) Más Eficiencia de Transporte

1) Más Eficiencia de Mercancías Registradas en la Aduana

Además de tratar de prolongar horarios de inspección en estaciones con aduana, se proseguirán medidas de mejoramiento tales como la reducción de horas de inspección en estaciones con aduana en el futuro, etc.

2) Racionalización de Control de Vagones de Carga de Exportación e Importación

Para reducir días de estadía en el extranjero de vagones de carga de exportación, se intenta elevar la eficiencia de la rotación de vagones, comprendiendo completamente la situación actual de vagones de carga de exportación, reforzando organizaciones en el extranjero, estableciendo el sistema de rotación de vagones y mejorando equipos de comunicación.

3) Reducción de Estaciones de Carga

Realizando gradualmente la integración de estaciones de carga y acelerando la reorganización de estaciones pequeñas y medianas de carga, se intenta la disposición razonable de estaciones de carga.

(4) Modernización de Equipos de Manejo de Carga, etc.

1) Modernización de Estaciones de Carga

En cuanto a estaciones de carga que serán centros de explotación del transporte de carga en el futuro, se mejoran equipos de la línea, andenes de carga, depósitos de carga, patios de carga y descarga, pasajes, etc. y a la vez, se aseguran mínimas unidades de máquinas de carga.

2) Modernización de Método de Carga y Descarga de Mercancías

Para impulsar el transporte común con camiones, se intentan el desarrollo de método de paletas, la promoción de contenedorización, etc.

3) Modernización de Sistema de Información de Carga

Adoptando computadoras de comunicación directa para el control de información de carga, se establecerá un sistema para que se puedan utilizar informaciones sobre la explotación del transporte de carga y la expedición de vagones en la administración de operaciones comerciales diarias.

En la Fig. 5-2 se muestra el resumen de lo susodicho.

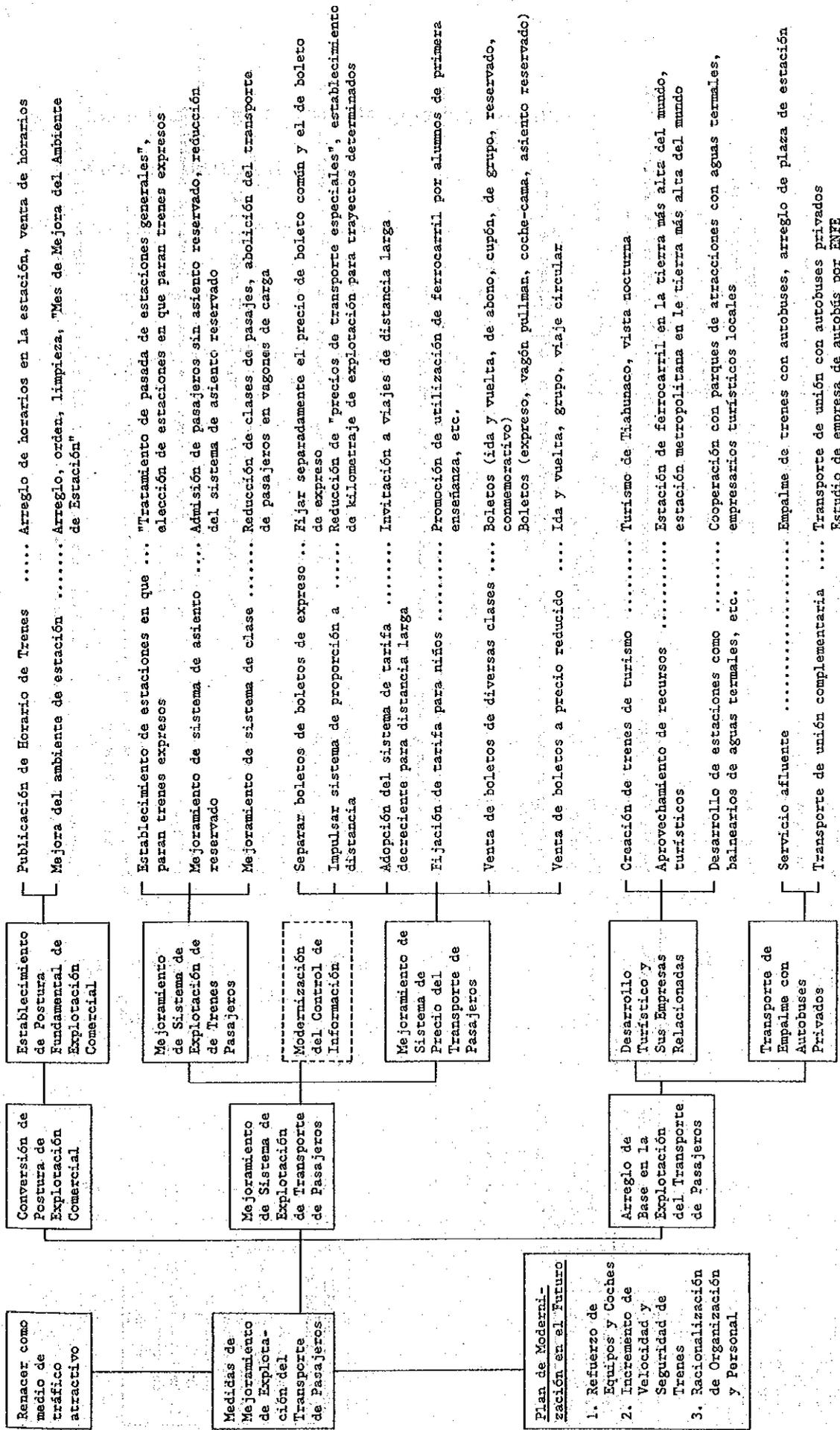


Fig. 5-1 Diagrama del Flujo de Medidas de Mejoramiento de la Explotación del Transporte de Pasajeros

