

(3) Explotación del Transporte de Carga

1) Resumen de la Explotación del Transporte de Carga

Como se ha mencionado anteriormente, la explotación del transporte de carga de ENFE produce casi el 80% de los ingresos de explotación, constituyéndose en el núcleo de la explotación del ferrocarril. En éste tráfico, la carga internacional tiene mucho peso, alrededor del 90% de las toneladas transportados en 1989. Se dice actualmente que casi toda la carga internacional del país se transporta por ferrocarril, así que la explotación del transporte de carga tiene gran importancia en la economía boliviana. Por otra parte, la carga interna se deriva al transporte en camión año tras año y disminuye notoriamente, actualmente constituye apenas un 10%.

Al estar separadas las Redes Andina y Oriental y cuyas vías tampoco están conectadas, cada red realiza el transporte independientemente. Desde hace poco tiempo se transporta carga en camión entre ambas redes bajo el sistema llamado intermodal, pero el volumen de dicho transporte es todavía pequeño.

a) Resumen de Trenes de Carga

Los trenes de carga se dividen en trenes directos que realizan principalmente el servicio directo entre las estaciones principales y trenes de reparto que se usan para recoger y distribuir la carga en pequeñas estaciones. Además de éstos, hay trenes mixtos al que se acoplan algunos coches.

A diferencia de los trenes de pasajeros, en el transporte internacional de carga se adopta el sistema de que el mismo tren circula directamente hasta el país de destino cambiando sólo la locomotora en la estación fronteriza.

Los trenes de carga, al igual que el de los pasajeros, circulan solo días fijados de la semana. En los trayectos entre Viacha-Uyuni y Santa Cruz-Quijarro que tienen mayor volumen de trans-

porte los trenes de carga circulan todos los días, pero en otros sectores circulan uno a cinco veces por semana.

b) Rotación de Vagones de Carga

Disminuyendo del parque las unidades indisponibles, ENFE tenía a fines de 1989, 2.001 vagones de carga, de los cuales 1.338 vagones son de la Red Andina y 663 vagones de la Oriental. Además de éstos, existen 224 vagones particulares que están en posesión de su propietario (YPFB).

Según la clase de vagones, existen vagones cubiertos, vagones descubiertos, vagones tanque, etc. Todas estas unidades se usan en común; no hay vagones que se usan exclusivamente en tramos de vía o trayectos determinados. Solamente se distinguen los vagones que se usan exclusivamente en el interior y los que se intercambian con ferrocarriles de países vecinos.

Los vagones de circulación internacional son regulados por convenios de intercambio de vagones con el país de origen/destino y al pasar la estación fronteriza, se realiza la inspección técnica por los encargados de ambos ferrocarriles.

La rotación de los vagones de carga, la distribución de vagones vacíos, la recuperación de vagones vacíos descargados después de su llegada, etc. son regulados por los encargados del puesto de mando del Departamento de Tráfico.

c) Trámites de Aduana

En el caso de la carga de exportación, se pueden expedir los vagones cargados inmediatamente después de examinados (despachados) por los aduaneros en la estación de salida. Pero, en cuanto a la carga de importación, después de la llegada a la estación destinataria, se llevan los vagones cargados al desvío-depósito de la aduana llamada AADAA. Después de descargadas y verificadas las mercancías en dicho desvío, los consigna-

tarios pueden recogerlas. Pero, cuando los vagones para el transporte de mercancías, pesadas y voluminosas tales como hierros y aceros, maquinaria, etc., no pueden entrar en los desvíos aduaneros el despacho se realiza con la presencia de funcionarios de la aduana en la playa de la estación.

Por consiguiente, en cuanto a la carga de importación, la capacidad del desvío aduanero (AADAA) regula la rotación de los vagones, ocasionando que en la Red Andina haya surgido una situación en que los vagones se demoran a la espera de la inspección aduanera.

2) Resumen del Sistema

a) Carta de Porte

Por toda carga que se transporta, se expiden "cartas de porte internacional" para la carga internacional y "cartas de porte corriente" para la carga nacional. El conductor lleva las Cartas de Porte que acompañan los vagones hasta la estación de destino. Los datos principales que se registran en las Cartas de Porte son las siguientes:

- ① Nombre de las estaciones de salida y llegada, y fecha de envío
- ② Nombre y direcciones del remitente y del consignatario
- ③ Nombre de la aduana de salida (sello)
- ④ Descripción, cantidad y tipo de embalaje de las expediciones
- ⑤ Número de los vagones de carga
- ⑥ Tarifas de mercancías

b) Tarifas de Carga y Su Sistema

Igual que para el tráfico de pasajeros, no hay estipulaciones para la explotación del transporte de carga, sin embargo se utilizan un clasificador de mercancías y listas de tarifas que son necesarias para el cálculo de los fletes. Por eso, el sistema de tarifas de carga está un poco más sistematizado que el de pasajeros.

① Clasificador de Mercancías

Este Clasificador es una lista de clases de mercancías que ENFE estableció en consulta con el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Para cada mercancía se fija un baremo de acuerdo al peso aforado. Aunque se trata de un peso aforado, la fijación del peso es diferente según la mercancía.

A continuación, como ejemplo se citan algunas mercancías principales:

Cuadro 3-2-19 Peso Clasificado de las Mercancías Principales

Baremo	Mercancía
509	Automóvil, menaje de casa, azúcar, productos manufacturados de corcho
508	Productos de panadería y productos farmacéuticos
507	Animales, leche y productos lácteos, malta, aceite comestible, cemento, petróleos, abono, caucho, papel, productos de vidrio, maquinaria
506	Frijol seco, alimentos para los animales domésticos, sal, hierro y acero
505	Fruta fresca, trigo, maíz, arroz, madera
504	Zinc, estaño, antimonio, azufre, caliza
503	Grava

(Nota) El menor baremo corresponde a la tarifa más barata.

② Cuaderno de Fletes de Mercancías

En marzo de 1990, ENFE realizó la modificación del flete de la carga, la cual se llevó a cabo por instrucción del gobierno para realizar ajustes en el modelo económico del país. El objetivo principal consiste en reducir el porcentaje de rebajas tarifarias para la carga de exportación. Además, al mismo tiempo también se realizó la modificación del tipo de cambio del dólar. Como resultado, se dice que el precio de la carga de exportación y local ha aumentado en 88% y el de importación en 15%.

(Nota) 1. El porcentaje de descuento tarifario para la carga de exportación se ha reducido del 60% al 30%.

2. ENFE tiene por norma modificar el flete y tarifas de pasajeros en el momento en que el tipo de cambio de la moneda boliviana por dólar exceda el 12%. Las tarifas de carga están fijadas en moneda extranjera (dólar).

i. Tarifa Basica

La comparación de los fletes para distancias de transporte de 500 km (El recorrido medio de transporte de ENFE en 1989 fué de 504 km), se muestra en el *Cuadro 3-2-20*. El sistema de Tarifas de ENFE se basa en la carga de importación, (100%) de donde se descuenta el 30% para la carga de exportación y local. Además, se aplica un descuento especial para la harina y el trigo de importación.

Cuadro 3-2-20 Comparación de descuentos tarifarios entre las mercancías de importación y las de exportación (Distancia de transporte 476 - 500 km)

(Unidad: Bs)

Baremo	Importación	Trigo y Harina de Importación	Exportación y Local
510	248,80(100)		174,16 (70)
509	228,07(100)		159,65 (70)
508	207,34(100)		145,14 (70)
507	167,50(100)		117,25 (70)
506	147,59(100)		103,31 (70)
505	137,62(100)		96,33 (70)
504	131,65(100)		92,16 (70)
503	127,67(100)	Harina 109,5 (86)	89,37 (70)
502	124,82(100)		87,37 (70)
501	122,68(100)	Trigo 99,85 (81)	85,88 (70)
500	120,23(100)		84,16 (70)

Como otros fletes especiales, se pueden citar los siguientes:

i) Soya, Harina de Soya (Exportación)

US\$0,0317 por tonelada-kilómetro

ii) Contenedor de 20 y 40 pies

US\$1,08 y 2,16 por tonelada-kilómetro, respectivamente.

ii. Otras Tarifas

i) Almacenaje de Mercancías en depósito

1,50 Bs por tonelada y por día

ii) Almacenaje de Mercancías en playa

1,00 Bs por tonelada y por día

iii) Gastos de Estacionamiento de Mercancías

(estadía por vagón)

1 día 27,00 Bs

2 días 54,00 Bs

3 días 106,00 Bs

Después de 3 días, se suman 106,00 Bs por cada día.

(Nota) Para la carga y descarga de las mercancías y para los trámites de aduana, se concede 24 horas. (Pero, no se cuentan los domingos y días feriados).

iv) Gastos de Operación de Desvíos Privados

En el patio de la estación

Por vagón y por día 17,00 Bs

Fuera del patio de la estación

Por vagón y por día menos de 2 km 50,00 Bs

Por vagón y por día menos de 4 km 64,00 Bs

Por vagón y por día menos de 6 km 77,00 Bs

(se omite lo demás)

v) Precio por uso de Báscula (en caso de que el consignatario lo pida)

Por tonelada 2,00 Bs

vi) Precio por uso de Grúa

En el patio de la estación

Por tonelada 15,00 Bs

vii) Facilidad en terminales Carga y Descarga de Vagones

En la aduana o el patio de la estación

Por vagón 137,00 Bs

③ Cuaderno de Distancias Tarifarias para Mercancías

Para realizar el cálculo del flete, se tiene por norma hacerlo empleando el clasificador de mercancías, el cuaderno distancias Tarifarias y la lista de tarifas. Este Cuaderno de distancias no utiliza el kilometraje real, sino el kilometraje de explotación (kilometraje de tarifación). En el siguiente Cuadro 3-2-21 se comparan el kilometraje de explotación y el real. En la línea troncal es casi el kilometraje real, mientras que en la línea de tráfico reducido el kilometraje es superior.

Cuadro 3-2-21 Comparación entre el Kilometraje de Explotación y el Real

Procedente de La Paz			Procedente de Santa Cruz		
Estación de Llegada	Kilometraje de Explotación	Kilometraje Real	Estación de Llegada	Kilometraje de Explotación	Kilometraje Real
Viacha	50	42	San José	261	266
Oruro	241	245	Robore	398	400
Río Mulato	435	452	Corumba	647	651
Uyuni	533	557	Charagua	246	242
Atocha	632	647	Boyube	342	337
Tupiza	756	744	Yacuiba	547	539
Villazón	880	845	Villamonte	437	445
Guaqui	113	107			
Cochabamba	475	443			
Charaña	280	251			
Potosí	638	625			
Sucre	853	800			

(Ejemplo de Cálculo) Flete al transportar 20 toneladas de arroz por 500 km
Baremo 505

96,33 Bs x 20 toneladas = 1.926,6 Bs
(US\$602, ¥84.288 convertidos en yenes, no incluye gastos de expedición)

(Referencia) Caso del Japón: La tarifa de 500 km es de 6.185 yenes por tonelada.

6.185 x 20 = 123.700 yenes
(no incluye gastos de expedición)

c) Contratos Comerciales

Las negociaciones y contratos comerciales de ENFE con los remitentes se realizan y concluyen en la Gerencia Comercial, en la Dirección de la Explotación y en las oficinas de cada lugar bajo su dirección. Los encargados de estas oficinas, al visitar a los remitentes, llevan ① el clasificador de mercancías, ② el cuaderno de distancias y ③ el cuaderno de fletes para negociar y contratar.

(Nota) Para las mercancías que se envían en forma regular tales como la carga en volúmenes importantes, etc., se fija un período determinado para decidir las condiciones de transporte tales como la cantidad, flete, etc. mediante un contrato individual con los remitentes. ENFE lo llama un contrato comercial.

La modificación del flete de carga en marzo de 1990 causó un gran cambio en los contratos comerciales con los remitentes. Como se ha dicho anteriormente, esta modificación se realizó principalmente para reducir el porcentaje de descuento para la carga de exportación. Consecuentemente, los remitentes visitaron ENFE activamente para pedir el descuento del flete de carga. Habiéndose producido una gran reducción del porcentaje de descuento, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones también instruyó a ENFE aplicar un descuento adicional mediante contratos comerciales. En respuesta a dicha instrucción, ENFE decidió exigir un determinado tonelaje de transporte como condición de descuento, actualmente se realiza un descuento del 10 al 20%. (Este descuento se realiza bajo la responsabilidad de ENFE, que pidió después la aprobación de dicho ministerio.

(Ejemplo) Para una compañía de minera 110.000 toneladas anuales el Descuento es del 21%

Los resultados reales después de la modificación de fletes, acusando una tendencia a incrementar el volumen de transporte aun después del aumento de fletes, al contrario del caso de pasajeros. (Refiérase a Cuadro 3-2-34) Parece que los contratos actuales representan más o menos 50 a 60% en la Red Andina, pero el número de contratos y descuentos es pequeño en la Red Oriental debido a las precarias condiciones de la carretera, etc.

(Nota) Según el Acuerdo Programa entre ENFE y el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, se exige los contratos comerciales abarquen el 40% de las toneladas-kilómetros de toda la carga hasta fines de 1990, y el 60% hasta fines de 1991.

d) Vagones Particulares

Existen 224 particulares en ENFE, hay actualmente (a fines de 1989) 168 vagones en La Red Andina y 56 vagones en la Red Oriental (sólo los disponibles). La mitad de ellos es para transportar petróleo y la mitad restante es principalmente para gas natural.

Los dueños de la carga compran vagones particulares exclusivamente para su uso, pero el mantenimiento, administración, etc. de los mismos después son efectuados por ENFE. El flete del vagón particular es 24% menos del flete ordinario, y la circulación en vacío es gratis. Los dueños no están tampoco obligados a tener vías privadas como depósito de los vagones particulares, como se realiza en Japón. Por eso, se puede decir que es un sistema favorable para los dueños de la carga.

(Nota) En el Japón, los dueños mismos se hacen cargo del mantenimiento de los vagones y tienen vías privadas. El flete se reduce en 15%, y la circulación en vacío es gratis hasta 80 km.

3) Situación Actual del Transporte de Carga

a) Situación del Transporte de Carga por Redes

La evolución del volumen de transporte a partir de 1985 se muestra en el Cuadro 3-2-22. En ambas redes tenía una tendencia a disminuir gradualmente hasta 1988, pero se reactivó en 1989 recuperando el nivel de un millón de toneladas después de 5 años. Proporcionalmente en ambas redes el volumen de transporte evoluciona más o menos 60% en la Red Andina y 40% en la Red Oriental, pero en cuanto a las toneladas-kilómetros transportados se ha elevado la proporción de la Red Oriental.

Cuadro 3-2-22 Evolución del Volumen de Transporte Red

Año	Red Andina		Red Oriental		Total	
	Toneladas Transportadas (miles)	Toneladas-Kilómetros (millones)	Toneladas Transportadas (miles)	Toneladas-Kilómetros (millones)	Toneladas Transportadas (miles)	Toneladas-Kilómetros (millones)
1985	639 (64)	316 (64)	354 (36)	174 (36)	993(100)	491(100)
1986	535 (58)	272 (59)	388 (42)	192 (41)	923(100)	461(100)
1987	582 (59)	295 (58)	400 (41)	210 (42)	982(100)	505(100)
1988	534 (61)	254 (60)	338 (39)	170 (40)	872(100)	424(100)
1989	595 (59)	285 (56)	419 (41)	226 (44)	1014(100)	511(100)
Comparacion(%)	93	90	118	130	102	104

(Nota) 1. Las cifras intercaladas entre paréntesis muestran la proporción del volumen total.

2. La comparación se refiere a 1989/1985.

b) Carga Internacional y Carga Local

Aunque aumenta o disminuye en algunos años de acuerdo al cambio de la situación económica nacional e internacional, la carga internacional acusa una tendencia a aumentar gradualmente a partir de 1985 reflejando la tendencia ascendente de la exportación. En el Cuadro 3-2-23 en 1989, la exportación e importación totalizan 878.000 toneladas alcanzando al 87% del volumen total de transporte de carga. En cuanto a la relatividad de los aumentos, la Red Oriental muestra un incremento del 157%, pero en el peso de la carga internacional la Red Andina presenta un alto porcentaje (91%).

Cuadro 3-2-23 Volumen de Transporte de Carga Internacional

Año	Red Andina		Red Oriental		Total	
	Toneladas Totales (miles)	Proporción (Exportación e Importación)	Toneladas Totales (miles)	Proporción (Exportación e Importación)	Toneladas Totales (miles)	Proporción (Exportación e Importación)
1985	639	471 (74)	354	215 (61)	993	686 (69)
1986	535	423 (79)	388	272 (70)	923	696 (75)
1987	582	505 (87)	400	301 (75)	982	805 (82)
1988	534	467 (87)	338	257 (76)	872	724 (83)
1989	595	540 (91)	419	338 (81)	1.014	878 (87)
Comparación(%)	93	115	118	157	102	128

(Nota) La comparación se refiere a 1989/1985.

Por otra parte, la carga local sigue disminuyendo gradualmente. En el Cuadro 3-2-24, se observa que ha bajado actualmente a 126.000 toneladas (12%), especialmente en la Red Andina sólo alcanza a 47.000 toneladas (8%).

Cuadro 3-2-24 Volumen de Transporte de la Carga Local

(Unidad: 1.000 toneladas)

Año	Red Andina		Red Oriental		Total	
	Toneladas Transportadas (miles)	Pro- porción	Toneladas Transportadas (miles)	Pro- porción	Toneladas Transportadas (miles)	Pro- porción
1985	167	26	139	40	306	31
1986	112	21	116	30	228	25
1987	77	13	99	25	170	17
1988	65	12	77	23	142	16
1989	47	8	78	19	126	12
Compara- ción(%)	28	-	56	-	41	-

(Nota) La proporción es en relación al tonelaje total.

① Carga de Expórtación

La carga de exportación tiene tendencia a aumentar año tras año, multiplicándose en 1989 por 2,9 veces en relación a 1985. Según países, es notorio el aumento hacia Chile y Brasil. En la exportación a Chile, el aumento vía charaña es notorio multiplicándose por 8,9 veces.

Cuadro 3-2-25 Volumen de Transporte de la Carga de Exportación

(Unidad: 1.000 toneladas)

Año	Chile (Proporción vía Charaña)		Argentina	Perú	Brasil	Total
1985	100	(14)	23	30	21	174
1986	150	(26)	36	4	70	259
1987	155	(57)	35	0	72	262
1988	188	(81)	46	0	45	272
1989	276	(124)	36	34	158	504
Comparación(%) 1989/1985	276	(886)	157	113	752	290

(Nota) El transporte al Perú se suspendió a partir de 1986 debido a la inundación del Lago Titicaca, pero se reanudó en julio de 1989.

② Carga de Importación

La carga de importación, excepto del Brasil, tiene tendencia a disminuir respecto a los demás países, representando el 73% en relación a 1985. Igual que la carga de exportación, el aumento de la importación de Chile vía Charaña es marcado representando un 174%.

Cuadro 3-2-26 Volumen de Transporte de la Carga de Importación

(Unidad: 1.000 toneladas)

Año	Chile (Proporción vía Charaña)		Argentina	Perú	Brasil	Total
1985	277	(54)	131	11	93	512
1986	232	(56)	117	1	87	436
1987	288	(97)	129	0	127	546
1988	228	(104)	127	0	90	445
1989	181	(68)	68	4	122	374
Comparación(%)	65	(174)	52	36	130	73

③ Relación entre la Carga de Exportación y la de Importación

Con la tendencia anual del aumento en la carga de exportación y de la disminución en la de importación, la relación entre la carga de importación y la de exportación a nivel de ENFE acabó por invertirse de 75% y 25% en 1985 a 43% y 57% en 1989. Esta tendencia ocurre igualmente en las dos Redes; en la Red Andina se invirtió la exportación de 72% y 28% en 1985 a 41% y 59% en 1989 y en la Red Oriental de 80% y 20% a 46% y 54%, respectivamente.

Cuadro 3-2-27 Relación entre la Carga de Exportación y la de Importación

(Unidad: 1.000 toneladas)

Año	Red Andina		Red Oriental		Total ENFE		
	Importación	Exportación	Importación	Exportación	Importación	Exportación	Total de Exportación e Importación
1985	333,9	131,5	172,4	42,6	512,3 (75)	174,1 (25)	686,4
1986	267,1	156,2	169,2	103,0	436,3 (63)	259,2 (37)	695,5
1987	345,4	159,1	197,7	103,0	543,1 (67)	262,1 (33)	805,2
1988	272,4	194,6	172,7	84,5	445,1 (61)	279,1 (39)	724,2
1989	218,6	321,1	155,1	183,1	373,7 (43)	504,2 (57)	877,9

(Nota) El paréntesis en la columna del total representa la proporción (%) del total de exportación e importación.

c) Situación del Transporte por Mercancía

La situación del transporte por mercancía se muestra en Cuadro 3-2-28; trigo (20,4%), derivados minerales (18,6%), hierro y sus productos (6,8%), madera (5,0%) y forraje (5,2%) forman su mayoría. (Debido a que los datos de 1989 aún no estaban disponibles, se tomaron los datos de 1988.)

Cuadro 3-2-28 Situación del Transporte de Carga por Mercancía

(Unidad: 1.000 toneladas)

Artículos	Red Andina	Red Oriental	Total	Proporción
Productos Minerales	161,9	0,5	162,4	18,6
(Zinc)	(114,5)	(-)	(114,5)	(13,1)
Trigo	151,3	26,4	177,7	20,4
Soya y derivados	32,7	12,8	45,5	5,2
Sal	10,7	-	10,7	1,2
Petróleos	24,2	7,9	32,1	3,7
Madera	6,5	36,8	43,3	5,0
Papel	8,5	1,6	10,1	1,2
Hierro	9,1	49,8	58,9	6,8
Maquinaria	2,5	9,5	12,0	1,4
Automóvil	5,0	13,7	18,7	2,1
Subtotal	412,4	159,0	571,4	65,5
Otros	121,9	179,1	301,0	34,5
Total	543,3	338,1	872,4	100,0

① Red Andina (1988)

La carga internacional de la Red Andina es de 467.000 toneladas y con el 87,4% del volumen total de la carga de dicha Red (como se ha mencionado antes, 91% en 1989), de las cuales la carga de exportación es de 194.600 toneladas (41,7%) y la de importación de 272.400 toneladas (58,3%). La relación entre la exportación y la importación es casi de 4 a 6.

