

#### **(4) Manejo Eficiente de Transporte de Carga**

##### **1) Manejo eficiente de carga aduanizada**

Es un problema muy importante manejar eficientemente la carga de exportación e importación que ocupa casi el 90% de la explotación del transporte de carga. Actualmente los datos que muestran concretamente estos contenidos son muy pocos, pero la sección encargada dice que el recorrido de vagones para importación es de 2 días de transporte y de 4 a 5 días en la aduana debido a la detención en estación con aduana, resultando que el 60 a 70% de los vagones de ENFE están parados y las reclamaciones de los expedidores aumentan.

Debido a esto, ENFE espera que se amplíen los equipos y desvíos en algunas estaciones con aduana y se extienda el horario de atención en todas las estaciones con aduana. En el futuro se ejecutará estrictamente el control de vagones aduanizados y se arreglarán los datos administrativos cotidianos. Es necesario definir un régimen para que se pueda examinar las causas e idear métodos de mejoramiento en caso de que ocurra la detención de vagones y a la vez impulsar las siguientes medidas en consulta con los organismos relacionados:

##### **a) Prolongación del horario de inspección en estaciones con aduana**

En caso de que los vagones se detengan en estaciones con aduana, se alega como una de las causas la diferencia de horas de trabajo entre dichas estaciones y ENFE. Actualmente, las horas de inspección en estaciones con aduana son de las 8 a las 15, mientras las horas de trabajo de ENFE son de las 8 a las 12 y de las 14 a las 18. Esto es una de las causas que con frecuencia ocasiona la detención de vagones cuando se acumulan los mismos. Por eso, ENFE pide, a través del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, la modificación de las horas de trabajo en estaciones con aduana al Ministerio de Finanzas. En el Acuerdo Programa entre ENFE y Ministerio de Transportes y Comunicaciones se menciona lo siguiente: Para mejorar los trabajos internacionales de ENFE, el Ministerio de Finanzas

promete esforzarse por despachar prestamente los trámites en las estaciones con aduana y ajustar también el horario de trabajos a la del ferrocarril. Por lo tanto, es deseable realizarlo inmediatamente.

**b) Contramedidas frente a estaciones con aduana y futuros métodos de inspección**

En caso de que se encuentre falta de capacidad en las estaciones con aduana donde ocurre mucha detención de vagones, se puede considerar lo siguiente en cuanto a los equipos:

- ① Si hay terrenos de sobra en estaciones con aduana, se aumentan equipos de línea como vías de estacionamiento.
- ② De acuerdo con el mejoramiento de estaciones de carga a proyectarse en el futuro, se trasladen estaciones con aduana a la playa de las estaciones de carga para tratar de simplificar la maniobra con vagones.

Pero, aunque se toman dichas contramedidas frente a las estaciones con aduana, según el aumento del volumen de transporte de carga en el futuro, se supone que sea difícil corresponder al número de vagones crecientes con el método de inspección de descarga que se ejecuta actualmente haciendo entrar vagones que llegan a las estaciones con aduana.

- ③ Para corresponder al aumento del volumen de transporte de carga, se requiere de antemano dividir entre vía de salida y llegada y vía de manejo de carga. [8-3, (5)-1] Es deseable que se cambie al método de inspección de toda la carga en vías de descarga.

Para corresponder también a la nueva situación como la introducción del método de transporte en contenedores en el futuro, se considera que la modificación del método de inspección de aduanas será un problema.

- ④ Para impulsar la contenedorización de carga internacional en el futuro, será necesario mejorar el método de descargar la carga de contenedores de llegada e inspeccionarla al método de inspeccionar la carga sin descargarla de contenedores y entregarla tal como está en contenedores.

Como se ha mencionado arriba, se consideran diversos problemas en cuanto a contramedidas frente a aduanas. Se considera necesario que ENFE estudie sintéticamente estos problemas dentro de su organización y conferencie suficientemente con los órganos relacionados antes de que ocurran estos problemas.

## 2) Apropiación de Control de Vagones para Exportación e Importación

El transporte de carga de exportación e importación será un intercambio internacional de vagones. Según la estadística de ENFE, los días de estadía en promedio de estos vagones son como se muestra en *Cuadro 8-3-3*. La estadía de vagones de ENFE en el extranjero es de 467 vagones en promedio por día, siendo de 26 días de estadía en promedio por vagón. En cambio, los vagones extranjeros que entran en líneas de ENFE son de 419 vagones en promedio por día, siendo de 15 días de estadía en promedio por vagón. Es decir, los vagones de ENFE que están en el extranjero sobrepasan a los que están en líneas de ENFE por 48 vagones en promedio por día, y los días de estadía en promedio por día son también 11 días más.

En cuanto a los vagones que están en líneas de ENFE, es importante hacer más eficientes los vagones aduanados, y a la vez hacer lo mismo en cuanto a los vagones que están en el extranjero. Actualmente, no sabe tanta información sobre los vagones que han entrado en el extranjero, pero en el futuro es necesario examinar suficientemente el control de vagones que están en el extranjero y se necesitan las medidas para impulsar su mayor eficiencia. Especialmente, se prevé que la carga de exportación vaya aumentando más y más en el futuro (Refiérase a *Cuadro 8-3-1*). Por eso, la reducción de días de estadía de vagones de exportación será un gran problema.

**Cuadro 8-3-3 Situación de Intercambio de Vagones de Exportación e Importación (1989)**

Red	Estación Fronteriza	Vagones de ENFE (en el extranjero)		Vagones Extranjeros (en ENFE)	
		Número de Vagones en promedio por día	Número de Días de Estadía en promedio	Número de Vagones en promedio por día	Número de Días de Estadía en promedio
Red Andina	Charaña	212	25	38	10
	Avaroa	80	11	95	17
	Villazón	51	110	89	20
	Total	343	21	222	16
Red Oriental	Quijarro	61	70	99	15
	Pocitos	63	61	99	13
	Total	124	57	198	14
Total General		467	26	419	15

En cuanto al control actual de vagones de exportación de ENFE, se encuentran unos defectos de que la comprensión de situación actual no es suficiente, la organización de sus oficinas en el extranjero es débil, el régimen de rotación de vagones no está arreglado, etc.

Por ejemplo, en noviembre de 1990, la Gerencia Comercial de ENFE mandó a su oficina en el extranjero la investigación de la causa de congestión de vagones de exportación en el extranjero. Pero, aun en febrero de 1991 no se había informado nada. Se piensa que esto es debido a la falta de mano proveniente de pocos representantes residentes en dicha oficina y además, a poca experiencia de los representantes en trabajos de transporte de carga. El régimen de dar instrucciones sobre la rotación de vagones no es tampoco claro, dependiendo en la situación actual de la rotación arbitraria del lado de estaciones extranjeras.

Estos mejoramientos parecen no ser necesariamente fáciles debido a que constituyen problemas internacionales, pero será necesario tratar de mejorarlo gradualmente empleando bastante tiempo como sigue:

a) **Comprensión perfecta de la situación actual de vagones de exportación**

El recorrido de vagones de exportación se hace en la siguiente circulación:

Salida del país (estación fronteriza) — Tracción por tren de carga — Llegada a la estación de destino — Descarga de cargamento (descarga — Limpieza de vagones — Desinfección del interior de vagones) — Carga de cargamento — Expedición de vagones — Tracción por tren de carga — Estrada en el país (estación fronteriza)

Pero, el número actual de vagones que están en el extranjero se confirma sólo por el diario de vagones entrantes y salientes en la estación fronteriza, no confirmando la situación en estaciones extranjeras. Por consiguiente, sólo con dicha confirmación, no se puede comprender en qué parte de dicha circulación están problemas.

Al mejorarlo en el futuro, en caso de que hayan oficinas en el extranjero, es necesario arreglar información diaria de vagones como *Cuadro 8-3-4*, confirmando la situación de vagones en el extranjero.

*Cuadro 8-3-4 Información de Vagones*

Lo relacionado con la llegada de vagones	Lo relacionado con la expedición de vagones
Número de vagones de llegada	Número de vagones requeridos
Número de vagones descargados	Número de vagones empleados
Número de vagones no descargados (por causa)	Número de vagones faltantes (por causa)

(Nota) "Por causa" significa la falta de lugar de descarga, la falta de capacidad de manejo de carga, lo relacionado con la maniobra de vagones, la conveniencia de expedidores, etc.

**b) Consolidación de la organización en el extranjero**

La Gerencia Comercial de ENFE ha solicitado al Ministerio de Transportes y Comunicaciones el aumento de una persona en su oficina en el extranjero al fin de febrero de 1991. En cuanto al aumento del personal en el futuro, se debe destinar a personas experimentadas en trabajos de transporte de carga o a personas bien instruidas por lo menos como se ha indicado antes. Los problemas de disposición de personal se indicaron en Capítulo 14 [Refiérase a 14-2, (3)], pero la disposición debe unirse a su refuerzo sustancial. Se debe aprovechar este aumento del personal para comprender la situación actual de vagones o para hacer eficiente la rotación de vagones como se ha mencionado antes.

**c) Establecimiento de Régimen de Rotación de Vagones**

En cuanto a la rotación de vagones, se debe incluir también la de vagone de exportación dentro de los límites de instrucciones de vagones. En el futuro se colocará el Puesto de Mando Carga bajo la jurisdicción de la Gerencia Comercial, pero si no puede dar instrucciones sobre los vagones que están en el extranjero, no se puede tratar de hacer eficiente la rotación de vagones. Más bien, la rotación de vagones de exportación e importación que ocupan el 90% de toneladas transportadas debe ser el alma de trabajo de instrucciones. Se debe hacer que el instructor de rotación de vagones dé al representante residente en el extranjero instrucciones adecuadas o hacer peticiones, basándose en dicha comprensión de la situación actual. Para que se puedan ejecutar suavemente comunicaciones y negociaciones con las estaciones extranjeras, se considera importante esforzarse por realizar despacio el arreglo de régimen de comunicación y cooperación, la celebración de conferencias periódicas, etc. con el lado extranjero, empleando mucho tiempo.

En cuanto a la rotación de vagones, ENFE se esfuerza por elevar la "eficiencia de la operación", pero en el futuro se debe

adoptar además como un indicador de control de vagones la siguiente "eficiencia de operación" y aprovecharla para el control de vagones. Esa eficiencia de operación muestra la tasa de operación de vagones. Es deseable que se haga servir para elevar el coeficiente de utilización de vagones, aprovechándola para el control cotidiano y la preparación de plan de transporte.

A continuación, se muestra un ejemplo de eficiencia de operación de vagones calculada según los valores estadísticos de ENFE.

[Ejemplo]

$$\text{Eficiencia de Operación (\%)} = \frac{\text{Número de Vagones Usados}}{\text{Parque de Vagones}}$$

donde: Vagones Usados = Vagones cargados expedidos

Parque de Vagones = Número de vagones utilizables -  
Número de vagones que están en el extranjero  
+ Número de vagones extranjeros en ENFE

Vagones Utilizables = Total de vagones poseídas -  
Número de vagones no utilizables

[Nota] El número de vagones no utilizables es el de vagones objeto de desguace, vagones a reparar, carros de inspección, etc.

La eficiencia de operación de ENFE calculada según la susodicha fórmula es como se muestra en Cuadro 8-3-5. Se observa que recientemente está elevándose gradualmente año tras año, pero se piensa que hay muchos puntos a mejorar y elevar aún más. (Refiérase a Apéndice 8-2)

**Cuadro 8-3-5 Eficiencia de Operación de Vagones de ENFE (%)**

Año	Red Andina	Red Oriental	Total
1987	3,74	6,11	4,60
1988	4,04	7,75	5,27
1989	4,92	7,46	5,92

La eficiencia de operación de 5,92% significa que se requieren unos 17 días en promedio ( $1 \div 0,059 = 16,89$ ) para una rotación de vagones (aquí se dice una duración en que coches de ENFE salen de una estación de procedencia cargando un cargamento y después de haber llegado al extranjero o al interior del país, vuelvan a una estación de ENFE y salen otra vez de la estación cargando un cargamento).

Subdividiendo estos valores para el control de rotación de vagones, dividiéndolos, por ejemplo, por vagones para carga internacional y carga interior, por clase de vagones, etc., se debe aprovecharlos para la rotación de vagones. Para el aumento de demanda en el futuro será inevitable aumentar vagones, pero refrenar el número de vagones en lo posible será un problema importante desde el punto de vista de explotación comercial. Para eso, es absolutamente necesario ejecutar desde ahora el examen de eficiencia de operación de vagones y tratar de elevarla.

**d) Mejoramiento de equipos de comunicación**

Para el mejoramiento de control de vagones de exportación e importación mencionado antes, será naturalmente necesario el mejoramiento de equipos de comunicación. Se dice que entre las oficinas actuales de ENFE en el extranjero hay unas sin aun equipos telefónicos (por ejemplo, Antofagasta). Por lo menos, instalando en las oficinas tanto en el país como en el extranjero equipos de comunicación tales como aparatos telefónicos, de telfax, etc., se debe arreglar inmediatamente un régi-



men que posibilite comunicación rápida. Es también necesario arreglar un régimen de comunicación de sistema en línea con la oficina central, instalando equipos terminales de computadora en el futuro.

### 3) Reducción de Estaciones de Carga

Las estaciones de ENFE que manejaron la carga en 1989 son como se muestra en *Cuadro 8-3-6*. Son de 59 estaciones en la Red Andina y de 64 estaciones en la Red Oriental, totalizando 123 estaciones. De dichas estaciones, las estaciones cuyo volumen de manejo anual es inferior a 3.000 toneladas (8,2 toneladas en promedio por día) son de 33 estaciones en la Red Andina y de 57 estaciones en la Red Oriental, totalizando 90 estaciones y ocupando el 73% de todas las estaciones de carga. Las toneladas de manejo total durante un año de estas 90 estaciones son de 43.481 toneladas y la proporción que ocupan en el volumen total de ENFE es sólo del 4,2%. Las 33 estaciones restantes manejan 970 mil toneladas (96%). Además, de dichas 90 estaciones, hay 54 estaciones con volumen de manejo inferior a 500 toneladas anuales. Su volumen de manejo en total es sólo de 6.481 toneladas (44% de todas las estaciones de ENFE, pero 0,6% del volumen de manejo), siendo sólo de 120 toneladas en promedio por estación (0,3 tonelada en promedio por día).

Se supone con facilidad que dichas estaciones constituyen uno de los factores que estorben el transporte eficiente de carga. En principio, se debe abolir el manejo de carga en dichas estaciones y unificar su manejo de carga a las estaciones en sus alrededores. Se puede alegar un mérito general por la abolición de las pequeñas estaciones de carga como sigue:

- ① Reducción de tiempo de parada de trenes de carga (llegada rápida de trenes de carga)
- ② Reducción de tiempo de maniobra en estaciones de formación de trenes (reducción de tiempo de reexpedición de trenes de carga)

Por lo dicho,

- ③ Elevación tanto de coeficiente de utilización de vagones como de eficiencia de personal a bordo
- ④ Reducción de personal (estaciones con abolición de manejo de carga, estaciones de formación de carga y personal a bordo)

**Cuadro 8-3-6 Situación de Manejo de Carga en Pequeñas Estaciones**

	Estaciones de carga en 1989	Estaciones con volumen de manejo inferior a 500 toneladas anuales		Estaciones con volumen de manejo inferior a 3.000 toneladas anuales	
		Número de estaciones	Toneladas Manejadas	Número de estaciones	Toneladas Manejadas
Red Andina	La Paz - Villazón	30	9	4	1.000 toneladas
	Viacha - Charaña	2	1	-	6,7
	Oruro - Aiquile	11	7	1	1,8
	Rio Mula. - Tarabuco	8	4	-	-
	Uyuni - Avaroa	7	3	4	6,3
	Viacha - Guaqui	1	-	-	-
	<b>Total</b>	<b>59</b>	<b>24</b>	<b>9</b>	<b>14,8</b>
Red Oriental	Santa Cruz - Quijarro	27	11	9	11,6
	Santa Cruz - Yacuiba	28	17	8	10,6
	Santa Cruz - R. Grande	9	2	-	-
	<b>Total</b>	<b>64</b>	<b>30</b>	<b>27</b>	<b>22,2</b>
<b>Total General</b>	<b>123</b>	<b>54</b>	<b>36</b>	<b>37,0</b>	

En cuanto a la carga que se debe manejar actualmente en estaciones objeto de abolición debido a las circunstancias de carretera, estableciendo un reglamento de manejo temporal, se puede manejarla como carga de compromiso temporal cada vez según necesidad.

[Nota] En la Red Andina, ya se ha abolido el manejo de carga anual en algunas estaciones, y colocando el personal sólo en el tiempo de cosecha de productos agrícolas (papas, etc.) para manejar trenes de carga.

En cuanto al plan de arreglo y unificación de estaciones de carga en el futuro, es deseable que se la realice dividido en unas etapas, tomando en consideración las circunstancias de carretera, etc.

**b) La segunda unificación en adelante**

Habiendo por el momento 36 estaciones con volumen de manejo de carga inferior a 3.000 toneladas anuales como objeto de unificación, se la realizará considerando la situación del mantenimiento y mejoramiento de las carreteras, el movimiento del manejo de carga (aumento y disminución de volumen de manejo, posibilidad de nuevas demandas), etc. y se lo concluirá por lo menos antes del 2000. Continuando el examen de unificación después de eso, se termina un plan de disposición de nuevas estaciones de carga antes del 2020 en que se complete la red nacional de carreteras pavimentadas.

**(5) Modernización de Equipos para Manejo de Carga, etc.**

En las principales estaciones de carga de ENFE no hay equipos excepto depósitos, puente-básculas, etc., y son pocas las estaciones provistas de andén de carga, depósito de cargas, etc. Actualmente, como desvios se usan las vías en común tanto para carga y descarga como para la salida y llegada de trenes, casi no hay estaciones provistas de disposición de estación de carga. Por otra parte, como se ha mencionado en el Capítulo 3, la mayoría del trabajo de manejo de carga depende de la fuerza humana. En cuanto a los equipos de carga y descarga, no hay equipos de ENFE aun en la Estación de Santa Cruz con el mayor volumen de carga, por lo cual los expedidores mismos llevan sus propias máquinas de carga y descarga para manejar cargas pesadas. Pero, el patio de carga y descarga y caminos están sin pavimentar.

En tal situación, es difícil competir con el transporte carretero, etc., en el futuro la competencia del transporte que será más y más fuerte. Por eso, se debe impulsar la modernización de equipos de manejo de carga, etc., ejecutando las siguientes medidas:

**1) Modernización de estaciones de carga**

En las estaciones donde la frecuencia del servicio de trenes se incrementa con el aumento del volumen de transporte, es decir, más trenes por día salgan y lleguen en comparación con la actual fre-

### 1) Modernización de estaciones de carga

En las estaciones en que la frecuencia de servicio de trenes se incrementa con el aumento de volumen de transporte, es decir, unos trenes por día salgan y lleguen en comparación con la actual frecuencia de servicio de más o menos un tren de recorrido sencillo por día, será casi imposible el método actual de ejecutar trabajos de manejo de carga en la misma vía de llegada de trenes. Además, con el progreso de tráfico por carretera, etc. se necesitarán diversos mejoramientos.

En cuanto a las estaciones principales que serán el alma de explotación de transporte de carga en el futuro, se impulsará la modernización de los equipos siguientes:

- a) Mejorar la disposición de estaciones de carga, dividiendo la vía de salida y llegada de trenes y la vía de carga y descarga de cargamento.
- b) Instalar andenes de carga y depósitos de cargas según necesidad.
- c) Pavimentar patios de carga y descarga de cargamentos. En caso de que se manejen contenedores, reservar espacios de trabajo de montacarga de horquilla y depósitos de contenedores.
- d) De acuerdo con la situación de cargas de salida y llegada, asegurar mínimas máquinas de manejo de carga.

### 2) Modernización de Método de Carga y Descarga de Cargamentos

Actualmente, ENFE ejecuta trabajos de carga y descarga de vagones en estaciones importantes principalmente mediante contratos con sindicatos de cargadores (no son empresarios de transporte) a un precio unitario determinado por "vagon de carga". El sindicato forma generalmente una cuadrilla de 6 a 8 obreros y ejecuta toda la carga y descarga por fuerza humana. Casi todas las cargas se llevan a hombros. En la situación actual, no se emplean aun las máquinas sencillas como correas transportadoras.

Debido a que ENFE está en una posición de poder frenar la proporción de gastos de carga y descarga que ocupan en los gastos de transporte, refrenando el "precio unitario por vagón" a bajo nivel, no muestra tanto deseo de impulsar la modernización de trabajos de carga y descarga por el momento. Sin embargo, gradualmente con la competencia con camiones o el aumento de volumen de transporte en el futuro, se piensa que llega a exigirse naturalmente la reducción de gastos de carga y descarga debido a la reducción de tiempo de carga y descarga y al alza de precios de contrato originada por la falta de mano de obra. De los expedidores, hay algunos que desean la reducción de gastos de distribución que acompañan al transporte hasta estaciones y a la carga y descarga de vagones. Por lo tanto, parece que es inevitable la modernización del método de carga y descarga en el futuro.

a) Desarrollo de Sistema de Paleta

Al modernizar el método de carga y descarga en el futuro, es indispensable desarrollar el sistema de paleta que se presupone para eso. Adoptando paletas, se puede ejecutar en poco tiempo transbordos de camiones en vagones y de vagones en camiones mediante montacarga de horquilla, conduciendo al ahorro de tiempo y trabajo en comparación con trabajo manual por fuerza humana.

De los expedidores de ENFE, hay algunos que sufren de carga de gastos de transporte, etc. En primer lugar, se debe empezar el examen de sistema de paleta para la carga de salida y llegada en el país. En caso de emplear paletas en vagones, el problema consiste en cómo se recuperan paletas usadas. Para eso, será necesario tomar medidas de descuento de precio de transporte para paletas de reenvío.

[Referencia]

En JR del Japón no se agrega el peso de paleta al de carga, y además de eso, para transporte de paletas de reenvío se descuenta 70% del precio de transporte por vagón completo. Para la carga completamente empaletada, los empresarios de transporte descuenta 10% del precio de transporte.

Para impulsar el sistema de paleta, es deseable que se estudien los siguientes problemas, estableciendo la "Subcomisión de Impulsión de Sistema de Paleta" (nombre provisional) dentro de ENFE:

① Normalización de Paleta

¿Qué tamaño de paleta se adoptará para vagones de ENFE? En este caso, es deseable adoptar las intercambiables con las usadas generalmente en fábricas, bodegas, puertos, etc.

② Sistema de depósito ("pool") de paletas (sistema de intercambio de paletas)

③ Sistema de descuento de precio de transporte para paleta de reenvío

④ Método de impulsión de sistema de paleta

[Referencia 1] Las paletas adoptadas por JR del Japón son las siguientes dos:

800 mm x 1.100 mm                      1.100 mm x 1.100 mm

[Referencia 2] En Europa hay Sistema Europeo de Depósito de Paletas ("Europäischer Paettenpool), y está establecido un sistema internacional de uso común.

b) Contenedorización

Como otra orientación para mejorar el "transbordo" que es el mayor defecto de transporte por ferrocarril, hay contenedorización de transporte de carga. Con la contenedorización, se consideran los respectivos méritos para las 3 partes de expedidores, empresarios de transporte y ferrocarril.

