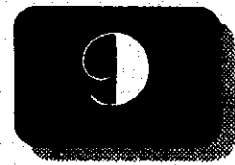


CAPITULO



**PLAN
DE
INSTALACIONES**

THE
MAY
1954

CAPITULO 9

PLAN DE INSTALACIONES

9-1 ESPECIFICACIONES

Las especificaciones usadas para el plan de instalaciones son las siguientes:

Velocidad de diseño	V = 80 km/h
Radio min. de curvatura	R = 120 m Pero si las condiciones topográficas así lo requieren, se puede reducir hasta R = 100 m
Pendiente máxima	i = 30% (sin considerar la resistencia de curvatura)
Longitud de la curva de transición	Más de L = 250 CO (CO: desnivel real)
Radio de curva vertical	Más de R = 2.000 m Pero si las condiciones topográficas así lo requieren, se puede reducir hasta R = 1.000
Longitud útil de la vía	Más de L = 300 m
Gálibo de obra	Tal como se indica en la Fig. 9-1-1
Gálibo de material rodante	Tal como se indica en al Fig. 9-1-1
Clase de rieles	Más de 75 lb/Yarda
Trocha	1.00 m (Fig. 9-1-2)
Aparato de cambio	Más de 8# (aparato normal)
Clase de durmientes	Durmiente de madera
Medidas de durmientes	2,00 m x 0,24 m x 0,12 m
Cantidad de durmientes	Tramo normal 1.500 unidades/km Tramo de curvatura 1.567/km (R = < 600 m)
Clase del asiento de rieles	Balasto (Fig. 9-1-2)
Espesor del balasto	Más de 200 mm (Fig. 9-1-2)
Ancho del plano de formación	5,20 m (Fig. 9-1-2)
Cargas brutas de tráfico	Cooper E-40 (Fig. 9-1-3)