En la exportación por mercancías, los productos minerales son de 156.200 toneladas (80,3%) y soya y derivados 29.900 toneladas (15,4%); estas dos mercancías totalizan 186.100 toneladas, que representa el 96% de la carga de exportación y el 40% del total de la carga internacional. Por otra parte, en cuanto a la importación, el trigo es de 151.100 toneladas (55,5%) y el resto comprende muchas mercancías tales como, papel, hierro, automóviles, productos de panadería, etc.

Por países, Chile tiene una abrumadora mayoría, con el 89,0% del total de exportación e importación (77,8% del volumen total de transporte). En el Cuadro 3-2-29 se muestran estos detalles por países y por vía de transporte.

Cuadro 3-2-29 Situación del Transporte de la Carga Internacional por Países

(Unidad: 1.000 toneladas)

	Chile		Argentina	Brasil	Total	Pro- porción
	Abaroa	Charaña	Villazón	Quijarro		
Exportación	107,0	80,8	6,5	0,3	194,6	100,0
Productos Minerales	103,7	51,3	1,0	0,2	156,2	80,3
Soya y derivados	2,8	27,1	-	-	29,9	15,4
Importación	124,2	103,4	44,7	0,1	272,4	100,0
Trigo	101,2	49,8	0,2	-	151,1	55,5
Productos de paradería	2,5	0,6	6,3	-	9,4	3,5
Papel	0,2	7,3	1,0	-	8,5	3,1
Hierro	0,4	1,4	6,2	-	8,0	2,9
Automóvil	0,3	3,3	0,8	-	4,4	1,6
Total Exportación e Importación	231,2	184,2	51,2	0,4	467,0	-
Relatividad	49,5	39,5	11,0	-	100,0	-
Proporción de la Carga total	43,3	34,5	9,6	-	(534,3) 100,0	-

② Red Oriental (1988)

La carga internacional de la Red Oriental es de 257.200 toneladas, con el 76,0% del volumen total de carga de dicha Red. Pero, en comparación con la Red Andina, la proporción de la carga local es un poco elevada. De éstas, la exportación es de 84.500 toneladas (32,9%) y la importación 172.600 toneladas (67,1%), notándose la mayor proporción de la importación en comparación con la Red Andina.

En la exportación por mercancía, la madera tiene 26.600 toneladas (31,5%) y la soya y derivados 12.200 toneladas (14,4%); estas dos mercancías representan casi la mitad (45,9%). En la importación, el hierro y sus derivados llega a 45.400 toneladas (26,3%) y el trigo de 26.300 toneladas (15,2%); estas dos mercancías suman el 41,5%, pero el resto comprende muchas mercancías igual que en la Red Andina.

Por países, la proporción de Brasil es algo elevada, tanto en la exportación como en la importación, pero en el total de la exportación e importación casi son iguales Brasil (52,3%) y Argentina (47,7%). En el siguiente Cuadro 3-2-30 se muestran los detalles:

Cuadro 3-2-30 Situación del Transporte de la Carga Internacional por Países

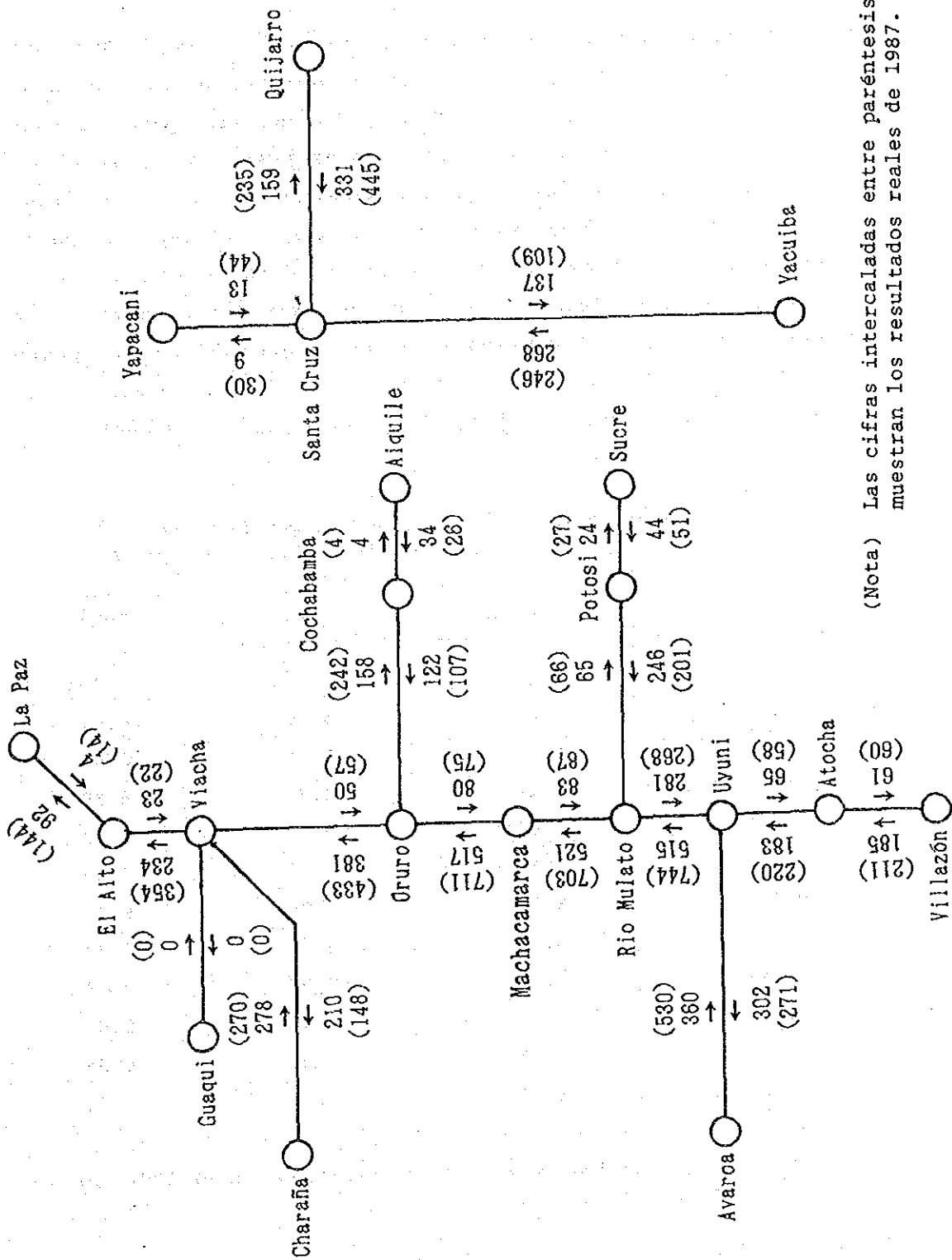
(Unidad: 1.000 toneladas)

	Argentina	Brasil	Total	Proporción
	Yacuiba	Quijarro		
Exportación	39,9	44,6	84,5	100,0
Soya y derivados	0,9	11,3	12,2	14,4
Madera	16,6	10,0	26,6	31,5
Importación	82,8	89,8	172,6	100,0
Productos de Hierro	17,3	28,1	45,4	26,3
Maquinaria	2,7	4,5	7,2	4,2
Trigo	26,3	-	26,3	15,2
Total Exportación e Importación	122,7	134,4	257,2	
Relatividad	47,7	52,3	100,0	
Proporción de la Carga Total	36,3	39,8	(338,1) 100,0	

d) Volumen de Transporte por Trayecto

El transporte de carga por trayecto se muestra en la *Fig. 3-2-4*. (Debido a que los datos de 1989 no estaban disponibles, se utilizan las cifras de 1988.) Ya que 1988 es el año en el que el transporte de carga bajó mucho, disminuye más que el año anterior en todos los trayectos excepto el tramo Viacha-Charaña donde aumentó la carga internacional.

Debido a que la carga de importación sobrepasaba a la de exportación hasta 1988, el transporte de carga circula de cada estación fronteriza hacia La Paz, en la Red Andina el mayor volumen está entre Uyuni y Río Mulato (796 toneladas promedio diario de ida y vuelta) y en la Red Oriental el tramo Santa Cruz y Quijarro (490 toneladas promedio diario de ida y vuelta).



(Nota) Las cifras intercaladas entre paréntesis muestran los resultados reales de 1987.

Fig. 3-2-4 Transporte de Carga por Trayectos (Promedio Diario de 1988)

e) Situación General de Transporte Mensual

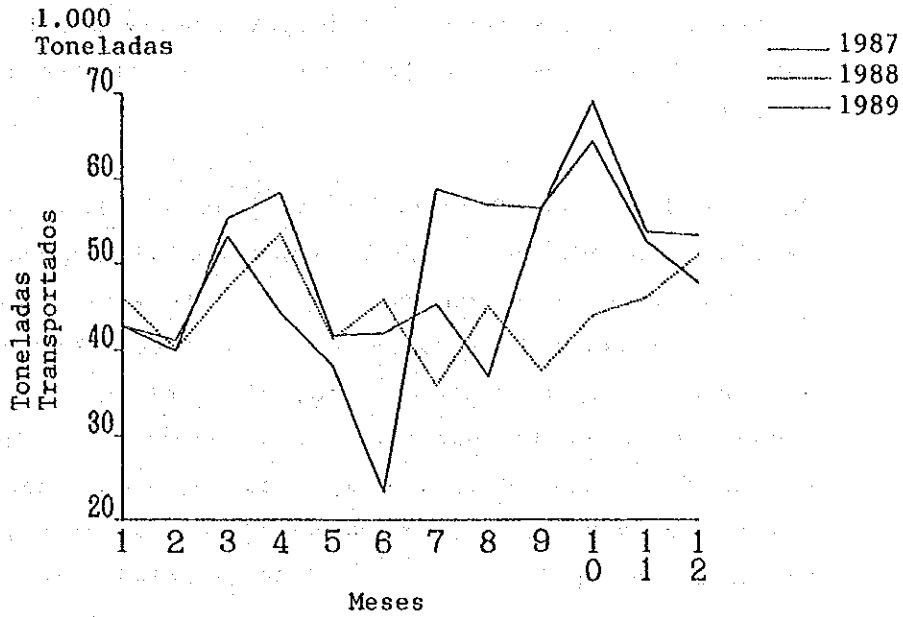
La situación de transporte mensual durante los años 1987-1989 tanto en la Red Andina como en la Red Oriental se muestra en el gráfico de la Fig. 3-2-5. La importancia del transporte mensual de ambas redes en estos tres años se puede observar en el Cuadro 3-2-31. Excepto el período común en el que la importancia del transporte es mínimo en enero y febrero, el transporte de la Red Andina es relativamente alto durante el período de septiembre a diciembre con el punto máximo en octubre. Por otra parte, en la Red Oriental el transporte de mayo a agosto es alto con el punto máximo en junio. A diferencia del transporte de pasajeros, se refleja la particularidad regional.

Cuadro 3-2-31 Transporte Mensual de Carga
(Durante 3 años de 1987 a 1989)

Mes	Red Andina	Red Oriental	Total
Enero	7,69%	6,40%	7,05%
Febrero	7,07	6,90	6,98
Marzo	9,10	8,15	8,62
Abril	9,12	8,23	8,68
Mayo	7,07	9,07	8,07
Junio	6,49	10,70	8,60
Julio	8,25	9,84	9,04
Agosto	8,13	8,61	8,37
Septiembre	8,81	8,06	8,43
Octubre	10,40	7,39	8,90
Noviembre	8,93	8,16	8,55
Diciembre	8,92	8,50	8,71

(Nota) La proporción se expresa en relación con el 100% del valor anual.

Situación de Transporte de Carga en la Red Andina



Situación de Transporte de Carga en la Red Oriental

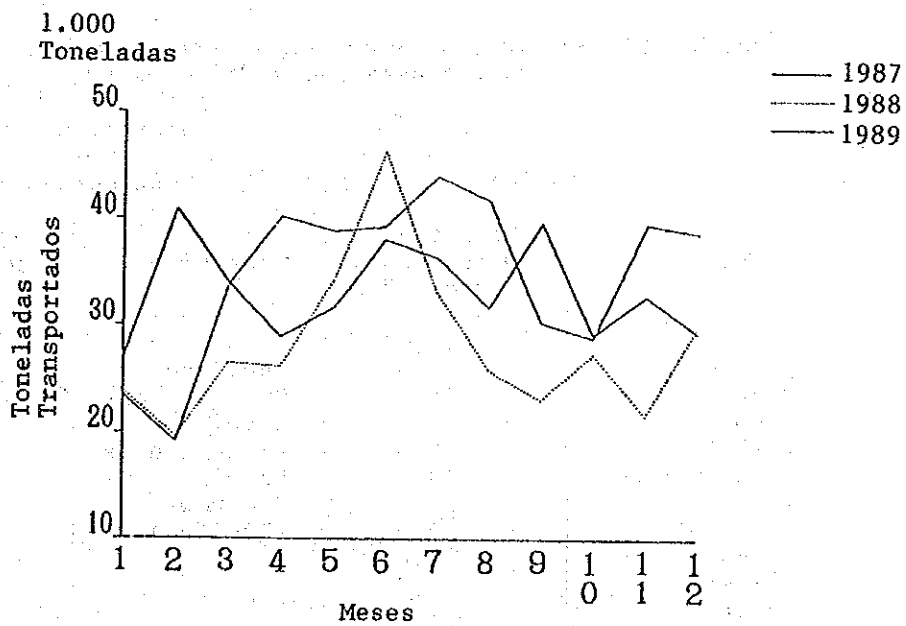


Fig. 3-2-5 Situación del Transporte Mensual de Carga

f) Volumen de Carga por Manejada según Estaciones

El volumen de las toneladas despachadas y recibidas en las estaciones principales de ENFE son como se muestra en el Cuadro 3-2-32.

En la Red Andina, Charaña en la frontera con Chile maneja 220.000 toneladas de carga internacional, Cochabamba 110.000 toneladas de carga de enlace entre el este y el oeste combinado con el transporte intermodal y Agua Castilla 70.000 toneladas de carga de exportación (estaño, zinc, etc.). Se observa en dicho cuadro que las expediciones y llegadas están dispersas en varias estaciones. Por otra parte, en la Red Oriental, Santa Cruz es un gran centro de manejo de expediciones y llegadas en la Región Oriental, con 90.000 toneladas de carga despachada y 190.000 toneladas de carga recibida, 280.000 toneladas en total. Además de Yacuiba en la frontera con Argentina que maneja 90.000 toneladas de carga internacional, hay pocas estaciones importantes en el manejo de la carga.

Cuadro 3-2-32 Toneladas de Carga Despachada y Recibida en las Estaciones Principales

(Unidad:1.000 toneladas)

Red Andina		Red Oriental	
Estación	Toneladas Despachadas y Recibidas	Estación	Toneladas Despachadas y Recibidas
La Paz	52,6	Santa Cruz	281,1
El Alto	20,3	San Jose	19,1
Aduana	25,4	Suares Arana	32,8
Viacha	52,2	Boyube	10,5
Oruro	59,8	Villa Montes	16,1
Machacamarca	13,7	Yacuiba	89,8
Uyuni	16,3	(Corumba)	(115,7)
Escoriani	19,0	(Pocitos)	(39,6)
Tupiza	13,6		
Villazón	52,2		
Charaña	217,5		
Cochabamba	107,5		
Agua Castilla	70,8		
Chaguarani	24,8		
Potosí	38,0		
Bentanzos	28,2		
Guaqui	12,2		

**Cuadro 3-2-33 Resultados Reales del Transporte Intermodal
(Cochabamba - Santa Cruz)**

(Unidad: Toneladas)

Mes	Recibida	Despachada	Total
Enero	671	127	798
Febrero	28	11	39
Marzo	258	352	610
Abril	60	251	311
Mayo	513	50	563
Junio	150	45	195
Julio	136	125	261
Agosto	6.625	-	6.625
Total	8.441	961	9.402

(Nota) Son Resultados Reales de Manejo en Santa Cruz.

4) Situación de la Explotación después de la Modificación de Flete

Como se ha mencionado antes, ENFE realizó la modificación del flete de carga en marzo de 1990. En el Cuadro 3-2-34 se muestran los resultados reales de la explotación durante el período de marzo a agosto, cuyo resumen es el siguiente:

- a) Las toneladas transportados aumentaron en 104% (+21.000 toneladas).
- b) Las toneladas-kilómetros transportados disminuyeron en 0,3% (-889.000 toneladas-kilómetros).
- c) Los ingresos aumentaron en 125% (+10.000.000 de bolivianos).
- d) Como resultado final, los ingresos por tonelada llegaron a 0,118 bolivianos, aumentado en 125% (+0,038 boliviano en comparación a 0,150 boliviano del período correspondiente del año anterior).

En resumen, resulta que con el alza del flete los ingresos aumentaron en 25% y las toneladas-kilómetros también en 4%. Esto es un contraste con la modificación de las tarifas de pasajeros realizada en agosto, con la cual los ingresos disminuyeron en 3% y el número de pasajeros transportados en 22%. Debe subrayarse que como se ha mencionado anteriormente el sistema de descuento por contratos con los remitentes después del aumento del flete, y especialmente el establecimiento de tonelajes mínimos a transportar contribuyeron grandemente para este resultado. Estas negociaciones y contrataciones con los remitentes fueron activamente demandadas más bien por los usuarios. Se podría decir que esta situación refleja fielmente el efecto del contrato para establecer las condiciones que acompañan a los descuentos, debe prestarse atención a que este hecho señala la dirección de la explotación del transporte de carga para el futuro.

Como ya se ha mencionado, el número de contratos en la Red Oriental es pequeño debido a las condiciones precarias de las carreteras, etc. Pero, las circunstancias después de la modificación del flete son diferentes a las de la Red Andina, porque se ha producido una disminución del transporte del 5 al 11%. Esta es una oportunidad para considerar la utilización del sistema de contratos de transporte con los clientes.

Cuadro 3-2-34 Resultados después de la Modificación del Flete de Carga

Red	Items	Unidad	1989	1990	%	Aumento o Disminución
Andina	Toneladas Transportadas	Toneladas	279.693	313.144	112,0	33.151
	Toneladas-Kilómetros	Miles	139.259	152.494	109,5	13.235
	Recorrido Medio	Kilómetro	498	487	97,8	-11
	Ingresos	Bs	19.663.586	26.746.895	136,0	7.083.309
	Ingreso por Tonelada-Kilómetro	Bs	0,141	0,175	124,1	0,034
Oriental	Toneladas Transportadas	Toneladas	239.315	226.798	94,8	-12.517
	Toneladas-Kilómetros	Miles	129.472	115.348	89,1	-14.124
	Recorrido Medio	Kilómetro	541	509	94,1	-32
	Ingresos	Bs	20.651.814	23.606.458	114,3	2.954.644
	Ingreso por Tonelada-Kilómetro	Bs	0,160	2.205	124,1	0,045
Total	Toneladas Transportadas	Toneladas	518.806	539.942	104,1	21.136
	Toneladas-Kilómetros	Miles	268.731	267.842	99,7	-889
	Recorrido Medio	Kilómetro	518	496	95,8	-22
	Ingresos	Bs	40.315.400	50.353.353	124,9	10.037.953
	Ingreso por Tonelada-Kilómetro	Bs	0,150	0,188	125,3	0,038

(Nota) Los resultados reales del período de marzo a agosto de 1990 son comparados con los del año anterior.

3-3 Operación de Trenes

(1) Resumen del Tramo de Vías de Operación de Trenes

1) Tramo de Vías de Operación de Trenes

Las tramos de vías para la operación de trenes comerciales de ENFE se muestra en el *Cuadro 3-3-1* y cuyos kilometrajes de explotación son de unos 3.510 km.

De éstos, en el tramo entre Viacha y Guaqui (65,3 km) se ha suspendido el servicio de trenes a partir de 1985 debido a desastres naturales, pero a partir de agosto de 1990 se ha reanudado la operación de trenes de carga, y actualmente está en proyecto el servicio de trenes de turismo con ferrobuses.

No se justifica considerar el tramo entre Sucre y Tarabuco como una línea en explotación, puesto que los autocarriles se ponen en servicio sólo según las circunstancias y el requerimiento de los pasajeros.

El tramo Santa Cruz a Yapacani (201,5 km), en un sector intermedio entre Montero y Santa Rosa (47,9 km) se ha interrumpido la vía a partir de 1984 debido a desastres naturales, permitiendo la operación de trenes de carga sólo en el tramo Santa Rosa - Yapacani con la utilización de una locomotora Diesel (en adelante, LDE) que ha permanecido atrapada en ese tramo.

Cuadro 3-3-1 Tramo de Vía para la Operación de Trenes y Clases de Tren

Nombre de la Línea	Trayecto	Longitud del Trayecto (km)	Clase del Tren				
			F.B.	Pas.	Mix.	Car.	Rep.
Villazón	La Paz -Tupiza	746,7	o	o	o	o	o
	Tupiza -Villazón	98,9		o		o	o
Guaqui	Viacha -Guaqui	65,3	*			o	
Charaña	Viacha -Charaña	206,8	o	o		o	o
Avaroa	Uyuni -Avaroa	170,6		o		o	o
Cochabamba	San Pedro -Cochabamba	204,8	o		o	o	o
	Cochabamba-Aiquile	214,5			o	o	
Sucre	Triángulo -Potosí	172,9	o	o	o	o	o
	Potosí -Sucre	175,3		o	o		o
	Sucre -Tarabuco	78,7	*				
Total de la Red Andina		2.134,5					
Quijarro	Santa Cruz-Quijarro	640,1	o	o	o	o	
Yacuiba	Santa Cruz-Yacuiba	535,5	o	o	o	o	
Yapacani	Santa Cruz-Yapacani	201,5	*				
Total de la Red Oriental		1.377,1					
Total		3.511,6					

2) Clases de Tren y Formación

Las clases de trenes que están en servicio son las siete siguientes:

a) Ferrobús

Es un coche Diesel (unidad de dos coches: coche automotor y coche remolcado) Todos los asientos son entapizados (igual que de otros trenes de pasajeros). Están en servicio en los tramos de vías principales entre La Paz y Tupiza, La Paz y Arica (Chile), etc.

b) Expreso

Es un tren de pasajeros remolcado por LDE, con una formación de 7 coches (entre La Paz y Villazón) y 12 coches (entre Santa Cruz y Quijarro). Compuesto de coche de primera, pullman, coche comedor y coche para equipajes.