Mecanizando transbordos de camión - vagón - camión, (principalmente, como el lado de expedidores, empresarios de transporte)

- ① Reducción de tiempo de transbordo y ahorro de trabajo (disminución del personal de carga y descarga, la de gastos de transporte)
- ② Reducción de gastos de embalaje (por ejemplo, caja de madera -> caja de cartón ondulado)
- ③ Prevención de accidentes de avería de carga (disminución de maniobra de vagones)

Como los méritos del lado de ferrocarril, separando contenedores de vagones,

- ④ Reducción de tiempo de carga y descarga (elevación de eficiencia de operación de vagones)
- ⑤ Reducción de tiempo de maniobra de vagones (Simplificación de maniobra de vagones, fijación de formación de vagones)
- ⑥ Disminución de número de reexpedición de vagones (transbordo de contenedores en estación de reexpedición)

Con los méritos mencionados arriba, se pueden proyectar la reducción de parque de vagones y gastos de maniobra de vagones, el incremento de velocidad de transporte de vagones, etc.

Como se ha mencionado en (3) Modernización de Método de Transporte, en cuanto a la impulsión de contenedorización, se debe examinarla tomando como objeto la carga interior por el momento y ponerla en práctica después de un período de ejecución de prueba. Al igual que el desarrollo de sistema de paleta, es también deseable se estudien diversos problemas relacionados, estableciendo la "Subcomisión de Impulsación de Sistema de Contenedor" (nombre provisional) dentro de ENFE. En este caso, los asuntos a examinar son como sigue:

- i. Transporte de carga interior por artículo (Volumen de transporte anual de cargas adecuadas para contenedor)

ii Características principales del contenedor y del vagón que se fabriquen nuevamente

iii Sistema del precio de transporte en contenedores

iv Método de impulsión de transporte en contenedores

[Referencia] En el Cuadro 8-3-7 se muestran las características principales del contenedor y vagón portacontenedor adoptados por JR del Japón.

**Cuadro 8-3-7 Características Principales de Contenedor y Vagón Portacontenedor (JR)**

(Contenedor)

Clase	Tipo	Máximo volumen de carga (ton.)	Máxima dimensión exterior mm			Máxima dimensión interior mm			Superficie de piso (m <sup>2</sup> )	Volumen interior (m <sup>3</sup> )
			Altura	Anchura	Longitud	Altura	Anchura	Longitud		
Contenedor ordinario con puerta de lado fijo	C 20	5	2350	2438	3658	2066	2330	3526	8,2	17,0
Contenedor ordinario con puerta de lado fijo	C 36	5	2438	2438	3658	2086	2319	3538	8,2	17,1

(Vagón Portacontenedor)

Tipo	Peso Vacío	Carga	Dimensión Principal (Carrocería)			Máxima velocidad de marcha	Clase reservada	Número de contenedores cargados
			Máxima Longitud	Máxima Anchura	Máxima Altura			
"KOKI" 5500	ton 15,0	ton. 34	mm 18300	mm 2617	mm 2098	km/h 85	ton. 5	Unidades 4
"KOKI" 50000	18,3	37	20400	2640	2098	95	5 10	5 3
"KOKI" 10000	18,0	34	18300	2720	2098	100	5	4



### 3) Modernización del Sistema de Información sobre la Carga

Actualmente, el control de información de la carga mediante computadora de ENFE trata los resultados de la explotación de transporte de carga (toneladas transportadas, tonelada-kilómetro, vagones usados, volumen de transporte por producto, ingresos del transporte de carga), información sobre la situación (posición) de los vagones, etc. mediante el procesamiento por lotes, pero no se realiza el proceso de enlace en tiempo real.

Como se ha mencionado en 8-1 "Idea de Mejoramiento de la Explotación Comercial", es importante tratar de establecer datos del control diario de la explotación comercial, pero en el futuro será necesario intentar modernizar el sistema de información de la carga, adoptando el sistema en línea. Su resumen es como sigue:

- a) Expedición automática del conocimiento del ferrocarril (cálculo automático de precios de transporte de carga)
- b) Información sobre la explotación del transporte de carga (toneladas transportadas, ingresos del transporte de carga, etc. por estación de partida y de llegada, por expedidor, por producto, por estación de destino, etc.)
- c) Información sobre la utilización de vagones (número de vagones utilizados, etc. por destino, por tren, por clase de vagón)
- d) Información de la situación de vagones (vagones llegados, vagones estacionados, vagones reexpedidos, etc.)

(Estas se controlan mediante computadora en el Puesto de Mando de Oruro, basándose en telegramas de cada estación.)

Con estos datos, se pueden obtener las siguientes informaciones:

- e) Información del transporte de vagones

f) Predicción de la llegada a estaciones de destino

Para mayor información, en la *Fig. 8-3-3* se muestra el flujo de información de la carga. Además, en la *Fig. 8-3-4* se muestra el resumen de función en caso de que se computaricen en el futuro.

En caso de que en el futuro se aumente el transporte intermodal, será especialmente importante comunicar informaciones con las empresas de camiones, así que es necesario establecer un sistema que incluya a éstas. (Refiérase al Apéndice II)

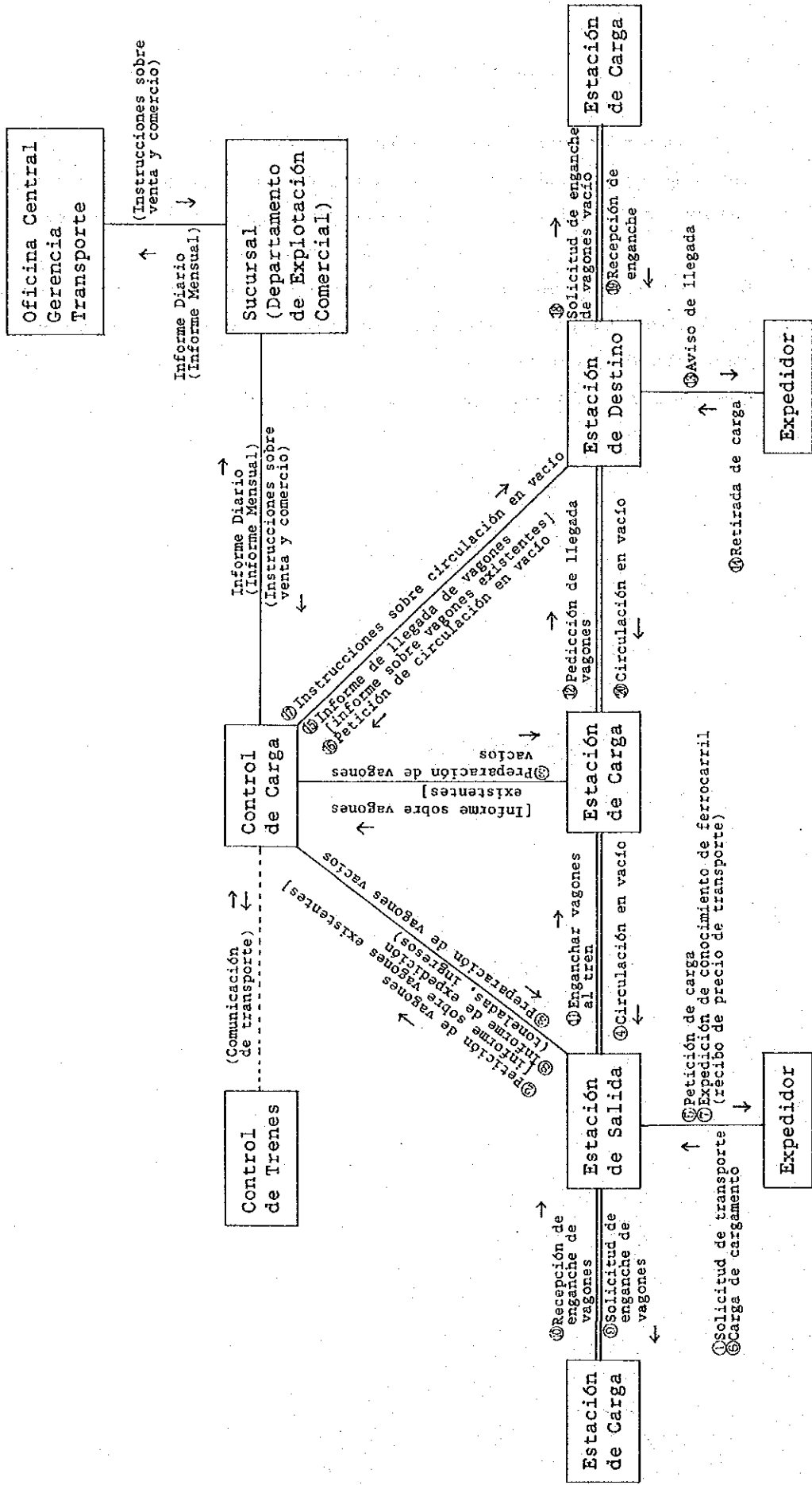


Fig. 8-3-3 Flujo de la Información de la Carga

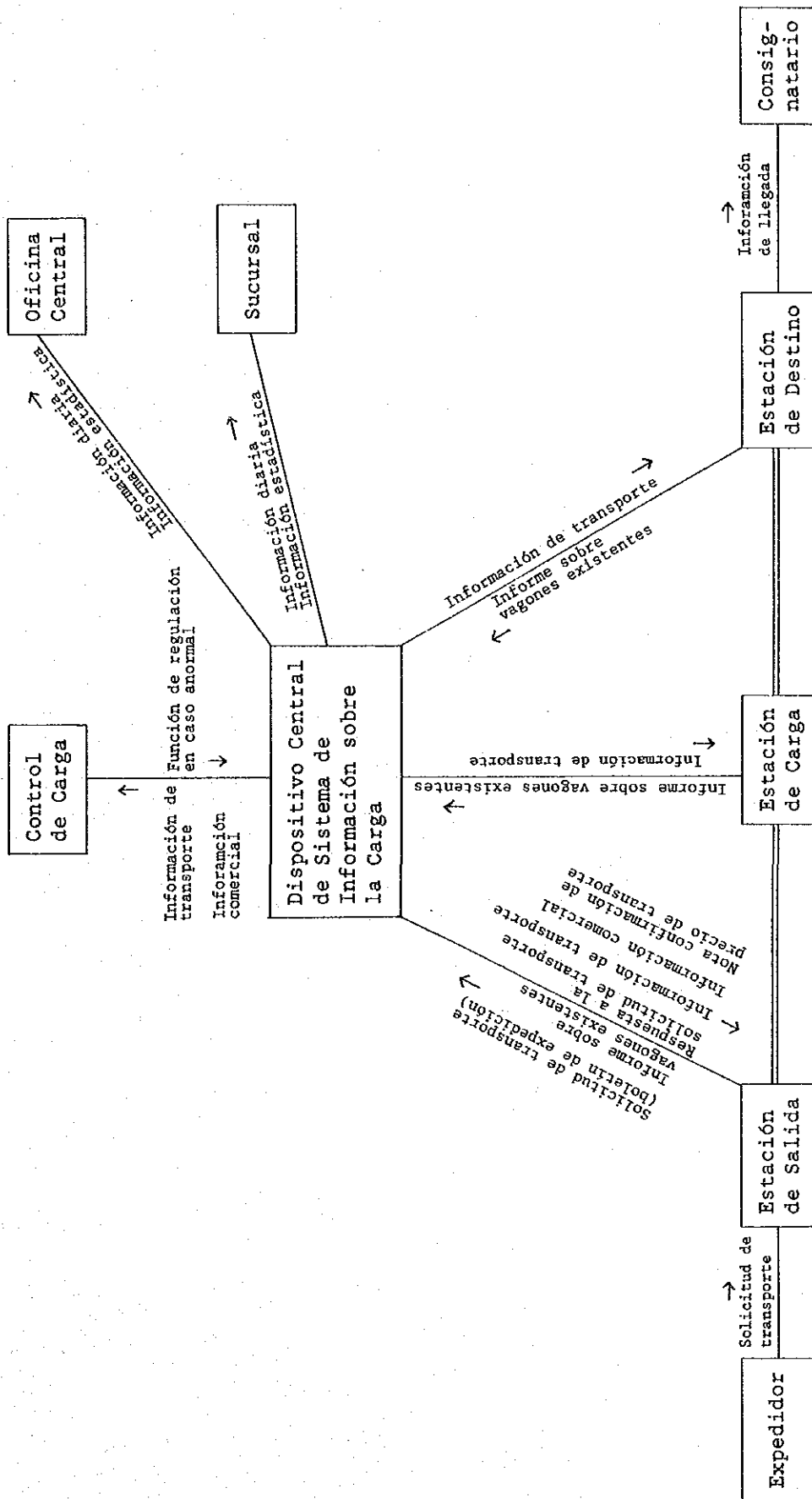


Fig. 8-3-4 Resumen de las Funciones del Sistema de Información de la Carga

## **CAPITULO 9**

### **PLAN DE TRANSPORTES**





## **CAPITULO 9 PLAN DE TRANSPORTES**

### **9-1 Concepto para Definir el Plan de Transporte**

En todos los rangos industriales, es factor indispensable afianzar la seguridad si se requiere elevar la eficiencia.

Para definir el plan de rehabilitación y modernización de ENFE damos mucha importancia a estos puntos, y se pretende que ENFE sea, en el futuro, una industria principal para el desarrollo económico del país y al mismo tiempo se desempeñe el papel importante como una entidad de transporte, que responda a las necesidades del pueblo.

Se realizará la rehabilitación y modernización convenientes para ENFE, realizando estudios, desde lo fundamental, sobre el sistema de seguridad de operación de trenes, que es la base de las actividades de transporte y que sería fácil de modificar en el futuro, un vez establecido el Plan de Transporte.

Teniendo en cuenta de que ENFE está ubicada en el centro de las redes de transporte internacional, se planifica también el procedimiento para elevar la eficiencia del control integral de transporte para que ENFE demuestre su capacidad.

### **9-2 Condiciones Básicas para Definir Plan de Transporte**

Será definido el plan de transporte en base de las condiciones siguientes y de acuerdo con el concepto mencionado arriba.

#### **(1) Planificación por sectores y condiciones de vías**

Se define los planes de operación de trenes para los diferentes sectores de ENFE. Y la velocidad máxima de operación de cada sector se detalla en el cuadro siguiente:



**Cuadro 9-1 Sectores Planificados de Transporte**

Nombre de Línea (Provisional)	Sectores	Kilometraje del sector (km)	Velocidad máxima (km/h)		Observaciones
			Pasajero	Carga	
Villazón	La Paz-Villazón	845,6	95	75	
Guaqui	Viacha-Guaqui	65,3	95	75	
Charaña	Viacha-Charaña	206,8	80	65	
Avaroa	Uyuni-Avaroa	170,6	80	65	
Cochabamba	San Pedoro-Cochabamba	204,8	80	65	
Cochabamba	Cochabamba-Aiquile	214,5			Sin Plan de Mejoramiento de las facilidades
Sucre	Triangulo-Sucre	348,2	80	65	
Total de la Red Andina		2.055,8			
Quijarro	Santa Cruz-Quijarro	640,1	95	75	
Yacuiba	Santa Cruz-Yacuiba	535,5	95	75	
Yapacani	Santa Cruz-Yapacani	190,5			Sin Plan de Mejoramiento de las facilidades
Pue. Busch	Motacucito-Pue. Busch	132,7	80	65	Vía de construcción
Total de la Red Oriental		1.498,8			
Total		3.554,6			

**(2) Sistema de Seguridad de Operación**

El sistema de seguridad de operación, que es fundamental para la operación de los trenes, será de una forma tal que posibilite modernizarse también en el futuro. Se adoptará el tipo de sistema de bloqueo encadenado, con el semáforo de tipo y color múltiple. En cuanto el sistema con relevadores se adoptará la clase 1 ó 2 del sistema de enclavamiento a través de relevadores eléctricos.

La operación del tren será desde el lado derecho.

### (3) Sistema de Fuerza Motriz

En cuanto al sistema de fuerza motriz, la electrificación no se ejecutará por ahora según el pronóstico de la demanda del Capítulo 7 y etc., y se adoptará el sistema de operación diesel. El tren de pasajero estará compuesto de coche motor diesel (se llama Diesel Car: DC), el tren de carga será con locomotora diesel (se llama Diesel Electric Locomotive: LDE). Véase el Apéndice 9-3 Plan de Electrificación.

### (4) Tipos de Tren, etc.

#### 1) Tipo de Tren

El tipo de tren operado en cada sector consistirá en los de pasajeros (Coche Diesel = DC) y los de carga (Carga: Locomotora Diesel + Coche de flete = LDE + FC), la distinción entre los trenes expreso y normal de pasajero como también los de servicio directo y normal de carga se clasifican en función de si paran o no en las estaciones. Por consiguiente, deberá elaborarse la Curva de Servicio para los dos casos; uno para trenes de pasajeros y el otro para trenes de carga. En cuanto a la Curva de Servicio de trenes de carga, tiene que elaborarse según cada constante de remolque.

#### 2) Formación de tren

En cuanto a los trenes de pasajeros, la formación básica será de 3 a 6 coches, que se basa en el resultado del cuadro de Pronóstico de Demanda (OD), teniendo en cuenta la capacidad y frecuencia de servicios y de vías. Tiene que ser igual la Curva de servicio, usando coche de tracción en todos los coches.

En cuanto a los trenes de carga, deberá hacerse el cálculo para definir la formación de tren, de acuerdo con la eficiencia con carga y sin carga según cada constante de remolque.

Esta constante de remolque serán 300, 400, 800, 1.000 y 1.200 toneladas, teniendo en cuenta lo siguiente.

- ① Entregar mercancía lo antes posible.

- ② De acuerdo con la capacidad de la aceleración del motor diesel, tiene que poseer la capacidad de tracción más de 30 km/h, en tramo de rampa. (La velocidad de régimen continuo es 28 km/h)
- ③ No exceder la capacidad de la vía.  
(Véase el Apéndice 9-9, para el constante de remolque de cada sector)

### 3) Operación de tren

Deberá ser operado el tren de pasajero fundamentalmente con dos funcionarios, un maquinista y un revisor.

En cuanto a tren de carga, hasta el año 2020, será operado por sólo un maquinista, aboliendo el sistema con revisor.

### (5) Coches y la Capacidad de Coches

Con mirada hacia el año 2020, se debe abolir todos los coches desgastados, y finalmente, deberá operarse todos los trenes de pasajeros con coche motor diesel (de aquí en adelante, lo llamará como DC) para elevar la eficiencia de la operación de trenes y la velocidad. Para la operación de transporte de carga, de acuerdo con lo que tiene que asegurar el constante de remolque antes mencionado, deberá ser de trenes de carga uniformes con el modelo 1000 de la locomotora diesel (de aquí en adelante, se llamará como LDE), que posee actualmente ENFE.

En cuanto a la capacidad de coches, - mencionamos el detalle en el Capítulo 10 "Plan de Coches" -, se aplicará la norma de ferrocarriles de Japón para la capacidad de desaceleración y marcha. (Véase el Apéndice 9-5)

### (6) Demanda de Transporte

Planificamos de acuerdo al pronóstico de la demanda de transporte, mencionado en el Capítulo 7.

Para distintos tipos de trenes, se define el número de operación de trenes según cada sector, calculado por día como una unidad en vez de por una semana, para ofrecer un servicio frecuente.

**(7) Factor de Ocupación, Eficiencia de Volumen de Carga, etc.**

**1) Factor de ocupación**

Determinamos el 70%, teniendo en cuenta los valores de los resultados del Capítulo 3, de acuerdo a la situación real de trayectos y lo que son principalmente el transporte de larga y mediana distancia.

**2) Eficiencia de volumen de carga**

La capacidad de volumen de todos los vagones de carga es de 42 toneladas (peso muerto: 18 ton). Determinamos la eficiencia del volumen de carga como el 70%, considerando los resultados del pasado; la carga neta, por lo tanto, es de 28 toneladas.

Determinamos que la meta es de 37 toneladas netas (93% de eficiencia del volumen de carga) los vagones de transporte de minerales de la línea a construirse de Mutun a P. Busch, considerando también los resultados del pasado.

**3) Variación de transporte**

La variación del transporte de pasajeros es de 130 a 135%. Por consiguiente, es cierta la posibilidad de alcanzar.

Para carga, la variación es de 130% aproximadamente, es casi posible alcanzar, teniendo en cuenta los vagones de reserva (30%).

**4) Número de días de retorno del vagón de carga**

Con respecto al número de días de retorno del vagón de carga, lo determinamos, teniendo en cuenta el resultado del Capítulo 3 y los siguientes puntos:

- a) Vagón de carga de exportación e importación: 15 días.
- b) Vagón de carga de local: 11 días.
- c) Vagón exclusivo de minerales: 1 día.

- ① Reducción de horas para carga/descarga
- ② Mejoramiento de la velocidad de trenes de servicio.
- ③ Mejoramiento de la eficiencia de transporte, junto con el aumento de número de trenes en servicio.
- ④ Mejoramiento de la eficiencia de operación de vagones, ordenando redes de informaciones.
- ⑤ Realizar operación de trenes estable

#### 5) Porcentaje de vagón vacío de carga

Determinamos como 35% el porcentaje del vagón vacío de carga, pero determinamos el vagón para minerales arriba indicado como vagón con carga.

### 9-3 Plan de Transporte

#### (1) Sistema de Seguridad de Operación, etc.

El sistema de seguridad de operación, que es básico en el plan de operación de trenes, se indica en el *Cuadro 9-2*, de acuerdo con el concepto y las condiciones básicas antes mencionadas.

**Cuadro 9-2 Sistema de Seguridad de Operación**

Nombre del sistema	Tipo de sistema	Observación
Sistema de bloqueo	Bloqueo encadenado	Se denomina "Tokenless block system". Es un sistema de bloqueo no automático, tipo sin bastón piloto.
Sistema de señalización	Semáforo de tipo y color múltiple	Es un sistema de postes fijos de semáforos y hace señales con semáforos color verde (G), amarillo (Y) y rojo (R).
Sistema con relevadores	Clase 1 ó 2 de sistema de enclavamiento a través de relevadores eléctricos	Será de clase 1 para estaciones principales y de clase 2 para las otras.

- Notas:
1. Aunque no se ha planificado ATS (Sistema de parador automático de tren auto) por el momento, es posible instalarlo en el futuro.
  2. No determinamos, por el momento, "Tramos duplicados o semi-duplicados" con respecto al sistema de señalización. Pero serán posibles de ser determinados.
  3. Refiérense cada sección correspondiente para los detalles de sistemas.
  4. G: Semáforo verde (permite salir)  
 Y: Semáforo amarillo (para dar atención)  
 R: Semáforo rojo (indica parar)

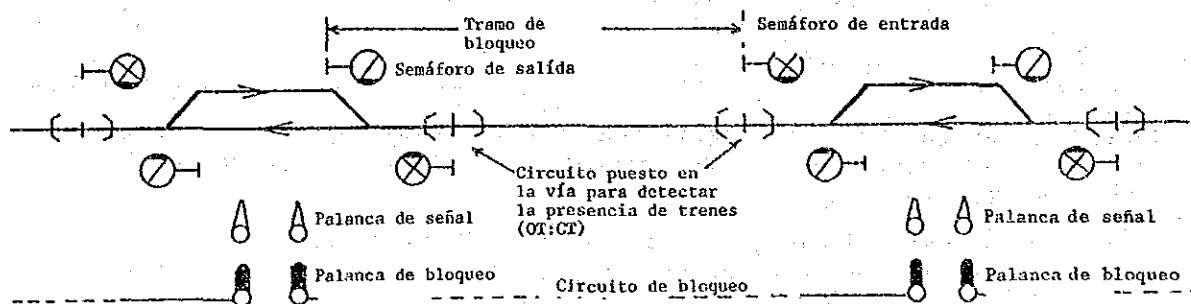
**1) Sistema de bloqueo**

El sistema de bloqueo en trayectos de vía simple se divide en dos clases; uno es automático, el otro no automático. Adoptamos el Sistema de Bloqueo Encadenado de tipo no automático para todos los trayectos, teniendo en cuenta que no hay comparativamente mucho tráfico de trenes y lo que se necesita disminuir la inversión.