4. CEMENTO
B. MAQUINARIAS DE MAJIN

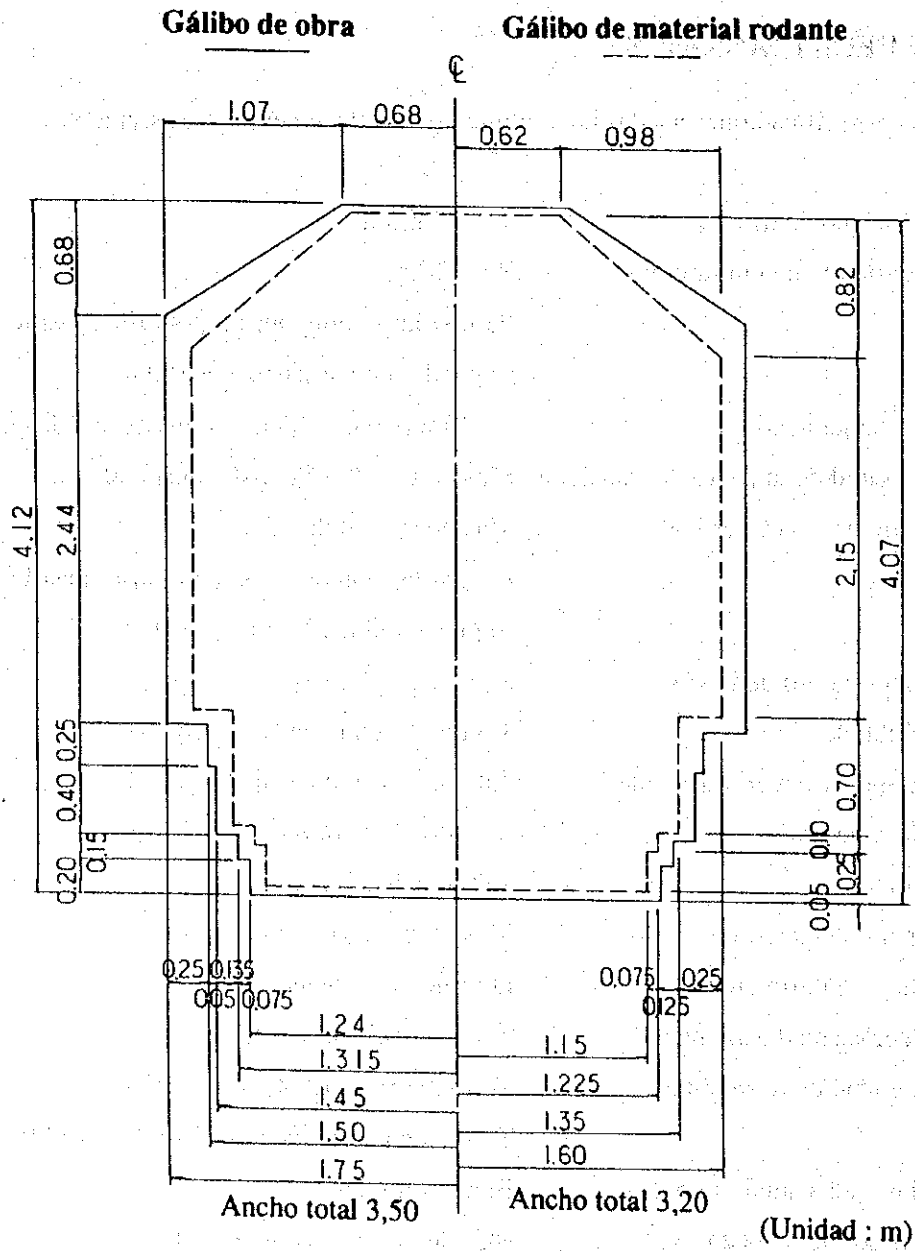
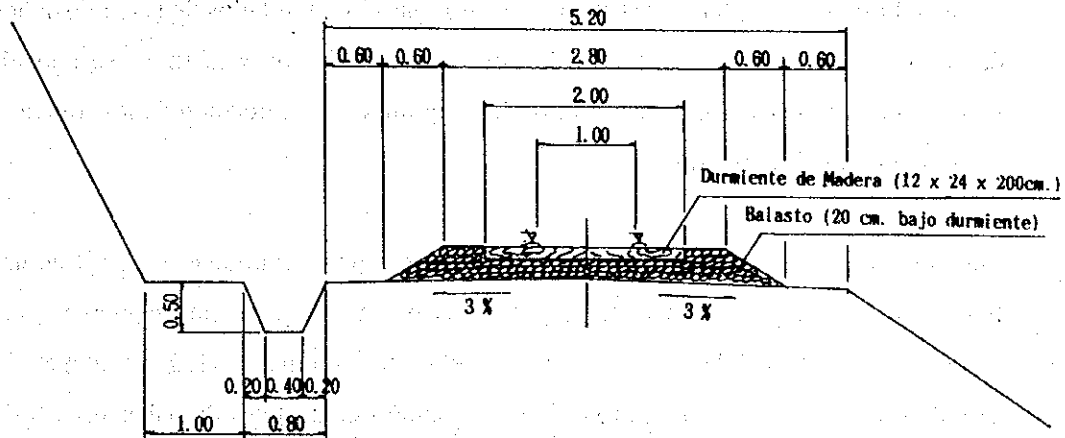


Fig. 9-1-1 Gálidos de Obra y Material Rodante



Nota: Con el fin de mantener la trocha, en la radio de curvatura $R \leq 200$ m se fijan placas de asiento o silletas de rieles.

Fig. 9-1-2 Estructura del Asiento de Rieles

(Unidad: m)

(COOPER E-49)

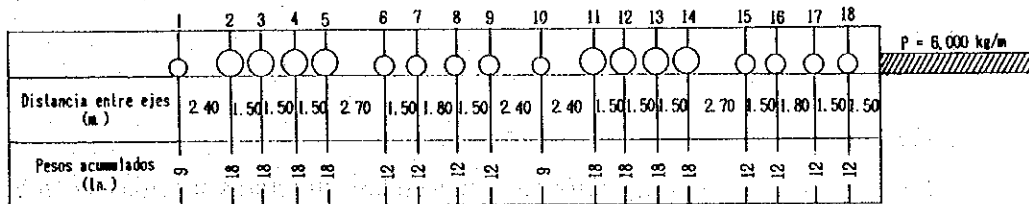


Fig. 9-1-3 Cargas Brutas de Tráfico

9-2 ESTRUCTURAS

En la elaboración del plan de estructuras, se reflejará los resultados de las investigaciones de campo y de las discusiones con la contraparte boliviana y además, se considerará suficientemente los aspectos de seguridad, económicos, de ejecución de los trabajos y de administración y mantenimiento, etc.

Fundamentalmente, se proyectó dando importancia principalmente a las estructuras de tierra (corte y terraplén) y en los lugares de cruce de valle se proyectaron puentes y túneles rectangulares según el desnivel entre la vía y el suelo. Además, en lugares en que el corte será de gran escala, se proyectaron túneles montañosos después de haber investigado el estado del suelo.