Un coche pullman del Expreso del Sur entre La Paz y Villazón está en servicio directo hasta el interior de la Argentina.

c) Pasajero

Igual que el expreso, es un tren de pasajeros remolcado por LDE, con 4, 5 a 12 coches. Está compuesto principalmente de pullman, con un coche para equipajes y un coche comedor.

d) Mixto

Es un tren mixto de pasajeros y carga, donde se acopla vagones de carga a un tren de pasajeros formado por 3 a 4 coches. Hay algunos con coche para equipajes y coche comedor.

e) Carga

Es un tren de carga común. Existen trenes de carga de servicio directo y trenes de carga corriente.

f) Reparto

Es un tren para distribuir agua, comestibles y combustibles a los empleados de estaciones intermedias que carecen de estos elementos. Se compone de vagón de carga, vagones tanque (para agua potable y combustible), vagón para equipajes y vagón del personal (caboose).

g) L.S.

Es una locomotora sola fuera de servicio.

En las *Figs. 3-3-1 y 3-3-2* se muestra el sistema de servicio de trenes de diversas clases.

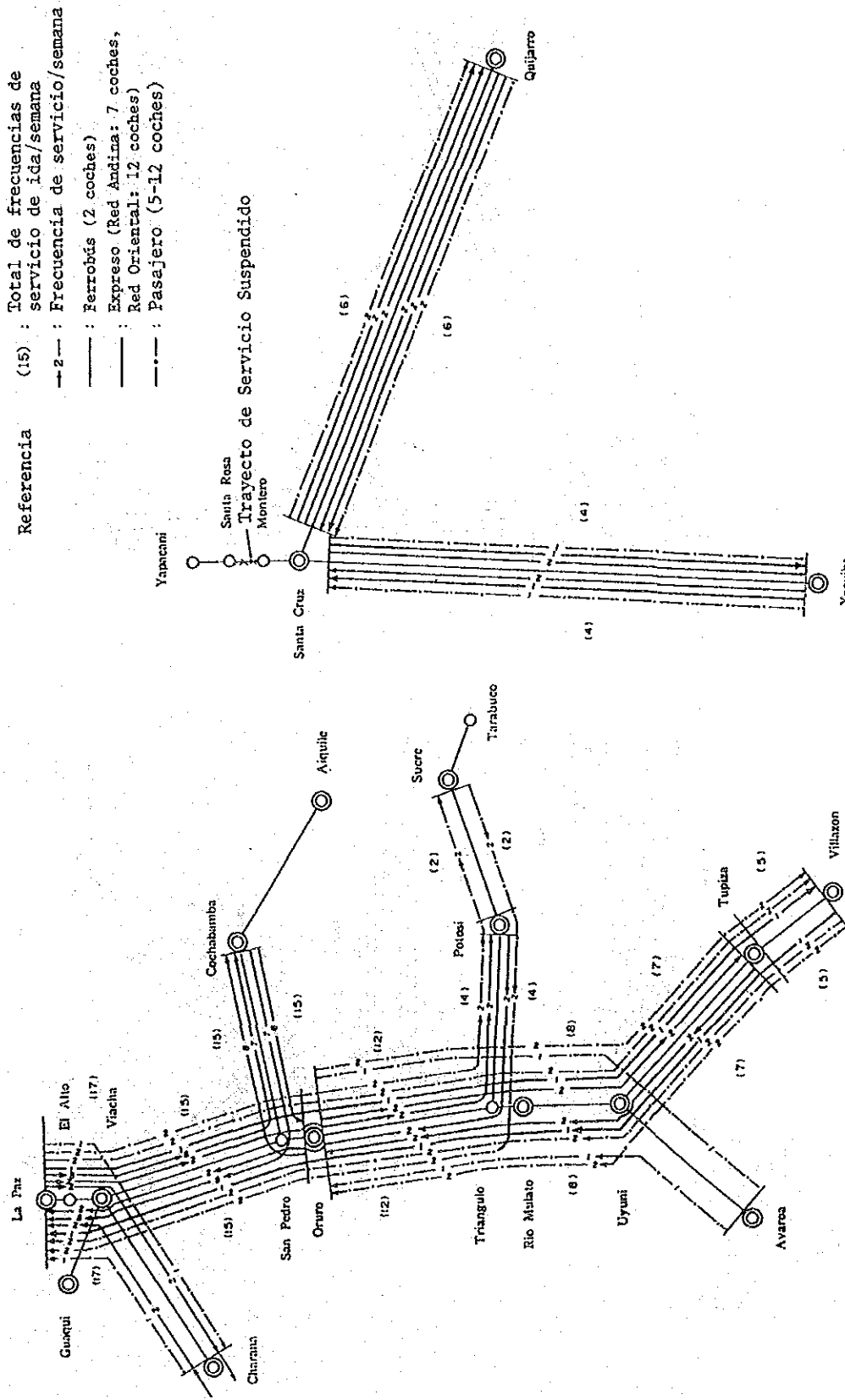


Fig. 3-3-1 Sistema de Servicio de Trenes de Pasajeros por Tramos de Vías (1990)

Referencia (7) : Total de frecuencias de servicio de ida/semana

- : Carga-Directo
- : Carga
- - - : Mixto
- : Reparto
- + + + + : L. S.

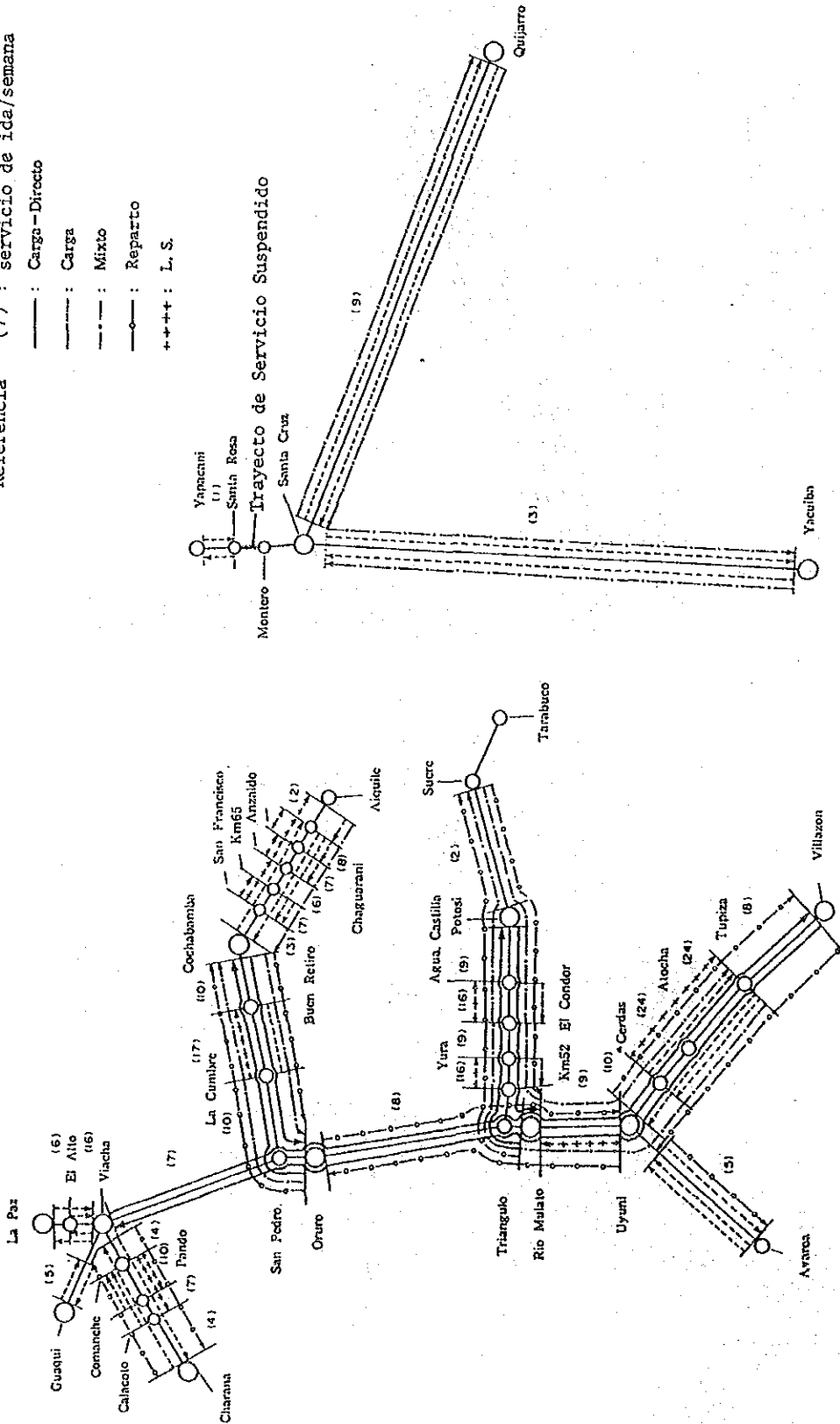


Fig. 3-3-2 Sistema de Servicio de Trenes de Carga por Tramos de Vía (1990)

3) Frecuencia del Servicio de Trenes

Los trenes de ENFE están en servicio en días predeterminados de la semana debido a poco volumen de transporte. Cuyas frecuencias de servicio por semana, se muestra en el Cuadro 3-3-2.

La mayor frecuencia por día es 12 trenes (ascendentes y descendentes). Hay tramos de vías en la que sólo hay servicio el día predeterminado de la semana.

El gráfico de circulación de trenes figura en el Apéndice 3-3-1.

Cuadro 3-3-2 Frecuencia de Servicios por Trayecto (Total de trenes ascendentes y descendentes/Semana)

Redes	Trayecto	Frecuencia total de Trenes			Frecuencia por Día		
		Pasajero	Carga	Total	Promedio	Máxima	Mínima
Andina	La Paz - El Alto	36	12	48	6,9	8	4
	El Alto - Viacha	36	32	68	9,7	12	9
	Viacha - Oruro	30	15	45	6,4	8	5
	Oruro - Río Mulato	24	16	40	5,7	7	5
	Río Mulato - Uyuni	18	17	35	5,0	6	4
	Uyuni - Cerdas	16	18	34	4,9	6	3
	Cerdas - Tupiza	16	46	62	8,9	10	7
	Tupiza - Villazón	10	16	26	3,7	5	2
	Viacha - Guaqui *1	2	10	12	1,7	3	0
	Viacha - Comanche	6	8	14	2,0	4	0
	Comanche - Pando	6	20	26	3,7	8	0
	Pando - Calacoto	6	14	20	2,9	6	0
	Calacoto - Charaña	6	8	14	2,0	4	0
	Uyuni - Avaroa	2	10	12	1,7	2	0
	Oruro - La Cumbre	34	16	50	7,1	9	6
	La Cumbre - Bu. Retiro	34	30	64	9,1	11	8
	Bu. Retiro - Cochabamba	34	16	50	7,1	9	6
	Cochabamba - Chagarani	2	14	16	2,3	6	0
	Chagarani - Aiquile	2	2	4	0,6	2	0
	Río Mulato - El Cóndor	10	16	26	3,7	4	2
El Cóndor - A. Castilla	10	30	40	5,7	7	4	
A. Castilla - Potosí	10	16	26	3,7	5	2	
Potosí - Sucre	6	2	8	1,1	4	0	
Oriental	Santa Cruz - Quijarro	16	14	30	4,3	6	5
	Santa Cruz - Yacuiba	12	2	14	2,0	4	1
	Santa Cruz - Montero *2	6		6	0,9	2	0
	Montero - Yapacani	12		12	1,7	4	0

(Nota) Según el gráfico de circulación actual, pero el trayecto de servicio suspendido es en relación al anterior.

*1 El servicio se ha suspendido desde 1985. Se reanudó a mediados de agosto.

El servicio del ferrobús está en proyecto.

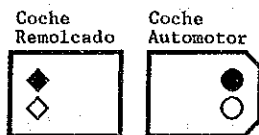
*2 El servicio entre Montero y Santa Rosa se ha suspendido desde 1984.

4) Personal de Trenes y de Locomotoras

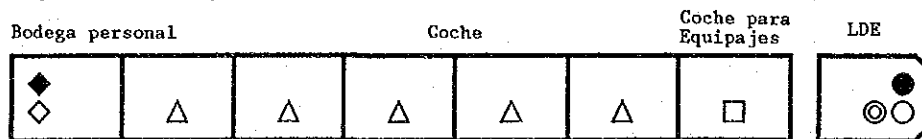
El personal de trenes y de locomotoras se compone fundamentalmente de un maquinista, y su auxiliar, conductor y guardaagujas (brequero). Además, en caso de necesidad, un encargado de equipajes y un inspector forman parte de la dotación de personal de los trenes en circulación.

Por ejemplo:

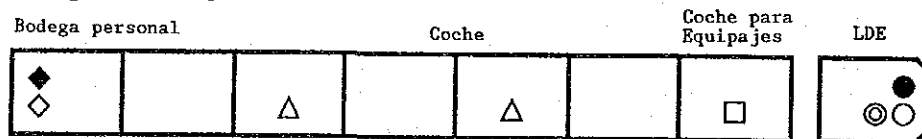
- ① Ferrobús: 4 personas



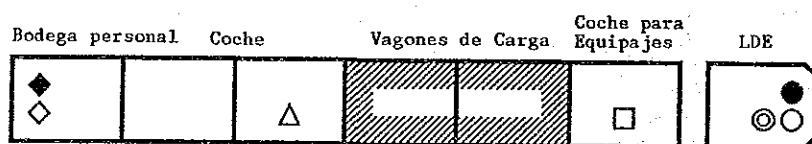
- ② Expreso: 10 personas + α (Formación de 7 coches)



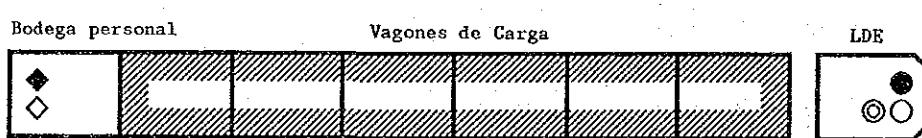
- ③ Pasajero: 8 personas (Formación de 7 coches)



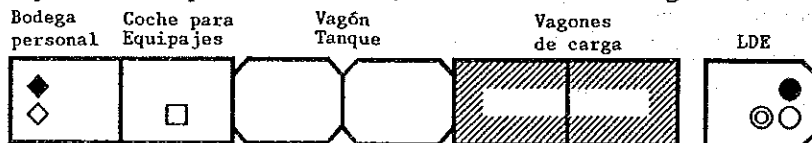
- ④ Mixto: 8 personas (Formación de 7 - coches)



- ⑤ Carga: 4 personas (Formación de 13 vagones en promedio)



- ⑥ Reparto: 5 personas + α (Formación de 6 vagones)



- ⑦ L.S.: 4 personas

Nota: ● : Maquinista ○ : Auxiliar de conducción
 ◆ : Conductor ◇ : Guardaagujas
 ⊙ : Inspector □ : Encargado de Equipajes
 △ : Guarda coche

En cuanto a la pertenencia de cada agente, el maquinista pertenece al distrito de operación (Cuadro 3-3-3), y las demás personas están

Cuadro 3-3-3 Número del Personal por Distritos de Operación (Red Andina)

Distrito	Trabajo en Estaciones Jefe del Distrito, etc.	Maquinista, etc.			Total
		Maquinista	Auxiliar Conducción	Subtotal	
Viacha	11	14	15	29	40
Oruro	11	20	18	38	49
Cochabamba	9	11	13	24	33
Tupiza	9	7	7	14	23
Sucre	3	2	0	2	5
Potosí	4	7	8	15	19
Uyuni	9	13	14	27	36
La Paz	2	4	3	7	9
R. Mulato	1	-	-	-	1
Guaqui*	2	1	2	3	5
Total	61	79	80	159	220

* Agente de Maniobras (S.L.)

Cuadro 3-3-3 Número del Personal por Distritos de Operación (Red Oriental)

Distrito	Trabajo en Estaciones Jefe del Distrito, etc.	Maquinista, etc.			Total
		Maquinista	Auxiliar Conducción	Subtotal	
Guaracachi	28	38	20	58	86
San José	3	4	5	9	12
Robore	10	14	12	26	36
Quijarro	7	1	2	3	10
San Antonio*1	2	-	-	-	2
Yacuiba	7	8	9	17	24
Santa Rosa*2	1	1	-	1	2
Total	58	66	48	114	172

*1 Inspector: 2

*2 Inspector: 1

(2) Resultados Reales de la Operación de Trenes, etc.

1) Resultados Reales de Operación

El plan de transporte y sus resultados reales son como se muestra en el *Cuadro 3-3-4*, donde se observa que se han ejecutado el 90% del plan.

Cuadro 3-3-4 Plan de Transporte y Sus Resultados Reales (1989)

Redes	Clases de Tren		Frecuencia de Trenes (trenes/año)			Tren-kilómetro (km/año)			Observación
			Plan	Resultados Reales	%	Plan	Resultados Reales	%	
Andina	Coche de Pasajeros	Ferrobús	1.076	882	82	531.723	436.013	82	
		Expreso	114	110	96	92.521	88.820	96	
		Pasajero	707	653	92	468.114	430.665	92	
		Mixto	473	420	89	120.392	107.149	89	
		Total	2.370	2.065	87	1.212.750	1.062.647	88	
	Coche de Pasajeros Extra-ordinario	Ferrobús		70			36.604		
		Expreso		6			5.076		
		Pasajero		19			12.033		
		Mixto		3			760		
	Total		98			52.473			
	Total de Coches de Pasajeros		2.370	2.163	91	1.212.750	1.115.120	92	
	Tren de Carga Regular	Directos	8.050	5.043	63	1.092.756	905.542	83	
		Repartos	611	518	85	155.000	122.832	79	
		Total	8.661	5.561	64	1.247.756	1.028.374	82	
Tren de Carga Extra-ordinario	Directos		2.206			168.871			
	Repartos		2			474			
Total		2.208				169.345			
Total de Trenes de Carga		8.661	7.769	90	1.247.756	1.197.719	96		
Total de la Red Andina		11.031	9.932	90	2.460.506	2.312.839	94		
Oriental	Coche de Pasajeros Regular	Ferrobús	621	307	49	365.409	180.387	49	Incluye pasajeros
		Expreso	771	719	93	453.915	423.261	92	
		Mixto	624	576	92	367.848	339.552	93	
		Total	2.016	1.602	79	1.187.172	943.200	79	
	Coche de Pasajeros Extra-ordinario	Ferrobús		65			38.907		Incluye pasajeros
		Expreso		68			40.086		
		Mixto		30			17.685		
		Total		163			96.678		
	Total de Coches de Pasajeros		2.016	1.765	88	1.187.172	1.039.878	88	
	Tren de Carga Regular	Directos	786	386	49	476.578	227.547	48	
		Repartos	-	-	-	-	-	-	
	Total	786	386	49	476.578	227.547	48		
	Tren de Carga Extra-ordinario	Directos		165			100.045		
		Repartos		-			-		
Total		165			100.045				
Total de Trenes de Carga		786	551	70	476.578	327.592	69		
Total de la Red Oriental		2.802	2.316	83	1.663.750	1.367.470	82		
Coche de Pasajeros		4.386	3.928	90	2.399.922	2.154.998	90		
Tren de Carga		9.447	8.320	88	1.724.334	1.525.311	88		
Total General		13.833	12.248	89	4.124.256	3.680.309	89		

2) Coeficiente de Ocupación de Plazas, Coeficiente de Utilización de la Capacidad, etc.

a) Tren de Pasajeros

① Coeficiente de Ocupación de Plazas (asientos)

El coeficiente de ocupación de plazas del tren de pasajeros (la proporción del número de pasajeros que ocupan el número de asientos) es de 73% en promedio. (Ver a Apéndice 3-3-2)

② Onda Cinemática del Transporte

La onda cinemática del transporte de pasajeros por mes es de 135% en promedio. (Ver a Apéndice 3-3-3)

b) Tren de Carga

① Coeficiente de Utilización de la Capacidad

Tal como se muestra en el Cuadro 3-3-5, el coeficiente de utilización de la capacidad del tren de carga es del 70% en promedio.

Cuadro 3-3-5 Coeficiente de Utilización de la Capacidad del Tren de Carga (1988) (Según el Anuario Estadístico)

Item	Exportación		Importación	Tránsito	Transporte Local	
	Mineral	Carga General	Carga General		Mineral	Carga General
A. Carga Media por Vagón (tonelada/vagón)	34,2	28,5	24,8	26,4	37,1	20,9
B. Capacidad promedio por Vagón (tonelada/vagón)	40	40	40	40	40	40
C. Coeficiente de Utilización de la Capacidad (A/B) (%)	0,86	0,71	0,62	0,66	0,92	0,52
D. Coeficiente de Utilización de la Capacidad (Promedio (%))	0,71				0,72	

② Onda Cinemática del Transporte

La onda cinemática del transporte de carga es de casi 130% como se muestra en Cuadro 3-3-6.

Cuadro 3-3-6 Onda Cinemática de Transporte de Toda la Carga (1988)

Mes	Red Andina		Red Oriental		ENFE	
	Tonelada	%	Tonelada	%	Tonelada	%
3	47.203	106	26.348	94	73.551	101
4	<u>53.428</u>	<u>120</u>	26.132	93	79.560	109
6	45.808	103	<u>46.421</u>	<u>165</u>	<u>92.229</u>	<u>127</u>
Promedio Anual	44.529	100	28.172	100	72.701	100

③ Coeficiente de Vagón Vacío

El coeficiente de vagón vacío del tren de carga (la proporción del vagón vacío dentro del número de vagones remolcados) es de casi 39% en promedio de unos 2.600 trenes. (Ver a Apéndice 3-3-4)

④ Ciclo de Rotación en días

El ciclo de rotación de los vagones de carga (número de días desde el carguío de mercancías hasta el siguiente carguío) oscila mucho entre 5 y 40 días, pero es más o menos el siguiente:

Cuadro 3-3-7 Ciclo de Rotación de los Vagones

Año	Red	ENFE	Vagón Particular	Promedio del Número de Días
1988	Red Andina	17,4	14,2	15,5
	Red Oriental	13,3	69,9	41,6
1989	Red Andina	Exportación e Importación (Chile, Argentina)		13,5

⑤ Propiedad de los Vagones de Carga para Exportación e Importación

La propiedad de los vagones de carga para exportación e importación de los ferrocarriles de los países extranjeros es como sigue:

Cuadro 3-3-8 Propiedad de los Vagones de Carga para Exportación e Importación

Propiedad	Número de Vagones/Mes	%
ENFE	233,5	63,1
Vagones Extranjeros	136,8	36,9
Total	370,3	100,0

La proporción entre vagones cargados y vagones vacíos es el siguiente:

Cuadro 3-3-9 Propiedad de Vagones para Exportación e Importación y Coeficiente de Vagones Vacíos (mayo de 1990)

Propiedad	Número de Vagones Cargados	Número de Vagones Vacíos	Total	Coeficiente de Vagones Vacíos	Proporción de Pertenencia
ENFE	690	612	1.302	47,0%	66,2%
Vagones Extranjeros	312	354	666	53,2%	33,8%
Total	1.002	966	1.968	49,1%	100,0%

3) Situación del Retraso de Trenes

La situación del retraso de trenes en 1988 es de unas 2 horas y 50 minutos por tren del conjunto de los trenes y de unas 4 horas y 50 minutos por tren fuera de horario. En 1989, el retraso es de 3 a 4 horas y media en la Red Andina. Con tal situación, no se puede decir que se realiza un transporte estable.