El funcionamiento de este sistema, es el siguiente:

a) Equipos y sus funcionamientos

El sistema de bloqueo encadenado se determina como un tramo entre dos estaciones, tal como se indica en la Fig. 9-1. Es un sistema con el funcionamiento que confirma mecánicamente si están o no trenes en el tramo del bloqueo, detectando la entrada de trenes y la salida de tren del tramo, a través del "Circuito puesto en la vía para detectar la presencia de trenes" instalado cerca del semáforo de entrada en la estación correspondiente al tramo.



- Referencia : Equipo de señal con 2 posiciones (Semáforo con retención de aspectos); color verde (G) y rojo (R).  
 : Equipo de señal con 3 posiciones (Semáforo con retención de aspectos); color (G), amarillo (Y) y rojo (R).

Nota: El semáforo con retención de posición señala semáforo de salida y después de entrar tren señala automáticamente semáforo de parada. Es un equipo que no puede señalar semáforo de salida, después de la entrada, a no ser que opere nuevamente la palanca de señal.

Fig. 9-1 Sistema de Bloqueo Encadenado

b) Manejo operativo del jefe de estación

El manejo operativo del jefe de estación se realizará manejando una "Palanca de bloqueo" equipado como un par en estaciones del tramo.

El manejo operativo del personal a bordo se realizará de acuerdo con las indicaciones de posición señalado del semáforo de entrada y salida. No necesita obedecer a "Notificaciones" como

discos, etc. que se aplican en tramos del sistema de bloqueo no automático.

Por consiguiente, no hace falta desacelerar la velocidad al pasar por estaciones.

Hay que anotar que es fácil de modificar a un sistema de bloqueo automático para atender en el futuro al aumento de número de trenes en servicio.

Es necesario estudiar y asegurar previamente el funcionamiento de semáforos y las acciones encadenadas con ellos, ya que la operación de trenes y el manejo fundamental de estos tienen una gran vinculación con la seguridad y la estabilidad.

Indicamos esos detalles en el Apéndice 9-1.

## **2) Sistema de señalización**

Hay muchos tipos de Sistema de señalización. Adoptamos el "Sistema de tipo y color múltiple", que se utiliza generalmente en los tramos de semáforo no automático (son iguales también los de automático).

Los siguientes serán los tipos de semáforos, aspectos, etc. de este sistema.

### **a) Tipos de semáforos y sus funciones**

#### **① Semáforo de entrada:**

Para indicar el permiso de entrar o no y la velocidad de marcha del tren que está dispuesto a entrar en la estación desde el tramo entre estaciones, que es tramo de bloqueo.

#### **② Semáforo de salida:**

Para indicar el permiso de salir o no al tren que está dispuesto a salir de la estación.



③ **Semáforo de distancia (para prevención):**

Para indicar previamente las indicaciones del semáforo de entrada en un lugar antes del semáforo de entrada, donde se dificulta la confirmación visual del semáforo de entrada.

④ **Semáforo intermedio:**

Para indicar previamente las indicaciones de los semáforos de entrada y salida con un indicador intermedio en un lugar antes de esos semáforos, y donde se dificulta la confirmación visual de esos semáforos.

⑤ **Cartel indicador y otros:**

Véase le Apéndice 9-1, inclusive los métodos de colocación.

**b) Aspectos de semáforos y velocidades indicadas**

Los aspectos de los semáforos y las velocidades indicadas serán fundamentalmente de color G (verde), Y (amarillo) y R (rojo). La velocidad indicada por ellos será la indicada en el Apéndice 9-1.

**3) Sistema con relevador**

El sistema con relevador se divide en 2 clases; uno es de clase 1 y otro es de clase 2.

① **Clase 1:**

Es de Control total desde un lugar, para controlar los semáforos, cambios, etc.

② **Clase 2:**

Manejan los semáforos desde el tablero de control y maneja los cambios, etc. en situ.

Para los sectores de este plan, adoptamos el sistema con relevadores de clase 1 para las estaciones principales (20 estaciones aprox., inclusive la estación La Paz), para realizar el manejo de trenes con rapidez. Para otras estaciones, adoptamos el de clase 2 para disminuir la inversión.

#### 4) Sistema de intercomunicación de informaciones

En la operación de trenes, es muy importante, sobre todo, mantener la intercomunicación de informaciones entre jefes de estaciones, jefes de estaciones y personal a bordo del tren y también entre operadores de control y ellos, aún cuando la situación sea normal o anormal. A pesar de eso, se encuentra una situación inestable, debido a que los teléfonos que se usan actualmente están bastante deteriorados.

Se recomienda, por consiguiente, que se utilicen teléfonos de uso exclusivo o radio teléfono entre los jefes de estación y radio teléfono para comunicarse con el personal a bordo del tren.

#### (2) Métodos para Control de Transportación

Es importante mejorar la seguridad de transporte, junto con la realización de transporte rápido y estable.

Para eso, se requiere ejecutar eficaz y rápidamente el control de operación de trenes como un conjunto de todos los sectores. Deberá tomar, por lo tanto, las medidas siguientes, junto con la modificación y fortalecimiento del sistema de intercomunicación de informaciones mencionado antes.

- ① El operador del control de trenes deberá añadir los ítems modificados y planes de mantenimiento del día en el diagrama diario del tren como hacer un "Plan de Diagrama a realizar", y deberá ejercer su trabajo de control usando el diagrama hecho por el mismo.
- ② En la sala de control, deberá colocarse un esquema de todo el sector para poder obtener otras órdenes para locomotoras y equipamientos, para que pueda facilitar la rapidez de las acciones en la toma de decisiones, indicar e intercambiar informaciones.

- ③ Para establecer un régimen como el mencionado arriba, es necesario modificar la organización de cada dirección. Con respecto a organización, etc., se menciona en el Capítulo 14 Planificación de Control y Administración.

### (3) Planificación de Operación de Trenes

La planificación de la operación de trenes se realiza haciendo la Curva de Operación, en base de las condiciones básicas para definir el plan de transporte y otras condiciones detalladas.

#### 1) Cálculo de hora y minuto de operación

Para establecer el estándar de horas y minutos de la operación de los trenes en los tramos del plan de mejoramiento, deberá calcularse haciendo una curva de operación como mencionamos a continuación.

La hora y el minuto que se usan para definir trenes, se calcularán añadiendo en este estándar el tiempo (horas y/o minutos) que se necesitan para parada de los trenes y su mantenimiento.

La curva de operación consiste en una "Curva de velocidad/distancia" y otra "Curva de tiempo/distancia". Usando éstas, se puede calcular "Estandar de horas y minutos".

Para la velocidad limitada por rampas y/o pendientes, curvas, aparatos de cambio, aplicamos por el momento el estándar del Japón, que determina menos de 600 m para el recorrido permisible del frenado de emergencia. (Véase el Apéndice 9-4)

Indicamos, como un ejemplo de Curva de Operación, la fórmula de cálculo en el Apéndice 9-5 y la Curva de Operación en los 9-6 y 9-7.

En los Cuadros 9-3 y 9-4 se indican los resultados aproximados del cálculo de horas y minutos de operación junto con horas y minutos de operación actuales.

De este resultado, es posible mejorar la velocidad comercial en casi todos trayectos, aparte de algunos trayectos (La Paz-Charaña, Oruro-Cochabamba y Rio Mulato-Potosí) en los que el resultado es más bajo que la velocidad comercial de ferrobús. La causa de ésta falla se podrá suponer que en la operación de ferrobús, la velocidad no está controlada suficientemente de acuerdo con el límite de velocidad en los sectores curvados. Es muy urgente tomar las medidas de mejoramiento en este punto para prevenir accidentes de descarrilamiento que ocurren reiteradamente.

**Cuadro 9-3 Horas y Minutos de Operación de Trenes de Pasajero y Velocidad Comercial**

Trayecto	Kilometraje del sector (km)	Actual		Después de la modificación		
		Horas y minutos	Velocidad comercial	Horas y minutos	Velocidad comercial	Tiempo de parada + exceso
La Paz - Villazón	845,6	18 h 05'	47	13 h 40'	62	25' + 35'
La Paz - Guaquí	108,0	2 h 13'	49	1 h 40'	65	2' + 6'
La Paz - Charaña	248,5	4 h 16'	58	4 h 45'	52	2' + 25'
Uyuni - Avaroa	170,6	3 h 31'	49	2 h 30'	68	0' + 10'
La Paz - Cochabamba	444,4	7 h 45'	57	8 h 35'	52	10' + 25'
Cochabamba - Oruro	210,7	4 h 33'	46	5 h 15'	40	5' + 25'
Oruro - Rio Mulato	208,7	3 h 02'	68	2 h 50'	74	5' + 15'
Rio Mulato - Potosí	174,3	3 h 51'	45	4 h 30'	39	0' + 10'
Potosí - Sucre	175,3	5 h 35'	31	5 h 20'	33	7' + 10'
La Paz - Sucre	801,0	16 h más	50	16 h 00'	50	22' + 35'
Santa Cruz - Quijarro	640,1	11 h 49'	54	8 h 40'	74	15' + 40'
Santa Cruz - Yacuiba	535,5	9 h 15'	58	7 h 15'	74	20' + 20'

**Cuadro 9-4 Horas y Minutos de Operación de Trenes de Carga y Velocidad Comercial**

Trayecto	Kilometraje del sector (km)	Actual		Después de la modificación		
		Horas y minutos	Velocidad comercial	Horas y minutos	Velocidad comercial	Tiempo de parada + exceso
Viacha - Villazón	803,9	24 h 30'	33	20 h 30'	39	5 h
(Viacha - Oruro)	203,8	4 h 30'	45	4 h 00'	51	
(Oruro - Rio Mulato)	208,7	5 h 10'	40	4 h 00'	52	
(Rio Mulato - Uyuni)	105,1	2 h 50'	37	2 h 00'	53	
(Uyuni - Atocha)	90,1	2 h 10'	42	1 h 50'	49	
(Atocha - Tupiza)	97,3	3 h 25'	28	2 h 50'	34	
(Tupiza - Villazón)	98,9	3 h 00'	33	2 h 30'	40	
Viacha - Guaquí	65,3	2 h 30'	26	1 h 30'	44	20'
Viacha - Charaña	206,8	5 h 44'	36	5 h 00'	41	1 h
Uyuni - Avaroa	170,6	7 h 35'	23	4 h 00'	43	1 h
S. Pedro - Cochabamba	210,7	8 h 35'	25	7 h 00'	30	1 h 40'
Rio Mulato - Potosí	174,3	6 h 40'	26	6 h 00'	29	1 h
Potosí - Sucre	175,3	7 h 10'	24	6 h 00'	29	30'
Guaracachi - Quijarro	635,6	22 h 47'	28	14 h 30'	44	4 h
Guaracachi - Yacuiba	535,5	18 h 50'	28	14 h 00'	38	4 h

#### (4) Definición de la Capacidad de Transporte

Definimos la capacidad de transporte, en base del Cuadro OD y la planificación de operación de los trenes antes mencionada.

El Apéndice 9-8 indica pasajeros transportados según la formación del tren de pasajeros y el Apéndice 9-9 indica el constante de remolque y tonelada neta.

##### 1) Definición de la programación de Servicio de Trenes de coches de pasajeros

Definimos la programación de servicio de trenes de coches de pasajeros de acuerdo con las necesidades de los pasajeros para elevar el nivel del servicio para pasajeros. Con este motivo se intentará la reducción del tiempo de espera en la estación y del número de veces de cambio de trenes en la estación de cambio a lo menos posible. Para este propósito planeamos la programación del servicio de trenes como se indica en el *Cuadro 9-5*, y se demuestra en la *Fig. 9-2*.

En cuanto a la proporción de expresos y locales, se determinará después del estudio más detallado y la deliberación en F/S.

El contenido del plan de operación de trenes de pasajeros es como sigue:

- ① Todos los trenes de La Paz - Guaqui, Charaña saldrán de La Paz, por lo cual el servicio y frecuencia se elevará.

Especialmente en cuanto a la línea de Charaña, se deberá considerar el acoplamiento de 3 coches en la etapa de la ejecución, teniendo en cuenta la operación directa a Arica - Chile.

- ② El trayecto La Paz - Oruro es uno de los principales. En este trayecto se establecerá la composición de trenes de 1 ó 2 frecuencias de ida y vuelta aparte de otros trenes.

- ③ En el trayecto La Paz - Villazón, se establecerá la programación de servicio de trenes de 2-4 frecuencias de ida y vuelta constituidos de 6 coches, incluidos los trenes internacionales.
- ④ El trayecto La Paz - Cochabamba tiene muchos pasajeros con destino a Cochabamba, y teniendo en cuenta el flujo de pasajeros, se establecerá la programación de servicio de trenes de 3-6 frecuencias de ida y vuelta. Ellos irán de San Pedro a Cochabamba directamente. En el trayecto San Pedro - Oruro, se establecerá la programación de servicio de trenes de 7-12 viajes de ida y vuelta, pero en la etapa de ejecución los trenes para Cochabamba podrán hacer la operación de inversión en la vía de Oruro.

Los trenes con acoplamiento de 3 coches (3 W) harán su separación y acoplamiento en Cochabamba, y harán solamente una ida y vuelta hasta Aiquile.

- ⑤ Para los pasajeros de La Paz - Potosí, Sucre, se establecerá la programación del servicio de trenes directos de una ida y vuelta de 3 coches vía Río Mulato.

Para el trayecto Potosí - Sucre, los trenes con salida de La Paz y de Cochabamba harán separación y acoplamiento en Potosí, y hará operación del tren de una ida y vuelta construido de 3 coches.

El flujo de los pasajeros de Potosí, Sucre y Villazón es casi nada, por lo cual ellos harán trasbordo en Río Mulato.

- ⑥ Para los pasajeros recíprocos de Cochabamba - Potosí, Sucre, se establecerá la programación del servicio de trenes directos de 1 ó 2 viajes de ida y vuelta.
- ⑦ Para Avaroa, se hará el transporte localmente desde el punto de vista del flujo de pasajeros. Los trenes saldrán de Uyuni.

- ⑧ En cuanto a las líneas de Quijarro y de Yacuiba de la Red Oriental, el número de los pasajeros es casi constante en toda la línea. Se establecerá la programación de servicio de trenes de 2-4 frecuencias de ida y vuelta, que saldrán de Santa Cruz. En la etapa de ejecución, se deliberará sobre el servicio de trenes directos en ambas líneas.

*Cuadro 9-5 Plan de Operación de Trenes de Pasajeros*

Trayecto	2000			2010			2020		
	3'	3'W	6'	3'	3'W	6'	3'	3'W	6'
La Paz - Guaquí	1			2			3		
La Paz - Charaña	1	2				3	1		3
La Paz - Oruro			1	1		1	1		
La Paz - Villazón			2			3			4
La Paz - Cochabamba	1		2		1	3		1	5
Cochabamba - Aiquile	1			1			1		
La Paz - Potosí		1			1	2		1	2
Potosí - Sucre	2			2			2		
Cochabamba - Villazón				1			1		
Cochabamba - Potosí	1		1		1			1	
Uyuni - Avaroa	1			1			3		
Santa Cruz - Quijarro	4			4			4		
Santa Cruz - Yacuiba	2			4			4		

Nota: 3' ..... tren de 3 coches  
 3'W ... tren de 3 coches + 3 coches  
 6' ..... tren de 6 coches  
 Todos trenes incluyen un coche restaurante.







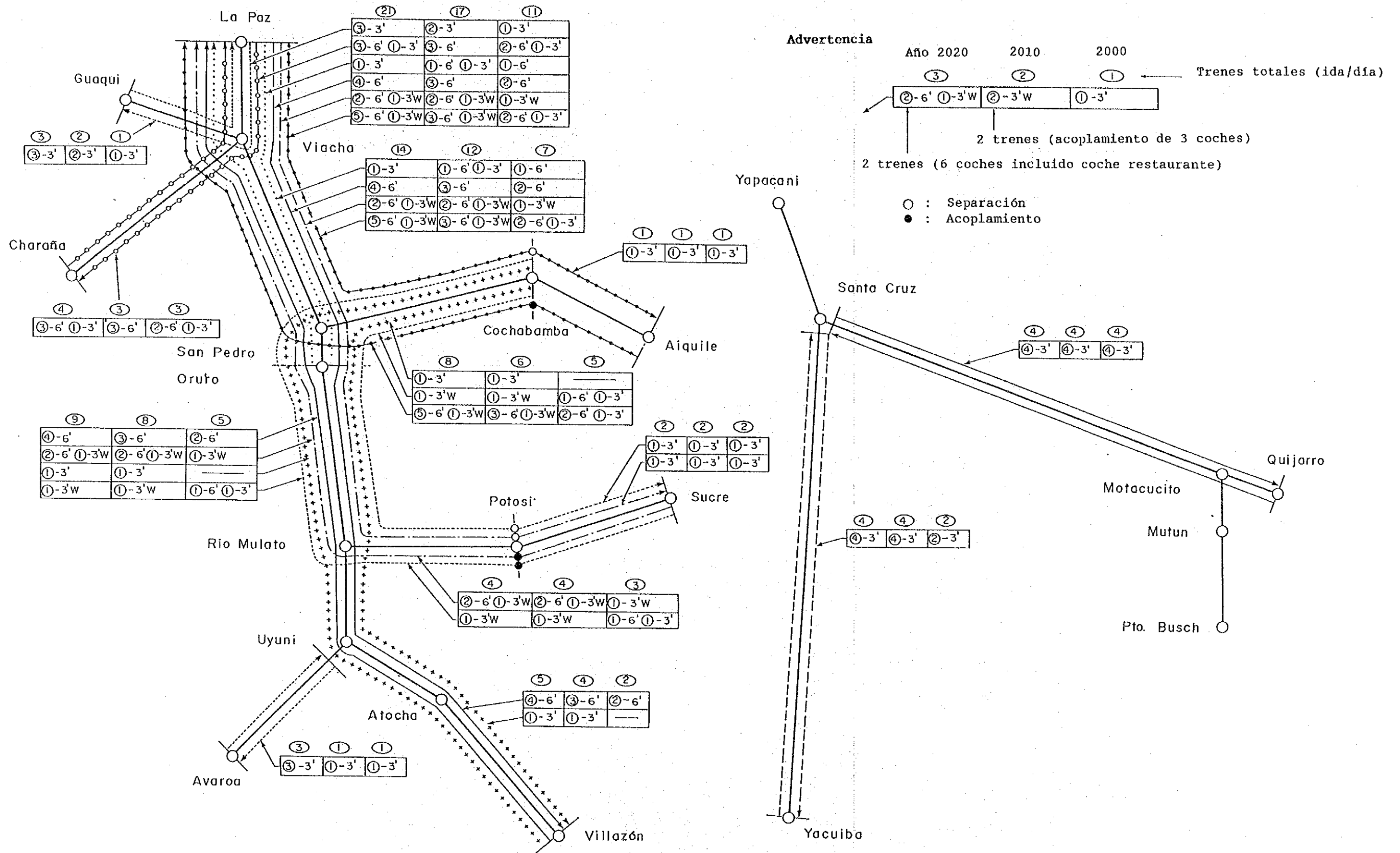


Fig. 9-2 Planificación de Operación de Trenes de Pasajeros según cada Trayecto



## 2) Definición de la programación del servicio de trenes de carga

En cuanto a los trenes de carga, se unificará el número de remolque en lo posible para elevar la eficiencia del transporte de carga, y se establecerá la programación de servicio de trenes según cada sector, teniendo en cuenta el flujo de la carga. Se muestra en el Cuadros 9-6 y las Figs. 9-3 y 9-4.

El contenido del plan de operación de trenes de carga es como sigue.

- ① En cuanto al flujo de mercancías centralizado en Viacha, las mercancías de salida de Viacha son en bastante cantidad, por lo cual será necesario hacer separación y composición de trenes en la estación de Viacha.

En Pando de la línea Charaña, modificar el constante de remolque será necesario. (400-800 toneladas)

- ② En cuanto al trayecto Viacha - Oruro, Cochabamba, casi todas las mercancías irán de Cochabamba hacia Viacha de acuerdo con el flujo de carga. Por lo cual transportar esta carga vía Oruro no es conveniente. Ahora se está proyectando para que el trabajo dentro de la playa de la estación de Oruro se realice en la estación Machacamarca, y la estación Oruro funcione solo como estación para pasajeros, pero en este plan, se plantea transportar directamente de San Pedro hacia Viacha.

Por lo tanto no se realizará el esfuerzo de la estación Machacamarca, sino se hará el trabajo de arreglar el constante de remolque y cambio de LDE (2 locomotoras acopladas y 1 locomotora) en la estación San Pedro. Por lo tanto, se planeará el aumento de líneas de salida y llegada a la estación San Pedro.

- ③ En cuanto al flujo de las mercancías de Sucre, Uyuni, Avaroa y Villazón centralizado en Río Mulato, la mayor parte ocupa el flujo de Sucre hacia Avaroa vía Río Mulato, Uyuni. Estas mercancías son mayormente para la exportación, y la programa-

ción de servicio de trenes está constituida por trenes de carga directos.

En la estación Río Mulato, se hará el trabajo de clasificación de carga según cada destino, etc., además del trabajo de arreglar el constante de remolque y cambio de LDE (2 locomotoras acopladas y 1 locomotora) igual que en la estación San Pedro.

- ④ En la Red Oriental, se establecerá la programación del servicio de trenes centralizado en la playa de Guaracachi.

Especialmente a partir del año 2010 el transporte del mineral de hierro a Pto. Busch desde Mutun se ejecutará con trenes exclusivos para elevar la eficiencia. El tren de mercancías ordinarias será sólo uno por semana, por lo tanto se acoplará con el tren de minerales.

La capacidad de las vías, los números de las estaciones intermedias basados en este plan de operación se indican en el Apéndice 9-10.