Mostrando estructuras de diversas clases en la longitud de la vía, es generalmente como se muestra en el Cuadro 9-2-1.

Cuadro 9-2-1 Longitud de la Vía y Proporción

	Longitud (km)	Proporción (%)
Estructuras de tierra	29,9	90,9
Puentes	1,5	4,6
Túneles rectangulares	1,4	4,2
Túneles montañosos	0,1	0,3
Total	32,9	100,0

En cuanto a la calidad del material que se use para las estructuras, se estableció como sigue:

(1) Hormigón

La resistencia del hormigón que se utiliza en las estructuras sencillas o con barras de refuerzo, se calcula a base de la intensidad de compresión a los 28 días del curado y sus valores serán según el siguiente cuadro:

Estructura	Resistencia de Hormigón (kgf/cm²)
Muro de retención de tierras	Más de 180
Muro de sostenimiento de tierras	Más de 180
Estribo de puente	Más de 210
Pila de puente	Más de 240
Túnel rectangular	Más de 240

(2) Acero de refuerzo

La calidad del acero de refuerzo será igual que la norma japonesa JIS o superior y su resistencia será de acuerdo con clasificación que se indica abajo.

Clase de Armadura	Resistencia de Punto de Fractura (kgf/cm²)
SR245	Más de 2400
SR295, SD295	Más de 3000
SD345	Más de 3500

(3) Acero de estructura

La calidad del acero de estructura será igual que la norma japonesa JIS o superior y sus resistencias se clasifican como sigue:

Clase de Acero	Resistencia de Punto de Fractura (kgf/cm²)
SS400, SM400	Más de 2400
SM490	Más de 3000
SM520	Más de 3600

9-2-1 Estructuras de tierra

(1) Tramo de corte

La pendiente del talud normal en el tramo de corte variará según la condición geológica. En el caso del esquistos, la pendiente de 1:0,2 será normal. En cuanto a la pendiente del talud en la zona de taludes, la normal será de 1:0,5.

(2) Tramo de terraplén

La pendiente del talud normal en el tramo de terraplén dependerá

principalmente del material de terraplén. Pero, aquí se utilizarán las tierras que se producen en el tramo de corte y los sedimentos de corriente. En los 9 metros desde la superficie del terraplén será la pendiente normal de 1:1,5 y luego la pendiente será gradualmente suave. Se considerará también una plataforma de 1,5m para prevenir el derrumbamiento del talud.

(3) Muro de retención de tierras

Para usar debidamente el muro de retención de tierras o el muro de sostenimiento de tierras se considera lo siguiente: en caso de que el extremo del talud del terraplén esté ubicado en un río, el muro de sostenimiento de tierras será normal para prevenir la erosión por el río y el derrumbamiento del talud, y en caso de que no esté ubicado en un río, el muro de retención de tierras que es más económico será normal. La sección normal de Cortes y Terraplenes se muestra en la Figura 9-2-1.

La sección normal del muro de sostenimiento de tierras se muestra en la Figura 9-2-2.