Cuadro 3-3-10 Situación del Retraso de Trenes (1988)

Redes	Frecuencia de Servicio (trenes/año)	Servicio a Horario (trenes/año)	Tren fuera de Horario		Minutos Totales de Retraso (minutos/año)	Minutos de Retraso por Tren	
			(trenes/año)	%		Por Todos los Trenes (minutos/tren)	Por Tren fuera de Horario (minutos/tren)
Andina	6.772	1.839	4.933	73	1.335.946	3:17	4:31
Oriental	2.274	1.922	352	15	192.916	1:25	9:08
Total	9.046	3.761	5.285	58	1.528.862	2:49	4:49

4) Situación General de Accidentes de Operación

Los accidentes no están aclarados en ENFE, pero la situación de accidentes ocurridos tales como colisiones, descarrilamientos, etc. se muestra en el Cuadro 3-3-11.

Cuadro 3-3-11 Situación de Accidentes Ocurridos

Red Andina						
Año	(1) Accidentes en los pasos a nivel, etc.	(2) Accidentes de colisión	(3) Accidentes de descarrilamiento	(4) Accidentes de impedimento	(5) Muertos	(6) Heridos
1988	46	37	754	835	9	41
1989	48	31	829	906	8	19

Red Oriental						
Año	(1) Accidentes en los pasos a nivel, etc.	(2) Accidentes de colisión	(3) Accidentes de descarrilamiento	(4) Accidentes de impedimento	(5) Muertos	(6) Heridos
1988	57	10	220	321	21	47
1989	19	1	229	0	5	0

De estos accidentes, más de 30 accidentes son de colisión y más de 1.000 accidentes de descarrilamiento. No se ha aclarado si estos accidentes fueron originados por los trenes o a los vagones y tampoco si se deben a errores de manejo del personal. De todos modos, se puede decir que muchos accidentes tienden a ocurrir para obstruir la circulación de trenes.

(3) Sistema de Seguridad de la Operación

El sistema de seguridad de la operación de ENFE que constituye el fundamento de la operación de trenes, es el siguiente:

1) Sistema de Bloqueo

El sistema de bloqueo en ENFE es el "sistema de bloqueo telefónico" llamado "sistema tableta", tomando el tramo entre estaciones como un tramo de bloqueo debido a que toda la línea es la sección de vía sencilla. Hay dos sistemas de bloqueo:

a) Bloqueo Absoluto:

Sistema que permite la operación de sólo un tren en una sección entre dos estaciones consecutivas (Signo abreviado: A)

b) Bloqueo Permisible

Sistema para permitir la operación de 2 trenes en una sección entre dos estaciones consecutivas, hacia la misma dirección y con un intervalo de unos 10 minutos entre trenes (Signo abreviado: P)

Además de dichos sistemas, están instalados los equipos de bloqueo del "sistema bastón" (bloqueo con bastón-piloto) en algunas secciones entre La Paz y Uyuni, (sistema staff).

El manejo del sistema "tableta", se realiza de acuerdo a los siguientes procedimientos: después de que los jefes de las estaciones vecinas se han consultado mutuamente, llenan el

número de permiso y los ítems requeridos en un paso con el permiso del regulador de trenes (que designa el número), y lo entrega al maquinista a través del conductor y/o directamente.

Por eso, aún en caso de un tren de pasada, la circulación es a la velocidad de menos de 20 km/h al pasar por la estación.

Como un paso general, se usa el de color blanco. para el tren sucesivo en el tramo permisible y para el entrante en el tramo que llama la atención, se usa el paso de color rojo. En caso de que se necesite provisionalmente el cruzamiento de trenes en un tramo de bloqueo, se entrega un paso de color blanco marcado con una cruz roja.

Especialmente, hay que prestar atención a que tramos de bloqueo se cambian con facilidad cuando haya marcha especial de trenes, y a que estaciones sin personal o estaciones sólo con vías de servicio se designan como estaciones límite de bloqueo.

El sistema de bloqueo por cada tramo se muestra con los datos del Plan de Transporte y del Plan Maestro (Apéndice 8-2-7).

2) Sistema de Señalización

El que podría llamarse el equipo de seguridad de operación en estaciones, etc. es sólo la señal de aguja, y generalmente no están instalados los equipos que puedan llamarse la "señalización".

Según el reglamento de ENFE, la definición de la "señalización" es el siguiente:

Definición: El conjunto de aparatos y signos claros se llama señales.

Clasificación: Las señales se clasifican en: fijas, transitorias, con brazos, banderas, luces de color, campana, pito de boca, silbato y petardos.

Por tanto, cuando los maquinistas entran en una estación o salen de ella, confirman la señal de aguja como señalización para la operación. Sin embargo, están bien equipados con señales que dividen una estación y un tramo comprendido entre estaciones, señales de aproximación a estaciones, postes kilométricos y señales de aproximación a túneles, puentes, etc.

3) Sistema de Enclavamiento

No están instalados los llamados "dispositivos de enclavamiento" que tienen cadenas entre semáforos o entre semáforos y agujas.

4) Otros

No hay equipos auxiliares tales como ATS (dispositivo de parada automática de los trenes), y pasos a nivel no están tampoco protegidos.

(4) Sistema de Control de la Operación

En las Gerencias de Oruro de la Red Andina y de Santa Cruz de la Red Oriental están instalados los Puestos de Mando de operación para controlar los trenes en toda la línea.

Los puestos de mando tienen además del jefe de control, los reguladores de trenes, de locomotoras, de rotación de coches y de las instalaciones. Trabajan en tres turnos durante las 24 horas para dar instrucciones y transmitir informaciones mediante teléfonos, radios, etc.

(5) Capacidad de la Línea

Todos los tramos de vías de ENFE son de vía sencilla. Por eso la circulación de trenes adicionales debe realizarse mediante la ejecución de diversas medidas para el futuro, se calcula en términos generales la capacidad de la línea.

Los resultados son los siguientes. En los datos del Plan de Transporte y del Plan Maestro (Apéndice 8-2-7) se muestra la capacidad de la línea de todos los trayectos.

En la actualidad, no hay tramos que causen problemas especiales, pero entre Oruro y Aiquile y entre Río Mulato y Sucre bajo la jurisdicción de la Red Andina hay trayectos con pequeña capacidad de la línea de 6 a 11 servicios.

Se han obtenido estos valores tomando como límite de bloqueo sólo las estaciones donde es posible el cruzamiento de trenes, así que serán diferentes mediante el incremento de la velocidad de marcha, etc. Por eso, son puntos de referencia para fijar el gráfico de circulación y establecer el plan de mejoramiento.

(6) Problemas Actuales y Dirección de Mejoramiento

Al introducir diversas medidas de rehabilitación y modernización en el futuro, los puntos a que se debe prestar especialmente atención son los siguientes:

1) Sistema de Seguridad de la Operación

Ya que el transporte por ferrocarril se realiza en cantidad y a alta velocidad, es indispensable establecer el sistema de seguridad en la operación de trenes para asegurar su seguridad y estabilidad.

El sistema actual de seguridad de la operación de ENFE se realiza sólo mediante la manipulación del personal, se carece de equipos mecánicos para este propósito.

Por eso, será necesario rehabilitar y modernizar el sistema prestando atención a los siguientes 3 puntos:

① Composición y Establecimiento del Sistema de Seguridad de Operación

Para desplegar las características del ferrocarril en el futuro, será necesario introducir las medidas de mecanización y modernización a un determinado nivel. En este caso, es importante tratar de armonizar la repartición entre la manipulación del personal y la mecanización para establecer el sistema de operación.

El sistema de alarma de diversas clases tales como bloqueo, señalización, enclavamiento, paso a nivel, etc. está relacionado directamente con la operación de trenes, así que es necesario examinar y arreglar sin demora los asuntos fundamentales descrito en ② y ③.

② Establecimiento de los Asuntos Fundamentales

Es necesario determinar el "rendimiento de la operación de trenes" que constituye el fundamento en la composición del sistema de seguridad de la operación, especialmente el valor crítico de la distancia de frenado de emergencia.

Basado en este concepto, se componen el establecimiento de tramos de bloqueo, el detalle del sistema de señalización y del enclavamiento, y aún más el sistema de alarma de paso a nivel, etc.

③ Establecimiento de Detalles del Sistema

En cuanto a cada elemento que compone el sistema de operación, por ejemplo bloqueo, señalización, enclavamiento, etc. y por lo menos para los siguientes asuntos, es importante tener establecidas la definición y la concepción básica:

Por ejemplo: "señalización, señal, tablero", "tren, material rodante", "vía principal, vía principal subsidiaria, vía de servicio", etc.

2) Sistema de Control de la Operación

El sistema de mando actual de ENFE consta principalmente de la colección y registro de resultados reales de servicio que debido a defectos en la transmisión de informaciones, no corresponde necesariamente a las órdenes originales de mando y juicio de los agentes encargados de la regulación del tráfico.

Los agentes encargados de la regulación del tráfico deben establecer un sistema para que puedan comprender bien el plan diario de operación de trenes, el plan de rotación de vagones que acompaña a éste y aún más el plan de mantenimiento de vagones y vías, etc. y responder a las situaciones anormales.

Por ejemplo, con el aumento de frecuencia de servicio de trenes para el futuro, es urgentemente necesario que se establezca un sistema para ejecutar órdenes de mando según el "horario de plan de ejecución" preparado por los agentes mismos, además del "diagrama base de trenes".

3) Establecimiento del Sistema de Prevención de Accidentes

En las operaciones de transporte tienden a ocurrir muchos accidentes realmente graves tales como colisión de trenes o vagones, descarrilamiento de trenes, etc.

Por eso, es necesario clasificar estos accidentes en "los que se deben al error de manejo del personal", "los que se deben a los desastres", etc. y analizarlos para que se proyecten y ejecuten como medidas humanas y materiales.

Al clasificar y analizar los accidentes, es necesario tener establecida la definición de "trenes y vagones", "señalización y tablero", etc. que se han mencionado antes. Definiéndolos claramente, se establecen necesariamente las medidas preventivas de accidentes.

Sin embargo, al proyectar y ejecutar estas medidas, es necesario comprender bien la situación del sistema y del equipo actuales. Además, se desea que se establezca el sistema correspondiente de los agentes y se arregle como datos generales la situación de equipos en tramos de vías, incluyendo el esquema de cableado, desde el punto de vista de educación y capacitación del personal de estación, conductores, etc.

3-4 Material Rodante

(1) Estado Actual del Material Rodante

De manera general, ENFE tiene dos Redes. En la Red Andina, la pendiente máxima es de 38,5% y el radio mínimo de curvatura de 72 m. Por otra parte, las condiciones son muy diferentes en la Red Oriental, donde la pendiente máxima es de 10% (34% en una parte limitada) y el radio mínimo de curvatura de 250 m. Debido a que no hay empalme entre ambas redes, los vagones no pueden circular recíprocamente.

Los coches y vagones de la vía principal son remolcados por locomotoras Diesel (LDE). En la Red Andina se usan dos clases; Tipo 1000 y Tipo 900 (de fabricación japonesa). Su forma de disposición de los ejes es Bo-Bo-Bo. Por otra parte, la Red Oriental usa dos clase Tipo U-20 (equivalente al Tipo 1000) y Tipo U-10 (equivalente al Tipo 900) (fabricación de GE Brasil). Su forma de disposición de los ejes es Co-Co para el Tipo U-20 y Bo-Bo para el Tipo U-10.

En cuanto a las locomotoras de maniobras, ambas redes usan locomotoras Diesel-hidráulicas (LDH), de dos clases: Tipo 800 y Tipo 500 (de fabricación japonesa).

En cuanto al ferrobús Diesel, se usa una clase Tipo 300 (fabricación de FERROSTAL de Alemania). Con el mismo sistema que el automóvil, el control de velocidad es mediante el cambio de engranajes. Están en servicio con unidades de 2 coches: un coche automotor y un coche remolcado. Pero, en la vía a Arica con gran pendiente se usa sólo el coche automotor. Ya que el coche automotor está provisto de un sólo comando (cabina del motorista), es necesario un desvío con un triángulo de inversión para el cambio de dirección de marcha. Debido a que el sistema no permite el mando múltiple, no se puede alargar su formación. Esto impedirá la eficiencia de la operación en el futuro.

La longitud de los coches es de 18 m en la Red Andina y de 20 m en la Red Oriental. En cuanto a la longitud del vagón de carga no hay diferencia entre ambas redes.

Así, las condiciones de vía se presentan mucho en la calidad y norma de los coches de ambas redes.

Los ítems principales de los coches se muestran detalladamente en el Apendice 3-4-1.

1) Parque de Material Rodante y Número Disponible

El parque de material rodante de ENFE se muestra en el *Cuadro 3-4-1*. En el *Cuadro 3-4-2* se muestra también el número del material rodante disponible, exceptuando el número del que no puede usarse a largo plazo debido a los accidentes e inconvenientes. Según éste, el número del material rodante que puede usarse realmente es el siguiente: locomotoras para el servicio en la vía principal Tipo 1000 75%, tipo 900 80%, locomotoras de maniobras 40% y ferrobuses 59%.

Cuadro 3-4-1 Parque de Material Rodante

Clase del Material Rodante	Red Andina	Red Oriental	Total
Locomotoras de línea			
Tipo 1000 (U-20)	16	8	24
Tipo 900 (U-10)	20	9	29
Total	36	17	53
Locomotoras de Maniobras			
Tipo 800	4	2	6
Tipo 500	4		4
Total	8	2	10
Ferrobús			
Tipo 300	8	14	22
Coche	146	35	181
Vagones de Carga	1.318	714	2.032

Cuadro 3-4-2 Número de Material Rodante Disponible

Agosto de 1990

(Unidad: Número de Material Rodante)

Locomotoras de Línea

Tipo	Red	Número Efectivo	Número Inmovilizado	Número de Accidentadas	Número Disponible
1000 (U-20)	Red Andina	16	2	3	11
	Red Oriental	8	0	1	7
	Total	24	2	4	18
900 (U-10)	Red Andina	20	3	1	16
	Red Oriental	9	0	1	8
	Total	29	3	2	24

Locomotoras de Maniobras

Tipo	Red	Número Efectivo	Número Inmovilizado	Número de Accidentadas	Número Disponible
800	Red Andina	4	2	0	2
	Red Oriental	2	1	0	1
	Total	6	3	0	3
500	Red Andina	4	3	0	1
	Red Oriental	0	0	0	0
	Total	4	3	0	1

Ferrobuses

Tipo	Red	Número Efectivo	Número Inmovilizado	Número de Accidentadas	Número Disponible
300	Red Andina	8	0	1	7
	Red Oriental	14	8	0	6
	Total	22	8	1	13

Nota: El número de ferrobús se refiere al total de coche automotor y coche remolcado, por lo tanto el número disponible se reduce a la mitad.

2) Número de Años de Uso del Material Rodante

La vida útil de las locomotoras no está generalmente aclarada, pero según la situación real en Japón, las usadas más o menos por 25 años son especialmente mantenidas y conservadas (reparadas para la renovación) o radiadas. Además, antes de transcurrir 25 años, se ejecutan la inspección y reparación periódicas y premeditadas junto con el juicio técnico para tratar de prolongar la vida útil de las mismas.

Todas las locomotoras de Tipo 900 de DEL para la vía principal, las de maniobras de Tipos 800 y 500, y los autocarriles de Tipo 300 anticuado se han usado por 22 a 23 años, presentando su estado de desgaste por envejecimiento. El demás material rodante se ha usado por 12 a 13 años, todavía no presentando el estado de desgaste por envejecimiento. En *Cuadro 3-4-3* se muestran los años transcurridos en el uso de los coches automotores.

Cuadro 3-4-3 Años de Uso del Material Tractivo

Tipo		Años de Uso	Número del Material Tractivo
1000	De línea	12	16
U-20	De línea	13	8
900	De línea	* 22	20
U-10	De línea	13	9
800	De maniobras	* 22	6
500	De maniobras	* 22	4
300 (Antiguo)	De línea	* 23	14
300 (Nuevo)	De línea	12	8

Nota: * 20 años de uso.

El parque de vagones de carga es de 2.032 vagones y separados en dos clases para la carga internacional y la nacional (incluidos los vagones ENFE). Para la carga internacional son 1.327 vagones, correspondiendo al 68% del total de los vagones. De éstos, los vagones cubiertos llegan a 1.088 (88%). De los vagones para la carga nacional, la mayoría son los más usados o los especiales.

Desde el punto de vista de los años de su uso, los usados por más de 30 años llegan a unos 40%, así que es necesario renovarlos para hacer frente al aumento del volumen de transporte y a la circulación a más alta velocidad en el futuro. En los Cuadros 3-4-4 y 3-4-5 se muestran la distribución de años de uso y el número de los vagones para la carga internacional y la nacional.

Cuadro 3-4-4 Distribución según Años de Uso de los Vagones de Carga

Años de Uso	Número de Vagones	Proporción del Total (%)
0-10	103	5,0
11-20	1.103	54,3
21-30	18	0,9
31-40	163	8,0
41-60	645	31,7

Cuadro 3-4-5 Número de los Vagones para la Carga Internacional y la Nacional

(Unidad: Vagón)

	Red Oriental	Red Andina	Total por Clase
Para la Carga Nacional	496	876	1.372
Para la Carga Internacional	218	442	660
Total por Red	714	1.318	2.032

3) Estado de Utilización del Material Tractivo de Línea

Han transcurrido 22 años desde la fabricación de las locomotoras Tipo 900 para la vía principal de la Red Andina, llegando al límite de su desgaste por envejecimiento. Debido a esto y a los problemas técnicos de mantenimiento, ambos Tipos 900 y 1000 tienen muchas averías. Ya que también debido a los accidentes de descarrilamiento y colisión, las locomotoras están paradas por largo tiempo en reparación. Por esta razón, la tasa de operación es baja, disminuyendo la rotación. En los *Figs. 3-4-1* y *3-4-2* se muestra la tasa de operación de LDE (Tipo 1000 y Tipo 900) durante 3 años (1986 a 1988). Según estos datos, la tasa de operación baja año tras año desde 1986, situándose por debajo del 50%. El material rodante en servicio es el que puede ofrecerse en la línea explotada y el material rodante fuera de servicio es el que no puede disponerse debido a las averías del mismo o a los accidentes. En los *Cuadros 3-4-6* y *3-4-7* se muestra la relación entre el recorrido y la hora de operación del motor del equipo tractivo.

Cuadro 3-4-6 Relación entre Recorrido y Hora de Operación del Motor del Equipo Tractivo

(Red Andina: 1987)

Tipo del Equipo Tractivo	Recorrido (km) por día y por unidad	Hora de Operación del Motor (H) por día y por unidad	km/h
	(A)	(B)	(A/B)
LDE 1000	376,8	16,5	22,8
LDE 900	237,0	14,7	16,1
FB 300	230,2	5,8	39,6

(Red Andina: 1988)

Tipo del Equipo Tractivo	Recorrido (km) por día y por unidad	Hora de Operación del Motor (H) por día y por unidad	km/h
	(A)	(B)	(A/B)
LDE 1000	338,3	14,3	23,6
LDE 900	238,7	13,6	17,5
FB 300	149,7	3,9	38,3

Cuadro 3-4-7 Recorrido Anual del Equipo Tractivo por Tipo

1987

(Unidad: km)

Tipo del Equipo Tractivo	Red Oriental		Red Andina	
	Recorrido Anual	Por Unidad	Recorrido Anual	Por Unidad
LDE 1000	557.067	69.633	1.201.122	100.094
LDE 900	617.031	68.559	832.955	55.530
FB 300	388.864	77.773	403.261	43.207
LDE Total	1.174.098		2.034.077	
FB Total	388.864		403.261	

1988

(Unidad: km)

Tipo del Equipo Tractivo	Red Oriental		Red Andina	
	Recorrido Anual	Por Unidad	Recorrido Anual	Por Unidad
LDE 1000	568.782	71.098	1.007.611	83.967
LDE 900	637.064	70.785	878.346	58.556
FB 300	361.217	45.152	217.311	45.152
LDE Total	1.205.846		1.885.957	
FB Total	361.217		217.311	

Nota: El número de ferrobuses comprende los coches automotores y coches remolcados, así que el número de unidades disponibles se reduce a la mitad.