**Cuadro 9-6 Plan de Operación de Trenes de Carga**

(Número de Trenes de Ida/Día)

Trayecto	Constante de Remolque (tonelada)	2000	2010	2020	Observación
Viacha - Guaqui	800	1	1	1	
Viacha - Pando	400	5	7	10	
Pando - Charaña	800	3	4	5	
Viacha - San Pedro	800	3	4	5	
San Pedro - Oruro	800	1	2	2	
Oruro - Río Mulato	800	1	2	2	
Río Mulato - Uyuni	800	3	4	5	
Uyuni - Tupiza	300	1	2	3	una Parte 400 toneladas
Tupiza - Villazón	300	1	1	2	
San Pedro - Cochabamba	300	4	5	5	2 locomotoras acopladas: 600 toneladas
Cochabamba - Aiquile	300	1	1	1	
Río Mulato - Potosí	300	4	4	6	2 locomotras acopladas: 600 toneladas
Potosí - Sucre	300	1	1	2	
Uyuni - Avaroa	800	3	4	5	
Guaracachi - Quijarro	1.000	2	2	2	
Motacucito - Mutún	300	0	[1]	[1]	Trenes/semana
Mutún - Pto. Busch	1.200	0	7	11	
Guaracachi - Yacuiba	1.000	1	1	1	
Guaracachi - Yápacani	300	[1]	[1]	[1]	Trenes/semana







**Advertencia:**

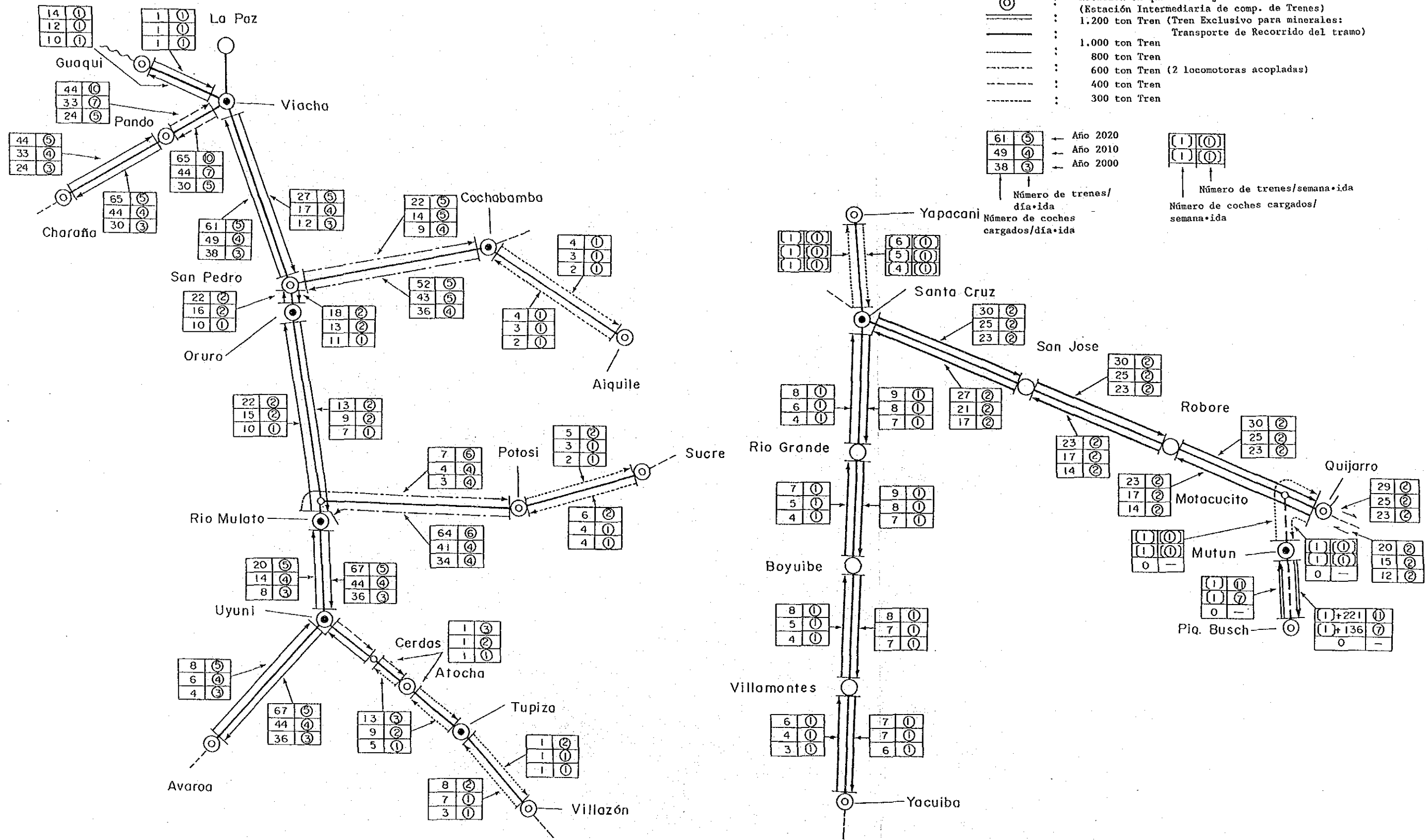
- : Estación en que se manejan mercancías (Composición de Trenes: Playa principal)
- : Estación en que se manejan mercancías (Estación Intermediaria de comp. de Trenes)
- : 1.200 ton Tren (Tren Exclusivo para minerales: Transporte de Recorrido del tramo)
- : 1.000 ton Tren
- : 800 ton Tren
- : 600 ton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

61	5	← Año 2020
49	4	← Año 2010
38	3	← Año 2000

Número de trenes/día·ida  
Número de coches cargados/día·ida

(1)	(0)
(1)	(0)

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



**Fig. 9-3 Plan de Operación de Trenes de Carga por Trayecto**



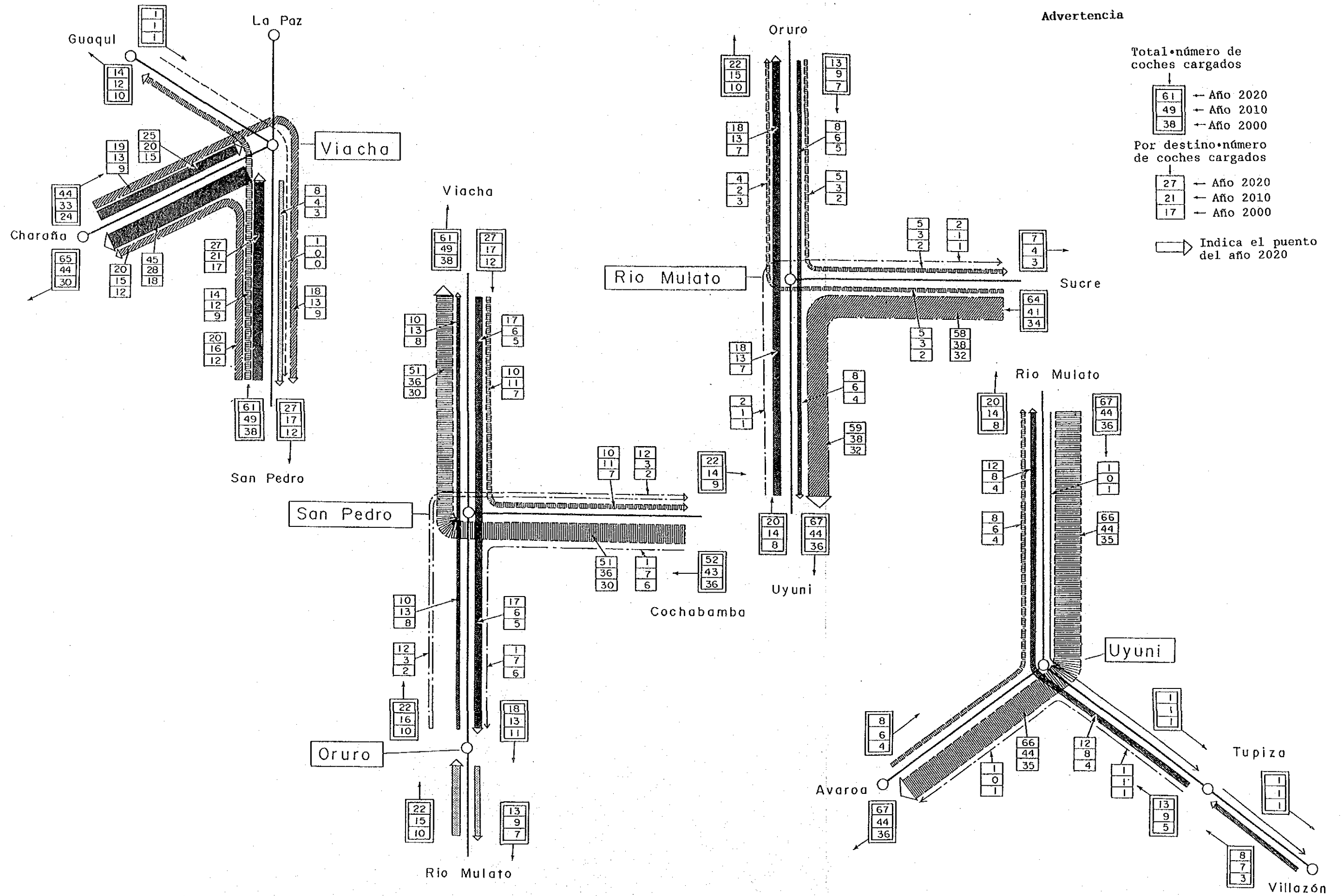


Fig. 9-4 Flujo de Mercancías en las Estaciones de Cambio Principales



### 3) Recorrido Total en km por Tren y Carro

El recorrido total en km por Tren y Carro correspondiente a la capacidad definida se indica en el Cuadro 9-7.

**Cuadro 9-7 Recorrido Total en km por Tren y Carro**

(Unidad: km/día)

Item		2000	2010	2020	
Red Andina	DC	Tren/km	13.340	19.570	23.941
		Coche/km	67.270	104.155	127.431
	FC	Tren/km	9.379	12.059	15.345
		Vagón/km	107.120	137.735	190.774
	Total	Tren/km	22.719	31.629	39.286
		Carro/km	174.389	241.890	318.205
Red Oriental	DC	Tren/km	7.263	9.405	9.405
		Coche/km	21.789	28.215	28.214
	FC	Tren/km	3.686	5.184	6.033
		Vagón/km	44.200	79.239	110.306
	Total	Tren/km	10.949	14.589	15.438
		Carro/km	65.988	107.453	138.520
Total	DC	Tren/km	20.603	28.975	33.346
		Coche/km	89.059	132.370	155.645
	FC	Tren/km	13.065	17.243	21.378
		Vagón/km	151.320	216.974	301.080
	Total	Tren/km	33.668	46.218	54.724
		Carro/km	240.379	349.344	456.725

**(5) Varias Modificaciones Relacionadas con el Plan de Operación de Trenes**

**1) Establecimiento nuevo de las Facilidades de Desvío de Cruce, etc.**

En el *Cuadro 9-8* se indica modificaciones especiales necesarias, tales como el establecimiento de las facilidades en desvíos de cruce, etc., de acuerdo con el resultado de la evaluación de la capacidad de los trayectos, realizada en el plan de operación de trenes, además del refuerzo de vías y la modificación de las facilidades de señalización y telecomunicaciones. Este plan incluye parte del plan de facilidades, pero se indica solo lo principal.

**Cuadro 9-8 Algunas Modificaciones Relacionadas con el Plan de Operación de Trenes**

Nombre de línea	No.	Recorrido en km	Nombre de estación, trayecto	Tipo de Modificación	Año de cumplimiento
Villazón	1	8,3	Construcción nueva	Construcción nueva de desvío de cruce	2000
	2	29,3	Construcción nueva	Construcción nueva de desvío de cruce	2000
	3	41,7	Viacha	Modificación de estación	2000
	4	239,6	San Pedro	Modificación de estación	2000
	5	642,5	Chocaya	Modificación de vía auxiliar (desvío de cruce)	2010
	6	682,6	El Chorro	Modificación de vía auxiliar (desvío de cruce)	2010
Cochabamba	7	65,6	km 65	Modificación de vía auxiliar (desvío de cruce)	2000
	8	77,4	Ventilla	Modificación de vía auxiliar (desvío de cruce)	2000
Sucre	9	24,2	C. Machicao	Construcción nueva de desvío de cruce	2000
	10	36,5	Construcción nueva	Construcción nueva de desvío de cruce	2000
	11	50,4	km 52	Modificación de vía auxiliar (desvío de cruce)	2000
	12	123,9	Gondoriri	Construcción nueva de desvío de cruce	2010
	13	152,2	Cebadillas	Construcción nueva de desvío de cruce	2010
	14	162,2	Agua Dulce	Construcción nueva de desvío de cruce	2010
	15	235,5	Quivi Quivi	Modificación de vía auxiliar (desvío de cruce)	2010
	16	261,1	Mariaca	Modificación de vía auxiliar (desvío de cruce)	2010
	17	306,1	Higueras	Modificación de vía auxiliar (desvío de cruce)	2010
Avaroa	18	110,7	Cantera	Modificación de vía auxiliar (desvío de cruce)	2020
Quijarro	19	662,1	Motacucito	Modificación de estación	2010
Puerto Busch	20		Motacucito - Puerto Busch	Construcción de línea nueva (8 estaciones nuevas)	2010



## 2) Capacidad de Vías de Salida y Llegada

De acuerdo con el aumento de los trenes de pasajeros, será necesario también reforzar el andén de la estación para pasajeros. Las estaciones ordinarias de desvío de cruce tendrán 2 vías (2 sentidos), pero en cuanto a las estaciones principales terminales, será necesario tener en cuenta la forma del futuro del transporte, el número de trenes de salida y llegada y los servicios para pasajeros, etc. Por lo tanto en cuanto a la estación La Paz, que tiene más trenes de salida y llegada, como se explica más abajo. Generalmente, el número de andenes se determinará de acuerdo con el número de trenes de salida y llegada. Por lo tanto se determinará por el diagrama de los trenes del sector relacionado con la misma estación. Por lo tanto el número de andenes necesarios se determinará en base del diagrama de trenes, teniendo en cuenta la forma del transporte, el número de trenes, los servicios para pasajeros de cambio, etc. Para la determinación del número de andenes, se usa generalmente el coeficiente de obstrucción (coeficiente de uso). Para el coeficiencia de obstrucción ( $\mu$ ) se usa como se indica abajo, en base a experiencias anteriores.

### ① Coeficiencia de obstrucción de andén ( $\mu$ ):

50-60% ... poco margen para la programación de servicio de trenes

60-70% ... será difícil la programación del servicio de trenes

### ② En cuanto a la determinación del número de andenes en la estación La Paz, se considerará lo siguiente:

El andén de la estación La Paz es actualmente uno, pero se supondrá que es necesario aumentar a 2. En el caso en que ambos andenes se utilizarán para salida y llegada de trenes, el coeficiente de obstrucción ( $\mu$ ) del andén por año es como se indica en el Cuadro 9-9.

**Cuadro 9-9 Coeficiente de Obstrucción de Andén de la Estación de La Paz (2 andenes)**

Año	2000	2010	2020
Coeficiente de obstrucción de Andén	30% aproximado	40% aproximado	50% aproximado

- Notas: 1. Las condiciones preliminares, las fórmulas del cálculo y el método del cálculo se indican en el Apéndice 9-12.
2. Si un solo andén continúa, el coeficiente de obstrucción llegará a 60% aproximadamente en el año 2000, por lo tanto otro andén más es necesario.

Teniendo en cuenta estas puntos, si se construye un andén nuevo más para el año 2000, no ocurrirán problemas aún en el año 2020.

En cuanto a la modificación de la estación para el aumento de las vías de salida y llegada y las vías de clasificación de acuerdo con el refuerzo de trenes de carga, se indicará como plan de estación en el Capítulo 11 del plan de facilidades. En cuanto a esto, será también necesario estudiar y deliberar más en F/S.

## **CAPITULO 10**

### **PLANIFICACION DE COCHES**





## CAPITULO 10 PLANIFICACION DE COCHES

### 10-1 Planificación de Coches

Actualmente en cuanto a la tracción para el transporte de pasajeros hay dos sistemas, uno es con LDE y el otro es con coche diesel (DC) (ferrobús), y la tracción para transportar carga se opera con LDE. En el año 2000 deberá usar DC (Coche Diesel) para transporte de pasajeros, teniendo en cuenta el posible acoplamiento o desacoplamiento de coches en algunas estaciones intermedias, y LDE para transporte de carga. Para las locomotoras de maniobras, se utilizará LDH (Locomotora Diesel Hidráulica).

#### (1) Coches Motorizados para Pasajeros (Coches Diesel)

Las Redes Andina y Oriental, deberán utilizar el mismo tipo de coche diesel, que entrará en servicio de la operación en los trayectos iguales a los de las locomotoras para tracción de trenes de carga. Todos los coches serán motorizados y con cabeza, en 2 los lados de la formación, tienen que ser de coches con cabina de conducción. La formación estará constituida por 3 ó 6 coches. Los tipos de coches son 3: coche de cabeza, coche intermedio, y coche restaurante.

La *Fig. 10-1* indica prototipos de formación de coches. El Apéndice 10-3 muestra la curva de esfuerzo de tracción de los coches motorizados propuestos.

Su distribución será como sigue.

- Deberá disponer 2 puertas en cada lado del coche.
- Los asientos serán de tipo de banco con 2 plazas, instalados a cada lado de ventana.
- Deberá disponer 1 lavabo por cada 2 coches.
- La cabina de conducción, para cuando no es de coche de cabeza como para tracción, deberá ser de una estructura con acceso, como pasillo, para poder pasar al otro coche enganchado.

La Fig. 10-2 indica distribución interior del coche.

## (2) Locomotoras

Será ideal que apliquen el mismo tipo y/o modelo de locomotora en las Redes Andina y Oriental, desde el punto de vista del mantenimiento, como control de materiales, de ingeniería, etc. No obstante son muy diferentes las condiciones de las vías de las dos Redes, como hemos mencionado en la Sección de "Situación Actual de Coches" (3-4-1). Las condiciones diferentes son las siguientes:

	Red Andina	Red Oriental
Radio mínimo (m)	72	250
Pendiente Máximo (o/oo)	38	33
Altitud Máxima (m)	4.800	500

Por lo tanto en caso de aplicar un tipo y/o modelo de locomotora igual, es necesario unificar a la locomotora que satisface las condiciones de la Red Andina. En los trayectos de pendiente fuerte tal como la línea de Cochabamba, será necesario adoptar 2 locomotoras enganchadas, para aumentar a gran escala la capacidad de transporte en una sola operación de tren.

Para asegurar y facilitar la operación con 2 locomotoras enganchadas, es necesario que las dos tengan capacidad de operación múltiple del mismo modelo de LDE. El modelo que conviene a esa capacidad, en este momento, es el modelo 1000 que posee la Red Andina. En los Apéndices 10-1, 10-2 se indican la curva de esfuerzo de tracción y la curva de capacidad de frenado del modelo 1000 respectivamente.

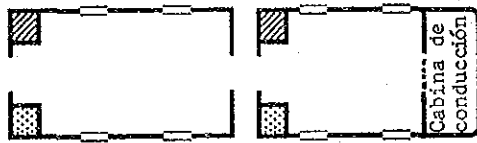
## (3) Carros de Carga (FC)





Los carros de carga se constituyen en los destinados para exportación - importación, y los de uso interno. El número total de ellos es 2.030 aproximadamente, y el número de los carros de carga que se podrán utilizar en el año 2000 serán más o menos 1.200 carros.

Para el transporte interno, se utilizan unos 60 carros de carga privados (unos 10% de los carros de carga interna). En el futuro será necesario determinar el número de coches de operación según cada tipo, teniendo en cuenta la eficiencia del transporte por Intermodal y la operación de los carros de carga.

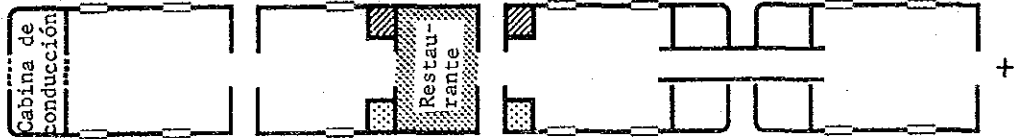


Número de coches en formación: 6 coches

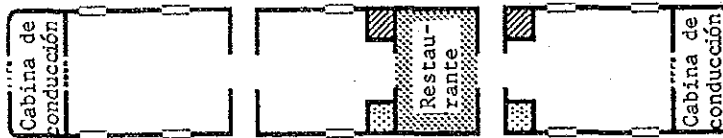


(Nota)  Restaurante  
 Lavabo  
 Maletero  
 Puerta

Número de coches en formación: 6 coches (3 coches + 3 coches)



Número de coches en formación: 3 coches



Número de coches en formación: 2 coches



Nota: Longitud de Coche: 20 m.

Fig. 10-1 Prototipos de Formación

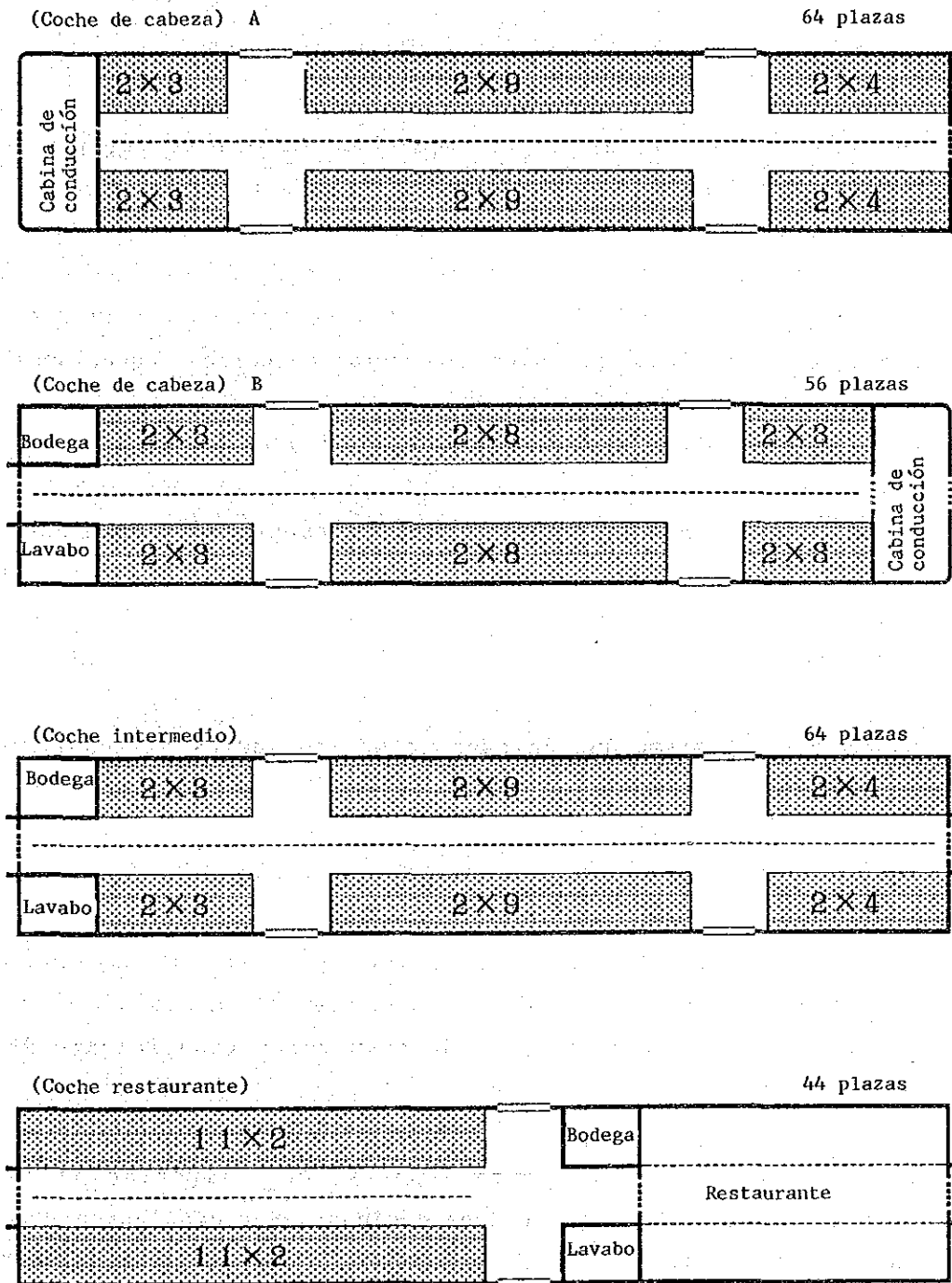


Fig. 10-2 Distribución Interior de Coche

## 10-2 Número de Coches Requeridos y Plan de Incremento de Carros

### (1) DC

Se calcula el número de carros requeridos (número de vagones de operación), basándose en el carro-km y tren-km del plan de operación para el año 2000, 2010, y 2020, y añadiendo al número calculado el número de carros para inspección periódica, el número de los que entran en el taller y el número de los reservados, se puede conseguir el número final de vagones requeridos (número total de carros requeridos).

El resultado del cálculo se indica en el *Cuadro 10-1*.