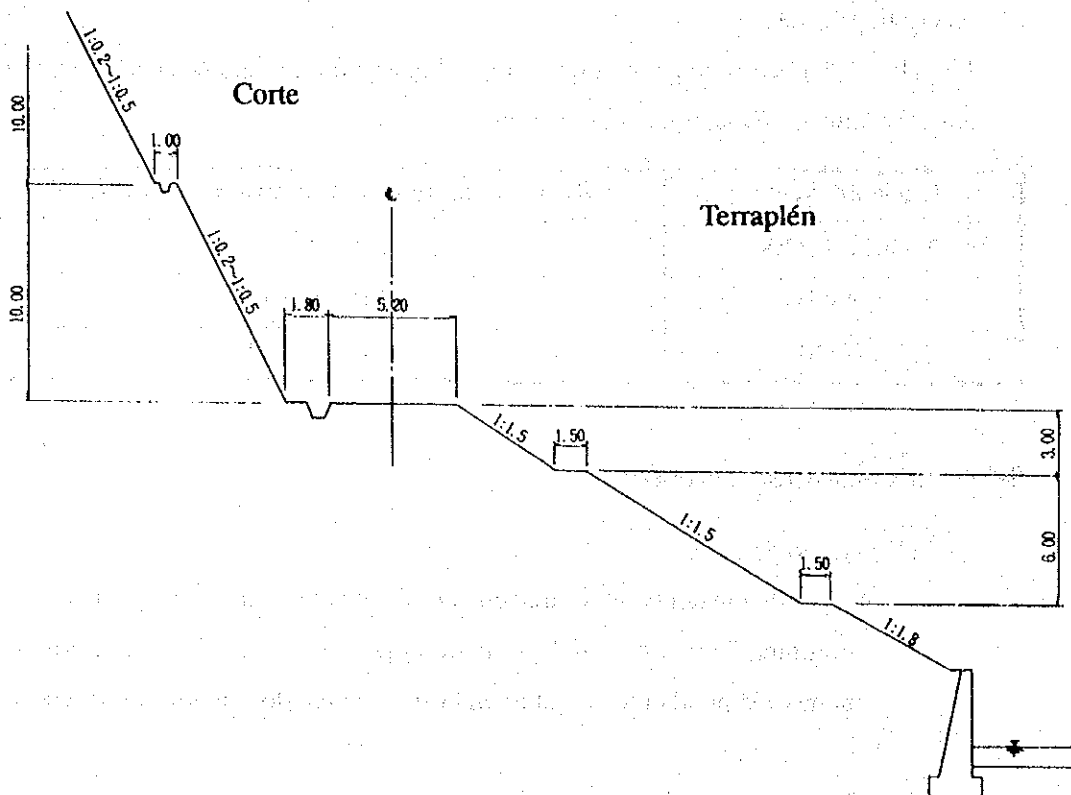


Fig. 9-2-1 Sección Normal de Cortes y Terraplenes (Unidad : m)

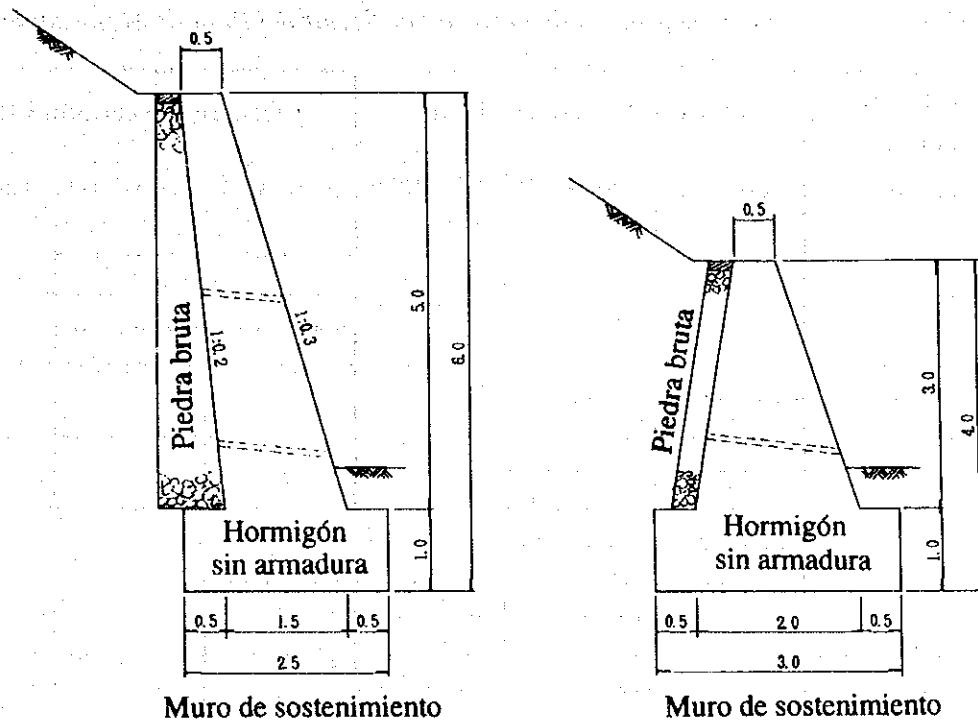


Fig. 9-2-2 Sección Normal del Muro de Sostenimiento de Tierras (Unidad: m)

9-2-2 Puentes

En cuanto a las vigas de hierro de puente, se decidió tratar de reducir el costo de construcción reutilizando positivamente las vigas existentes. Las vigas existentes son las que se produzcan después de haber cambiado la ruta en la línea de Cochabamba, las vigas de tramos de vía que no tengan probabilidad de operación en el futuro en los tramos de vía cuya operación está suspendida en la línea de Yapacani y las que se guardan actualmente en la línea de Oruro y otras (se llama BAILEY). Sin embargo, debido a que se puedan reutilizar o no las vigas de la línea de Yapacani no es cierto en el momento actual, se decidió examinarlos en ambos casos de reutilizarlos y de no reutilizarlos.