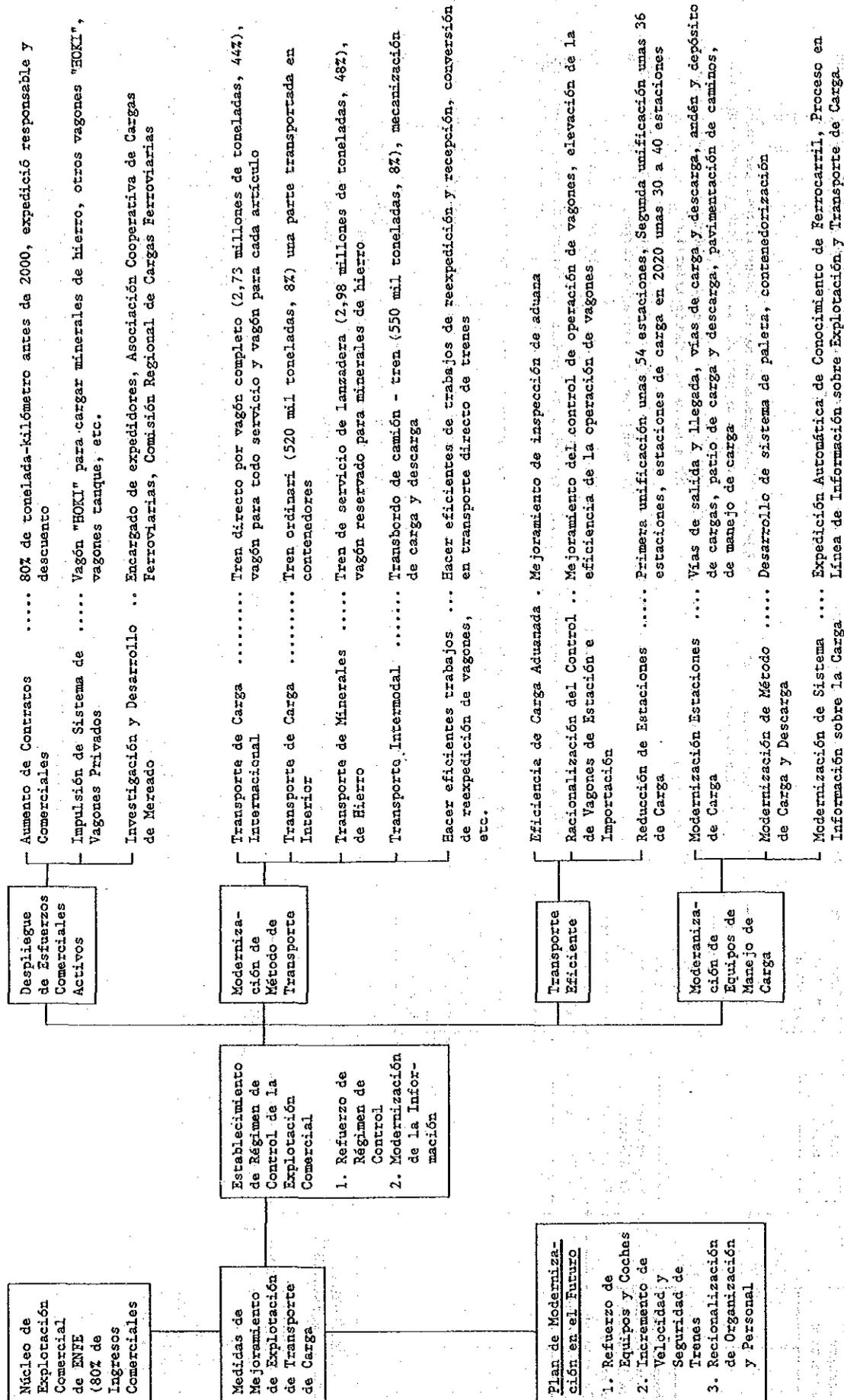


Fig. 5-2 Diagrama del Flujo de Medidas de Mejoramiento de la Explotación del Transporte de Carga

6. Planes de Transporte y de Material Rodante

6-1 Plan de Transporte

(1) Concepto para proyectar planes de transporte

Al proyectar planes globales de renacimiento y modernización de ENFE, se dará importancia a la seguridad y estabilidad para que pueda seguir desempeñando un papel de medios de transporte en el futuro en conformidad con las necesidades de los habitantes y como base de desarrollo económico de Bolivia.

Por eso, estudiando el sistema de seguridad de operación de trenes a fondo, se prepararán planes de renacimiento y modernización que se adapten a ENFE.

Además, en consideración a que ENFE forma un centro en la red de transporte internacional, se trata de hacer eficiente el control de transporte global.

(2) Condiciones básicas para proyectar planes de transporte

1) Los tramos de vía de proyecto serán de unos 3.550 km excepto una parte de tramos de vía (incluyendo unos 130 km de línea en construcción). La máxima velocidad de marcha será de 95 ó 80 km/h para trenes de pasajeros y de 75 ó 65 km/h para trenes de carga.

2) Para el sistema de seguridad de operación, se adoptará el sistema de block enclavado mediante semáforo luminoso de color con varias luces, y el sistema de enclavamiento será el de enclavamiento de relevadores de la primera clase o la segunda clase.

Los trenes circularán por la vía de la derecha.

3) El sistema de fuerza motriz no será el de tracción eléctrica, sino que trenes de pasajeros serán de coches motor diesel (DC) y trenes de carga de tracción por locomotoras eléctrica - diesel (LDE).

4) Las cualidades de vagón serán las mostradas en 6-2 Plan de Material Rodante.

- 5) El volumen de transporte será según los resultados del Capítulo 4 Previsión de Demanda.
- 6) El coeficiente de ocupación de plazas de trenes de pasajeros, que son principalmente los de media y larga distancia, será de alrededor del 70%. Un coche comedor será enganchado a una formación de trenes.
- 7) El coeficiente de utilización de la capacidad de trenes de carga será del 70% (28 toneladas) según los resultados reales pasados y el de los trenes reservados para minerales de hierro entre Mutún y Puerto Busch será del 93% (37 toneladas).
- 8) Los días de regresión de vagones de carga será de 15 días para vagones de carga de exportación e importación, de 11 días para los de carga interior y de 1 día para los reservados para minerales de hierro.
- 9) El coeficiente de vagón vacío de trenes de carga (proporción de vagones vacíos en una formación de trenes) será de alrededor del 35% y todos los trenes reservados para minerales serán vagones cargados en una sencilla dirección.

(3) Plan de Transporte

1) Velocidad Comercial de Tren

La velocidad comercial se calcula preparando una curva de marcha, calculando el tiempo de marcha normal y luego, dando a éste un matiz de tiempo de parada, etc. En los Cuadros 6-1 y 6-2 se muestran dichos resultados.

2) Plan de Transporte

La cantidad de trenes de pasajeros y de carga diagramados por año, etc. es como se muestra en las Figs. 6-1 y 6-2.

En tramos en que habrá falta de capacidad de la vía con el aumento de cantidad de trenes, se realizará el mejoramiento de equipos

tales como la construcción de nuevas cabinas de señales en conformidad con el plan de modernización. En este caso, para satisfacer mayor demanda de transporte, hay algunos tramos en que se adelante dicho mejoramiento.

Cuadro 6-1 Velocidad Comercial de Trenes de Pasajeros (km/h)

Tramo	Kilómetros de Tramo (km)	Actualmente		Después de Mejoramiento	
		Tiempo	Velocidad Comercial	Tiempo	Velocidad Comercial
La Paz → Villaz.	845,6	18 h 05'	47	13 h 40'	62
La Paz → Guaqui	108,0	2 h 13'	49	1 h 40'	65
La Paz → Charaña	248,5	4 h 16'	58	4 h 45'	52
Uyuni → Avaroa	170,6	3 h 31'	49	2 h 30'	68
La Paz → Cochab.	444,4	7 h 45'	57	8 h 35'	52
Cochab. → Oruro	210,7	4 h 33'	46	5 h 15'	40
Oruro → R.Mula.	208,7	3 h 02'	68	2 h 50'	74
R.Mula. → Potosí	174,3	3 h 51'	45	4 h 30'	39
Potosí → Sucre	175,3	5 h 35'	31	5 h 20'	33
La paz → Sucre	801,0	Más de 16h	-	16 h 00'	50
S.Cruz → Quijar.	640,1	11 h 49'	54	8 h 40'	74
S.Cruz → Yacuib.	535,5	9 h 15'	58	7 h 15'	74

Cuadro 6-2 Velocidad Comercial de Trenes de Carga (km/h)