El cálculo del número total de carros requeridos se demuestra en el Apéndice 10-4.

### (2) LDE, LDH

Calculando lo mismo que en caso de DC, se indica el resultado en el *Cuadro 10-1*.

### (3) FC

El número de coches de FC requeridos se calcula, basándose en el Cuadro 0.D del pronóstico de la demanda en el Capítulo 7 y las condiciones fundamentales del plan de transporte (coeficiente de carga, etc.) en el Capítulo 9.

En este caso los coches para exportación e importación se operan mutuamente con los de los países vecinos. Por consiguiente se calcula, pensando desde los resultados reales hasta ahora que el 65% de los coches requeridos deberán ser proveídos por ENFE. Se indican lo mencionado en el *Cuadro 10-1*.

El cálculo de carros de carga requeridos se demuestra en el Apéndice 10-4.

**Cuadro 10-1 Número de Coches Requeridos y Plan de Incremento de Carros**

Modelo	Red	2000 año		2010 año		2020 año		Total
		Número Requerido	Número de Aumento	Número Requerido	Número de Aumento	Número Requerido	Número de Aumento	Número de Incremento
DC	Red Andina	187	187	285	98	347	62	347
	Red Oriental	64	64	81	17	81	0	81
	Total	251	251	366	115	428	62	428
LDE Vía Prin- cipal	Red Andina	47	31	57	26	70	13	70
	Red Oriental	15	7	20	13	24	4	24
	Total	62	38	77	39	94	17	94
LDH para Mani- obra	Red Andina	3	3	3	0	7	4	7
	Red Oriental	2	2	2	0	2	0	2
	Total	5	5	5	0	9	4	9
FC	Para Expor- tación e Importación	1.890	690	2.430	540	3.400	970	2.200
	Uso Domés- tico	430	366	730	25 5	1.010	238	859
	Total	2.320	1.056	3.160	795	4.410	1.208	3.059

Nota : El número de aumento de FC indica el número exceptuando de 1200 coches para ex/importación y coches de carga interna privados (15% de coches de carga interna).

### 10-3 Mantenimiento de Carros

#### (1) Mantenimiento de Carros

Los carros son equipos para transportar pasajeros y cargas. En caso de que ocurra un accidente, no solamente causa molestia directamente al usuario sino también obstaculiza la actividad laboral, que se comprende como transporte. El hecho de prolongar inútilmente las horas fuera de servicio con motivo del mantenimiento resultará perder la confiabilidad en los carros, debido a que se disminuye la eficiencia de su utilización y se requerirán más coches de reserva.

El objeto del mantenimiento de carros está en mantener capacidad y funcionamiento del carro, junto con evitar accidentes durante la operación, y conseguir mejor eficiencia de utilización del carro.

La modernización en el mantenimiento tiene por objeto elevar la disponibilidad del carro y economizar el costo del mantenimiento. El mantenimiento de carros se logrará mediante inspecciones periódicas eficientes en el distrito de mantenimiento y las inspecciones y reparaciones eficientes en el taller, es decir, el logro se hará a través de consolidar el régimen de control de carros, o sea, completar las técnicas de inspección y reparación, obtener mejores máquinas y equipos de ensayo y hacer distribuciones racionales y eficaces de talleres, y también con la mantención y mejora adecuada de práctica de los mecánicos y capataces, tratando de dar a ellos instructivos y entrenamiento.

Mejora de disponibilidad de vagones

↑  
Disminución de averías vagones

↑  
Mejoramiento de calidad y confiabilidad

Economización del costo de inspecciones y reparaciones.

↑  
Acortamiento del Tiempo del proceso de tareas

↑  
Fortalecimiento de capacidad de inspección y reparación.

Consolidación del régimen de control de carros	Completar equipos de ensayos
Perfeccionamiento de técnicas de inspección y reparación	Completar con mejores máquinas
Mejorar destreza mediante instrucciones y entrenamiento	Distribución racional y eficaz

\* Consolidación del régimen de control de coches

El régimen de control de inspección y reparación en los talleres será mantenido por una buena relación mutua y muy estrecha de cada uno de los controles, principalmente el control de procedimiento de tareas, que son de técnicas, tareas, equipos y maquinarias, calidad e historia del carro, etc. Por lo tanto, se requiere consolidar estos controles.

\* Completar los equipos de ensayos siguientes

Probador de aislamiento  
Probador de aislamiento contra presión  
Detector magnético de fracturas  
Detector ultra sonido de fracturas  
Probador de motor eléctrico principal  
Probador de corto circuito entre fases  
Probador de controlador de motor  
Probador de velocidad  
Probador de bombas de inyección  
Probador de controlador de velocidad  
Probador de rendimiento de motor  
Probador de válvulas de frenado  
Probador de otras válvulas  
Probador de resortes

\* Completar las maquinarias

Afinador rotativo de ruedas  
Torno de ruedas  
Insertador a presión de eje de rueda  
Torno de centro de rueda  
Taladrador a precisión  
Pulidor de asiento de válvula  
Pulidor de válvula  
Limpiador para componentes de motor

## (2) Régimen del Mantenimiento

El alcance del trabajo del mantenimiento seguirá tal como está en las Redes Andina y Oriental, pero, con respecto a locomotoras de la Red Andina, las reparaciones serán efectuadas en la Maestranza de Viacha y las inspecciones y verificaciones rutinarias serán ejecutadas en el centro de control de carros, igual que hasta ahora.

Aunque los trabajos de reparación de los ferrobuses se realizan en la Maestranza de La Paz, deberá realizarlos en la Maestranza de Viacha, en razón de que deben ser inspeccionados y reparados con una manera de pensar unificada igual que las locomotoras, ya que son coches motorizados, y que el espacio de talleres en la Maestranza La Paz ya no será suficiente para tratar el número incrementado de carros. Con respecto a los trabajos de inspecciones y revisiones diarias y rutinarias, los realizarán en la Maestranza La Paz como un centro de inspecciones de coches diesel.

En la Red Oriental, se pueden ejecutar los trabajos de reparación hasta inspecciones y revisiones periódicas y diarias para las locomotoras diesel y coches diesel en la Maestranza de Guaracachi, tal como se realizan en la actualidad. Y con respecto de los carros de carga, se realizarán en la Maestranza Roboré.

## (3) Clase y Ciclo de Inspección

*Cuadro 10-2 Lista de Clase y Ciclo de Inspección*

Clase de inspección	LDE	DC	FC
General (Completo)	A 6 años o a 500.000 km	A 6 años o a 500.000 km	5 años
Parcial	A 3 años o a 250.000 km	A 3 años o a 250.000 km	--
Intermedio	A un año y medio o a 125.000 km	---	2,5 años
De turno	A 3 meses o a 30.000 km	A 3 meses o a 30.000 km	3 meses

El sistema y el ciclo de inspección en el Japón no son fijos, sino se realizado el aumento del ciclo y el cambio del sistema de inspección de acuerdo con el incremento del nivel de confiabilidad y duración mediante el mejoramiento de cada pieza, la elevación del nivel de las técnicas de mantenimiento de carros, y el mejoramiento de la estructura de los carros. En ENFE también será necesario revisar el sistema y el ciclo de acuerdo con la situación real.

(4) Número de Carros a Inspeccionarse

El cuadro indica el número de carros, calculado de los días requeridos en cada clase de inspección. El número de días de inspección general y parcial son iguales.

El número de carros a inspeccionarse por día se indica en el Cuadro 10-3.

*Cuadro 10-3 Número de Carros a Inspeccionarse por Día*

① Locomotora (LDE, LDH)

Item		2000	2010	2020
Red Andina	Carros (número)	50	60	77
	Inspección general	3,1	3,6	4,0
	Inspección parcial			
	Inspección intermedia	0,6	0,7	0,9
	Inspección de turno	1,4	1,8	2,2
Red Oriental	Carros (número)	17	22	26
	Inspección general	1,4	1,8	2,1
	Inspección parcial			
	Inspección intermedia	0,2	0,3	0,3
	Inspección de turno	0,5	0,6	0,7



② Coche diesel (DC)

Item		2000	2010	2020
Red Andina	Carros (número)	187	285	347
	Inspección general	9,3	8,1	9,8
	Inspección parcial			
	Inspección de turno	2,9	4,4	5,3
Red Oriental	Carros (número)	64	81	81
	Inspección general	10,8	8,7	8,7
	Inspección parcial			
	Inspección de turno	1,0	1,2	1,2

**(5) Instalaciones y Equipos en Maestranzas para Inspecciones y Reparaciones de Locomotora Diesel y Coche Diesel**

Con motivo del aumento de locomotoras diesel y la introducción en gran escala de coches diesel, respecto a las instalaciones y equipos de maestranzas para inspecciones y reparaciones, serán necesarios los siguientes:

- Mejoramiento de las instalaciones y equipos de talleres para inspecciones y reparaciones, y renovación de las instalaciones para inspecciones y reparaciones de acuerdo con el aumento de las locomotoras diesel.
- Construcción de las instalaciones y equipos nuevos de talleres para inspecciones y reparaciones de acuerdo con la introducción en gran escala de coches diesel.
- Renovación de las instalaciones y equipos de talleres para inspecciones y reparaciones en talleres de carros remolcados y unificación de maestranzas de apoyo.
- Mejoramiento de las instalaciones y equipos para inspecciones y reparaciones del centro de mantenimiento.

a) Las instalaciones y equipos de talleres para inspecciones y reparaciones de locomotoras diesel y coches diesel

El número máximo de carros de la Red Andina en el año 2020 serán 77 locomotoras, 347 coches diesel, por otra parte el número de materiales tractivo en la Red Oriental serán 26 locomotoras, 81 coches diesel y será necesario fortalecer la capacidad de inspecciones y reparaciones en las maestranzas de Viacha y Guaracachi. En la maestranza de Viacha, con respecto al taller de locomotoras, hemos pensado modificaciones mínimas como condición de discusión, en razón de que se tiene allí las instalaciones para inspecciones y reparaciones para las locomotoras diesel. Por lo tanto como el método de transformación de carros en el taller de carrocería se utiliza la plataforma desplazadora de carros en el taller de locomotoras, y en el taller de coches diesel, se utiliza el puente grúa.

Será deseable construir el taller de coches diesel junto al de locomotoras, pero se construyó un poco alejado debido a la forma del espacio disponible. Con respecto al ciclo de inspecciones, la inspección general se realizará cada 6 años, la parcial cada 3 años y cuando se calcula, determinando 45 días como el número de inspección de locomotoras 20 días como el de coches diesel, teniendo en cuenta la fluctuación del 10% que tendrán los carros que entran, los números de los carros que se quedarán en el taller al mismo tiempo son 4,5 y 9,8 respectivamente.

El Cuadro 10-4 indica los números de carros que se quedan en el taller según cada taller. La disposición de la maestranza entera se demuestra en la Fig. 10-4.

En la maestranza de Guaracachi, actualmente las inspecciones de fábrica y las inspecciones periódicas rutinarias para locomotoras y coches diesel están siendo realizadas, no se cambiarán, pero será necesario fortalecer las instalaciones de talleres para inspecciones y reparaciones de locomotoras y aumentar la capacidad de inspecciones y reparaciones para coches diesel y establecer las instalaciones de inspecciones y reparaciones periódicas para coches diesel.

La mastranza es bastante grande, por lo tanto el taller de locomotoras y el de coches diesel serán establecidos contiguos para tener la disposición de talleres con la mayor eficiencia.

**b) Las instalaciones periódicas para material tractivo**

En la Red Oriental se puede realizar las inspecciones para todos los carros en la mastranza de Guaracachi, pero en la Red Andina hay muchos carros, por lo tanto las inspecciones periódicas para locomotoras se realizarán en Oruro, y para coches diesel en La Paz. En Oruro no hay tantos problemas, pero las instalaciones de inspecciones de la Paz deben mejorarse de acuerdo con el número de los carros.

**c) Instalaciones para Inspecciones y Reparaciones de las Maestranzas de Carros de carga y las Maestranzas de Apoyo**

Las instalaciones de inspecciones y reparaciones de las Maestranzas de Uyuni y Roboré ya están desgastadas y necesitan renovación.

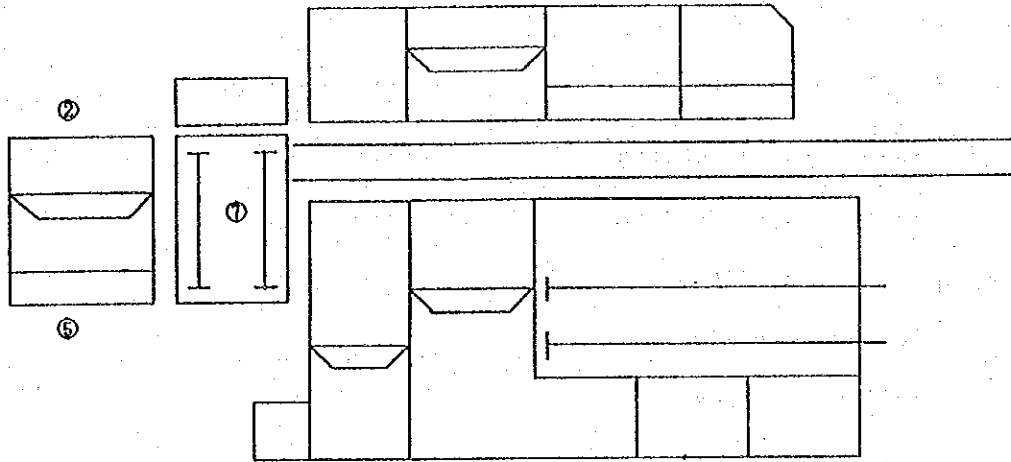
También las maestranzas de Apoyo de inspecciones y reparaciones están ya desgastadas, por lo tanto ellas también deben modificarse igual que en caso de las maestranzas de carros de carga. Los nombres de las instalaciones y maquinarias principales para cada taller contruidos nuevos y renovados en las maestranzas para locomotoras se demuestra en el Apéndice 10-5.

**Cuadro 10-4 Número de Vagones que Permanecen Al Mismo Tiempo en Cada Taller**

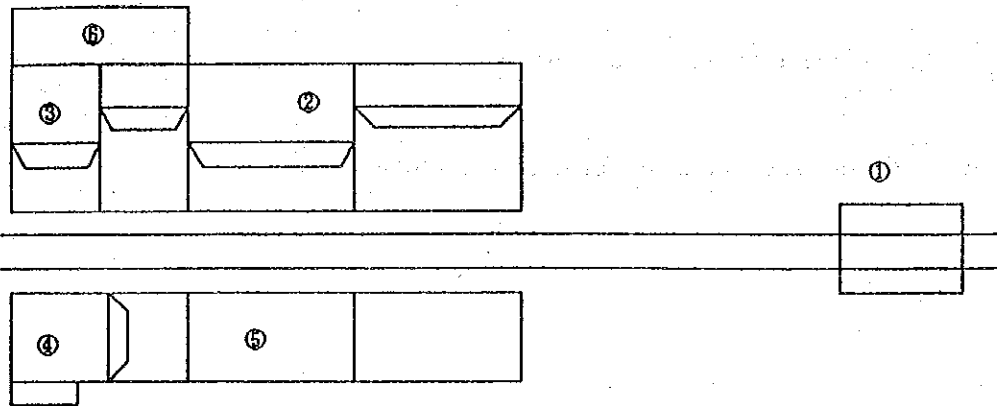
No.	Nombre de taller	Taller de vagones	Taller de locomotoras
①	Inspección de entrada	1 carro	1 coche
	Taller de reparación	1 carro	1 coche
②	Taller de carrocería	6 carros *	3 coches *
③	Taller de bogie	Correspondiente a 5,5 carros	Correspondiente a 2 carros
	Taller de ruedas		
④	Taller de motor	Correspondiente a 5,5 carros	Correspondiente a 2 carros
⑤	Taller de pintura	2 carros	1 carro
⑥	Taller de máquinas eléctricas	Correspondiente a 5,5 carros	Correspondiente a 2 carros
⑦	Plataforma desplazadora de coches		Correspondiente a 3 carros

\* Incluye un carro como a repararse eventualmente.

Taller de locomotoras



Taller de coches diesel



- ① Sala de inspección de entrada y de reparación
- ② Taller de carrocería
- ③ Taller de bogie y de ruedas
- ④ Taller de motor
- ⑤ Taller de pintura
- ⑥ Taller de máquinas eléctricas
- ⑦ Plataforma desplazadora de coches

Fig. 10-4 Disposición de Maestranza Completa

#### 10-4 Plan de Implementación por Etapas

##### (1) Carros

El cuadro indica los números de carros a incrementar de acuerdo con el aumento de la demanda del transporte.

*Cuadro 10-5 Lista del Plan de Carros a Aumentarse por Etapas*

Unidad: Carro

Modelo	Año 2000	Año 2010	Año 2020
L D E	38	39	17
L D H	5	0	4
D C	251	115	62
F C	1.056	795	1.208

##### (2) Implementación de las Maestranzas de Mantenimiento de Carros

El *Cuadro 10-6* indica la implementación de las maestranzas de mantenimiento de carros en base del Capítulo 6.

Será necesario ordenar inmediatamente las instalaciones de inspecciones y reparaciones de maestranzas e intentar elevar el porcentaje de funcionamiento de operación de locomotoras especialmente para asegurar el transporte seguro y estable.

**Cuadro 10-6 Plan de Implementación de Maestranzas de Mantenimiento de Carros, etc.**

Red	Nombre	Contenido de Mantenimiento	Año 2000	Año 2010
Red Andina	Maestranza de Viacha	Inspección y Reparación de DC, LDE, LDH	o	
	Maestranza de Uyuni	Inspección y Reparación de FC		o
	Centro de Mantenimiento de Oruro	Inspección y Reparación de DC, LDE		o
	Centro de Mantenimiento de la Paz	Inspección y Reparación de DC, LDE		o
	Maestranza de Apoyo de Cochabamba	Inspección y Reparación a escala pequeña de todos los carros		o
	Maestranza de Apoyo de Sucre	Inspección y Reparación a escala pequeña de todos los carros		o
	Maestranza de Apoyo de Machacamarca	Inspección y Reparación a escala pequeña de todos los carros		o
	Maestranza de Apoyo de Tupiza	Inspección y Reparación a escala pequeña de todos los carros		o
Red Oriental	Maestranza de Guaracachi	Inspección y Reparación de DC, LDE, LDH	o	
	Maestranza de Roboré	Inspección y Reparación de FC		o

Nota: "o" indica la implementación de las instalaciones de Inspección y Reparación, etc.





## **CAPITULO 11**

### **PLANIFICACION DE EQUIPAMIENTO**





## CAPITULO 11 PLANIFICACION DE EQUIPAMIENTO

### 11-1 Plan de Mejoramiento

Para las estructuras básicas del mejoramiento del equipamiento de vías, determinamos lo siguiente como la meta, teniendo en cuenta las situaciones actuales.

- Velocidad de trenes:      Tren de pasajeros      95 km/h  
   Tren de carga              75 km/h
  
- Rieles:      Más de 75 lb/yarda  
   Más de 85 lb/yarda en caso de reemplazar
  
- Durmientes:      Maderas  
   Dimensión: 2,00 m x 0,24 m x 0,12 m  
   Número/tramo: Derecho; 1.600/km  
   Curva; 1.660/km (R < 600 m)
  
- Balasto:      Piedras (trituradas o de escoria)  
   Más de 200 mm de espesor
  
- Equipos de cambio: 8#, 10#, 12# (Tipo normal)
  
- Ancho del espacio de base de vías:  
   6,00 m (vía simple)              10,2 m (vía doble)

#### (1) Vías

##### 1) Rieles y aparatos de cambio (ACV)

Aparte de los tramos que se mantienen con más de 75 lb/yarda, los rieles de menos de 60 y 65 lb/yarda serán reemplazados por los de 85 lb/yarda. Pero actualmente los rieles producidos en los países cerca de Bolivia son de más de 90 lb/yarda, por lo cual al importar rieles, no se podrá importar los de menos de 90 lb/yarda.

Siendo objeto de ser reemplazados los aparatos de cambio de vía que se sitúan lo más alejado del recinto de la estación, la mitad de éstos serán reemplazados por los nuevos equipos y el resto será reparado. En este caso, se considerará la instalación de los aparatos de cambio de vía 10#, 12#, si es posible topográficamente.

## 2) Aplicación de balasto

El base de las vías de tierra deberá ser reemplazado por el de balasto, para asegurar la estabilidad de las vías y resistir la alta velocidad. Se requieren las obras siguientes para colocar balasto en el base de las vías. Para el caso de la base de vías de tierra se necesitará 4,40 m (vía simple) para el ancho del espacio de base de las vías, pero, en caso del balasto es necesario ampliar 0,60 m más para cada lado de la vía, debido a que se requiere un ancho de 6,0 m. Si está mal condicionado el estrato superficial de la base de la vía, es necesario efectuar previamente obras para reemplazarlo por grava o balasto, para elevar la capacidad de drenaje. Deberá efectuarse también, al mismo tiempo, el reemplazo de los durmientes deteriorados. Planificamos como 25%-50% el porcentaje de reemplazo de durmientes.

El Cuadro 11-1 muestra una lista del mejoramiento de elementos relacionados con las vías.

**Cuadro 11-1 Lista de Número de Rieles y Aparatos de Cambio de Vía a Ser Reemplazados, en cada Línea**

Nombre de la Línea	Extensión Rieles en km	Aparatos de cambio de Vía	Extensión de riel en km para aplicación de balasto	Observaciones
<b>Red Andina</b>				
Villazón	689,0	50	544,8	
Guaqui	---	8	0,0	
Charaña	209,3	11	209,3	
Avaroa	0,3	10	127,4	
Cochabamba	191,7	36	204,8	
Sucre	345,0	25	348,2	
<b>Total</b>	<b>1.435,3</b>	<b>140</b>	<b>1.434,5</b>	
<b>Red Oriental</b>				
Quijarro	569,0	31	213,2	
Yacuiba	---	34	538,5	
Yapacani	---	0	0	
<b>Total</b>	<b>569,0</b>	<b>65</b>	<b>751,7</b>	
<b>ENFE Total</b>	<b>2.004,3</b>	<b>205</b>	<b>2.186,2</b>	

**(2) Paso a Nivel**

Modificar los pasos a nivel (que permite ENFE), a una estructura adecuada con balasto. La modificación deberá ser de manera que permita la facilidad de hacer mantenimiento y también puedan pasar los vehículos por el paso a nivel con seguridad. En la Fig. 3-5-8 muestra la estructura estandarizada del paso a nivel que se usa actualmente. Las partes de fijación y de pavimentación entre los rieles no son suficientemente resistentes para el paso de los vehículos grandes, o sea, falta durabilidad. De ahí que proponemos un plan de modificación indicado en el Cuadro 11-1.

El número de pasos a nivel a ser modificados según cada línea se indica en el Cuadro 11-2.



**Cuadro 11-2 Número de Pasos a Nivel a Ser Modificados en cada Línea**

Nombre de Línea	Número de pasos a nivel a ser modificados	Nombre de Línea	Número de pasos a nivel a ser modificados	Nombre de Línea	Número de pasos a nivel a ser modificados
	<b>Red Andina</b>			<b>Red Oriental</b>	
Villazón	120	Avaroa	25	Quijarro	100
Guaqui	10	Cochabamba	60	Yacuiña	135
Charaña	30	Sucre	60	Yapacani	30
<b>Total</b>			<b>305</b>	<b>Total</b>	<b>265</b>
<b>ENFE Total</b>			<b>570</b>		

**(3) Estaciones**

Para la planificación del mejoramiento de los lugares de parada, deberá tenerse en cuenta los equipos e instalaciones y la operación segura de los trenes, que serán necesarios por el aumento de la capacidad de transporte.