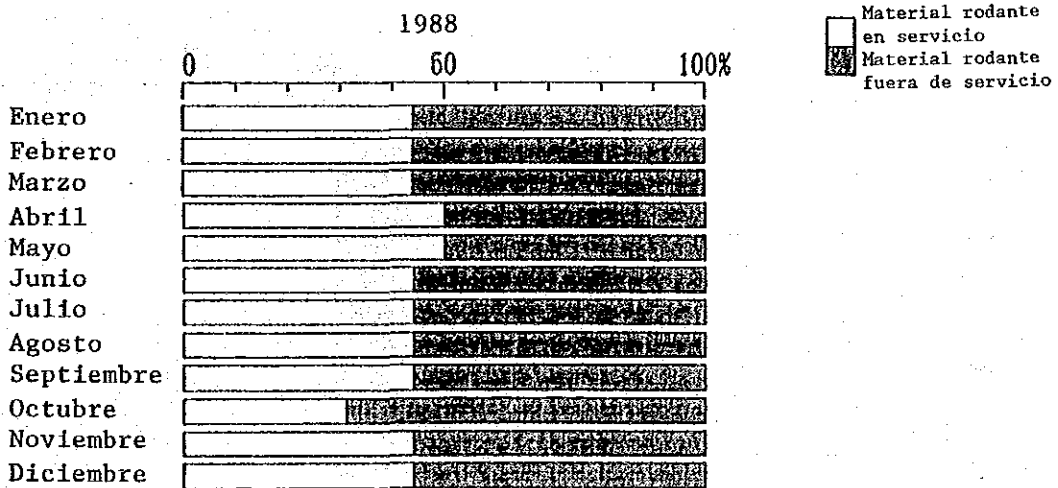
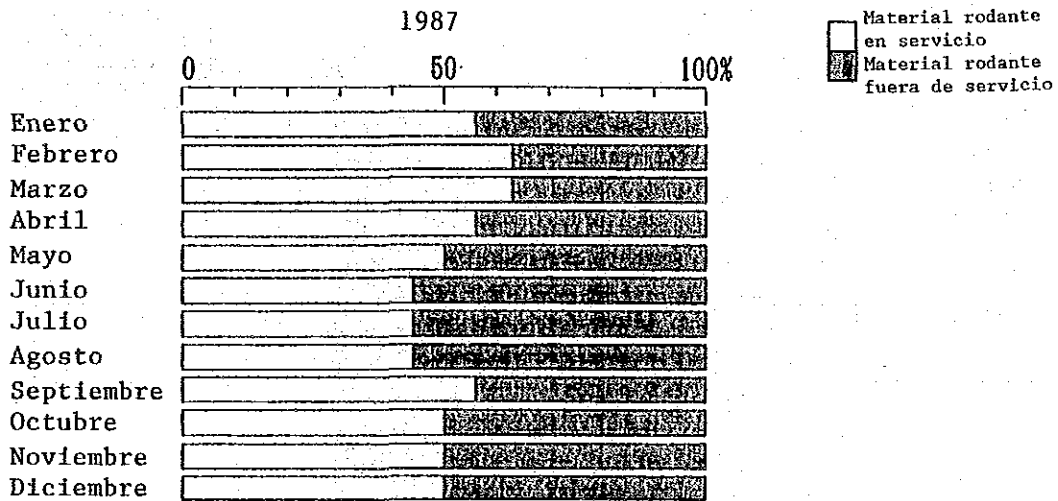
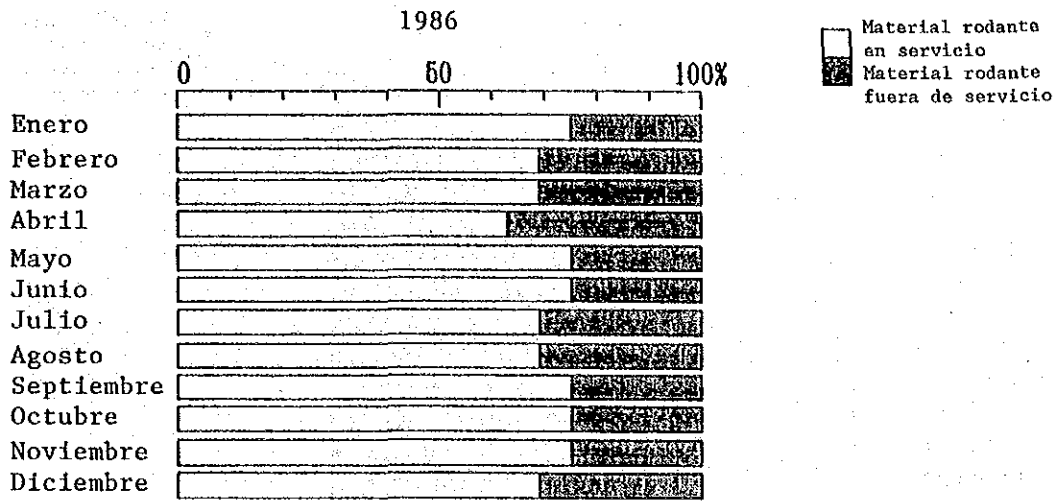


Fig. 3-4-1 Tasa de Operción de LDE (Tipo 1000) para Vía Principal

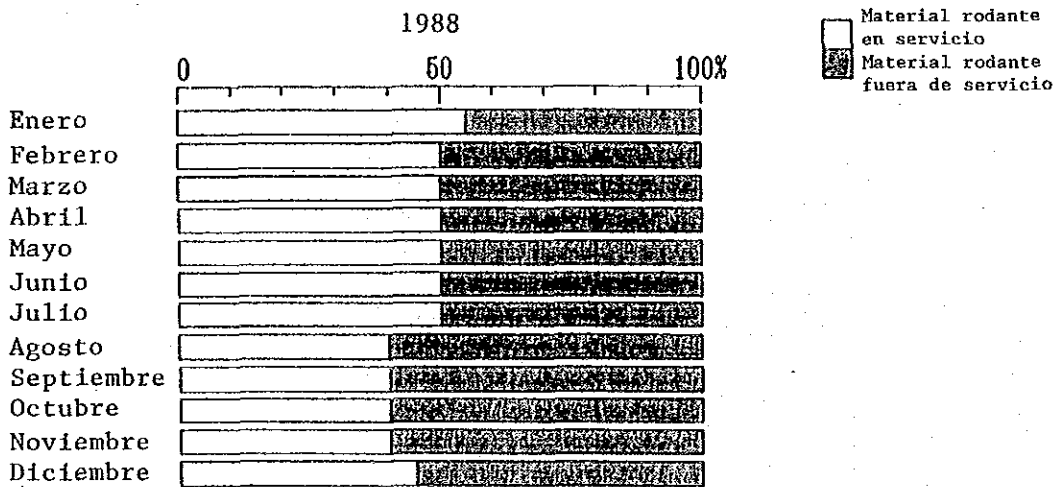
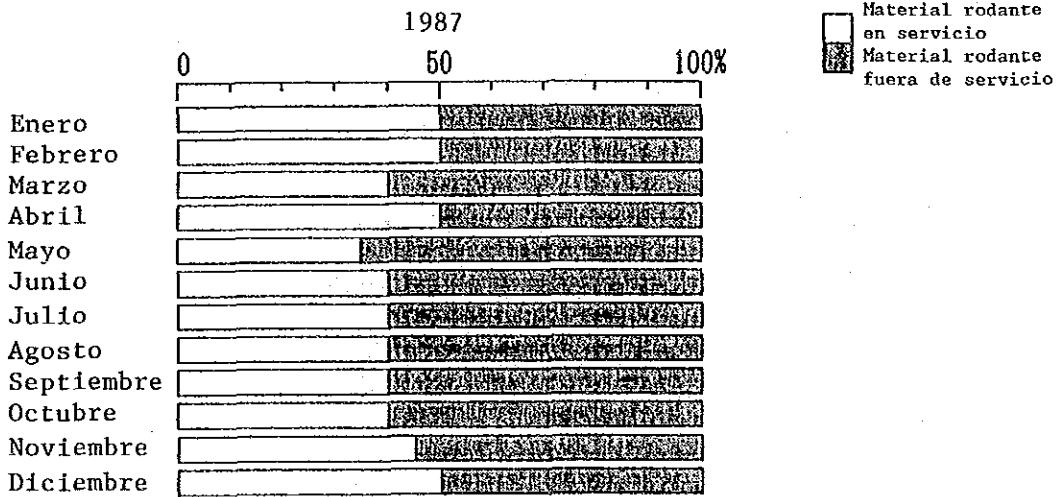
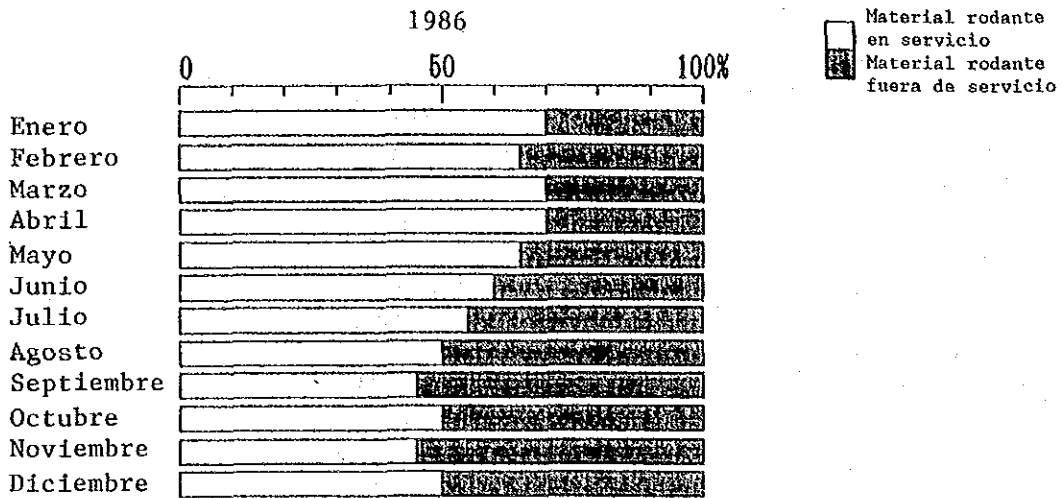


Fig. 3-4-2 Tasa de Operación de LDE (Tipo 900) para Vía Principal

4) Accidentes de Operación y Material Rodante

Observando la situación de accidentes de operación en 1988, se detecta 47 colisiones, 974 descarrilamientos, etc. Este número de accidentes se considera anormal, y sin embargo este valor continua alto sin variar cada año.

El transporte seguro y estable de pasajeros y mercancías es la misión del ferrocarril. Por eso, hay que hacer desaparecer los accidentes que puedan producir muertos y heridos. Por otra parte, el material rodante que transporta pasajeros y mercancías tiene un precio muy alto y además, su vida útil dura mucho tiempo de 20 a 30 años. En caso de accidentes del material rodante, un solo accidente puede conducir muchas veces a que se radie al instante. Por otra parte, tanto el material rodante nuevamente rehabilitado como el que acabará pronto su vida útil por desgaste o por envejecimiento están en condiciones totalmente idénticas. Aunque no llegue a radiarse, es difícil reparar estas unidades para que su calidad vuelva al estado original de cuando se fabricó. Además, la reparación ocasiona enormes gastos y mucho tiempo, mientras que la falta del material rodante tiene una influencia muy grande en el servicio.

En el Cuadro 3-4-1 se muestra la situación de LDE que sufrió daños y su reparación se completará después de 1988 o está todavía en reparación. Hay 17 locomotoras de ambos tipos 1000 y 900, correspondiendo al 47% del parque de las mismas. Si se incluye el número de las reparadas hasta entonces, esta proporción parece que se aumentará aún más.

La reparación que más costó requirió de un período largo de 4.064 días (11 años). Este tiempo corresponde a la mitad de la vida útil del material rodante. La disminución y eliminación de los deficiencias darán lugar al aumento del número de LDE disponibles, lo cual es el problema más urgente de ENFE.

5) Averías del Material Rodante

Fundamentalmente se realizan inspecciones y reparaciones del material rodante tomando en consideración lo siguiente:

- * Asegurar el transporte seguro y estable
- * Elevar la eficiencia de utilización del material rodante
- * Disminuir los gastos de inspección y reparación del material rodante

Para este propósito, es necesario recoger y analizar los resultados reales e informaciones para reexaminar constantemente la inspección y reparación del material rodante. Estos resultados reales e informaciones sobre la inspección y reparación del material rodante y los de averías del mismo, son datos especialmente importantes para su mantenimiento y control.

En el caso de ENFE, no está establecido un sistema organizado para prevenir la repetición de los accidentes ocurridos y adoptar contramedidas frente a los mismos. Debido a esta falencia, no se han disminuido las averías. Tiene poco sentido indicar que estas averías influyen negativamente en la línea explotada. Es necesario establecer sin demora un sistema para precaverse contra la repetición de las averías del material rodante y disminuirlas.

Según los datos de la Red Andina de 1988, el número de averías del material rodante ocurridos en la línea, que retrasaron los trenes y requirieron mucho tiempo para la reparación es de 119 casos para LDE (Tipos 1000 y 900). En el Japón, de las averías del material rodante que ocurren en la línea, las que causan el retraso de más de 10 minutos o la suspensión de los servicios y la circulación en vacío, son considerados como fallas que estorban mucho el servicio. El número de casos se manifiesta por cada millón de kilómetros. Para los motores de combustión interna de JR (Ferrocarriles Nacionales del Japón) en 1988 es de 2,48 casos.

Con las cifras de ENFE, ya que el kilometraje total de LDE (Tipos 1000 y 900) es de 1.880.000 kilómetros, se calcula unos 100 casos, y con el promedio de casos unas 48 veces. Aplicándolo estrictamente, parece que se obtendría más que dicho valor. En el Cuadro 3-4-8 se muestra la situación de las reparaciones de LDE.

Cuadro 3-4-8 Situación de Reparaciones de Avería

(Tipo 1000)

Número de Locomotora	Fecha de las Averías	Fecha de Terminación de Reparaciones	Número de Días Requeridos
1014	83/10	90/ 7	2.474
1013	85/ 8	89/ 7	1.440
1017	86/ 8	90/ 7	1.626
1016	86/12	90/ 7	1.333
1019	87/ 2	89/ 2	726
1010	88/ 7	90/ 7	731
1008	88/ 9	90/ 7	675
1018	90/ 4	90/ 7	101

(Tipo 900)

Número de Locomotora	Fecha de las Averías	Fecha de Terminación de Reparaciones	Número de Días Requeridos
956	84/12	88/10	1.381
969	86/ 8	90/ 7	1.430
958	87/ 1	88/10	632
968	87/10	88/ 2	112
970	88/ 1	90/ 7	916
951	88/ 9	90/ 3	552
954	90/ 4	90/ 7	113

(2) Mantenimiento del Material Rodante

1) Sistema de Mantenimiento

El sistema de mantenimiento del material rodante en la Redes Andina y Oriental es la siguiente: En la Red Andina, las locomotoras, después de reparados en la Maestranza de Viacha, y los coches de pasajeros y vagones de carga, después de reparados en la Maestranza de Uyuni, son objeto de un examen de rutina e inspección periódica en el Centro de Mantenimiento de Locomotora y en cada taller dependiente del Dpto. de Tracción de Oruro. Pero, los ferrobuses se reparan después del examen de rutina y la inspección periódica, en la Maestranza de La Paz que pertenece también a Tracción de Oruro. En la Red Oriental, las locomotoras se reparan en la Maestranza de Guaracachi, donde se ejecutan después todos los exámenes de rutina e inspecciones periódicas. Los coches de pasajeros y vagones de carga se reparan en la Maestranza de Roboré, y después se realizan la inspección periódica y mantenimiento en la Maestranza de Guaracachi.

El mantenimiento de todo el material rodante y equipo pesado del ferrocarril se realizan en las maestranzas propias de ENFE. Por eso, aunque se trate de la maestranza de locomotoras (por ejemplo: Maestranza de Guaracachi), se realizan inspección y reparación de los tractores, volquetes, maquinaria y equipo de canteras. Respecto a las cosas que pueden repararse fuera de las maestranzas tales como maquinaria industrial, será necesario considerar para el futuro y en el momento en que haya tal posibilidad teniendo en cuenta la eficiencia económica.

En las maestranzas de apoyo de la Red Andina (Maestranzas de Cochabamba, Tupiza, Machacamarca y Sucre) se producen piezas para el material rodante, pero estas maestranzas no son eficientes debido a que están demasiado dispersas. Es necesario tratar de reunir las en un solo lugar, preferiblemente en la Maestranza de Uyuni, considerando su conveniencia desde el punto de vista de la adaptabilidad rápida y del control técnico. La Red Andina tiene 8 coches motor

ferrobús, ejecutando en la Maestranza La Paz la inspecciones periódicas y reparaciones en general. Pero, si se aumenta el número de ferrobuses, dicha maestranza resultará estrecha para la inspección y reparación, así que será necesario trasladar el servicio de talleres y depósitos a otro lugar. En el Cuadro 3-4-9 se muestra la distribución de trabajo en las maestranzas y puestos de mantenimiento.

Cuadro 3-4-9 Distribución del Trabajo

Red Andina	
Maestranza Viacha	Mantenimiento y reparación de locomotoras
Maestranza Uyuni	Mantenimiento, reparación y fabricación de coches de pasajeros y vagones de carga
Departamento de Operación de Oruro	
Centro de Conservación de Locomotoras Oruro	Inspección y reparación de locomotoras
Maestranza La Paz	Mantenimiento, inspección y reparación de ferrobuses
Maestranza Cochabamba	Examen de rutina de locomotoras y ferrobuses
Maestranza Sucre	Inspección y reparación de coches de pasajeros y vagones de carga
Maestranza Machacamarca	Inspección y reparación de autocarriles Mantenimiento y reparación de maquinaria pesada y ligera
Maestranza Tupiza	Fabricación de piezas para el material rodante
Red Oriental	
Maestranza Guaracachi	Mantenimiento, inspección y reparación de locomotoras Mantenimiento, inspección y reparación de ferrobuses Inspección y reparación de coches de pasajeros y vagones de carga Inspección y reparación de autocarriles Mantenimiento y reparación de maquinaria pasada y ligera
Maestranza Roboré	Mantenimiento, reparación y fabricación de coches de pasajeros y vagones de carga Fabricación de piezas para el material rodante

2) Sistema de Inspección y Reparación

a) Período de Inspección

En la Red Andina el período inspección se fija en base a la duración del recorrido (horas de operación del motor), pero en la Red Oriental en base al recorrido. Se cree que esto es debido a que las LDE fueron proveídas por diferentes fabricantes.

En cuanto a las condiciones de circulación del material rodante, condiciones de vía, etc., hay gran diferencia entre las Redes Andina y Oriental. Por eso, no es imparativo que ambas Redes tengan la misma norma, pero es necesario para ENFE establecer un período de inspección para que cada red lo realice.

En la Red Andina se observa el período de inspección indicado por los fabricantes. Pero, en la Red Oriental el recorrido (unos 5.500 km) es mucho menor a los 10.000 km señalados por los fabricantes, por lo cual la inspección de 8F (1.440.000 km) todavía no se ha realizado a pesar de que han transcurrido 13 años. Tampoco se han ejecutado las inspecciones de 2F (2 años) a 6F (6 años), realizando repetidamente la inspección de 1F (1 año). El hecho de que no se hayan realizado inspecciones minuciosas constituye un gran problema para el mantenimiento del material rodante.

En cuanto a los aparatos y piezas que componen el material rodante, existen dos: los que se desgastan y deterioran por el recorrido y los que se deterioran por la duración. Por eso, no es apropiado suspender las inspecciones de 2F a 6F, considerando sólo el recorrido.

Para el período de inspección, el límite de reparación, etc. indicados en los "manuales de trabajo" que los fabricantes proveen a la entrega del material rodante, se usan muchos valores basados en el diseño y fabricación. De éstos, hay generalmente

muchos valores que contienen demasiados factores de seguridad para los usuarios. Después de usar el material rodante en base a dichos valores y confirmar su contenido, es conveniente corregirlos conforme a las condiciones de los usuarios. Si hay aparatos que tengan un período de inspección más corto que el indicado por los fabricantes, es necesario examinar si se acorta o se alarga el período mejorando los aparatos. Es necesario también reexaminar el período y el contenido del mantenimiento considerando las recomendaciones anteriores.

En el Japón, se establecen ambos períodos según el uso simultáneo de duración y recorrido. Cuando expire cualquier período, es tiempo para realizar la inspección.

En el Cuadro 3-4-10 se aprecia el período de inspección de ENFE y en la Fig. 3-4-3 se muestran también el sistema y el período de inspección del material rodante del Japón.

Clase	Sistema y Período de Inspección					
	Inspección General	Inspección Mensual	Inspección Intermedia	Inspección Parcial	Inspección Intermedia	Inspección General
DL	⊙	△	□	○	□	⊙
		3 meses 25.000 km	1,5 año 125.000 km	3 años 250.000 km		6 años 500.000 km
	Inspección General	Inspección Mensual		Inspección Parcial		Inspección General
FB	⊙	△		○		⊙
		3 meses 25.000 km		3 años 250.000 km		6 años 500.000 km

Fig. 3-4-3 Sistema y Período de Inspección de los Ferrocarriles Nacionales del Japón

Cuadro 3-4-10 Período de Inspección de DEL

Red Andina

Clase de Inspección	Período de Inspección (h)		Hora de Trabajo Normal de Inspección (h, *, d)
	Tipo 900	Tipo 1000	
A	Diario	Diario	1,5
W2-1	250	375	2,5
W2-2	500	750	6,0
W3	1.500	1.500	*1,5
W4	4.000	3.000	*20
W5	8.000	8.000	*30
W6	24.000	24.750	*60

Red Oriental

Clase de Inspección	Período de Inspección (km)		Hora de Trabajo Normal de Inspección (h)
	Tipo U-10	Tipo U-20	
	Base	Coversión en Período	
A	Diario	Diario	5
C	10.000	1 mes	8
D	30.000	3 meses	16
E	60.000	6 meses	30
F	120.000	1 año	120
2F	240.000	2 años	Actualmento no se realiza. En cambio, se repite la inspección de 1F.
4F	420.000	4 años	
6F	720.000	6 años	
8F	1440.000	8 años	

Nota: (h) --- hora, (d) --- dia

b) Resultados Reales de Inspección

Según los resultados reales de inspección de las locomotras en ambas Redes, la Red Oriental presenta el alto porcentaje de realización hasta la inspección E (6 meses; 60.000 km), pero el de la inspección F (1 año; 120.000) es bajo con un 63% en promedio. Ya que actualmente no se ejecutan las inspecciones de 2F a 6F, esta inspección es la más alta. La Red Andina presenta el porcentaje de realización relativamente alto en las inspecciones W5 y W6 (inspección de fábrica), pero el de las inspecciones W2-W4 es muy baja. La ejecución segura de las inspecciones según cada clase es el fundamento de conservación del material rodante. Por eso, es deseable que su ejecución sea completa. En el *Cuadro 3-4-11* se muestran los resultados reales de inspección durante los 3 años de 1987 a 1989.