Tramo	Kilómetros de Tramo (km)	Actualmente		Después de Mejoramiento	
		Tiempo	Velocidad Comercial	Tiempo	Velocidad Comercial
Viacha → Villaz.	803,9	18 h 05'	47	13 h 40'	62
Viacha → Guaqui	65,3	2 h 13'	49	1 h 40'	65
Viacha → Charaña	206,8	4 h 16'	58	4 h 45'	52
Uyuni → Avaroa	170,6	3 h 31'	49	2 h 30'	68
S.Pedro → Cochab.	210,7	7 h 45'	57	8 h 35'	52
R.Mula. → Potosí	174,3	4 h 33'	46	5 h 15'	40
Potosí → Sucre	175,3	3 h 02'	68	2 h 50'	74
Guaraca. → Quijar.	635,6	3 h 51'	45	4 h 30'	39
Guaraca. → Yacuiba	535,5	5 h 35'	31	5 h 20'	33

Advertencia

- Estación en que se manejan mercancías (Composición de Trenes: Playa principal)
- Estación en que se manejan mercancías (Estación Intermediaria de comp. de Trenes)
- 1.200 ton Tren (Tren Exclusivo para minerales: Transporte de Recorrido del tramo)
- 1.000 ton Tren
- 800 ton Tren
- 600 ton Tren (2 locomotoras acopladas)
- 400 ton Tren
- 300 ton Tren

61	5	5	5
42	4	4	4
38	3	3	3

Número de trenes/día-ida
Número de coches cargados/semana-ida

1	1	1	1
1	1	1	1

Número de trenes/semana-ida
Número de coches cargados/semana-ida

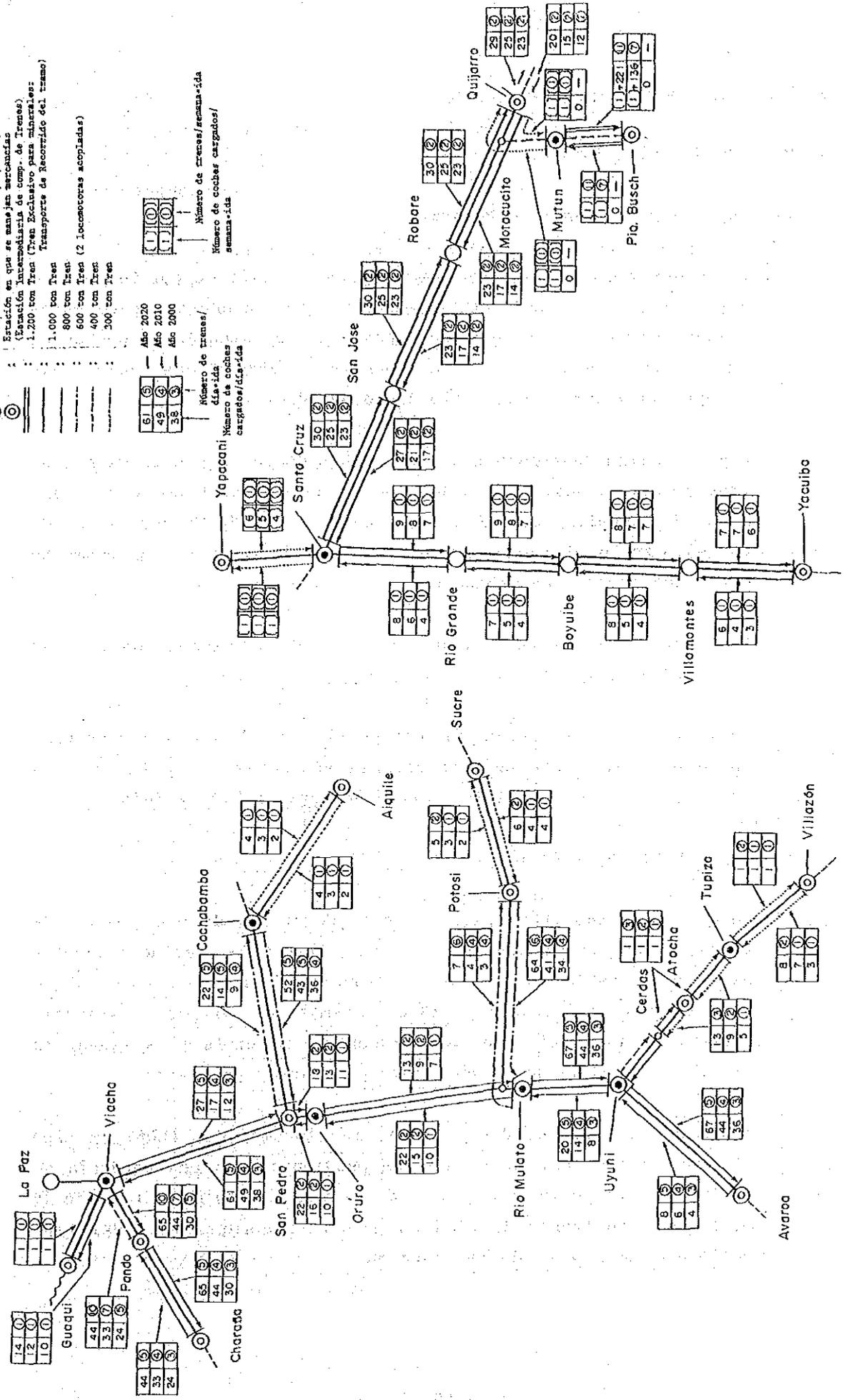


Fig. 6-2 Plan de Operación de Trenes de Carga por Trayecto

6-2 Plan de Material Rodante

(1) Plan de Material Rodante

1) Vagones para Trenes de Pasajeros

El transporte de pasajeros es actualmente realizado por ferrobuses y por trenes de pasajeros remolcados por locomotoras, pero éstos están desgastados por envejecimiento y su eficiencia de operación está también empeorada. Por eso, se proyecta que todos sean reemplazados por nuevo modelo de coches diesel.

Según el plan de transporte, los coches diesel serán formados por tres y seis coches, y un coche comedor será enganchado respectivamente en las dos formaciones (comedor instalado en una parte de coche). En los dos extremos de la formación serán respectivamente colocados coches con cabina de conducción.

En cuanto a la acomodación de vagón, tendrán asientos de tipo de banco y se equiparán con un trastero y un lavabo.

Para las cualidades de vagón, debido al servicio en tramos de vías en pendiente, todos vagones estarán equipados con motores y la aceleración en el momento de arranque será de 3,25 km/h/s.

2) Locomotoras para Trenes de Carga

Como locomotoras (LDE) para tracción de trenes de pasajeros y de carga, se usan actualmente Tipo 1000 y Topo 900. Debido a que las de tipo 900 están desgastadas por envejecimiento, se proyecta que se unifiquen en las de tipo 1000 y además, se reemplacen gradualmente por las de tipo posible de control múltiple para elevar la eficiencia de transporte en tramos de vías en pendiente.

Igual que los coches diesel (DC), las locomotoras (LDE) de tipo 1000 serán para tramos de vías en pendiente, con una potencia de 1.140 kW y una potencia tractora de unos 22.500 kg en el momento de arranque. En tramos de vías en pendiente abrupta será del tipo posible de marcha en doble tracción.

En cuanto a locomotoras de maniobras (LDH, Tipo 800 y Tipo 500), se proyecta unificarlas en las de tipo 800.