**1) Ordenamiento del recinto de vías en la estación**

Los usuarios de ENFE, las personas de los poblados cercanos a la estación y los animales aprovechan libremente el recinto de vías de la estación para pasar o por otro motivo. Esto genera una grave situación de peligro, para cuando se aumente el número de operaciones de trenes y se eleve la velocidad de los trenes que pasan por la estación, y también dificultará mucho asegurar la seguridad de la operación de trenes. Hay algunas estaciones en que la gente que vive en los poblados cercanos de la estación, normalmente tendría que prohibírsele entrar en el recinto. Deberán tomarse medidas para que no puedan entrar libremente en el recinto, preparando algún acceso en lugares determinados para cruzar el recinto sin pasar directamente por sobre las vías. En la *Fig. 11-2*, indicamos una alternativa de mejoramiento que se usa generalmente.

**2) Instalación de andenes nuevos**

Actualmente la mayoría de andenes de ENFE está solamente en frente del edificio de la estación y la longitud de éstos es corta, aparte



de las estaciones La Paz, Oruro y unas otras. En el presente proyecto, para el servicio para pasajeros se requiere instalar andenes no solamente en frente del edificio de la estación sino también para las vías que se sitúan al lado exterior del edificio, en razón de que planificamos la instalación de seguridad para la operación de trenes con la dirección única de vía principal en el recinto de la estación. Proponemos instalar andenes nuevos y extender la longitud de andenes, para adecuarlos con la longitud de los trenes. La *Fig. 11-3* indica la alternativa de modificación.

**3) Modificación de la distribución de vías en el recinto de la estación**

Son 17 estaciones que necesitan lugares donde se tiene que dividir o acoplar trenes debido al trazado de las vías, para asegurar la capacidad de transporte. En la *Fig. 11-4* muestra un tipo estándar de distribución de vías.

**4) Instalar equipos de cruce de trenes o modificarlos**

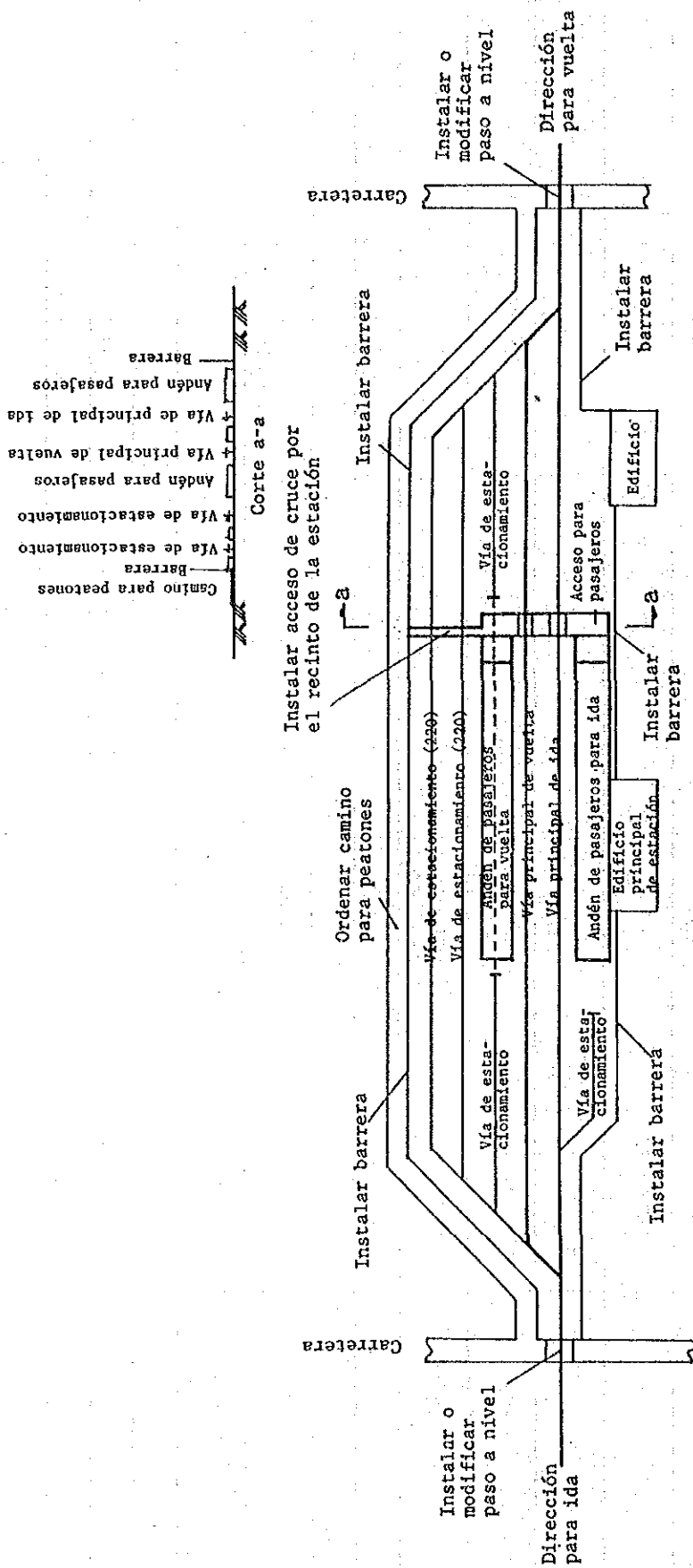
Instalar equipos nuevos para cruce de trenes en el lugar intermedio de los tramos largos entre dos estaciones, o modificar los aparatos de cambio, para asegurar la capacidad de transporte. En la *Fig. 11-5* muestra un tipo estándar de distribución de vías.

**5) Instalar equipos nuevos de Intermodal**

Construir la instalación nueva para carga/descarga desde vehículos a trenes y viceversa. Aunque en las estaciones de carga, en general, se puede realizar suficientemente esta maniobra, sin embargo, es muy inconveniente maniobrar con las instalaciones actuales de ENFE. Construir unas estaciones, refiriendo a los países avanzados en actividad ferroviaria, con una capacidad de instalación adecuada al volumen de mercancías a tratar. La *Fig. 11-6* indica la distribución general de la estación de carga. El *Cuadro 11-3* es de una lista de la cantidad de instalaciones nuevas y modificaciones concernientes a las paradas.

Cuadro 11-3 Lista de Instalaciones y Equipos con relación a Lugares de Parada a ser Instalados o Modificados

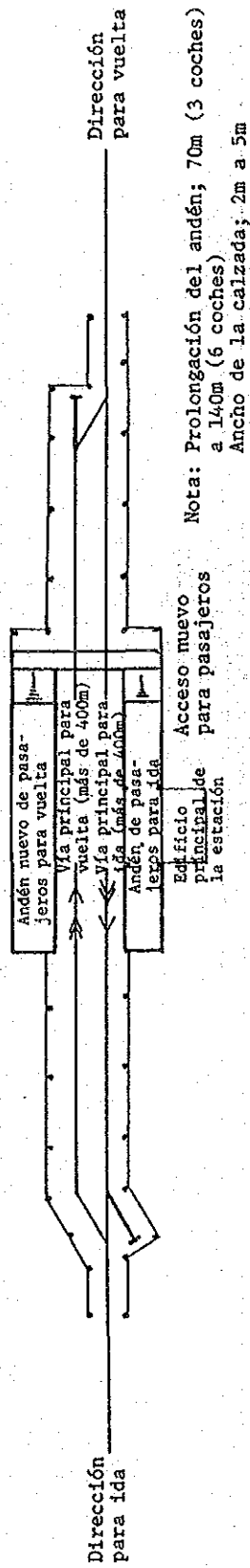
Nombre de Líneas	Ordenamiento del recinto de estación	Andenes nuevos	Modificar distribución de vías	Sitios de semáforos, nuevos o modificados	Equipos e instalaciones de Intermodal	Observaciones
<b>Red Andina</b>						
Villazón	7 estaciones	33 estaciones	7 estaciones Viacha, San Pedro, Oruro, Río Mulato,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



- El cruce del público deberá ser limitado en la posición de acceso de cruce por el recinto de la estación.
- Prohibir caminar en el recinto de las vías.
- Véase Fig. 11-1, con respecto de paso a nivel y barreras.

Fig. 11-2 Esquema de Ordenamiento del Recinto de la Estación

Caso 1 Sin vías secundarias



Caso 2 Sin vías secundarias

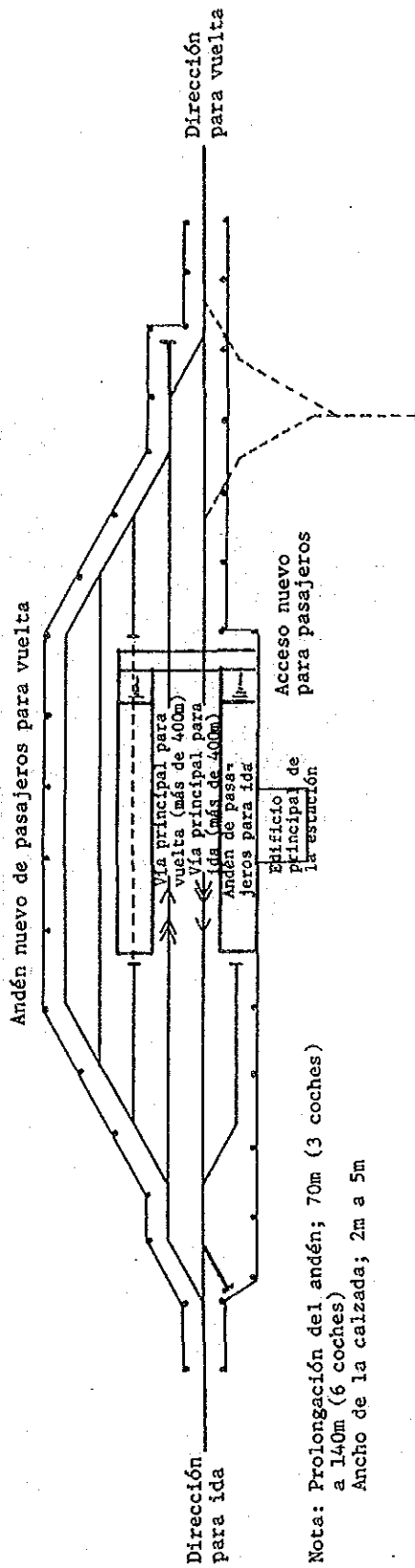


Fig. 11-3 Esquema de Andenes Nuevos

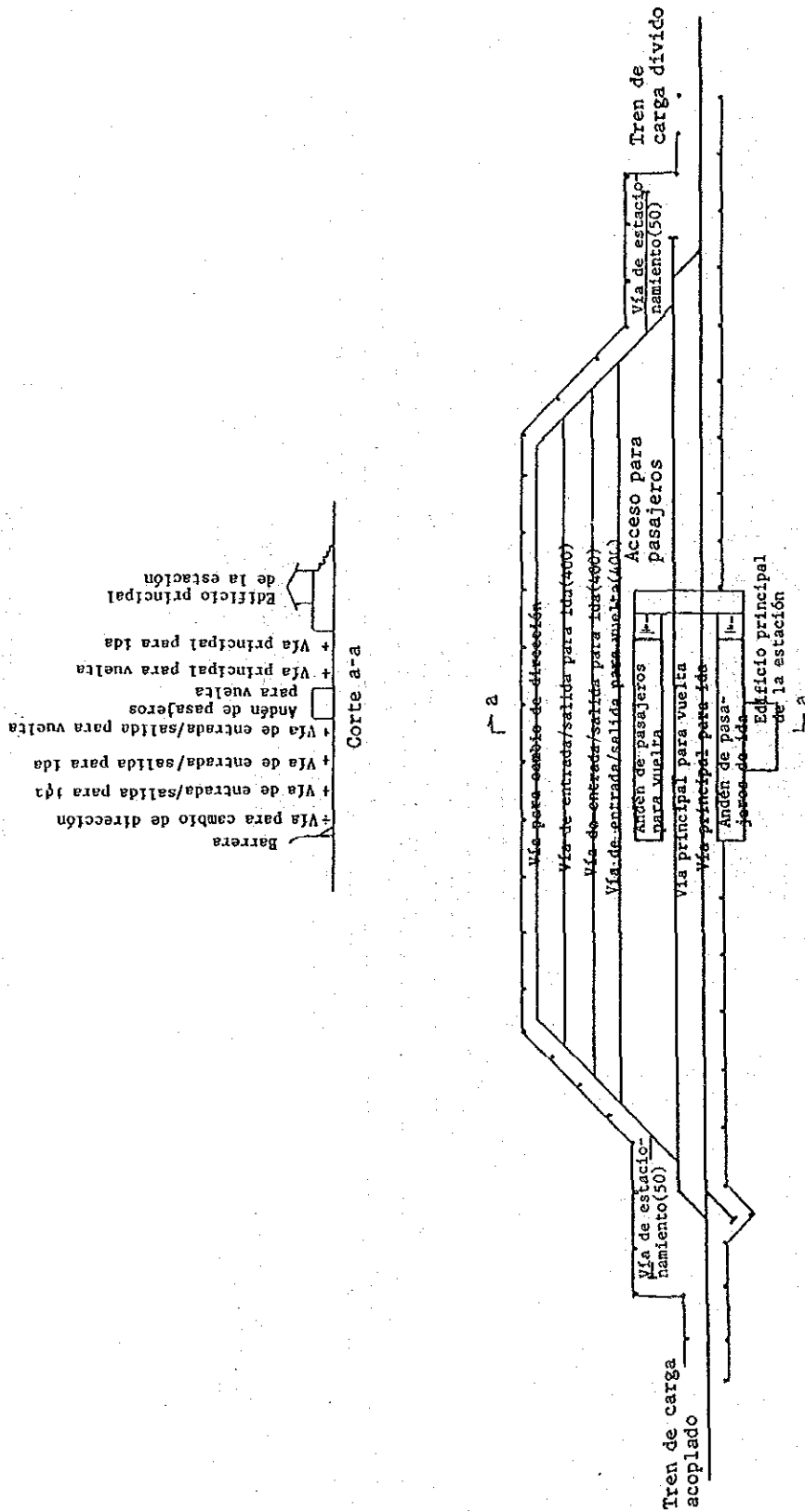


Fig. 11-4 Esquema de Distribución de Vías Modificación del Recinto de Estación

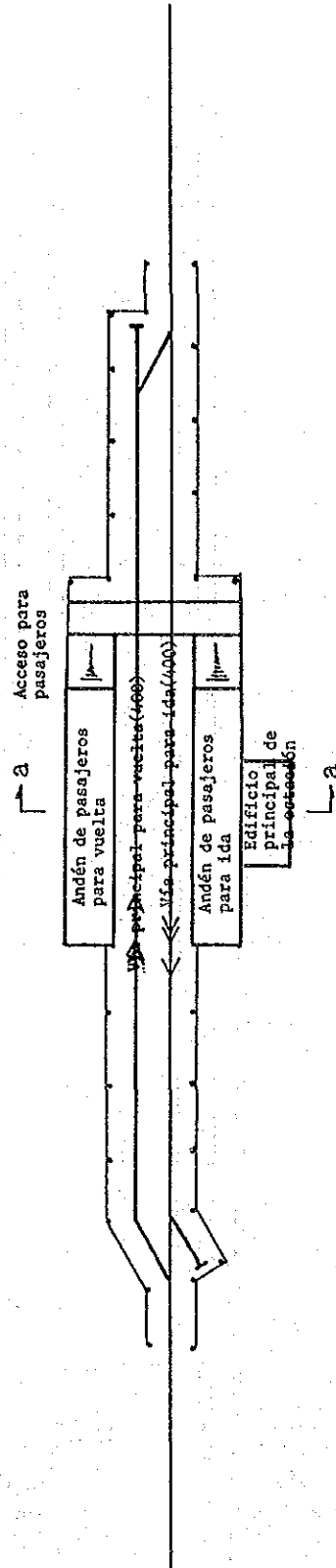
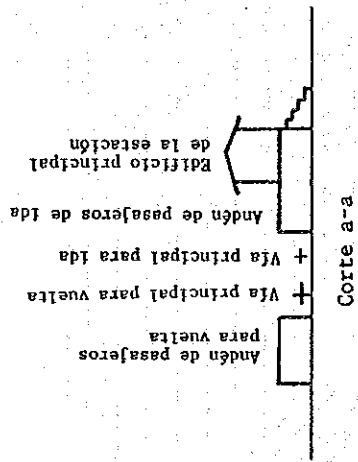


Fig. 11-5 Esquema de Instalación Nueva o Modificada de Cruce de Trenes

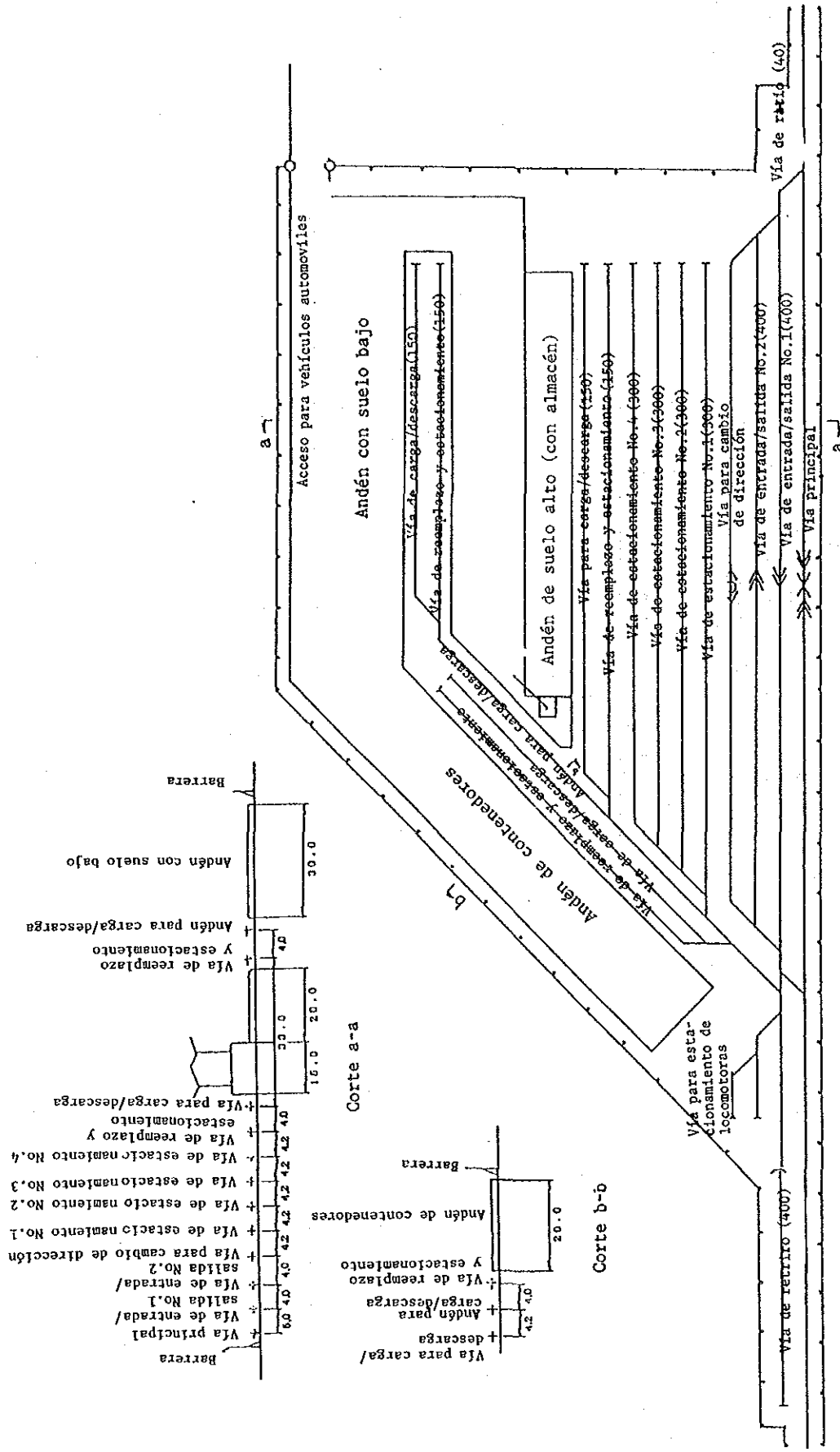


Fig. 11-6 Esquema de Distribución de Instalaciones Nuevas de Intermodal (Carga)

#### (4) Estructuras para las Vías

##### 1) Puentes

Hay muchos sitios, donde se perdieron las vigas de los puentes y cauces nuevos, a causa de la crecida de ríos y aumento del caudal originado por cambios del medio ambiente alrededor de los puentes, y por encima de dichos sitios, pasan trenes, soportando los rieles con paquetes de rieles o cartillos de durmientes. Sobre todo, en el terreno de la zona de llanura de La Red Oriental que es de arcilla arenosa, con falta de viscosidad, no se puede decir que es un cimiento bueno para fundaciones. Corrientes bruscas de agua originadas por lluvias concentradas destruyen bases, soportes y fundamentos de los puentes. Aunque repararon puentes con estructuras provisionales, es sumamente necesario reconstruirlos o reforzar las bases y fundamentos de soporte de puentes, para prevenir contra desastres que puedan ocurrir nuevamente. (Fotos 11-1 y 11-2)



Foto 11-1



Foto 11-2



**Cuadro 11-4 Número de Mejoramiento de Puentes Según Cada Trayecto**

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

**2) Protección de vías**

Se observan muchos sitios de terraplenes, demolidos y declive natural, que necesitan protección. Para los terraplenes erosionados, se evitará derramamiento de tierra, colocando tablestacas. Para los demolidos se colocará muros de contención para asegurar la anchura de base de las obras y zanjas laterales a la vías. En los sitios con declive natural donde hay muchas piedras flotantes y rocas erosionadas, se colocarán muros de contención para evitar que caigan.

En las zonas de vías que se convierten fácilmente en sitios para cebadero de ganado, deberá evitarse que el ganado entre en esas zonas colocando barreras con alambre de puas, para asegurar la operación de los trenes. En los tramos paralelos con carreteras y muy cercanas a éstas, deberán colocarse a lo largo de las vías unas barreras hechas con rieles viejos, etc., para evitar que los vehículos entren en las vías. El Cuadro 11-5 es una lista de la cantidad de instalaciones requeridas para protección.

**Cuadro 11-5 Cantidad de Instalaciones Requeridas para Protección**

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

## (5) Restauración del Trayecto de Oruro a Cochabamba

### 1) Necesidad de Restauración

Cochabamba está situada en la zona media entre la zona llana de la parte oriental de Bolivia y la zona montañosa de altura de 4.000 m sobre el nivel del mar de la parte occidental del país, que se extiende hasta los Andes. Cochabamba es uno de los centros de tráfico de comunicación nacional occidental - oriental. Su altura sobre el nivel del mar es de unos 2.500 m, su clima es templado todo el año y es la zona en que el medio ambiente y las condiciones de vida están más ordenados dentro del país. Los alimentos frescos producidos en esta zona se suministran a las ciudades de la zona montañosa, tales como La Paz y Oruro. Muchos habitantes viven a lo largo de ésta línea. Al considerar que ésta línea es muy importante para los habitantes como ruta de su vida actual, la obra de su restauración es urgente.

Esta línea, desde el punto de vista del continente suramericano, está situada en el punto medio de la ruta que atraviesa la parte central del continente. Es la línea ferroviaria indispensable para construir la ruta para que se refuerce el transporte intermodal entre Cochabamba y Santa Cruz.