Cuadro 3-4-11 Resultados Reales de Inspección de las Locomotoras

Red Andina

LDE-Tipo 1000

Clase de Inspección	1987		1988		1989	
	Plan	Resultados Reales	Plan	Resultados Reales	Plan	Resultados Reales
W2-1	152	138	110	66	128	62
W2-2	89	80	76	44	87	43
W-3	26	21	25	32	31	21
W4	13	10	5	3	9	5
W5	10	9	2	2	5	4
W6	5	5	2	3	0	0

LDE-Tipo 900

Clase de Inspección	1987		1988		1989	
	Plan	Resultados Reales	Plan	Resultados Reales	Plan	Resultados Reales
W2-1	112	108	83	53	87	38
W2-2	55	53	44	32	42	29
W-3	28	26	19	16	21	12
W4	23	20	13	12	14	7
W5	7	6	9	8	6	5
W6	1	1	0	0	2	1

Red Oriental

LDE-Tipo U-20

Clase de Inspección	1987		1988		1989	
	Plan	Resultados Reales	Plan	Resultados Reales	Plan	Resultados Reales
C	34	34	32	32	32	32
D	6	7	6	6	8	8
E	3	3	4	6	4	4
F	6	5	5	3	4	1
2F - 6F	-	-	-	-	-	-

LDE-Tipo U-10

Clase de Inspección	1987		1988		1989	
	Plan	Resultados Reales	Plan	Resultados Reales	Plan	Resultados Reales
C	34	33	32	30	36	36
D	8	7	10	10	10	10
E	4	3	5	5	2	2
F	4	2	4	3	7	5
2F - 6F	-	-	-	-	-	-

3) Trabajos de Mantenimiento en Maestranzas

En la Fig. 3-4-4 se muestra la planta de la Maestranza de Viacha que es la más representativa de ENFE. En cuanto a la organización, ver 3-8 ③ Departamento de Material Rodante.

Horas de Trabajo	8:00 - 16:30
Horas de Descanso	12:00 - 12:40 (Existe un comedor dentro de la maestranza)
Número del Personal	193 empleados

Consta de tres divisiones: administración, técnica y producción. La división de Administración está encargado del manejo del personal y del trabajo de oficina en general. La división de Técnica está dividida en la planificación y la técnica. La sección técnica controla el aspecto técnico de la inspección y reparación. El encargado de la técnica tiene un ingeniero por cada aparato (eléctrico, motor, bogie, freno y equipo de fábrica), e inspectores designados bajo la dirección de cada ingeniero. Los inspectores ejecutan, antes del trabajo, la confirmación de piezas defectuosas, el examen de calidad, la indicación del detalle de reparación, la confirmación después del montaje, etc. Sin embargo, debido a que faltan extremadamente los instrumentos de medición y medidores requeridos para la inspección, se presentan problemas en la precisión de las inspecciones. Este sistema de inspectores que fue introducido recientemente, contribuye al mejoramiento de la calidad, complementado el bajo nivel actual del Departamento de Producción. Por otra parte, resulta que los trabajadores en la maestranza trabajan sólo en cumplimiento de las instrucciones, con pocas ganas de trabajar y bajo nivel técnico.

El sistema de sección de inspección se ha introducido también en el ferrocarril del Japón, pero la sección de producción garantiza la calidad de las inspecciones realizadas en su sección, y la sección de las inspecciones tiene por norma garantizar la calidad de las inspecciones desde el punto de vista de la totalidad de la maestranza. El Departamento de Producción que tiene 11 secciones está encargado directamente del mantenimiento del material rodante.

a) Control de Operación

Hay un plan de entrada a largo plazo, pero en el plan de entrada del año están escritos sólo el número de la locomotora y el mes, faltando la descripción del día de entrada.

La Red Andina tiene determinados aproximadamente 1 mes para la inspección W5 y 2 meses para la W6 como cantidad de días de operación, pero éstos no están establecidos como proceso de trabajo normal. Aunque está registrado el día de entrada, el día de salida no es claro, y no hay sección que controle específicamente el proceso de la locomotora entrante. Por eso, no se hacen preparativos sobre el proceso entre secciones.

Con la ejecución de la reparación completa de LDE Tipo-900, se ha intentado introducir el proceso de trabajo normal para locomotoras a reparar completamente, pero no se llevó a cabo debido a que las secciones encargadas no lo comprendieron. Debido a que hay muchos vagones entrantes extraordinariamente para la reparación y a que se da prioridad al trabajo de vagones comerciales, parece que no se puede establecer el proceso de inspección de fábrica. Con el aumento del número de vagones en el futuro, será necesario acortar el proceso para reducir el número de los vagones que queden simultáneamente en la maestra. Ya que es imposible hacer frente al aumento del número de vagones con el control del material rodante como ocurre hasta ahora, es absolutamente necesario realizar el control premeditado del material rodante estableciendo un proceso de trabajo normal según clase del material rodante. En la *Fig. 3-4-5* se muestra la representación gráfica de las operaciones normales de 40 días de trabajo. Es imperativo establecer como condición previa que los vagones entrantes extraordinariamente debido a averías no opriman el trabajo de inspección regular y la provisión de materiales para el trabajo de inspección y reparación se suministren sin falta.

b) Control Técnico

Se pueden ejecutar bien los trabajos de conservación de la locomotoras Diesel sólo con el apoyo del conocimiento y experiencia; pero para este propósito, es muy importante que existen grupos técnicos compuestos por profesionales especializados.

Hay elementos físicos de la técnica, para desmontar y montar el material rodante, así como registros de inspección, reparación y prueba de cada parte del material rodante que se realizan y guardan de cada locomotora. Pero, no se realizan los controles de reemplazo, desgaste y deterioro de las piezas utilizando esos datos. Dicho de otro modo, faltan elementos de programación de la técnica, es decir la técnica en general tales como la administración, inspección, manejo de las piezas, etc.

La mayoría de las locomotoras de vapor tienen una estructura expuesta al exterior, por lo cual no es necesario prestar particular atención a los polvos pegados. Pero, en el caso de las locomotoras Diesel, estructuralmente se debe prestarse atención especialmente a la penetración de polvos. Sin embargo, se presta muy poco interés a la protección contra el polvo, incluyendo el lavado y almacenamiento de las piezas y el taller. Es necesario modificar la idea básica de la inspección y reparación.

① Plantillas y Herramientas

Los trabajos de conservación de los aparatos principales de LDE consisten en el desmontaje, medición, reemplazo y elaboración de las piezas, montaje y reglaje, así que existen muchas partes que requieren el trabajo manual. Por eso, la existencia de plantillas y herramientas y la calidad, si las hay, tienen una gran influencia en el trabajo. Sin embargo, las herramientas principales en el taller son de aplicación general y están desgastadas en su mayoría; además, es insuficiente la cantidad y los trabajadores tienen pocos conocimientos y poco interés. Es imperioso para el trabajo de

inspección y reparación mantener las plantillas y herramientas exclusivas de acuerdo al método de trabajo.

② **Control del Aceite y Agua**

En la Red Andina se ejecutan la inspección y control del aceite lubricante del motor, pero no se realizan la inspección y control del agua de enfriamiento. Debido a que se usa agua inadecuada es difícil de mostrar su influencia a corto plazo, por eso se tiende a tener poco interés en este control. Pero, el uso del mismo a largo plazo tendrá una influencia perjudicial, por lo cual es necesario ejecutarlo.

③ **Introducción de la Inspección No Destructiva**

En Cuanto a las grietas y a la soldadura defectuosa en las partes importantes de los aparatos, actualmente se realiza la inspección visual, pero anualmente ocurren 5 a 6 roturas de rueda y eje. Las grietas en bogie y alrededor de enganches ocasionan inmediatamente accidentes graves como descarrilamiento, etc. Para la inspección de las partes que no pueden detectarse o de las grietas que son difíciles de encontrar, es necesario introducir la inspección no destructiva tales como inspección con partícula magnética, inspección ultrasónica, inspección con líquido penetrante (inspección de color), etc. Los aparatos que se usan para la detección de fallas no son tan caros, pero los técnicos que se dedican a la detección de fallas deben recibir entrenamientos de alto nivel y tener experiencia.

④ **Reparación Completa**

En cuanto a LDE Tipo 900, se ha emprendido la reparación completa, pero está suspendida debido a las dificultades de reparación del motor. Esta LDE ya se ha usado 23 años, por lo cual es necesario terminarla inmediatamente. Dicha reparación completa se refiere sólo a la máquina y motor de tracción, y para colmo, no se fabrica de nuevo, sino que se

la repara. En cuanto a otros aparatos no se adoptan medidas para prolongar su vida útil, consiguientemente no se puede considerar esta reparación como una medida para prolongar la vida útil de la totalidad de estas LDE. Para el futuro es necesario considerar las medidas observando bien el estado de cada parte de estas LDE.

4) Equipos de Maestranza

A pesar de que se introdujeron las locomotoras Diesel sustituyendo a las de vapor, se utilizaron la mayoría de los mismos equipos y máquinas para locomotoras a vapor, los cuales se reacondicionaron añadiendo equipos exclusivos, instrumentos de medición, etc. necesarios para la conservación de las locomotoras Diesel. Actualmente se utilizan equipos considerablemente antiguos, y reacondicionados. Pero, estos equipos (usados para las locomotoras de vapor) están demasiado desgastados debido al deterioro y envejecimiento, y para colmo se encuentran muchos aún inutilizables abandonados en el lugar de trabajo. Por otra parte los equipos utilizables son viejos, de mala calidad y de mal rendimiento. En el caso de los equipos adquiridos para las locomotoras Diesel, ya han transcurrido también 20 años desde su introducción. Entre ellos ya se encuentran algunos inutilizables, que a falta de un sistema para disponer de estos aparatos están abandonados en el lugar de trabajo, es necesario y urgente establecer el sistema que posibilite su mejor uso.

Como la vida útil del material rodante depende del grado de deterioro por uso prolongado, los equipos y maquinaria tales como equipo de inspección, máquinas para el trabajo, etc. también llegan a desgastarse y deteriorarse con el tiempo. Estos equipos son tan importantes como los aparatos del material rodante, puesto que se usan para fabricar piezas y reparar el referido material. Sin embargo, no se realiza el control de conservación de equipos y maquinarias debido a que en el mismo lugar se acumulan piezas defectuosas, reduciéndose el espacio de trabajo. Es necesario asegurar el espacio adecuado poniendo en orden el lugar de trabajo,

además el lugar de trabajo no está bien alumbrado. También es necesario mejorar la iluminación. La estructura del edificio permite la fácil penetración de polvo, por lo que es necesario aislar los talleres para el motor Diesel y el motor eléctrico. Especialmente, el taller eléctrico construido nuevamente en la Maestranza Guaracachi cuya estructura tiene abierta la parte superior de la pared lateral probablemente para disminuir la temperatura, sin embargo esto constituye un problema muy serio.

Como se ha mencionado en el apartado (2) 1) "Sistema de mantenimiento", se fabrican piezas para el material rodante en las maestranzas de apoyo. pero, debido a que sus equipos y maquinaria son anticuados y están dispersas en varios lugares, tienen un mal rendimiento. Es urgente evitar el doble equipamiento, debe reunirse en un solo lugar y a la vez tratar de mejorar la precisión del producto. Para aumentar el rendimiento de estos equipos, es mejor renovarlos. El torneado de la banda de rodadura se realiza con un torno para ruedas después de desmontarlas de su eje en la maestranza. Pero, ya que hay muchas vías con curvas pronunciadas donde ocurren muchos desgastes verticales en las pestañas de la rueda, es necesario utilizar tornos para ruedas que permitan tornear la banda de rodadura sin necesidad de desmontarlos de la locomotora y reducir drásticamente el número de entradas en la maestranza para tal trabajo. Además, los tornos para ruedas de la maestranza son también anticuados, con mal rendimiento, y hay maestranzas como la Maestranza de Uyuni donde trabaja día y noche con un sistema de dos turnos. Por lo tanto es necesario renovar estos equipos.

5) Control de Materiales

La compra y almacenamiento de piezas para el material rodante está a cargo del Departamento de Materiales. Los depósitos de materiales están colocados junto a cada maestranza. El depósito de materiales no está bajo la jurisdicción de las Maestranzas, sino que dependerá del Dpto. de Materiales. En caso de necesidad, se tiene por costumbre entregar los materiales del depósito a solicitud de la maestranza. En el depósito de materiales se almacenan las piezas según número de pieza, pero no se tiene como norma avisar de

antemano la cantidad de existencias a la maestranza. Por lo tanto, no se sabe si se tienen en existencia las piezas requeridas si no hasta que se presenten los pedidos para solicitar la entrega.

Para ejecutar el mantenimiento de rutina, la inspección y reparación, se necesitan las piezas de reemplazo, pero la mayoría de dichas piezas están en proceso de importación del extranjero. Para que se entreguen las piezas requeridas en el momento en que se necesiten, hay que prever exactamente no sólo la cantidad de fondos para la compra, sino también el tiempo de inspección y reparación del material rodante, el número del mismo y la calidad de inspección en base del plan de inspección y preparar las piezas requeridas. Si estas preparaciones de requerimientos no son adecuadas, habrá gran cantidad de piezas innecesarias en existencia o faltarán piezas necesarias. Esta situación imposibilitará que se asegure el proceso de inspección normal y se mantenga la calidad del material rodante, lo cual es muy importante para el control previsto del material rodante.

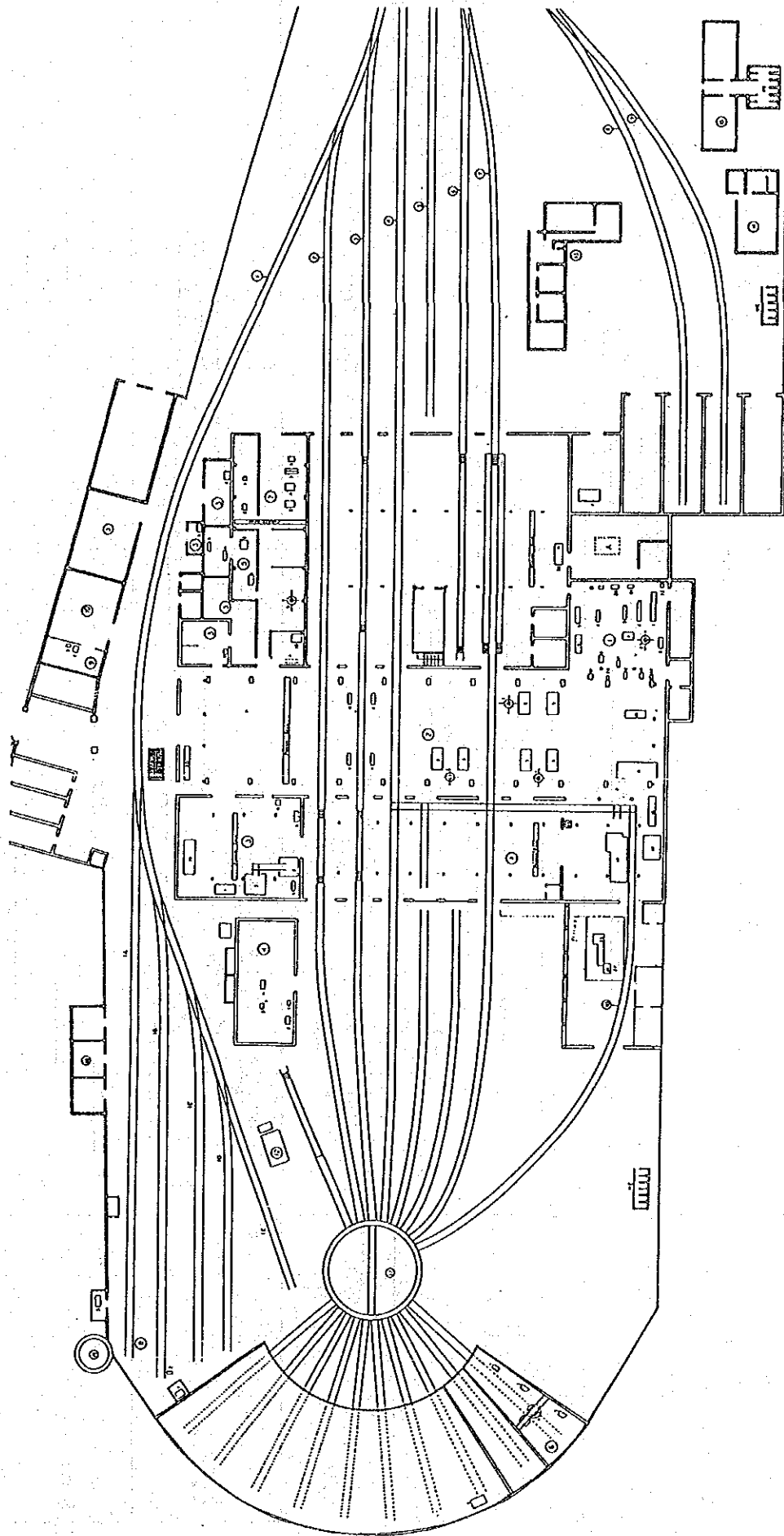


Fig. 3-4-4 Planta de la Maestranza Viacha

		Proceso Normal																							
Item		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	
Carrocería	Inspección de Entrada																								
	Abrir el Tubo de Purga																								
	Levantamiento de Carrocería																								
	Reparación de Carrocería																								
Motor	Desequipamiento																								
	Limpieza y Desmontaje																								
	Lavado																								
	Reparación de Cuerpo de Motor																								
Generador Principal	Inspección de Piezas																								
	Reparación de Piezas																								
	Ensamblaje de Motor																								
	Ensayo de Caballo de Vapor																								
Motor Principal	Limpieza y Desmontaje																								
	Lavado de Piezas																								
	Reparación de Inducido y Marco Magnético																								
	Ensayo de Revolución																								
Bogie	Limpieza y Desmontaje																								
	Lavado de Piezas																								
	Reparación y Montaje																								
	Inspección de Piezas																								

Fig. 3-4-5 Ejemplo del Proceso Normal de la Locomotora Eléctrica-Diesel

3-5 Equipo de Vía

(1) Norma de Vía y Cantidad del Equipo

1) Norma de Vía

Los ferrocarriles de Bolivia fueron construidos por Inglaterra, Brasil, Argentina, etc., y al principio se adoptaron las normas de los respectivos países. Por eso, parece que se presentó diversidad de procedimientos. Sin embargo, después de los años ochenta ha llegado a mejorarse mediante las obras de reparación de daños de desastres como la de Ipias y Roboré con la ayuda técnica de Francia y con financiamiento del Japón. Pero, en los tramos en que la topografía no permitió mejorar, quedan las normas adoptadas desde el tiempo de la construcción. Los ítems principales son las siguientes:

- Velocidad Máxima de Régimen 80 km/h
- Trocha 1.000 mm
- Radio de Curvatura Mínimo Es diferente por tramo de vías.
Red Andina R = 72 m
Red Oriental R = 250 m
- Cantidad Máxima de Peralte Predeterminado C = 120 mm (Actualmente 100 mm)
- Cantidad Máxima de Sobreancho S = 30 mm
- Pendiente Máxima Es diferente por tramo de vías.
Red Andina C = 38,5 o/oo
Red Oriental C = 33,3 o/oo
- Carga de Diseño Cooper E-40, 6,0 t/m
- Límite de Construcción Tal como se muestra en *Fig. 3-5-1*
- Anchura de Nivel de la Formación
Lecho de la Vía 4,40 m
(*Fig. 3-5-2*) de Tierra
Lecho de la Vía 6,00 m
(*Fig. 3-5-3*) de Balasto