3) Vagones de Carga

Los vagones de carga se clasifican en los vagones para transporte de carga de exportación e importación y los vagones para transporte de carga interior. En consideración a que 1.200 de unos 2.150 vagones existentes podrán estar en servicio en el momento del año 2000 y vagones privados se podrán aumentar, se proyecta un plan de aumento según la demanda de transporte.

(2) Número de Material Rodante Requerido y Plan de Aumento

El número de material rodante, etc. calculados en base al tren-kilómetro y al vagón-kilómetro según el plan de aumento son como se muestra en el Cuadro 6-3.

Cuadro 6-3 Número de Material Rodante Requerido y Plan de Aumento

Clase de Material Rodante	Redes	Año 2000		Año 2010		Año 2020		Total
		Número Necesario	Número de Aumento	Número Necesario	Número de Aumento	Número Necesario	Número de Aumento	Número de Aumento
Coche Diesel (D C)	Andina	187	187	285	98	347	62	347
	Oriental	64	64	81	17	81	0	81
	Total	251	251	366	115	428	62	428
Locomotoras (LDE) para Línea Principal	Andina	47	31	57	26	70	13	70
	Oriental	15	7	20	13	24	4	24
	Total	62	38	77	39	94	17	94
Locomotoras (LDH) para Maniobras	Andina	3	3	3	0	7	4	7
	Oriental	2	2	2	0	2	0	2
	Total	5	5	5	0	9	4	9
Vagones de Carga (F C)	Para Carga de Exportación e Importación	1.890	690	2.430	540	3.400	970	2.200
	Para Carga Interior	430	366	730	255	1.010	238	859
	Total	2.320	1.056	3.160	795	4.410	1.208	3.059

Nota: El número de aumento de vagones de carga (FC) muestra el número de vagones que excluyen 1.200 para carga de exportación e importación y vagones privados para carga interior (15% del número de vagones para carga interior).

(2) Plan de Mantenimiento de Material Rodante

En cuanto al control de mantenimiento de material rodante, se intentan el "establecimiento del régimen de control de material rodante" y el "aumento de aparatos de prueba y maquinaria", y antes del año 2010 se proyectan la rehabilitación y mejoramiento de las maestranzas y los centros de mantenimiento mostrados en el Cuadro 6-4.

Cuadro 6-4 Plan de Rehabilitación de Maestranzas, Centros de Mantenimiento de Material Rodante, etc.

Redes	Nombre	Contenido de Mantenimiento	Año 2000	Año 2010
Andina	Maestranza de Viacha	Inspección y Reparación de DC, DEL, DHL	o	
	Maestranza de Uyuni	Inspección y Reparación de FC		o
	Centro de Mantenimiento de Oruro	Inspección y Reparación de DC, DEL		o
	Centro de Mantenimiento de La Paz	Inspección y Reparación de DC, DEL		o
	Maestranza de Apoyo de Cochabamba	Inspección y Reparación a pequeña escala de todos los coches		o
	Maestranza de Apoyo de Sucre	Inspección y Reparación a pequeña escala de todos los coches		o
	Maestranza de Apoyo de Machacamarca	Inspección y Reparación a pequeña escala de todos los coches		o
	Maestranza de Apoyo de Tupiza	Inspección y Reparación a pequeña escala de todos los coches		o
Oriental	Maestranza de Guaracachi	Inspección y Reparación de DC, DEL, DHL	o	
	Maestranza de Roboré	Inspección y Reparación de FC		o

Nota "o" indica la rehabilitación de las instalaciones de inspección y reparación, etc.

7. Plan de Equipamiento

7-1 Mejoramiento de Líneas Existentes

Se ha proyectado mejorar equipos e instalaciones para que se puedan ejecutar transportes seguros y estables. Los valores deseados de mejoramiento son como sigue:

- Velocidad de trenes: Tren de pasajeros 95 km/h
Tren de carga 75 km/h
- Rieles: Más de 75 lb/yarda
Más de 85 lb/yarda en caso de reemplazar
- Durmientes: Maderas
Número/tramo: Derecho; 1.600/km
Curva; 1.660/km (R < 600 m)
- Balasto: Piedras (quebrantadas o de escoria)
Más de 200 mm de espesor
- Equipos de cambio: 8#, 10#, 12# (Tipo normal)
- Ancho del espacio de base de vías:
6,00 m (vía simple) 10,2 m (vía doble)

(1) Obras de Mejoramiento

1) Las relacionadas con la vía

- Cambio de rieles: cambiar rieles menos de 75 lb/yarda por los de 85 lb/yarda
- Balastado: extender balasto de piedras en tramos de balasto de tierra y cambiar durmientes deteriorados
- Reemplazo de aparatos de cambio:
reemplazar la mitad de aparatos de cambio en las líneas principales

La cantidad de obras de mejoramiento relacionadas con la vía es como se muestra en el *Cuadro 7-1*.

2) Pasos a nivel

Pasos a nivel serán estructurados para que autos, etc. puedan pasar por los mismos sin ninguna dificultad y serán mejorados para indicar claramente lugares de cruce con barreras instaladas. (Refiérase a la *Fig. 11-1* del Informe Principal)

En el *Cuadro 7-2* se muestra la cantidad de obras de mejoramiento de pasos a nivel.

3) Relacionadas con estaciones

- Mejoramiento de playas de la estación:

Eligiendo estaciones por cuyos alrededores pasan muchas personas e instalando allí barreras para prohibir la entrada y en caso de necesidad, pasos de peatones, se intenta asegurar la marcha segura de trenes y la seguridad de la gente. (Refiérase a la *Fig. 11-2* del Informe Principal)

- Construcción de nuevos andenes

Actualmente, hay andén sólo delante del edificio principal de estación. Pero, para usarlo separadamente para vía ascendente y para vía descendente en la playa de la estación, se construirá un nuevo andén en todas las estaciones de pasajeros para su servicio. (Refiérase a la *Fig. 11-3* del Informe Principal)

- Cambio de Cableado

Para asegurar la capacidad de transporte en tramos en que falta la constante de remolque debido al trazado de la vía, se necesita una operación de acoplamiento o desacoplamiento de trenes de carga en algunos tramos. Con objeto de instalar equipos para acoplamiento o desacoplamiento en estaciones en ambos extremos de estos tramos, se realizan el cambio, etc. de cableado de las estaciones existentes. (Refiérase a la *Fig. 11-4* del Informe Principal)

- Instalación de nuevas cabinas de señales o mejoramiento de las existentes

Para asegurar la capacidad de transporte, se construyen nuevas estaciones de cambio cerca del medio de tramos cuya distancia seccional es larga o se instalan nuevas cabinas de señales mejorando los ramales existentes. (Refiérase a la *Fig. 11-5* del Informe Principal)

- Instalación de nuevos equipos intermodales

Se instalan nuevos equipos que puedan transbordar eficientemente mercancías de vagones de carga a camiones o de camiones a vagones de carga. (Refiérase a la *Fig. 11-6* del Informe Principal)

En el *Cuadro 7-3* se muestra la cantidad de construcción de nuevas instalaciones o mejoramiento de las existentes relacionadas con la estación.

4) Relacionadas con puentes

En algunos puentes de ferrocarril se usan actualmente estribos o pilares provisionales de durmientes apilados, etc., los cuales se mejorarán en estructuras permanentes. Se reforzarán también cimentaciones de estribos, pilares, etc. que están socavadas.