Desde el punto de vista de Bolivia, y también del continente suramericano, el ferrocarril Oruro - Cochabamba ocupa actualmente y también ocupará en el futuro una parte importante. Se indica el resultado realizado y el pronóstico de la cantidad de cortes del transporte Oruro - Cochabamba en el *Cuadro 11-6*.

**Cuadro 11-6 Cantidad de Cortes del Transporte en Oruro - Cochabamba**

Año	Pasajeros		Mercancías		Observaciones
	mil personas	mil personas-km	mil toneladas	mil toneladas-km	
1987	112	15.110	128	26.375	Resultado realizado
1988	76	9.603	102	21.287	
2000	681	139.605	454	93.045	Pronóstico
2010	1.086	222.630	574	117.628	
2020	1.218	249.690	745	152.697	

## 2) Método de Restauración

El trayecto en que han ocurrido más desastres y el tiempo para restaurar más largo es del km 100,25 al 137,5 y su extensión total es 37,25 km. Actualmente se utiliza la ruta situada junto al río, por lo tanto las condiciones del río influyen mucho. En la época de lluvias ésta línea sufre daños. La solución definitiva será elegir una zona topográficamente favorable donde no entre el derrumbamiento de barro y rocas, evitando la ruta cercana al río. Sin embargo en este trayecto es muy difícil de elegirla y será inmenso el costo de obras. Es necesario elegir una ruta, donde aunque pueda haber algún desastre, se requiera poco tiempo y costos bajos para su restauración y que influya poco en el transporte ferroviario. Para enfrentarse contra la elevación del lecho del río, se puede construir la vía en un sitio por lo menos de 10 a 20 m más alto que el actual, de esta manera se puede evitar que sufra desastres por las aguas por más de 30 años. Contra el derrumbamiento de barros y rocas, se puede evitar con túneles o cercos perimetrales encima de las vías. Elegir una ruta que esquivé la zona donde haya corrimiento de tierra, se puede pensar que la escala de corrimiento de tierra no sea grande. La ruta que eligieron los funcionarios de ENFE y de JICA, usando un mapa de  $S = 1/50.000$  se indica como sigue:

a) Alternativa 1

Como se indica en la Fig. 11-8, se ha elegido la ruta difícil de sufrir daños. En el trayecto donde se supone que sufrirá el desastre del derrumbamiento de barro y rocas o en realidad se lo ha sufrido, podrá evitarse por la construcción de túneles y en el trayecto donde se supone la elevación de aguas del río, podrá evitarse con trasladar a lugar más elevado que el actual.

La cantidad de obras y sus costos de esta alternativa se indican en el Cuadro 11-7.

**Cuadro 11-7 Cantidad de Obras de Restauración y sus Costos del Trayecto Oruro - Cochabamba (Alternativa I)**

Tipo de obra	Cantidad	Costo de obra (mil US\$)	Observaciones
Túnel	18.230 m	92.791	20 puntos
Puente	4.300 m	27.413	13 puntos
Terraplén	251.924 m	1.109	
Demolido	316.675 m	1.394	
Edificio de Estación	600 m <sup>2</sup>	533	5 estaciones
Equipos de Semáforo	1 unidad	---	Incluido en el plan de Ordenación
Equipos de Comunicación	1 unidad	---	Incluido en el plan de Ordenación
Rieles	33 km	1.637	Incluido en el plan de Ordenación
Instalaciones de Protección	1 unidad	22	
Otros	1 unidad	8.300	
Total		133.199	

b) Alternativa II

Como se indica en la Fig. 11-9, se aprovechará de la línea existente y en cuanto al trayecto en que se supone que se sufrirá el desastre del derrumbamiento de barro y rocas y de aguas del río, se elegirá la ruta que evade el desastre por traslado a lugar más elevado que el actual. Además en esta alternativa, se utilizará el método de obras que se puede realizar por el grupo que ha ejecutado las obras urgentes de restauración hasta ahora directamente. Por lo tanto la construcción de puentes de longitud grande es imposible, pero el puente para el cual se puede utilizar las vigas poseídas ahora por ENFE se lo construye directamente. Se indican la cantidad de obras y costos de la ejecución de esta alternativa en el Cuadro 11-8.

**Cuadro 11-8 Cantidad de Obras de Restauración y sus Costos del Trayecto de Oruro - Cochabamba (Alternativa II)**

Tipo de obra	Cantidad	Costo de obra (mil US\$)	Observaciones
Puente	889 m	6.919	60 puntos
Terraplén	135.000 m	795	
Demolido	1.854.000 m	13.641	
Edificio de Estación	600 m <sup>2</sup>	935	5 estaciones
Equipos de Semáforo	1 unidad	---	Incluido en el plan de Ordenación
Equipos de Comunicación	1 unidad	---	Incluido en el plan de Ordenación
Rieles	30,9 km	851	Incluido en el plan de Ordenación
Instalaciones de Protección	1 unidad	1.410	
Total		24.551	







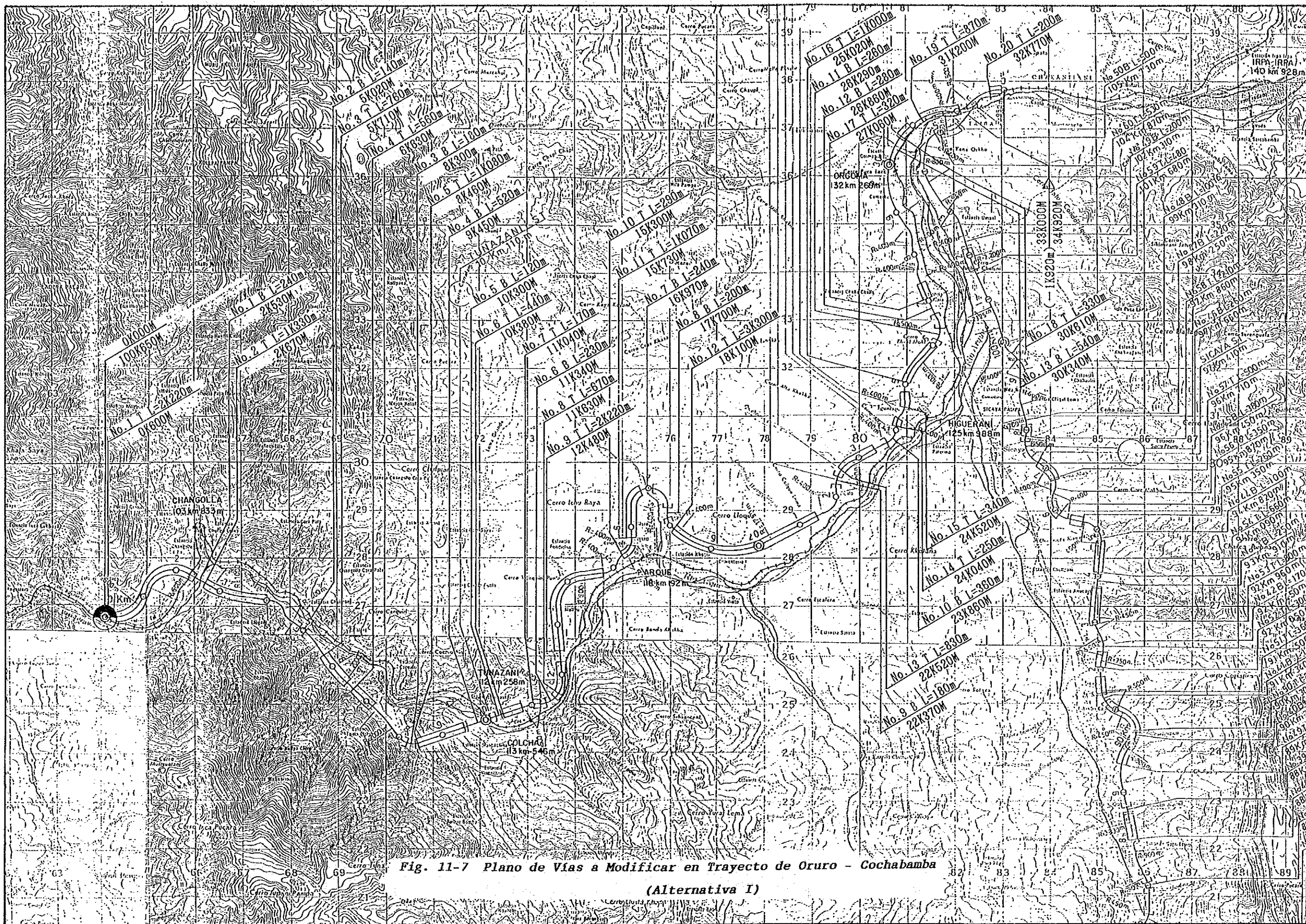


Fig. 11-7 Plano de Vías a Modificar en Trayecto de Oruro - Cochabamba  
(Alternativa I)



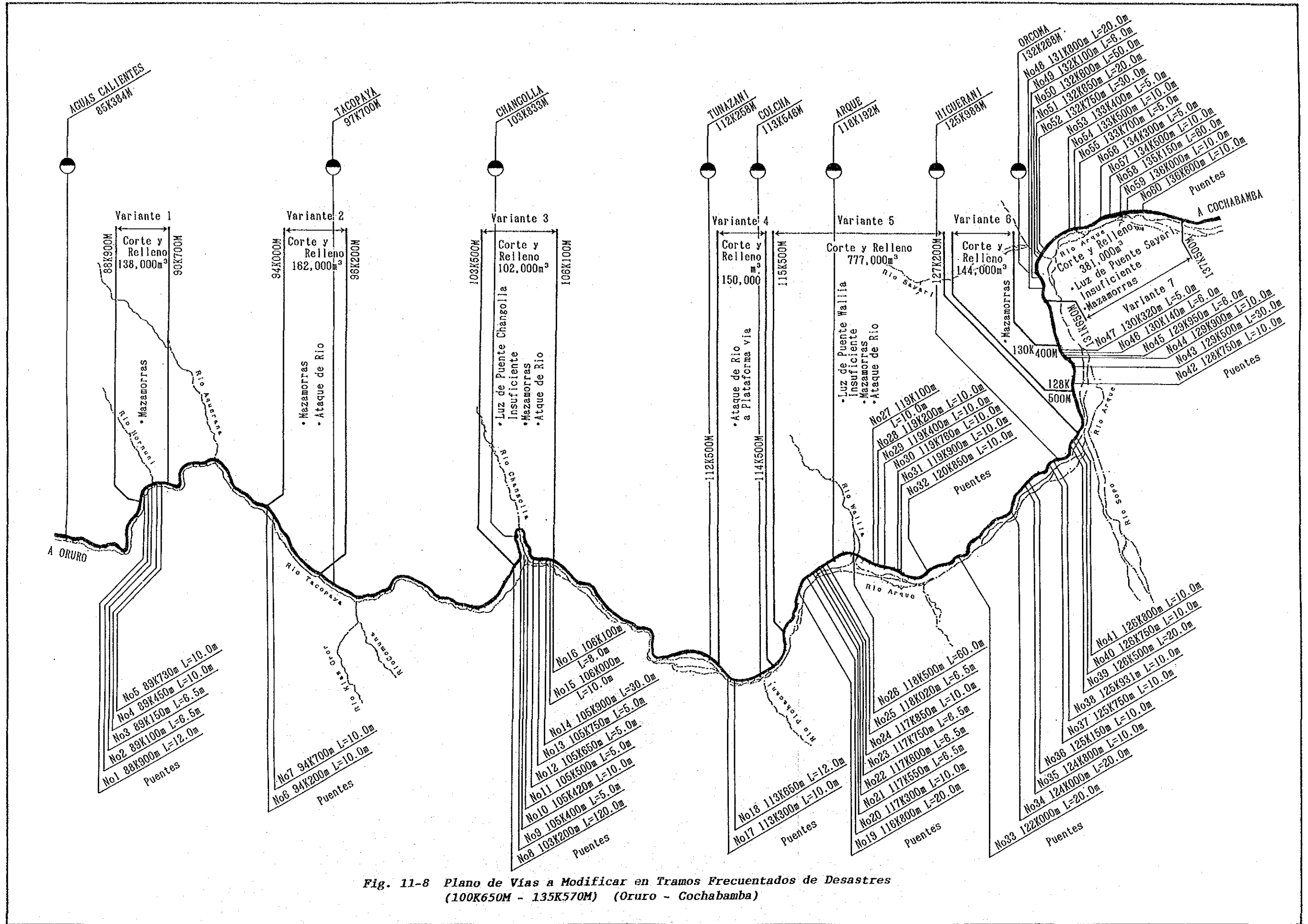


Fig. 11-8 Plano de Vias a Modificar en Tramos Frecuentados de Desastres (100K650M - 135K570M) (Oruro - Cochabamba)



c) Comparación de Alternativas I, II

Las daños por el derrumbamiento de barro y rocas y los daños de la erosión y hundimiento por la elevación del cauce del río ocurrirán todos los años como hasta ahora en la época de lluvias. Por lo tanto será importante trasladar la vía a sitio elevado y además alejado del río, para conseguir el transporte seguro y estable. Si se puede introducir la gran cantidad de fondos y se puede cubrir el costo económicamente, será posible excavar un túnel en el centro más profundo en la montaña para evitar desastres, con el nivel actual de tecnología, pero teniendo en cuenta la situación actual de la administración de ENFE, la situación económica de Bolivia, será imposible. Por lo tanto no habrá otro remedio que la elaboración del método por el cual se podrá conseguir el transporte seguro y estable con costo mínimo. Las dos alternativas comparadas, tendremos el resultado como sigue.

① Comparación del Costo de Obra

El costo de la alternativa I son 133,2 millones US\$, él de II son 24,6 millones US\$, que es 1/5 de él de I. Está claro que I es más favorable técnicamente.

② Facilidad de Obra

En cuanto a la construcción del túnel en la alternativa I, además de la obra del mismo túnel, se supondrá que la enorme cantidad de costo será necesaria para instalar las facilidades anexas para la obra. En este trayecto no hay camino de acceso, por lo tanto no habrá otro remedio que utilizar la vía de ferrocarril o el río en la época seca. Se supondrá mucha dificultad en el transporte de los equipos e insumos para la obra.

En el caso de la alternativa II, el transporte de las maquinarias grandes de construcción será suficientemente posible y la obra de demolido y terraplén después serán posibles,

poniendo los puntos de apoyo en la línea existente. Si se puede emplear más de un grupo de construcción, la reducción del período de construcción será también posible.

### ③ Efecto

En la alternativa I, podremos conseguir el transporte seguro y estable con bastante alta posibilidad. La alternativa II no será satisfactoria, pero en este caso si se sufre el desastre, se podrá recuperar en poco tiempo y no deberemos esperar mucho tiempo para la restauración. Actualmente todos los años se repite esperar un mes en caso de desastre pequeño, y en el de desastre grande 3-4 meses.

Considerando estos puntos, se adoptará la alternativa II en este informe. Pero al ejecutar este plan, se deberá hacer F/S y estudiarlo más detalladamente.

#### d) Método de poner en marcha la obra de restauración

En este trayecto, se ha sufrido daños grandes durante largo tiempo. Han trasladado la vía cada vez más arriba de la pendiente como medida provisional. El centro del río se traslada cada año en la época de lluvias y además con la entrada de gran cantidad de derramamiento de barro y rocas, el cauce del río se eleva 1,0-1,5 m cada año.

Actualmente el ancho de la valle en forma de V se ha amplificado más, y se ha elevado el lecho de 0,5-1,0 m cada año. Con motivo de este cambio topográfico, el sitio de la vía y el río y sus alturas exactas no son conocidos. Además el único mapa que Bolivia tiene actualmente es nada más que el mapa topográfico de escala 1/5.000, que fue ampliado desde él de 1/50.000 que fue elaborado hace unos 20 años bajo cooperación de Japón. En el caso del plan de la vía de ferrocarril, por lo menos el mapa de 1/2.500, por más exacto, él de 1/500 será necesario.

Las generalidades del proceso se indican como sigue.

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

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

## 11-2 Sistema de Mantenimiento de Líneas Existentes

Para ordenar el sistema de mantenimiento con tecnología de las facilidades ferroviarias que tiene varias especialidades, será necesario introducir la misión de los expertos de los países más avanzados según cada ramo y ejecutar la enseñanza con prácticas en los sitios reales donde se realizan los trabajos de mantenimiento. El trabajo más urgente será el establecimiento del estándar técnico relacionado con las facilidades y el establecimiento del método de control de los vías y el manual de los trabajos de mantenimiento de las vías.

### (1) Sistema de Mantenimiento

#### 1) Departamento de Vía y Obras

Colocando unos técnicos exclusivos encargados respectivamente del control de vías y del control de obras en la sección técnica, hay que conocer el estado actual de las vías y sus obras. Para conocer el estado actual, se realiza el control de datos sobre los 5 ítems que indican el estado de vías (trocha, nivel, alineación, nivel longitudinal y distorsión de la vía), los materiales de las vías existentes, los años transcurridos de uso de dichos materiales, el estado de desgaste de dichos materiales y otros aspectos necesarios para garantizar la marcha segura de los trenes. Al igual que las vías, en cuanto al control de las obras, se deben arreglar y guardar los planos de terminación de obras, el estado de cálculo del proyecto, los volúmenes, el cambio del medio ambiente cerca del ferrocarril para garantizar la marcha segura de los trenes.

#### 2) Puestos de Conservación de la Vía

Debe aumentarse el Inspector Jefe. La longitud de la vía de que un inspector jefe pueda encargarse es de 50 a 60 km. 2 inspectores que se colocan bajo un inspector jefe recogen datos sobre el control de la vía y la cuadrilla de la vía realiza su mantenimiento según las instrucciones del inspector jefe. Se deben colocar a técnicos encargados exclusivamente de las obras en el puesto de conservación.



de la vía para que se puedan realizar el mantenimiento y control de las obras adecuadamente conforme a las características de la región.

## (2) Unificación de Diversos Reglamentos y Modo de Trabajo

### 1) Unificación de Diversos Reglamentos

Los reglamentos se clasifican aproximadamente en los siguientes tres:

- Reglas:

Es un reglamento que fija la estructura del equipo mínimo para garantizar la seguridad del transporte por ferrocarril. Por eso, no debe ser menos del límite fijado por este reglamento.

- Reglamento:

Se divide en reglamento y el reglamento de normas. El reglamento es lo fijado para los trabajos de construir nuevamente, mejorar y mantener la función de la vía fijada por las reglas. El reglamento de norma es el que fija separadamente la estructura, procedimiento de trabajo, etc. que serán las normas de cada instalación.

- Norma:

Es el reglamento fijado detalladamente sobre los respectivos modos de trabajo, procedimientos de trabajo, etc. por cada reglamento.

Actualmente se publican muchos documentos bajo el nombre del director del departamento de vía y obras, pero se los debe arreglar para hacer los conocer bien a los obreros de la cuadrilla.

## 2) Modos de Trabajo

Para la conservación de la vía, se usan máquinas y aparatos de medición especiales de diversas clases. Por consiguiente, si se manipulan mal estas máquinas y aparatos, no se pueden ejecutar los trabajos eficientemente ni obtener los datos con exactitud. La precisión de los trabajos realizados resulta desigual y no se puede ofrecer mercancías de alta calidad. Para continuar manteniendo el control de la vía en estado estable, es necesario establecer los modos de trabajo y de inspección mediante diversas máquinas y aparatos.

## (3) Máquinas y Aparatos para la Conservación

### 1) Máquinas para la Conservación de la Vía

Se proyecta la introducción de las máquinas exclusivas que son necesarias para impulsar el cambio de rieles y la colocación de balasto en el lecho de la vía. Ya que la longitud de un riel es de unos 10 m para facilitar su transporte, se suelda en el sitio de construcción para hacerla de unos 30 m de longitud y tenderse luego. Como soldadora de rieles, hay soldadoras con presión de gas, soldaduras con termita, soldadoras a tope por chispas, soldadoras de arco encerrado, etc. Considerando la cantidad de soldadura, el grado de dificultad del trabajo, el grado de dificultad de adquisición de los materiales de soldadura, la transportabilidad, la fiabilidad de las partes soldadas, etc., se colocará una soldadora con presión del gas respectivamente en la Red Oriental y la Red Andina. Para transportar y colocar los rieles soldados en el sitio de tendido, se coloca cada juego de 3 vagonetas para rieles respectivamente en la Red Oriental y la Red Andina, transportándolas con un gran coche automotor. Además de éstas, se introducen los aparatos necesarios para el trabajo en rieles: contadoras, taladradoras, aparatos para el trabajo seguro de transporte, carga y descarga, y mesas transbordadoras de rieles de tipo grúa que faciliten el trabajo de renovación en la vía.

El trabajo de compactación del balasto se ejecuta mediante las bateadoras múltiples de durmientes, pero las que están actualmente en posesión de ENFE son de tipo antiguo y se quedan averiadas con frecuencia. Ya que el suministro de las piezas son también insuficientes, se abandonarán las existentes y se coloca una nueva unidad respectivamente en la Red Oriental y la Red Andina.

Colocando un juego de bateadores de durmientes que son indispensables para el trabajo de lecho balastado en cada 4 cuadrillas de vía y obras, se usa para los trabajos de apisonamiento suplementario y de enderezado de la vía.

Para transportar el balasto, se coloca actualmente con un tren formado de 6 vagones tolva respectivamente en la Red Oriental y la Red Andina, pero considerando el volumen de colocación, es necesario colocar una formación más en ambas Redes. Se considera ideal remolcar los vagones tolva mediante locomotoras, pero suponiendo que en la operación de trenes se utilizan grandes coches automotor que se usarán para el transporte de rieles, para que sea posible el transporte también en la conservación de vías.

Además, es necesario reunir nuevamente los aparatos que faltan en el trabajo de mantenimiento de vías.

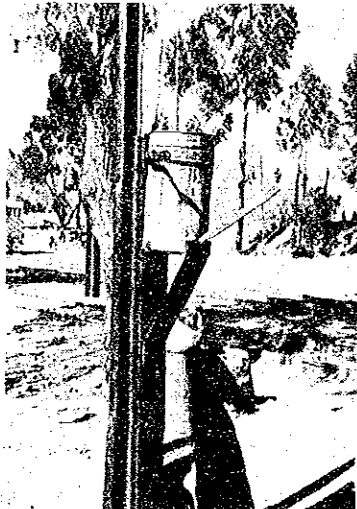
## 2) Aparatos para Medida

Se proyecta la introducción de aparatos de medición necesarios para ejecutar e impulsar el control de la vía. Para recoger los datos de todas las líneas, se colocará un vagón de inspección de vía en ambas Redes Oriental y Andina. Haciéndolo marchar en la vía, se pueden obtener los datos de los 5 ítems indicados.

Con el aumento de la velocidad del tren, llega a ser necesario el control dinámico. Aunque no constituya ningún problema estáticamente, hay unos lugares en que ocurren grandes trepidaciones en los trenes al pasar los mismos. Para localizar tales trepidaciones, es necesario introducir el medidor de vibraciones.

Además, faltan calibradores, etc. que son necesarios para el mantenimiento diario de la vía. Tanto para localizar precisamente la deformación de la vía como para elevar la calidad de mantenimiento de la misma, es necesario conservar los aparatos disponibles para cada cuadrilla de trabajadores.

A pesar de muchos desastres debido a las lluvias, no se conoce exactamente la situación de precipitación pluvial cerca del ferrocarril. Aunque argüyan contra el cambio del ambiente de toda la Tierra, se cree que los desastres aquí en Bolivia son principalmente debido a las lluvias. Para proteger la vía de ferrocarril, es también necesario conocer la situación de precipitación pluvial cerca del ferrocarril. Con esto el desastre se podrá prever y prepararse antes de que ocurra. De esta manera, se puede prever los desastres hasta cierto punto. Por eso, es necesario, instalar pluviógrafos en todos los distritos de vía y obras. Actualmente se instalan los pluviómetros mostrados en las *Fotos 11-3* y *11-4* en las estaciones principales, pero el valor exacto no se puede conseguir todavía.