GALIBO

PERFIL MINIMO DE OBRA

PERFIL MAXIMO DE TREN RODANTE

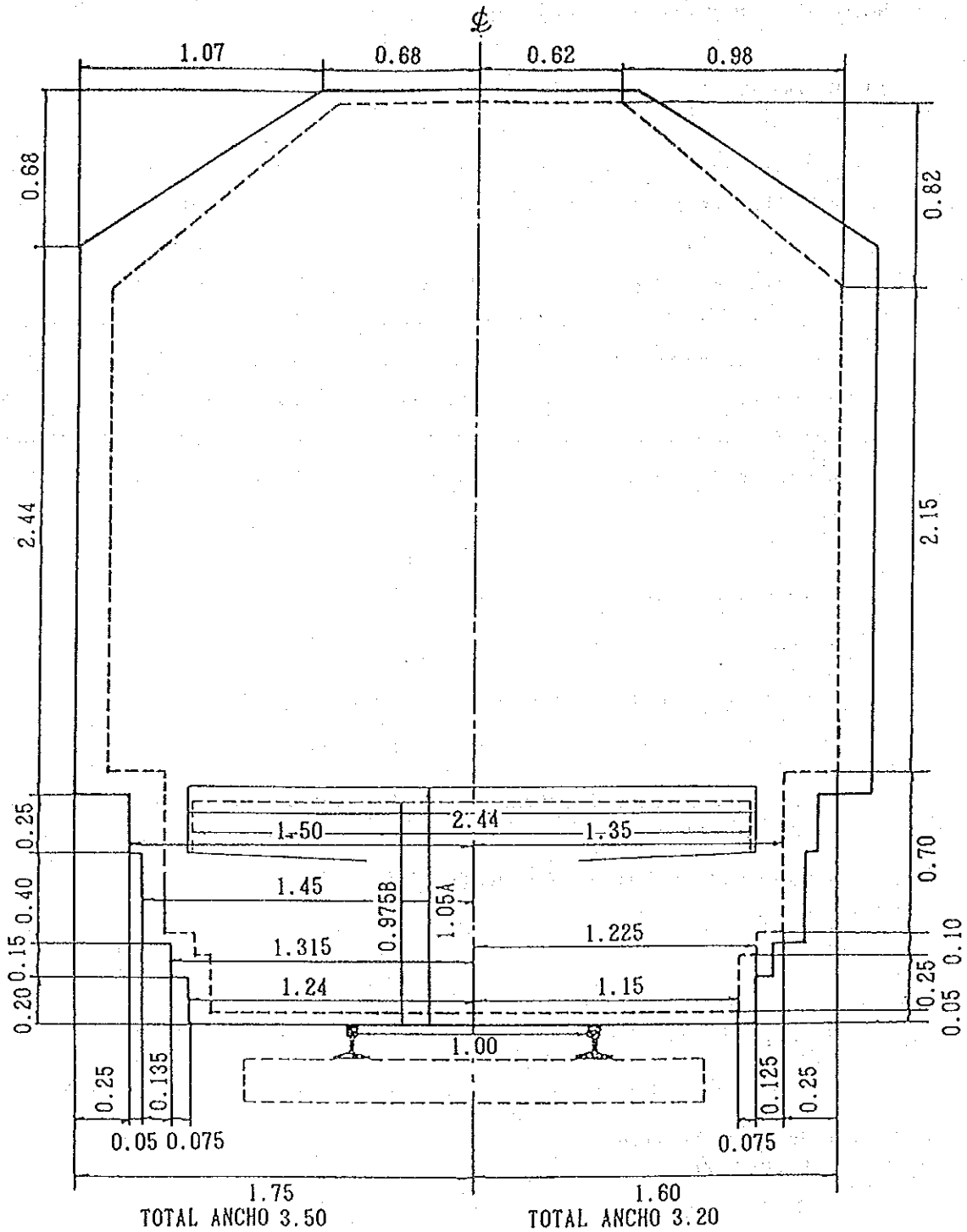


Fig. 3-5-1 Figura de Límite de Construcción y de Galibo del Material Rodante

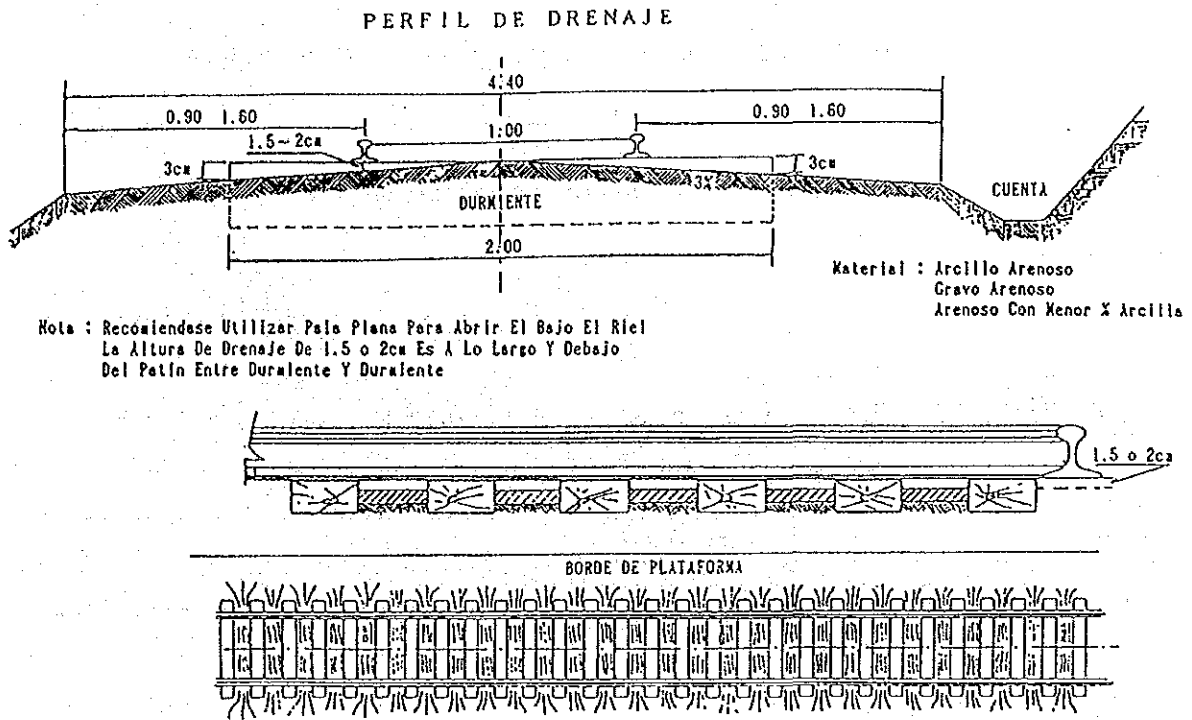


Fig. 3-5-2 Diseño Normal del Lecho de Tierra de la Vía de Tierra

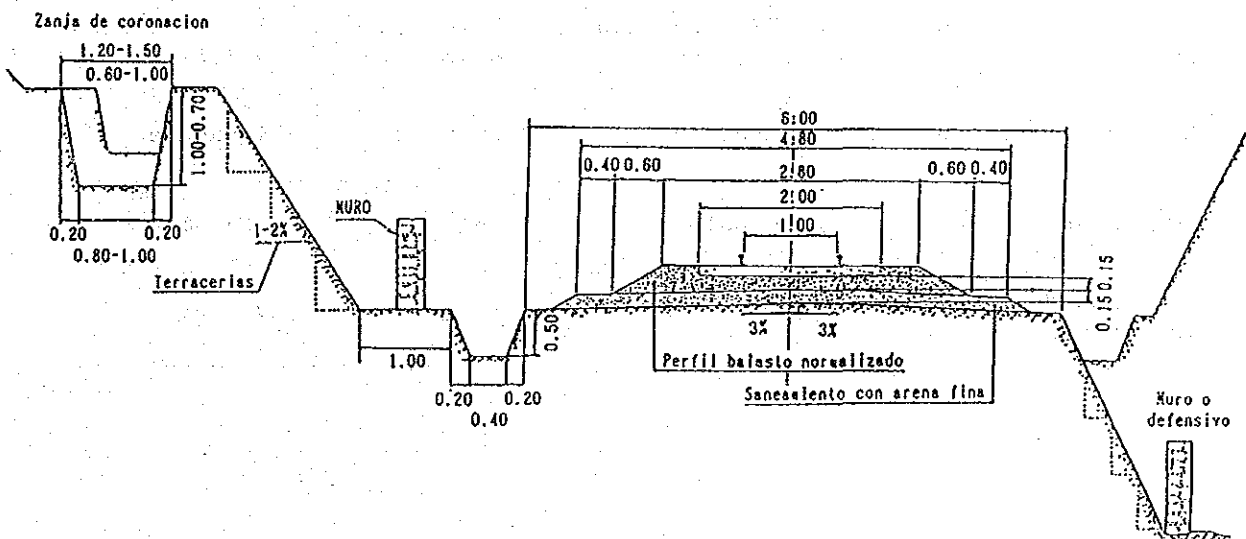


Fig. 3-5-3 Diseño del Lecho de la Vía con Balasto y
Diseño de Sección Normal de Movimiento de Tierra

2) Cantidad de Equipo de la Vía

La cantidad de cada equipo se muestra en el Cuadro 3-5-1.

Cuadro 3-5-1 Lista de Equipo de Vía

Item	ENFE		Total
	Red Andina	Red Oriental	
Longitud de la Línea en Explotación	2.141,2 km	1.378,0 km	3.529,2 km
Clasificación de la Línea	Vía Sencilla	Vía Sencilla	Vía Sencilla
Número de Estaciones	83 estaciones	53 estaciones	136 estaciones
Cabina de Señales	44 secciones	22 secciones	66 secciones
Longitud de la Vía Construida	2.281,2 km	1.561,3 km	3.842,5 km
Número de Aparatos de Cambio	425 juegos	347 juegos	772 juegos
Sección y Longitud de Curva	4.251 secciones 711,9 km	549 secciones 143,3 km	4.710 secciones 855,2 km
Sección y Longitud de Pendiente	2.678 secciones 1.929,6 km	1.035 secciones 978,8 km	3.713 secciones 2.908,4 km
Número de Puentes	817 puentes	137 puentes	954 puentes
Número de Túneles	25 túneles	1 túnel	26 túneles
Longitud de Lecho de la Vía con Balasto	337,5 km	430,4 km	767,9 km

(2) Trazado de la Vía

Tal como se muestra en *Fig. 3-5-4*, existe gran diferencia entre la línea de la Red Andina que pasa topográficamente por regiones montañosas y el Altiplano de los Andes y la línea de la Red Oriental que pasa por los afluentes del alto Amazonas y por regiones que pertenecen a la zona de las sabanas. La línea de la Red Andina es la continuación de curvas de radios mínimos y de pendientes abruptas excepto algunos sectores del Altiplano, y la Red Oriental muestra el trazado de vía con curvas de gran radios mayores y pendientes suaves. Las curvas y pendientes de cada tramo de vía se muestran en los *Cuadros 3-5-2* y *3-5-3*. La descripción por cada tramo de vías es la siguiente:

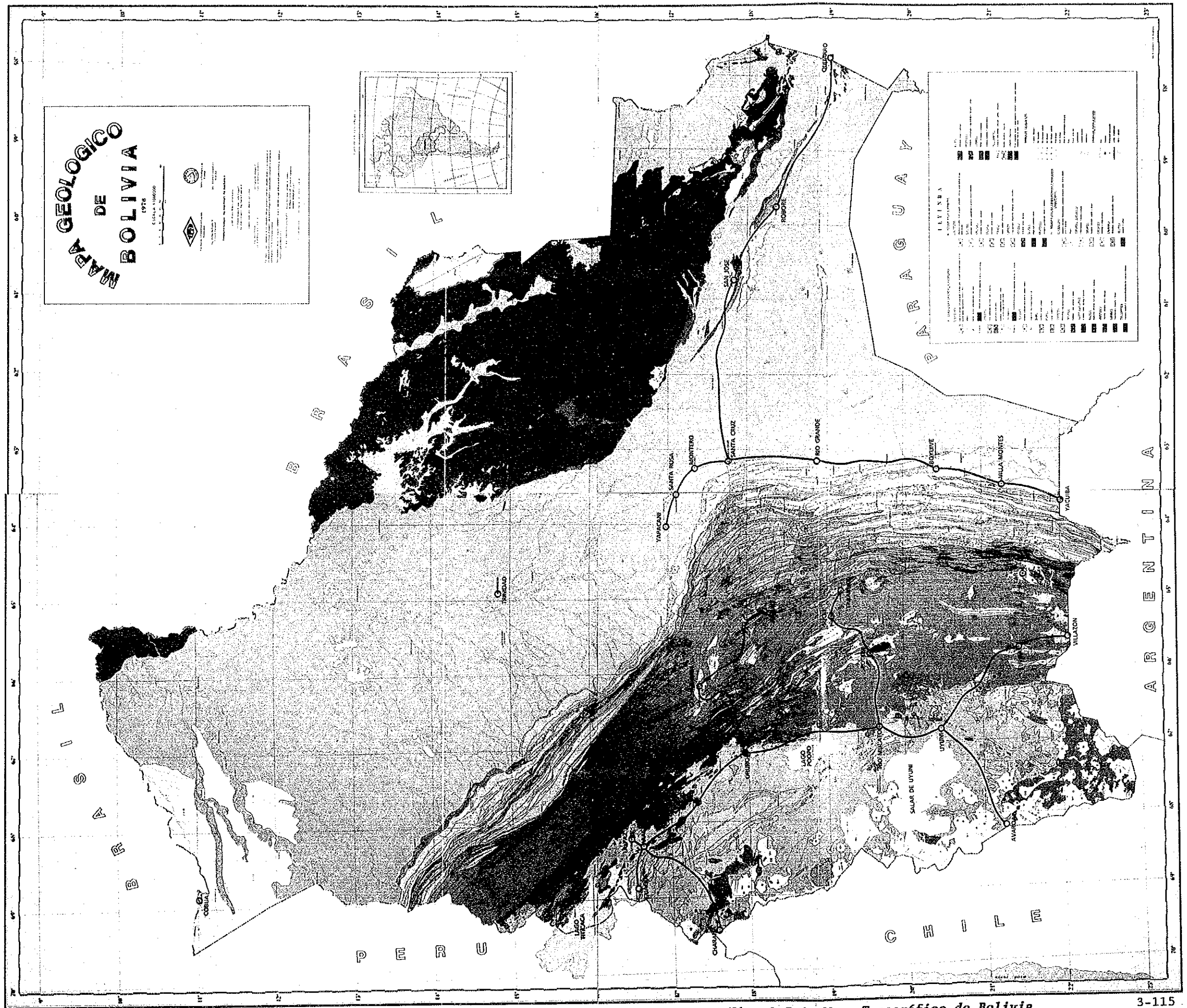


Fig. 3-5-4 Mapa Topográfico de Bolivia

Cuadro 3-5-2 Lista de Radio de Curva por Tramos de Vía

Nombre de Línea	R ≤ 100		100 < R ≤ 200		200 < R ≤ 300		300 < R ≤ 400		400 < R ≤ 500		500 < R ≤ 600		600 < R ≤ 1000		1000 < R		Total		Observaciones	
	Lugares	Longitud (m)	Lugares	Longitud (m)	Lugares	Longitud (m)	Lugares	Longitud (m)	Lugares	Longitud (m)	Lugares	Longitud (m)	Lugares	Longitud (m)	Lugares	Longitud (m)	Lugares	Longitud (m)		
Red Arcina																				
Villazón	72	11.270	277	43.064	136	24.887	116	20.975	47	10.280	74	18.156	89	24.250	112	39.928	923	192.810		L= 847K220M Min R= 77m
Guaqui							3	1.145	10	2.914	14	3.312	11	2.567	6	2.134	44	12.072		L= 65K800M Min R=350m
Charaña	2	547	145	24.197	106	17.441	40	5.638	76	13.160	5	590	40	6.920	15	2.611	429	71.104		L= 209K252M Min R=100m
Avatoa													1	338	16	11.718	17	12.056		L= 172K350M Min R=680m
Cochabamba	205	32.573	442	73.726	225	39.357	108	18.772	47	9.791	54	9.614	51	10.738	80	16.833	1.212	211.404		L= 419K649M Min R= 72m
Sucre	598	72.673	534	71.842	245	32.317	92	12.472	30	4.669	59	8.981	28	3.909	40	5.575	1.626	212.438		L= 426K900M Min R= 72m
Total	877	117.063 4,2%	1.398	212.829 9,9%	712	114.002 5,3%	359	50.002 2,8%	210	40.814 1,9%	206	40.653 1,9%	220	48.722 2,3%	269	78.799 3,7%	4.251	711.884 33,3%		L=2.14K171M
Red Oriental																				
Quijarro							55	16.524	17	4.444	21	7.195	16	8.082	64	31.551	173	67.796		L= 599K000M Min R=300m
Yacuiba					26	5.270	19	4.834	86	23.685	16	4.765	84	20.012	1	101	232	58.667		L= 643K585M Min R=250m
Yapacaní									10	4.726			40	10.738	4	1.332	54	16.796		L= 206K448M Min R=500m
Total					26	5.270 0,4%	74	21.358 1,5%	113	32.855 2,4%	37	11.960 0,9%	140	38.832 2,8%	69	32.984 2,4%	459	143.259 10,4%		L=1.389K033M79
ENFE Total	877	117.063 4,2%	1.398	212.829 6,0%	738	119.272 3,4%	433	80.360 2,3%	323	73.669 2,1%	243	52.613 1,5%	360	87.554 2,5%	338	111.783 3,2%	4.710	855.143 24,2%		L=3.530K204M79

Cuadro 3-5-3 Lista de Pendientes por Tramos de Vía

Nombre de Línea	0 < G ≤ 5		5 < G ≤ 10		10 < G ≤ 15		15 < G ≤ 20		20 < G ≤ 25		25 < G ≤ 30		30 < G		Total	Observaciones	
	No.	Longitud	No.	Longitud	No.	Longitud	No.	Longitud	No.	Longitud	No.	Longitud	No.	Longitud			
Red Andina																	
Villazón	305	395.193,09	170	157.658,00	122	70.151,98	105	61.988,14	106	42.144,97	114	27.807,63	4	1.561,71	926	756.505,00	L= 847K220M Max 33,0o/oo
Guaqui	29	28.499,00	15	15.000,00	12	12.000,00	1	1.000,00								56.499,00	L= 65K800M Max 15,5o/oo
Charaña	108	79.471,15	44	40.217,10	22	23.396,70	23	21.757,40	1	1.504,00					198	166.346,35	L= 209K252M Max 20,4o/oo
Avaroa	28	171.677,13	1	673,17											29	172.350,30	L= 172K350M Max 6,0o/oo
Cochabamba	90	102.811,40	64	69.554,50	54	45.057,24	69	51.033,86	93	57.401,50	140	63.946,60	28	7.082,40	538	396.887,50	L= 419K649M Max 34,1o/oo
Sucre	28	24.360,49	55	26.821,51	61	18.139,11	76	52.377,88	224	66.365,47	479	192.112,42	7	786,84	930	380.963,72	L= 426K900M Max 39,5o/oo
Total	588	802.012,26 37,5%	349	309.924,28 14,5%	271	168.745,03 7,8%	274	188.157,28 8,8%	424	167.415,94 7,8%	733	283.866,65 13,5%	39	9.430,95 0,4%	2.678	1.929.552,39 90,1%	L=2.141K171M
Red Oriental																	
Quijarro	208	206.852,19	302	265.816,91	4	3.000,00					1	500,00			515	476.169,10	L= 539K000M Max 25,4o/oo
Yacuiba	273	223.683,87	173	129.932,05									1	300,00	411	353.915,92	L= 643K585M Max 33,3o/oo
Yapacaní	103	141.087,88	6	7.580,00											109	148.667,88	L= 206K448M Max 8,0o/oo
Total	548	571.623,94 41,2%	481	403.328,96 29,0%	4	3.000,00 0,2%					1	500,00 0,0%	1	300,00 0,0%	1.035	978.752,90 70,4%	L=1.389K033M79
ENFE Total	1.136	1.373.636,20 38,9%	830	713.253,24 20,2%	275	171.745,03 4,9%	274	188.157,28 5,3%	424	167.415,94 4,7%	734	284.366,65 8,1%	40	9.730,95 0,3%	3.713	2.908.305,29 82,4%	L=3.550K204M79

1) Red Andina

a) Línea Villazón

① Entre La Paz y El Alto (16,7 km)

La capital La Paz es una ciudad desarrollada a lo largo del Río Choqueyapu y tiene una altitud de 3.700 m. La vía férrea sube a lo largo de la pendiente hacia el Altiplano y llega a El Alto, un pueblo del Altiplano. En este trayecto, la pendiente media es de 240/00, la pendiente máxima 300/00, y hay unos 70 lugares cuyo radio de curva es de $R = 77$ a 570 m, constituyendo un trazado de la vía muy difícil para la circulación de trenes. (Foto 3-5-1)



Foto 3-5-1

② Entre El Alto y Uyuni (542,6 km)

En este trayecto, la línea pasa por el Altiplano, con grandes longitudes en recta y radios de curva máximos. Entre Oruro y Machacamarca atraviesa el Lago Uru Uru sobre un dique y entre Colchani y Uyuni pasa muy cerca del lado este de Salar de Uyuni. En este trayecto, la línea sube y baja con una pendiente de menos de 100/00 con una altitud de 3.900 - 3.600 m y con radios de curva de $R = 200 - 3.600$ m. Es un tramo de vías cuyo trazado de vía es muy bueno. (Fotos 3-5-2 a 3-5-5)

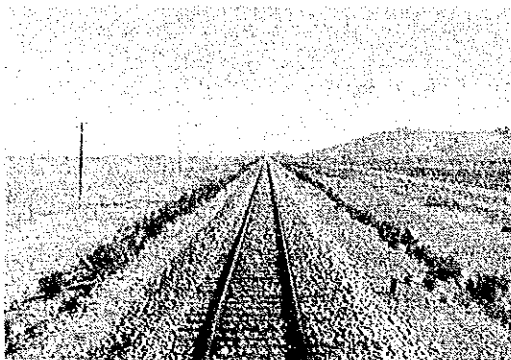


Foto 3-5-2

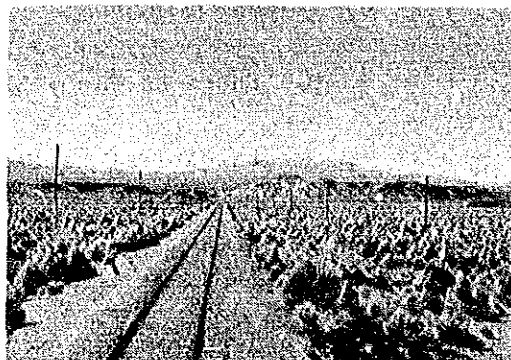


Foto 3-5-3

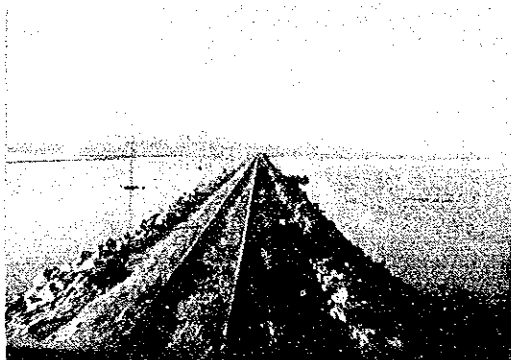


Foto 3-5-4

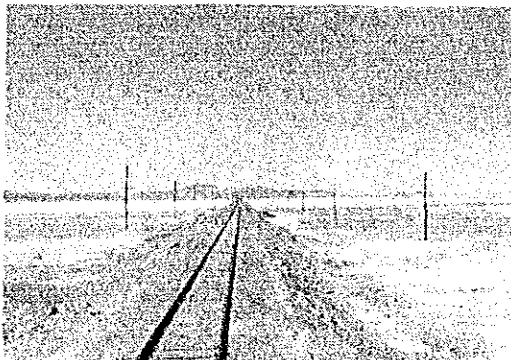


Foto 3-5-5

③ Entre Uyuni y Villazón (286,4 km)

Terminando el Altiplano al extremo meridional de Salar de Uyuni, la línea que pasa por la Estación de Escoriani (3.885 m) se ubica en un paso de la sierra del lado este y baja a lo largo del Río Tupiza llegando a Tupiza (elevación 2.949 m), pueblo ubicado en la mitad de la ladera. Volviendo a subir desde allí, llega a Villazón (elevación 3.447 m), pueblo en la frontera con Argentina. En este trayecto, la pendiente es de 20 a 30o/oo y el radio mínimo de curva es de 80 m, constituyendo un trazado de vía muy riguroso para la circulación de trenes. (Fotos 3-5-6 y 3-5-7)

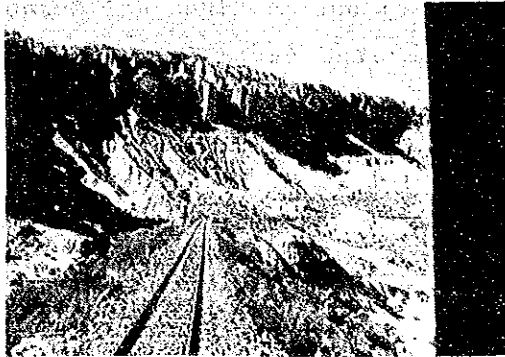


Foto 3-5-6

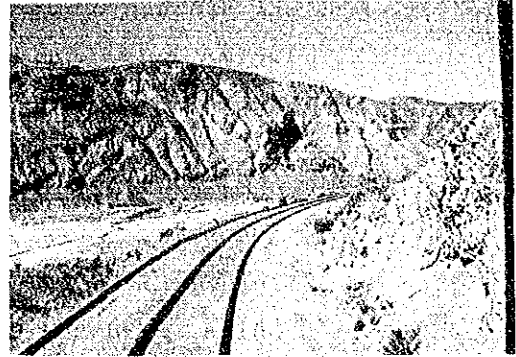


Foto 3-5-7

b) Línea Guaqui (65,8 km)