En el *Cuadro 7-4* se muestra el número de puntos mejorados de puente por tramo de vías.

5) Relacionadas con protección de vías

En lugares en que haya peligros de causar grandes daños por derrumbamiento de terraplenes y taludes se ejecutarán muros de contención y protecciones de taludes. Se instalarán también barreras protectoras en tramos en que animales domésticos, etc. puedan entrar en vías, constituyendo un obstáculo para la operación de trenes.

En el *Cuadro 7-5* se muestra la cantidad de instalaciones protectoras por tramo de vías.

Cuadro 7-1 Lista de Cantidad de Rieles y Aparato de Cambio a Ser Reemplazados por Tramo de Vías

Nombre de Líneas	Extensión de Riel en km	Aparato de cambio juego	Extensión de riel balastado en km	Observaciones
Red Andina				
Villazón	689,0	50	544,8	
Guaqui	---	8	0,0	
Charaña	209,3	11	209,3	
Avaroa	0,3	10	127,4	
Cochabamba	191,7	36	204,8	
Sucre	345,0	25	348,2	
Total	1.435,3	140	1.434,5	
Red Oriental				
Quijarro	569,0	31	213,2	
Yacuiba	---	34	538,5	
Yapacani	---	0	0	
Total	569,0	65	751,7	
ENFE Total	2.004,3	205	2.186,2	

Cuadro 7-2 Lista de Cantidad de Pasos a Nivel a Ser Mejorados por Tramo de Vías

Nombre de Línea	Número de paso a nivel a ser mejorado	Nombre de Línea	Número de paso a nivel a ser mejorado	Nombre de Línea	Número de paso a nivel a ser mejorado
Red Andina			Red Oriental		
Villazón	120	Avaroa	25	Quijarro	100
Guaqui	10	Cochabamba	60	Yacuiba	135
Charaña	30	Sucre	60	Yapacani	30
Total	305		Total	265	
ENFE Total	570				

Cuadro 7-3 Lista de Instalaciones y Equipos con relación a Lugares de Parada a ser Instalados o Modificados

Nombre de líneas	Ordenamiento del recinto de estación	Andenes nuevos	Modificar distribución de vías	Sitios de semáforos, nuevos o modificados	Equipos e instalaciones de Intermodal	Observaciones
Red Andina						
Villazón	7 estaciones	33 estaciones	7 estaciones Viacha, San Pedro, Oruro, Río Mulato, Uyuni, Atocha, Villazón	4 sitios 8 km, 29 km Chocaya, El Chorro	1 sitio Tupiza	
Guacuí	2 estaciones	3 estaciones	1 estación Guacuí	---	1 sitio Guacuí	
Charaña	1 estación	8 estaciones	2 estaciones General Pando, Charaña	---	---	
Avaroa	---	2 estaciones	1 estación Avaroa	1 sitio Cantera	---	
Cochabamba	5 estaciones	26 estaciones	1 estación Cochabamba	2 sitios 65 km, Ventilla	1 sitio Cochabamba	
Sucre	4 estaciones	11 estaciones	2 estaciones Potosí, Sacre	9 sitios C. Machicao, 36,5 km	---	
Total	19 estaciones	83 estaciones	14 estaciones	16 sitios	2 sitios	
Red Oriental						
Quijarro	6 estaciones	20 estaciones	2 estaciones Guaracachi, Quijarro	---	2 sitios St. Cruz, Puerto Busch	
Yacuiba	6 estaciones	23 estaciones	1 estación Yacuiba	---	---	
Yapacani	---	---	---	---	---	
Total	12 estaciones	43 estaciones	3 estaciones	---	3 sitios	
ENFE Total	31 estaciones	126 estaciones	17 estaciones	16 sitios	5 sitios	

Cuadro 7-4 Lista de Mejoramiento de Puentes por Tramo de Vías

Nombre de Líneas	Restauración de puentes provisionales (puntos)	Refuerzo de bases y fundamentos de soportes (puntos)	Observaciones
Red Andina			
Villazón	69	40	
Guaqui	-	2	
Charaña	10	7	
Avaroa	-	10	
Cochabamba	7	17	Excepto los trayectos dañados
Sucre	-	3	
Total	86	79	
Red Oriental			
Quijarro	21	8	
Yacuiba	31	3	
Yapacani	-	-	
Total	52	11	
ENFE Total	138	90	

Cuadro 7-5 Lista de la Cantidad de Instalaciones Requeridas para Protección

Nombre de Líneas	Protección de taludes (Extensión: m)	Protección para evitar entrada (Extensión: km)	Observaciones
Red Andina			
Villazón	8.470	42,3	
Guaqui	-	3,3	
Charaña	2.930	10,4	
Avaroa	-	8,6	
Cochabamba	3.580	20,9	
Sucre	4.270	21,3	
Total	19.250	106,8	
Red Oriental			
Quijarro	650	247,2	
Yacuiba	540	144,0	
Yapacani	-	-	
Total	1.190	391,2	
ENFE Total	20.440	498,0	

6) Tramos dañados por desastres entre Oruro y Cochabamba

Se mejoran los tramos dañados de 37K250m (100K250M - 137K500M) en que todos los años las vías y puentes son sepultados por coladas de derrubios y las vías bajan debido a la elevación de cauce del río. Para el estudio detallado, será necesario realizar un estudio de factibilidad en el futuro.

Esta vez se ha hecho el estudio según los 2 planes de mejoramiento examinados por los expertos de JICA y por el personal de ENFE. (Figs. 7-1 y 2) En el Cuadro 7-6 se muestran la cantidad y los gastos de construcción de dichos 2 planes.

La comparación de Plan I y Plan II es como sigue:

① Comparación de Gastos de Construcción

El Plan I necesita 132,2 millones de dólares estadounidenses y el Plan II 24,6 millones de dólares estadounidenses, siendo un quinto del Plan I. El Plan II es claramente ventajoso.

② Facilidad de Trabajo

Para la ejecución de construcción de túneles, se prevé que se requiera una gran cantidad de gastos de construcción no sólo para construir túneles mismos, sin también para preparar estructuras accesorias para su ejecución. No hay caminos de acceso a estos tramos, por lo cual no hay más remedio que utilizar lechos de la vía o ríos en estaciones secas. Se prevé mucha dificultad en transportar máquinas y materiales para la ejecución de obras.

En el caso del Plan II, es suficientemente posible transportar por ferrocarril máquinas de gran tamaño para la ejecución de obras. Tomando las líneas existentes como punto de apoyo, se podrán ejecutar trabajos de corte y de terraplén uno tras otro. Preparando grupos de ejecución, es bastante posible tratar de acortar el período de construcción total.