*Foto 11-3*



*Foto 11-4*

El resumen de los aparatos e instrumentos que se proyectan para este plan es como se muestra en el Cuadro 11-9.

**Cuadro 11-9 Lista de Aparatos e Instrumentos para Trabajo de Conservación de Vías**

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

#### (4) Formación de los Jefes de Cuadrilla de Vía

La técnica relacionada con la vía se divide en dos clases principales la vía y las obras. Con el progreso de la técnica, se necesita el conocimiento subdividido en el respectivo campo. Pero, en cuanto al conocimiento de la conservación de vía que es necesario para conservar y mantener la vía en buen estado, los encargados de la vía y de las obras deben tener total conocimiento. Además, el mismo ferrocarril deben tener la capacidad para que se pueda mantener el estado de conservación al mismo nivel. Para esto, es necesario arreglar inmediatamente diversos reglamentos y los modos de trabajo y divulgarlos para que todos los encargados puedan comprender y ejecutar los mismos. Especialmente, para los jefes de cuadrilla que indican, dirigen y supervisan el trabajo todos los días en el frente del sitio de construcción, se debe tratar de realizar la formación para elevar el nivel de conservación y mantener el estado de la vía estable.

### 11-3 Plan de Ordenamiento por Etapas

El resumen de las cosas relacionadas con el plan de facilidades en base al Capítulo 6 se indica en el *Cuadro 11-10*. En la línea Villazón el trayecto de La Paz - Oruro y el de Río Mulato - Uyuni son en los que se concentran más los trenes, por lo tanto en la primera etapa estos trayectos deberán ordenarse y otros trayectos deberán ordenarse después en la segunda etapa. Aún para los trayectos de poca demanda dentro del objeto del ordenamiento o también los trayectos fuera del objeto del ordenamiento, se ejecutará el ordenamiento de las facilidades para seguridad.

Los trayectos fuera del objeto del ordenamiento y las líneas fuera del objeto del ordenamiento son como sigue:

#### la Red Andina

línea Guaqui ..... línea entera (actualmente se está ordenando de acuerdo con el convenio con el Perú)

línea Cochabamba .... Cochabamba - Aiquile (poca demanda)

línea Sucre ..... Sucre - Tarabuco (poca demanda)

#### la Red Oriental

línea Yapacani ..... línea entera (poca demanda)

Introducción de aparatos de mantenimiento a los sitios reales donde se ejecutará de acuerdo con la etapa del ordenamiento del tramo de vía.

Cuadro 11-10 Lista de Plan de Ordenamiento Relacionada con las Facilidades por Etapas (1)

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

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



Cuadro 11-10 Lista de Plan de Ordenamiento Relacionada con las Facilidades por Etapas (2)

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

(8) Estación de Construcción Nuevo y Mejoramiento para Semáforo

(9) Facilidades de Intermodal (punto)

(10) Reparación de Puentes Provisionales (punto)

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

(12) Protección contra Derrumbes (m)

(13) Protección para Evitar Entrada (km)

## 11-4 Plan de Nuevas Líneas

### (1) Plan de Nuevas Líneas para ENFE

En base de la perspectiva a largo plazo, ENFE proyecta un plan para construir nuevas líneas en algunos tramos de vía. (Véase la Fig. 11-9)

① Aiquile - Santa Cruz:

Enlace entre este y oeste, Ampliación de la red de transporte internacional

② Mataral - Valle Grande:

Transporte de productos agrícolas, Establecimiento de la red ferroviaria interna

③ Sucre - Tarabuco - Cuevo:

Enlace entre este y oeste, Establecimiento de la red ferroviaria interna

④ Tarabuco - Valle Grande:

Transporte de productos agrícolas, Establecimiento de la red ferroviaria interna

⑤ Villazón - Tarija - El Palmar:

Enlace entre este y oeste, Establecimiento de la red ferroviaria interna

⑥ Motacucito - Mutun - Puerto Busch:

Transporte de minerales, Ampliación de la red de transporte internacional

⑦ Yapacani - Puerto Mamorecillo:

Transporte de productos forestales y pecuarios, Ampliación de la red de transporte internacional

⑧ Guaqui - Tiahuanacu - Puno (Perú):

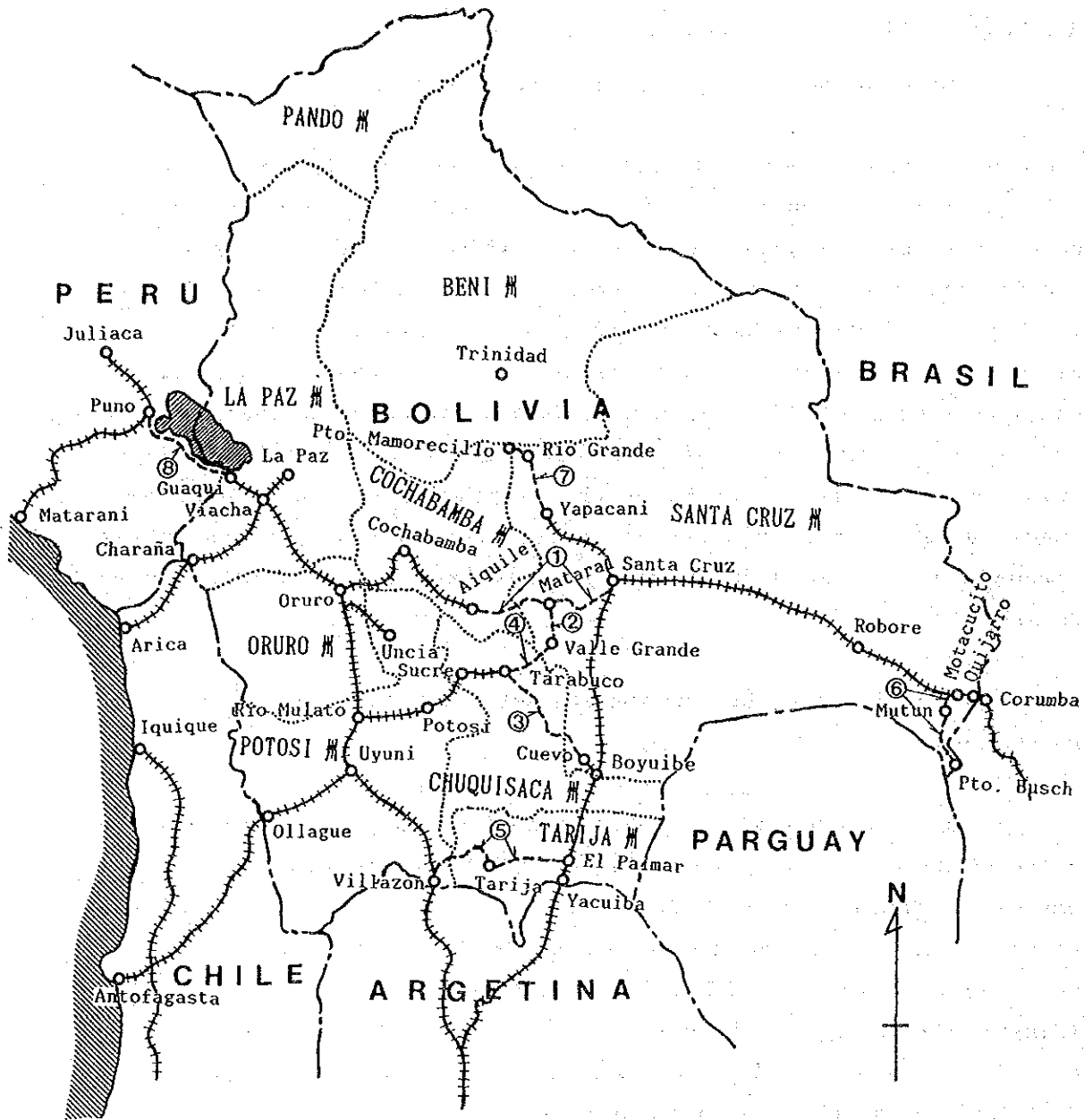
Ampliación de la red de transporte internacional

Resumen: En este estudio, al trazar un plan de mantenimiento a mediano y largo plazo, se consideran el establecimiento de la red ferroviaria en el interior de Bolivia, el plan de desarrollo, la ampliación de la red de transporte internacional, etc. y se eligen los 3 tramos de vías ①, ⑥ y ⑦ de entre dichas vías. Examinando el resultado de los análisis del plan de transporte, el pronóstico de la demanda, las generalidades de economía y financiamiento, se han estimado sus lugares en la red ferroviaria más adecuada en el futuro. En consecuencia, la línea nueva de Motacucito - Puerto Busch del plan ⑥ se ha elegido para añadir a la red ferroviaria existente, como la red ferroviaria más adecuada en el año 2020, y se sigue realizando el análisis más en detalle.

(2) Generalidades del Plan de Construcción del tramo de Motacucito - Puerto Busch

Este plan es para una vía de 132,7 km de longitud, que empiezan en la Estación Motacucito ubicada cerca del km 622 de la Línea Quijarro que empieza en Santa Cruz de la Red Oriental, estableciendo la ruta hacia el sur, y termina en Puerto Busch sobre el Río Paraguay. La vía está cerca de la frontera con Brasil, y se quiere explotar la Mina Mutún (Mineral de hierro). El objeto de la línea es la exportación de la mina de hierro en el plan básico de construcción, y las *Figs. 11-1* y *11-2* indican las listas de pendientes y curvas.

En el plan básico, la zona está situada en la zona llana en la parte oriental de Bolivia topográficamente, por lo cual no se encontrará el problema de pendientes verticales ni de radios de curva, pero desde el punto de vista de la cantidad de toneladas a transportar en el futuro y del plan de operación de trenes, será necesario hacer más consideración sobre la instalación de desvíos de cruce y otras facilidades.



- : Línea Existente
- - - - - : Plan de Nueva Línea
- - - - - : Frontera
- ..... : Frontera Departamental

**Fig. 11-9 Plano de Ubicación del Plan de Construcción de Nuevas Líneas de ENFE**

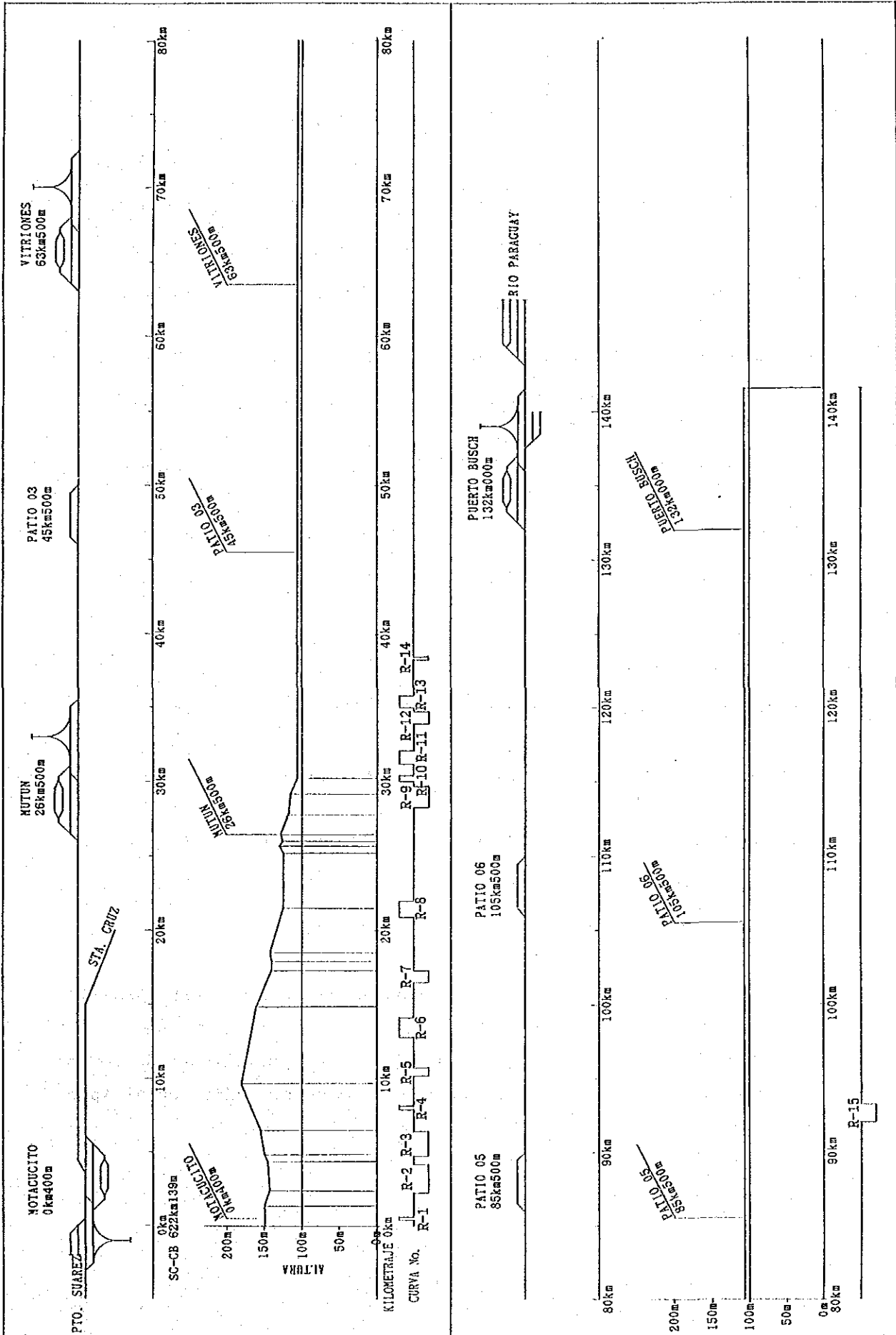


Fig. 11-10 Esquema de la Distribución de Vías del Proyecto y las Líneas Nuevas en el Trayecto Motacucito - Pt. Busch

El resumen del Plan Básico por ENFE es como sigue:

	<u>MO-MT</u>	<u>MT-PB</u>	<u>MO-PB</u>
• Longitud de la Vía	26,6 km	106,1 km	132,7 km
• Tramo Recto	19,1 km	100,5 km	119,6 km
• Tramo de Curva	7,5 km	5,6 km	13,1 km
• Número de Lugares de Curva	8 lugares	7 lugares	15 lugares
• Radio Mínimo de Curva	572.986 m	1.145.928 m	572.986 m
• Número de Lugares de Radio Mínimo de Curva	1 lugar	3 lugares	1 lugar
• La Distancia Recta Más Corta	574,8 m	282,0 m	282,0 m
• Número de Estaciones	2 estaciones	5 estaciones	7 estaciones
• Distancia Media entre Estaciones	25,6 km	21,6 km	21,85 km
• Distancia Máxima entre Estaciones	25,6 km	26,5 km	26,5 km
• Distancia Mínima entre Estaciones	25,6 km	18,0 km	18,0 km
• Velocidad de Marcha Normal	60 km/h	60 km/h	60 km/h
• Tramo de Nivel	3.210,0 m	68.328,9 m	71.538,9 m
• Pendiente Máxima	10,6 o/oo	9,2 o/oo	10,6 o/oo

\* MO: Motacucito      MT: Mutun      PB: Puerto Busch

El costo del plan básico de construcción es 83 millones US\$ aproximadamente (precio de septiembre del año 1990), dentro del cual el 40% aproximado, 33,25 millones US\$ se calculará como proveniente de fondos internos. El detalle del costo de construcción se indica en el Apéndice 11-10.

**Cuadro 11-11 Detalle de las Pendientes del Plan de la Línea Nueva  
de Motacucito - Puerto Busch**

Progresiva	Dis- tancia	Pendi- ente	Altura	Progresiva	Dis- tancia	Pendi- ente	Altura
K M	m	o/oo	m	K M	m	o/oo	m
0.000,0			148,50	51.978,0			106,08
1.344,0	1.344,0	-0,4	147,92	55.978,0	4.000,0	0,0	106,08
2.344,0	1.000,0	-5,6	142,32	58.978,0	3.000,0	-0,0	106,08
4.374,0	2.030,0	1,5	145,37	67.978,0	9.000,0	0,0	106,08
4.864,0	490,0	8,3	149,44	70.978,0	3.000,0	-0,0	106,08
6.484,0	1.620,0	4,0	155,92	77.978,0	7.000,0	0,0	106,08
9.704,0	3.220,0	7,6	180,39	79.978,0	2.000,0	-0,0	106,07
14.924,0	5.220,0	-3,9	160,03	86.978,0	7.000,0	0,0	106,07
16.854,0	1.930,0	-8,2	144,20	89.978,0	3.000,0	-0,0	106,07
17.294,0	440,0	-10,1	139,76	95.978,0	6.000,0	0,0	106,07
17.924,0	630,0	0,0	139,76	98.978,0	3.000,0	+0,0	106,07
18.514,0	590,0	4,0	142,30	101.978,0	3.000,0	0,0	106,07
21.484,0	2.970,0	-5,7	125,37	103.978,0	2.000,0	-0,0	106,07
25.224,0	3.740,0	0,0	125,37	105.978,0	2.000,0	0,0	106,07
25.714,0	490,0	9,0	129,87	108.978,0	3.000,0	+0,0	106,08
26.084,0	370,0	-9,2	126,38	112.978,0	4.000,0	0,0	106,08
26.464,0	380,0	6,5	128,85	116.978,0	4.000,0	+0,0	106,08
27.804,0	1.340,0	-7,0	119,47	117.978,0	1.000,0	0,0	106,08
29.164,0	1.360,0	-3,1	115,20	118.978,0	1.000,0	-0,0	106,07
30.251,0	1.080,0	-8,4	106,09	132.000,0	13.022,0	0,0	106,07
37.978,0	7.727,0	0,0	106,09				
39.978,0	2.000,0	-0,0	106,09				
45.978,0	6.000,0	0,0	106,09				
46.978,0	1.000,0	-0,0	106,09				
48.978,0	2.000,0	0,0	106,09				
51.978,0	3.000,0	-0,0	106,08				

**Cuadro 11-12 Detalle de las Curvas del Plan de la Línea Nueva de  
Motacuicito - Puerto Busch**

Curva No.	Kilometraje Antiguo	Kilometraje Nuevo	Longitud Recta	Longitud Curva	Radio de Curva	Grado de Curva
	SC-CB 622K139M00	K M 0.000,00				
		0.408,29	408,29			
1		0.463,55		(D) 55,26	572,99	3°04'18"
		2.488,70	2.025,15			
2		4.190,69		(I) 1.701,99	1.718,88	1°00'58"
		4.765,47	574,78			
3		6.432,37		(I) 1.706,90	1.718,88	
		7.914,06	1.441,69			
4		8.174,50		(D) 260,44	1.718,88	
		10.181,48	2.016,98			
5		10.741,66		(I) 550,18	1.718,88	
		12.621,53	1.879,87			
6		14.075,73		(D) 1.450,20	1.145,93	1°31'06"
		16.544,61	2.468,88			
7		17.268,04		(I) 723,43	1.718,88	
		20.891,55	3.623,51			
8		21.987,07		(D) 1.095,52	1.718,88	
		28.316,59	6.329,52			
9		29.691,69		(I) 1.375,10	1.145,93	
		29.973,70	282,01			
10		30.436,79		(D) 463,09	1.145,93	
		31.189,11	752,32			
11		32.037,84		(D) 848,73	1.718,88	
		33.875,62	1.837,78			
12		34.707,55		(I) 831,93	1.718,88	
		34.983,84	276,29			
13		35.826.30		(D) 842,46	1.820,49	0°37'33"
		38.283,88	2.457,58			
14		38.389,55		(I) 105,67	1.145,93	
		91.991,57	53.602,02			
15		93.189,57		(I) 1.198,00	1.718,88	
		133.165,08	39.975,51			



### (3) Período de Construcción

Será ideal ejecutar la construcción de acuerdo con la marcha de la explotación de la mina Mutun, la cual está relacionada con la demanda del mineral de hierro. Se ha programado que la ejecución corresponderá al período en que la demanda aumentará mucho de su pronóstico. Es decir, se ejecutará la construcción entre el año 2000 y 2010, como a partir del año 2000, si resultara bastante provechoso por el transporte ferroviaria desde el punto de vista administrativo.

## **CAPITULO 12**

### **PROYECTO DE FACILIDADES DE SEÑALES Y TELECOMUNICACION**





## CAPITULO 12

### PROYECTO DE FACILIDADES DE SEÑALES Y TELECOMUNICACION

#### 12-1 Sistema de Bloqueo y Facilidades de Indicación

En la vía principal del tren, se establece el tramo de bloqueo para que un tren pueda ocupar el tramo definido con el fin de tener seguridad de operación.

Teniendo en cuenta el plan de operación de trenes de ENFE, el tramo comprendido entre dos estaciones se hace el mínimo de bloqueo. En este sistema, se instalan la palanca de bloqueo en la estación de operación, y el circuito de comunicación entre las estaciones para que se pueda bloquear entre las dos estaciones por operar un par de palancas en colaboración entre las dos estaciones contiguas, y además se pueda operar tren sin llevar "disco".

Los puestos de control de zonas se ponen en la estación de Oruro y en la de Santa Cruz como en el estado actual y se instalan nuevas facilidades de indicaciones.

#### 12-2 Facilidades de Señal

Las nuevas facilidades de señales se instalan por grados, y para el año 2020 en casi todos los tramos de vía de ENFE, nuevas facilidades de señales como sistema de bloqueo sin bastón piloto. Semáforos luminosos de color, dispositivos de enclavamiento, alarmas fonoluminosas en paso a nivel y barreras automáticas se deben instalar con motivo del mejoramiento de mantenimiento para la operación de trenes. En la *Fig. 12-1* se demuestra el modelo de la facilidades básicas del sistema de señales y comunicación del proyecto.

**(1) Dispositivo de Bloqueo**

Para realizar el sistema de operación de trenes sin llevar "disco", determinado el tramo entre dos estaciones como tramo de bloqueo, se instala un par de dispositivos sin bastón piloto de bloqueo entre las dos estaciones contiguas. En este dispositivo de bloqueo se instala la palanca de bloqueo que se maneja en colaboración entre las dos estaciones contiguas, y en el tramo comprendido entre estaciones se instala el circuito de comunicación para bloqueo. Al mismo tiempo, con el fin de detectar la existencia de un tren en el tramo de bloqueo, se instalan dos tipos de circuito pequeño en la vía para detección de tren (CT, OT) en ambos extremos del tramo del bloqueo. Se instalan teléfono de bloqueo y otras cosas también.

**(2) Semáforo**

Junto con el dispositivo de bloqueo, se instala el semáforo luminoso de color que indica la condición de operación. Como en este sistema el tramo comprendido entre estaciones se determina el mínimo tramo de bloqueo, no se instala el semáforo entre dos estaciones, y se instala el semáforo de salida, el semáforo de entrada y, si es necesario, el semáforo de distancia.

**(3) Dispositivo de Enclavamiento**

Se instala el sistema de enclavamiento en la serie de semáforos, dispositivos relacionados de bloqueo sin bastón piloto, semáforo relacionados y cambios de vía, y semáforos relacionados. Los cambios son operados al pie y se instala el cerrojo eléctrico. Pero en las estaciones principales como La Paz, Oruro, las palancas de cambio se centralizan y se instalan los dispositivos de enclavamiento que operan semáforos, indicadores de entrada y cambio, cambios de vía eléctricamente.