El trazado de la vía discurre en una superficie ondulada de tierra desde la Estación de Viacha (elevación 3.851 m), de la línea Villazón; hasta Guaqui (elevación 3.810 m), pueblo ubicado en el extremo meridional del Lago Titicaca. A medio camino atraviesa sólo un paso a una altitud de 3.915 m. La pendiente máxima es de 15,50/00 y el radio mínimo de curva es $R = 370$ m. Este trazado de la vía prácticamente no constituye ningún problema para la circulación de trenes. (*Fotos 3-5-8 y 3-5-9*)



Foto 3-5-8

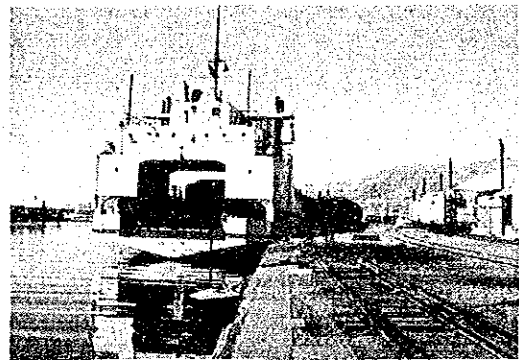


Foto 3-5-9

c) Línea Charaña (209,3 km)

El trazado de la vía, al igual que la Línea del Guaqui, parte de la Estación de Viacha y llega hasta Arica, ciudad en la costa del Pacífico, al extremo norte de Chile. Sube desde Viacha a lo largo del Río Colorado y atraviesa un paso en Comanche (Elevación 4.035 m), baja a Calacoto (a la altitud de 3.805 m). Otra vez a lo largo del Río Mauri, llega a Charaña (elevación 4.059 m), último pueblo boliviano en la frontera con Chile, de donde baja directamente hasta Arica. En el trazado de la vía hasta Charaña, la pendiente máxima es de 20,40/00 y el radio mínimo de curva $R = 80$ m. Para tratar de aumentar la capacidad de transporte, actualmente con un crédito del Banco Mundial y bajo el control directo de ENFE se realizan las obras de mejoramiento del trazado de la vía (Figs. 3-5-5 y 3-5-6) en los kilómetros 45,0 al 52,0 entre Comanche y General Ballivián y kilómetros 62,4 al 68,6 entre General Ballivián y General Pando. (Foto 3-5-10)

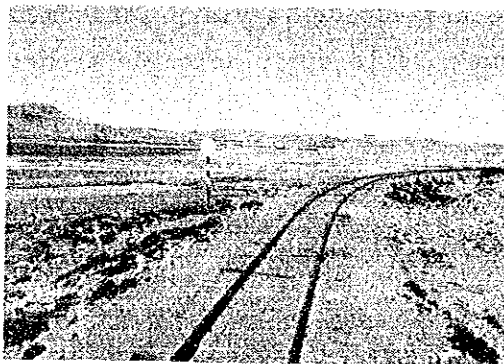


Foto 3-5-10

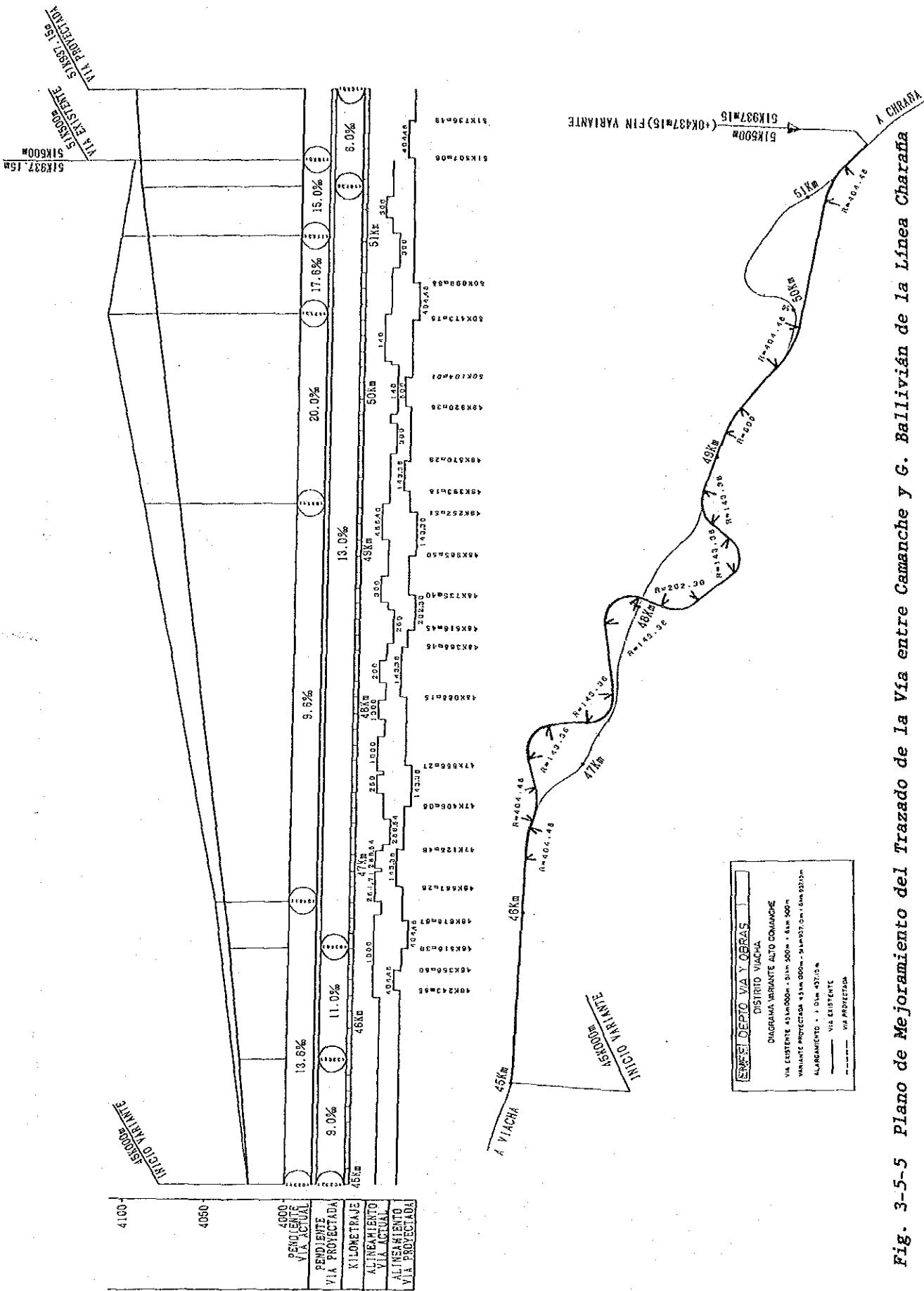
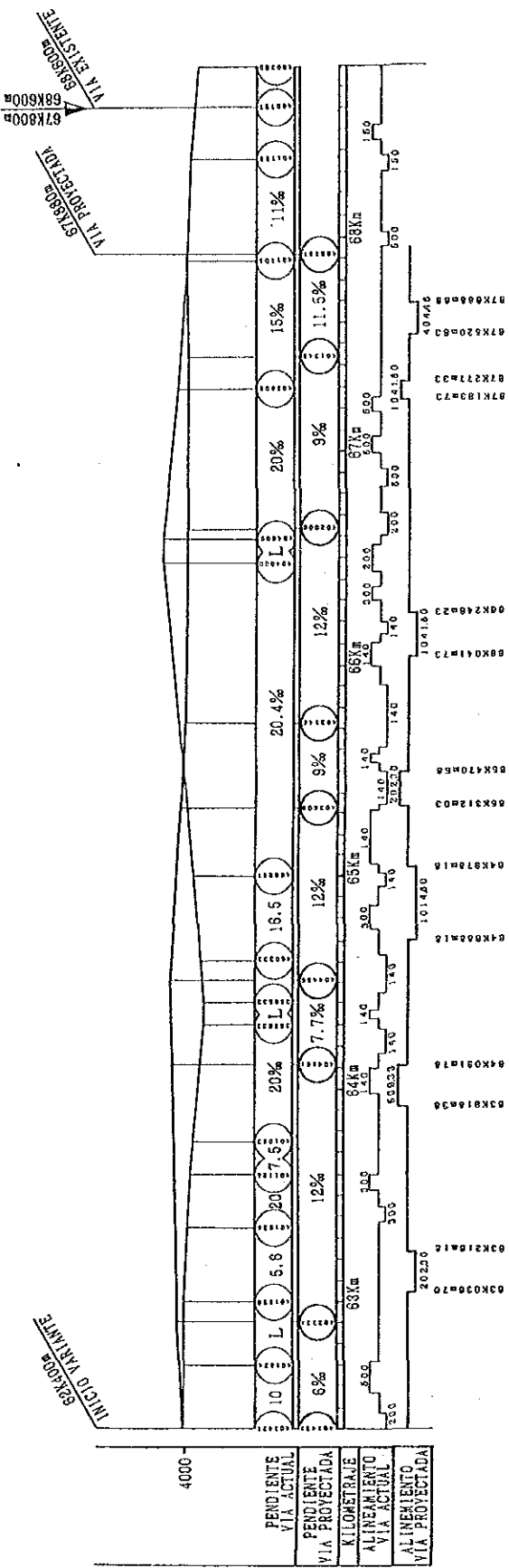


Fig. 3-5-5 Plano de Mejoramiento del Trazado de la Vía entre Camanche y G. Ballivián de la Línea Charaña



DEPTO. VIA Y OBRAS
 DISTRITO VIACHA
 DIAGRAMA VARIANTE ALTO BALLIVIAN
 VIA EXISTENTE 62m-400m-68m-600m-68m-200m
 VARIANTE PROYECTADA 62m-400m-67m-88078m - 5m-48078m
 ACORTAMIENTO - 0m- 719.22m
 VIA EXISTENTE
 VIA PROYECTADA

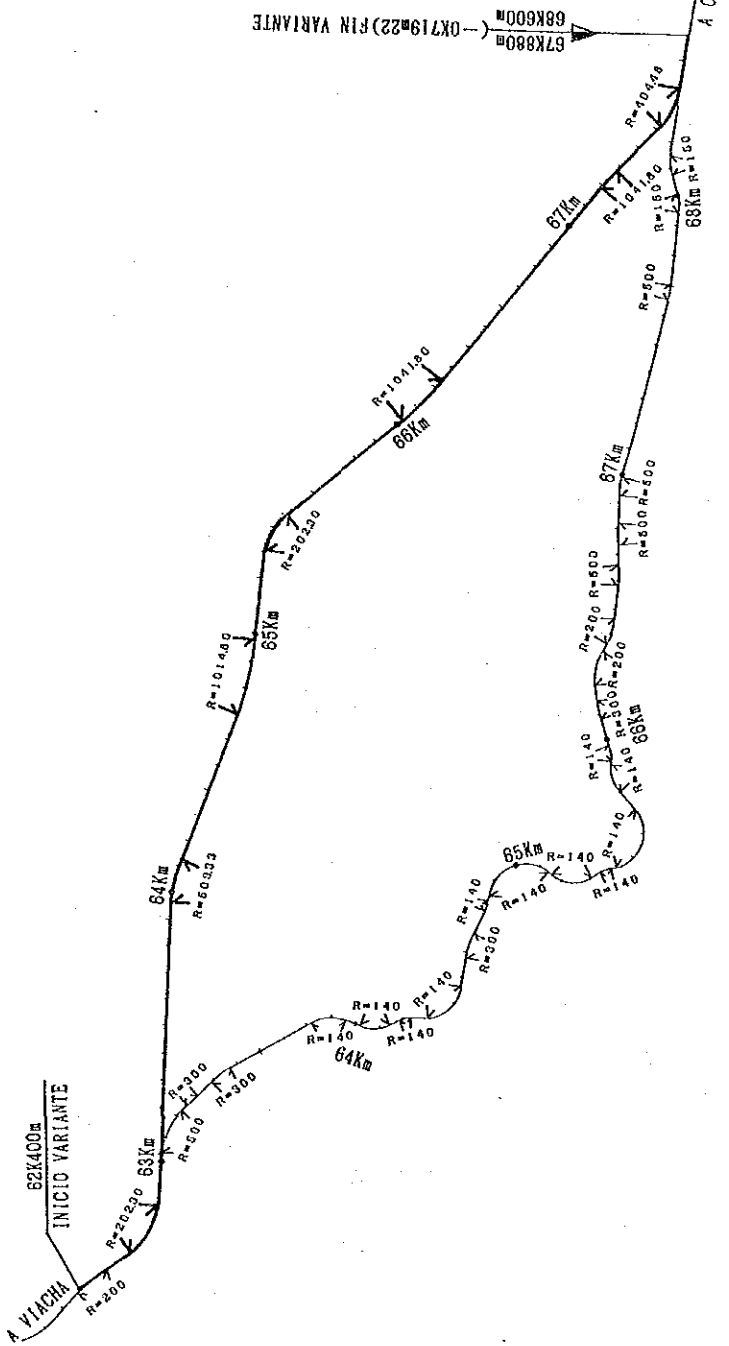


Fig. 3-5-6 Plano de Mejoramiento del Trazado de la Via entre G. Ballivián y G. Pando

d) Línea Avaroa (172,4 km)

El trazado de la vía parte de la Estación de Uyuni de la Línea Villazón y pasa por el extremo meridional de Salar de Uyuni, llega Antofagasta, ciudad en la costa del Pacífico, pasando por Avaroa, otro pueblo boliviano en la frontera con Chile. Este sector tiene el mejor trazado de vía en la Red Andina, con pendiente máxima de 60/00 y el radio mínimo de curva $R = 500$ m.

e) Línea Cochabamba (417,7 km)

Partiendo de la Estación de San Pedro cerca de Oruro que está ubicado en el centro del Altiplano, continúa hacia el este en el Altiplano y sube a la sierra del lado este a lo largo del Río Jachcha y del Río Thola Palca. Atraviesa un paso en la Estación La Cumbre (elevación 4.138 m) y baja a lo largo del Río Tacopaya y del Río Arque hasta la Estación de Buen Retiro (elevación 2.379 m). La longitud desde el paso más elevado es de 90,4 km, la pendiente media de 19,40/00 y la pendiente máxima de 300/00. Debido a que dichos ríos forman valles abruptos y la línea se desarrolla a lo largo de sus laderas, con una continuación de curvas de radios mínimos. El radio mínimo de curva es de $R = 72$ m. Especialmente, en el trayecto de los kilómetros 88,9 al 137,5 a lo largo del Río Arque en la época de lluvias ocurren desastres naturales tales como derrumbes de laderas, flujos de sedimentos, bases de la vía arrastradas, corrimientos de tierras, etc. Todos los años de enero a marzo, se necesitan de uno a tres meses para la rehabilitación, suspendiéndose inevitablemente la operación de trenes. Desde la Estación Buen Retiro sube hacia el norte a lo largo del Río Rocha y llega a la cuenca de Cochabamba con una elevación de 2.560 m. La línea entre Cochabamba y Aiquile, discurre hacia el este a lo largo de las sierras que se extienden de sur a este y, atraviesa un paso alto entre sierras, hasta llegar a Aiquile (elevación 2.257 m), que es una cuenca entre las sierras. Estas sierras que se extienden en la región oriental son parte de la zona montañosa que se formó al mismo tiempo que la cordillera de los Andes. La altitud de la cresta a bajar a medida

que se dirige al este. La línea que atraviesa estas sierras no puede menos que tener pendientes abruptas y curvas de radios mínimos. En este trayecto, la pendiente máxima es de 34,20/00 y el radio mínimo de curvas $R = 73$ m. (Fotos 3-5-11 y 3-5-12)



Foto 3-5-11

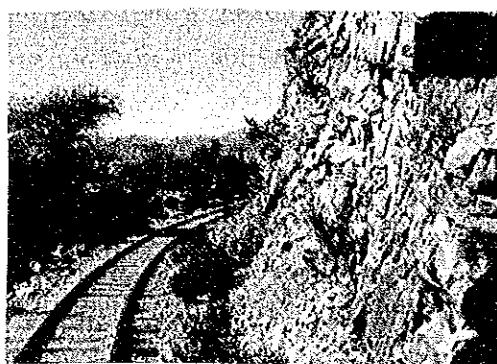


Foto 3-5-12

f) Línea Sucre (426,9 km)

Desde el Km 452 + 795 entre las estaciones de Río Marquez y Río Mulato de la Línea Villazón, se dirige hacia el este y sube a lo largo del pie de las montañas hasta una máxima elevación de 4.786,9 m (Paso del Cóndor) y baja a la zona donde abundan las reservas de minerales y llega a Potosí (elevación 3.905 m) ciudad que tenía minas prósperas. Separados por la Estación El Cóndor, hay dos tramos de larga distancia con pendiente abrupta de 300/00: 21,4 km hacia el lado de Río Mulato y 13,0 km en el lado de Potosí. Partiendo de Potosí, se dirige hacia el norte a lo largo del pie de las montañas hasta una elevación de 4.000 m y baja a la cuenca de Sucre (elevación 2.765 m), capital legal del país. Desde Sucre vuelve a subir hacia el este hasta llegar a la cuenca de Tarabuco (elevación 3.295 m). Especialmente, los trenes que transportan minerales están en servicio entre Potosí y Río Mulato, pero algunos tramos largos con fuertes pendientes constituye un estorbo para la operación. En este tramo de vía, la pendiente máxima es de 300/00 y el radio mínimo de curva $R = 75$ m. (Fotos 3-5-13 y 3-5-14)

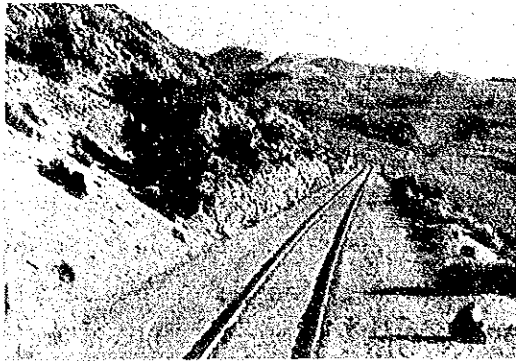


Foto 3-5-13

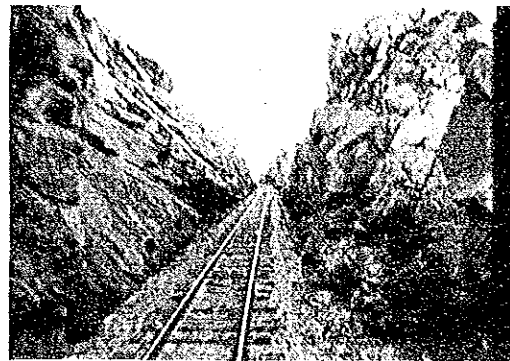


Foto 3-5-14

2) Red Oriental

a) Línea Yacuiba (539,0 km)

Este tramo de vía parte de la ciudad de Santa Cruz (elevación 400 m), ubicada al lado este de los Andes y rodeada por afluentes del río Amazonas (el Río Piray y el Río Grande o Guapay), y atravesando el abanico aluvial de los Andes hacia el sur, llega a Yacuiba, pueblo en la frontera con Argentina. En este tramo, el trazado sube y baja entre elevaciones de 350 a 840 m con pendiente máxima de 25,40/00 (menos de 100/00 en su mayoría). Debido a que pasa por una zona de planicie, el radio mínimo de curva es $R = 300$ m y $R = 400$ a 1.000 m en su mayoría. (Fotos 3-5-15 y 3-5-16)

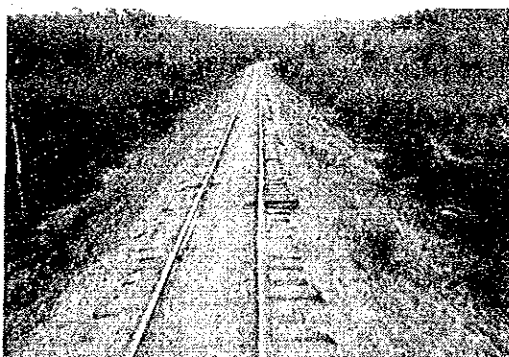


Foto 3-5-15



Foto 3-5-16

b) Línea Quijarro (650,4 km)

Al igual que la Línea Yacuiba, es el tramo de vías que se dirige desde Santa Cruz hacia el este, hasta el pueblo de Quijarro en la frontera con Brasil. Atraviesa la Serranía Santiago (elevación 800 a 1.000 m) a medio camino y, que divide las zonas amazónicas al lado norte y las regiones paraguayas y argentinas al lado sur. La menor elevación es de 112 m en Tacuaral y la mayor 506 m en la Estación El Porton en el Paso de la Serranía Santiago, por lo tanto la diferencia de elevaciones es de 394 m. En cuanto a las curvas, el radio mínimo es $R = 300$ m, pero $R = 1.000$ m en su mayoría. (Fotos 3-5-17 y 3-5-18)

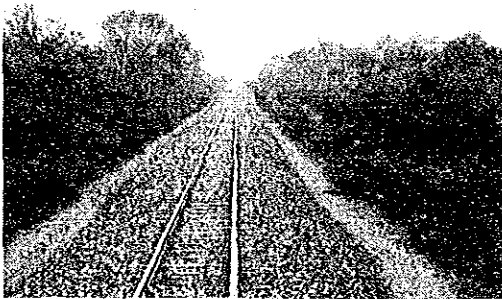


Foto 3-5-17

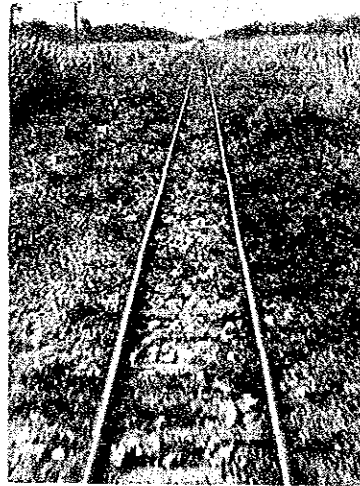


Foto 3-5-18