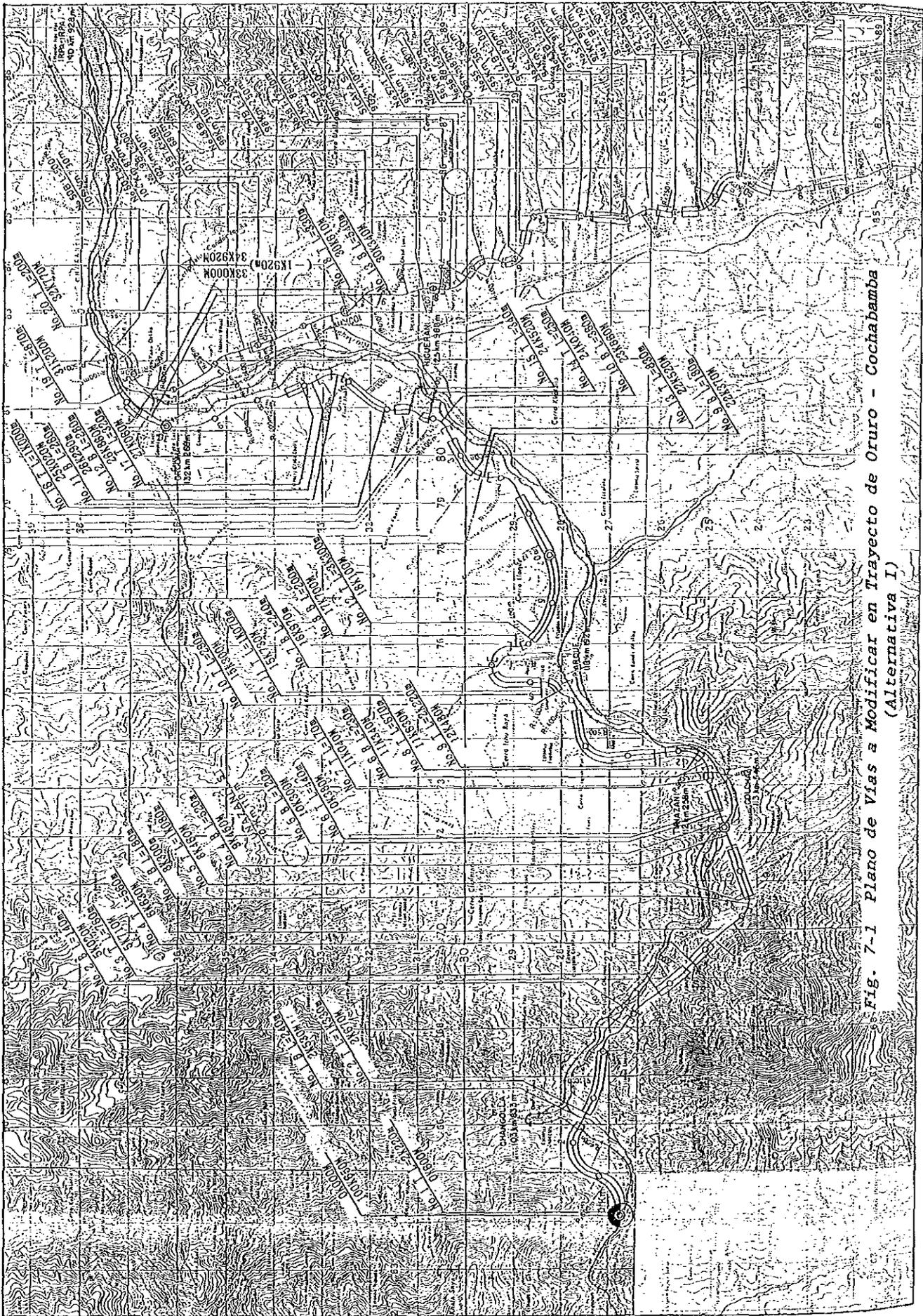


Fig. 7-1 Plano de Vias a Modificar en Trayecto de Oruro - Cochabamba (Alternativa I)

Cuadro 7-6 Cantidad de Obras de Mejoramiento y Gastos de Construcción entre Oruro y Cochabamba

Tipo de obra	Plan I		Plan II		Observaciones
	Cantidad	Gastos de Construcción (mil US\$)	Cantidad	Gastos de Construcción (mil US\$)	
Túnel	18.230 m (20 lugares)	92.791			
Puerta	4.300 m (1,3 lugares)	27.413	889 m (60 lugares)	6.919	
Terraplén	251.924 m	1.109	135.000 m	795	
Corte	316.675 m	1.394	1.854.000 m	13.641	
Edificio de Estación	600 m ²	533	600 m ²	935	5 estaciones
Equipos de Señales	1 juego	---	1 unidad	---	Incluido en el plan de rehabilitación
Equipos de Comunicación	1 juego	---	1 unidad	---	Incluido en el plan de rehabilitación
Vía	33 km	1.637	30,9 km	851	Incluido en el plan de rehabilitación
Instalaciones de Protección	1 juego	22	1 unidad	1.410	
Otros	1 juego	8.300			
Total		133.199		24.551	

c) Efecto

El Plan I tiene bastante probabilidad de asegurar un transporte seguro y estable. No se puede decir que el Plan II es suficiente, pero aunque sean dañados por desastres, podrán restaurarse en poco tiempo, no requiriendo tanto tiempo para la reanudación del servicio. En la situación actual, se repiten todos los años cancelaciones de servicio por cerca de un mes aun con pequeños desastres y por tres a cuatro meses con grandes desastres.

Por lo susodicho, en este informe se ha decidido adoptar el Plan II en el plan de rehailitación. Al ejecutarlo, es necesario realizar un estudio de factibilidad para examinarlo detalladamente.

Procesos para realizar el estudio de factibilidad y la obra de restauración se resumen como sigue:

- ① elaboración de mapa topográfico
- ② elección de la ruta exacta
- ③ planeamiento general y discusión
- ④ levantamiento de la ruta más adecuada
- ⑤ diseño detallado y cálculo del costo de la obra
- ⑥ ejecución de obra (incluida supervisión de la obra)

Si se ejecutan ① - ③ pronto, se puede llevar adelante la obra de restauración, y si se consigue el transporte seguro y estable se podrá conseguir la confiabilidad en el ferrocarril.

(2) Sistema de Mantenimiento

1) Establecimiento del sistema de inspección de la vía

Arreglar sistemas de inspección de la vía y de la estructura, recoger datos necesarios para el mantenimiento y ejecutar la conservación de la vía según los datos.

2) Arreglo de reglamentos, etc.

Arreglar documentos que se notifican actualmente bajo el nombre del director de vías y edificios y añadirles normas para manejos, trabajos, etc. que faltan. Hacer conocerlos bien a todo el personal de mantenimiento.

3) Introducción de aparatos e instrumentos para trabajo de conservación de la vía

- Aparatos e instrumentos para renovar rieles y extender balasto soldadora de carriles, bateadora múltiple de traviesas, bateadora de traviesas, coche automotor, vagón tolva, etc.
- Aparatos e instrumentos para control y alineación de la vía vagón de inspección de la vía, rectificadora de curva, calibradores que faltan, otros instrumentos, etc.
- Pluviógrafo para reconocer el estado de lluvias.

En el Cuadro 7-7 se resumen los aparatos e instrumentos que se introducen para trabajo de conservación de la vía.

Cuadro 7-7 Lista de Aparatos e Instrumentos para Trabajo de Conservación de Vías

Nombre de Aparato	Unidad	Red Andina	Red Oriental	Total
Aparatos para Trabajo de Conservación de Vías				
Bateadora Múltiple de Traviesas	Vagón	1	1	2
Vagón Tolva	Vagón	6	6	12
Coche Automotor	Vagón	1	1	2
Vagoneta para Riel	Vagón	3	3	6
Soldadora con presión del gas	Juego	1	1	2
Cortadora de Riel	Juego	7	5	12
Taladradora de Riel	Juego	7	5	12
Bateadora de Traviesas	Juego	31	13	44
Aparato para Carga y Descarga de Riel	Juego	2	2	4
Mesa Transbordadora de Riel de Tipo Grúa	Juego	40	40	80
Gato para Levantar Rieles, 10 t	Pieza	488	188	676
Gato para Levantar Rieles, 5 t	Pieza	244	94	338
Ajustadora de Despresión en las Juntas	Juego	7	5	12
Otros Aparatos	Pieza	1	1	2
Aparatos para Medición				
Rectificadora de Curva	Equipo	1	1	2
Vagón de Inspección de la Vía	Equipo	1	1	2
Nivel	Equipo	8	6	14
Teodolito	Equipo	8	6	14
Medidor de Vibración de Trenes	Equipo	1	1	2
Calibrador Normal	Unidad	246	96	342
Pluviógrafo	Pieza	123	48	171
Escuadra	Pieza	122	47	169
	Juego	124	49	173
Otros Instrumentos	Pieza	1	1	2

(3) Plan de Rehabilitación por Etapas

Se resumen planes de rehabilitación relacionados con las facilidades en el Cuadro 7-8.

Cuadro 7-8 Lista de Plan de Ordenamiento Relacionada con las Facilidades por Etapas (1)

Nombre de Líneas	Proceso				Item de Ordenamiento							Observaciones
	1991	2000	2010	2020	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	
Red Andina												
Villazón					304,3	21	115,7	50	5	10	2	
Villazón					384,7	29	429,1	70	3	23	5	
Guaqui					---	8	---	10	2	3	--	
Charaña					209,3	11	209,3	30	1	8	2	
Avaroa					0,3	10	127,4	25	--	2	1	
Cochabamba					191,7	36	204,8	60	5	26	1	
Sucre					345,0	25	348,2	60	4	11	2	
Subtotal					1.435,3	140	1.434,5	305	19	83	13	
Red Oriental												
Quijarro					569,0	31	213,2	100	6	23	2	
Yacuiba					---	34	538,5	135	6	20	1	
Yapacani					---	11	---	30	1	--	--	
Subtotal					569,0	76	751,7	265	13	43	3	
ENFE Total					2.489,7	216	2.186,2	570	32	126	16	

- (1) Cambio de riel (km)
- (2) Cambio de aparato de cambio de vía (unidad)
- (3) Aplicación de Balasto (km)
- (4) Modificación de Pasos a Nivel (punto)
- (5) Ordenación del Recinto de la Estación (estación)
- (6) Construcción de Andén Nuevo (estación)
- (7) Cambio de Afectación de Vías (estación)

Cuadro 7-8 Lista de Plan de Ordenamiento Relacionada con las Facilidades por Etapas (2)

Nombre de Líneas	Proceso				Item de Ordenamiento								Observaciones
	1991	2000	2010	2020	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)			
	Red Andina												
Villazón					2	--	29	17	3.560	17,8			
Villazón					2	1	40	23	4.910	24,5			
Guaqui					--	--	--	2	---	3,3			
Charaña					--	--	10	7	2.930	10,4			
Avaroa					1	--	--	10	---	8,6			
Cochabamba					2	1	7	17	3.580	20,9			
Sucre					9	--	--	3	4.270	21,3			
Subtotal					21	2	86	79	19.250	106,8			
Red Oriental													
Quijarro					--	2	21	8	650	247,2			
Yacuiba					--	1	31	3	540	144,0			
Yapacani					--	--	--	--	---	---			
Subtotal					--	3	52	11	1.190	391,2			
ENFE Total					21	5	138	90	20.440	498,0			

(8) Estación de Construcción Nuevo y Mejoramiento para Semáforo

(9) Facilidades de Intermodal (punto)

(10) Reparación de Puentes Provisionales (punto)

(11) Reforzamiento de Bases y Soportes de Puentes (puntos)

(12) Protección contra Derrumbes (m)

(13) Protección para Evitar Entrada (km)

7-2 Plan de Nuevas Líneas

Según una idea de "Puente Terrestre", ENFE desea un transporte que enlaza las Redes Andina y Oriental que están actualmente separadas, y a la vez proyecta construir nuevas líneas en todas las regiones con objeto de tratar de establecer la red ferroviaria interior y además ampliar la red de transporte internacional.

En este estudio, después de haber examinado la red más adecuada para Bolivia en el momento de 2020 en base a la previsión de demanda, plan de operación, evaluación económica y financiera, etc., se ha decidido incluir en la red el tramo entre Motacucito y Puerto Busch de los planes de nuevas líneas de ENFE.

Este plan de nueva línea es para la vía de unos 130 km que partiendo de la estación de Motacucito de la Línea Quijarro de la Red Oriental, se dirigen hacia el sur vía Mutún, que se supone sea la mina de hierro más grande de Bolivia, llegan a Puerto Busch, puerto en la orilla del Paraguay que es la frontera entre Brasil y Paraguay. Este plan tiene por objeto exportar minerales de hierro de Mutún, utilizando el Paraguay.

Según el Plan Maestro de ENFE, se estima que los gastos de construcción sea de unos 92 millones de dólares estadounidenses en total. En la Fig. 7-3 se muestra un bosquejo de cableado y vías entre Motacucito y Puerto Busch. Debido a que el Plan Maestro está ubicado en la zona de llano de la parte este de Bolivia en cuanto a la alineación, parece que no haya problemas tanto en pendiente longitudinal como en radio de curva. Pero, para el tonelaje de transporte y el plan de operación en el futuro, es necesario reconsiderar la disposición de facilidades de cruzamiento y su contenido.

En cuanto al tiempo de construcción, se ha proyectado que se construya en 10 años de 2000 a 2010. Sin embargo, en cuanto al tiempo concreto del plan de construcción de nuevas líneas, es necesario estudiarlo suficientemente después de realizar el estudio de factibilidad en consideración a la situación de desarrollo de la mina de Mutún.

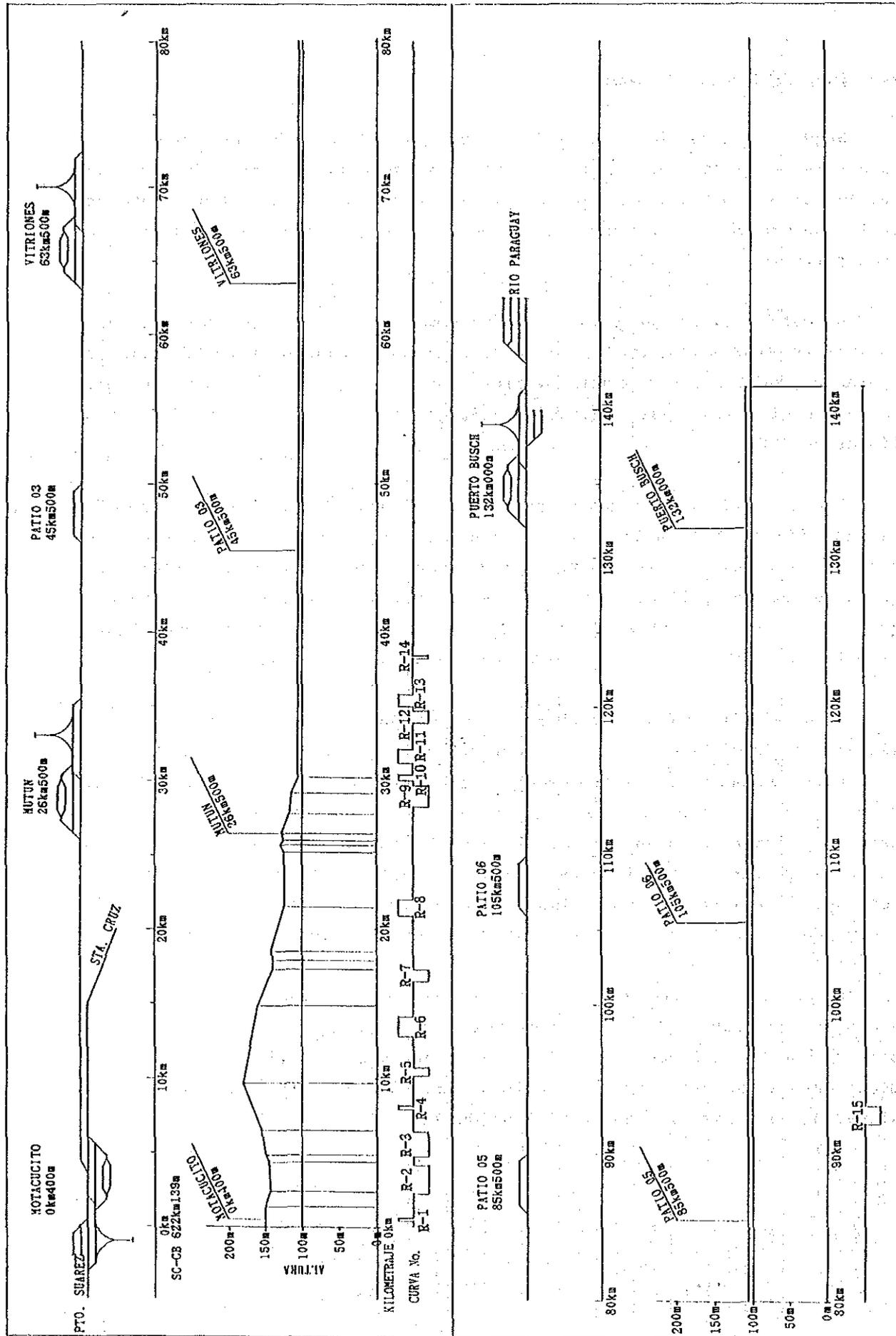


Fig. 7-3 Esquema de la Distribución de Vías del Proyecto y las Líneas Nuevas en el Trayecto Motacucito - Pt. Busch

7-3 Plan de Equipos de Señales y Comunicación

(1) Plan de Equipos de Señales

En cuanto a equipos de señales, se instalarán principalmente los siguientes nuevos:

1) Aparatos de Bloqueo

Se instalarán "aparatos de sistema de bloqueo enclavado" entre estaciones de cambio.

2) Semáforos, etc.

En dichas estaciones se instalarán "semáforos de salida" y "semáforos de entrada" luminosos de colores con varias luces, y "semáforos de distancia" etc. en caso de necesidad.

3) Dispositivos de Enclavamiento

Igualmente, en dichas estaciones se instalarán generalmente "dispositivos de enclavamiento de relevadores tipo segunda clase". En estaciones principales, se instalarán "dispositivos de enclavamiento de relevadores tipo primera clase" para el control múltiple de todos los aparatos tales como agujas, etc.

4) Dispositivos de Protección de Paso a Nivel

En pasos a nivel se instalarán "alarmas fonoluminosas de paso a nivel", "barreras levadizas automáticas" o "señales de paso a nivel".

(2) Plan de Equipos de Comunicación

En cuanto a equipos de comunicación, la red actual mediante línea de comunicaciones de alambre desnudo y radiotelefonía de banda de alta frecuencia se mejorará en los siguientes equipos o los nuevos equipos se instalarán:

1) Instalación de nuevo sistema de radiotelefonía por VHF

- Circuito telefónico del bloqueo entre estaciones contiguas: para manejo de bloqueo y comunicación entre estaciones
- Circuito telefónico de mando: para transmisión general o individual de mandos y de información entre operador de control y jefe de estación
- Circuito telefónico para enlace radiofónico con trenes: para transmisión de información entre operador de control o jefe de estación y personal a bordo, para comunicación entre jefe de estación y personal de mantenimiento al costado de la vía y además, para comunicación urgente de otros tramos de vías a estación.

2) Mejoramiento en sistema de comunicación múltiple digital de UHF

Digitalizando el circuito actual de comunicación analógica de UHF entre La Paz y Oruro, se extenderá la red de comunicación múltiple digital en toda el área de ENFE.

Este plan se basa en el que ENFE está proyectando para terminar antes de 1992, extendiendo su alcance objeto.

3) Conmutador telefónico

Utilizando el circuito de UHF, se proyecta mejorar conmutadores telefónicos en estaciones principales y a la vez, arreglar el número de teléfono de ENFE total y formar una red de circuitos de enlace de teléfono.

(3) Plan de Rehabilitación por Etapas

En consideración al plan de rehabilitación relacionada con facilidades y al mejoramiento de equipos de comunicación que está realizándose con ayuda del Banco Mundial, la rehabilitación de equipos relacionados con señalización y comunicación se proyecta por etapas como se muestra en los Cuadros 7-9 y 7-10.

Cuadro 7-9 Lista del Proyecto por Etapa de Señalización

Nombre de Líneas	Etapa				Item de Instalación				
					Señalización			Paso a Nivel	
	1991	2000	2010	2020	Estación de Tipo I de Conmutación al sistema de Enclavamiento por Relevadores	Estación Posible de Desvío	Estación Común	Punto de Barrera	Punto de Solo Alarma
Red Andina									
Villazón 1					5	3	10	29	11
Villazón 2					5	5	21	12	5
Guaqui					1	0	2	10	8
Charaña					1	1	8	4	6
Avaroa					1	1	4	2	1
Cochabamba					1	8	21	18	14
Sucre					1	3	17	18	9
Subtotal					15	21	83	93	54
Red Oriental									
Quijarro					4	8	19	10	20
Yacuiba					1	6	16	14	27
Subtotal					5	14	35	24	47
Total					20	35	118	117	101

(Nota) Villazón 1 La Paz - Oruro
 Río Mulato - Uyuni

Villazón 2 Otros Tramos

Cuadro 7-10 Plan de Rehabilitación de Red de Comunicación

Item de Rehabilitación	Etapa				Contenido y Número
	1991	2000	2010	2020	
UHF					Equipo de Radio 82 unidades Antena 82 unidades Torre de Hierro 41 puntos Fuente de Energía Eléctrica 49 unidades
Estación Fija de VHF					Equipo de Radio 765 unidades Antena 765 unidades Torre de Hierro 181 puntos Fuente de Energía Eléctrica 181 unidades
Estación Fija de VHF Puerto Busch					Equipo de Radio 40 unidades Antena 40 unidades Torre de Hierro 8 puntos Fuente de Energía Eléctrica 8 unidades
Estación Móvil de VHF		176 uni.	(28 uni.)		176 unidades (28 unidades): Puerto Busch
Conmutador					Para 100 circuitos: 14 puntos Para 300 circuitos: 3 puntos