(1) Plan de reutilización de las vigas existentes

Basándose en el proceso de la obra en que se pone en marcha desde el sector del plan de mejoramiento con alto grado de urgencia de mejoramiento (Cuadro

9-2-2), se muestran el plan de reutilización de Anexo 9-2-1 y 9-2-2.

Cuadro 9-2-2 Lista de proceso de la Obra por Sector del Plan de Mejoramiento

Sector del Plan de Mejoramiento	Obra de la Primera Etapa			Obra de la Segunda Etapa		
	Año 1998	Año 1999	Año 2000	Año 2003	Año 2004	Año 2005
①						
③ ④						
⑤						
⑦						
⑨						
⑪						
⑬						
⑮						
⑰						
⑲						

Como resultado de esto, llegó a mostrarse la clase y la cantidad de las vigas existentes a reutilizar en los Cuadros 9-2-3 y 9-2-4.

Cuadro 9-2-3 Clase y Cantidad de las Vigas Existente a Utilizar (en caso de que se reutilicen las vigas de la línea de Yapacani)

Item	Clase de Viga	Longitud de Viga (m)	No. de Vigas	Observaciones
Línea de Cochabamba	Viga de tablero superior	5,00	8	Vigas que sean innecesarias del cambio de la ruta
	Viga de tablero inferior	9,14 (30 Pies)	10	
	"	12,19 (40 Pies)	4	
	Subtotal			
Línea de Yapacani	Viga de tablero inferior	12,00	4	Vigas de la ruta que no teng en el futuro probabilidad de operación en el tramo de vía cuya operación está actualmente suspendida
	"	21,20	2	
	"	21,70	8	
	"	43,65	1	
	Viga de armadura de tablero inferior	52,15	3	
	"	60,00	2	
	"	65,20	1	
Subtotal			21	
BAILEY	Viga de tablero superior	5,00, 6,00	26	Vigas que se guardan en Oruro y otros
	Viga de armadura de tablero inferior	16,76 (55 Pies)	1	
	"	24,38 (80 Pies)	2	
	"	25,90 (85 Pies)	9	
	Subtotal			
Total			73	

Cuadro 9-2-4 Clase y Cantidad de las Vigas Existentes a Reutilizar (en caso de que no se reutilicen las vigas de la línea Yapacani)

Item	Clase de Viga	Longitud de Viga (m)	No. de Vigas	Observaciones
Línea de Cochabamba	Viga de tablero superior	5,00	8	Vigas que sean innecesarias del cambio de la ruta
	Viga de tablero inferior	9,14 (30 Pies)	10	
	"	12,19 (40 Pies)	5	
	Subtotal			
BAILEY	Viga de tablero superior	5,00, 6,00	18	Vigas que se guardan en Oruro y otros
	Viga de armadura de tablero inferior	16,76 (55 Pies)	1	
	"	24,38 (80 Pies)	2	
	"	25,90 (85 Pies)	9	
	Subtotal			
Total			52	

El número de las vigas a reutilizar y las nuevas vigas y la proporción de las vigas de reutilización en relación con el número de todas las vigas han llegado a mostrarse en el Cuadro 9-2-5

Cuadro 9-2-5 Número de las Vigas de Reutilización y su Proporción

	Número de vigas			Proporción de las vigas a reutilizar (%)
	Vigas a reutilizar	Nuevas vigas	Total	
Caso en que se reutilicen las vigas de la línea Yapacani	73	7	80	91
Caso en que no se reutilicen las vigas de la línea de Yapacani	52	28	80	65

(2) Clasificación por longitud de puentes

Clasificando los puentes por longitud, es como se muestra en los Cuadros 9-2-6 y 9-2-7.

Cuadro 9-2-6 Clasificación por Longitud de Puentes (Caso en que se reutilicen las vigas de la línea de Yapacani)

Longitud de puentes	Número de puentes por sector del plan de mejoramiento										Total
	①	③	⑤	⑦	⑨	⑪	⑬	⑮	⑰	⑱	
$L \leq 10m$	8	5	5	1	4	6	6	1	2	5	43
$10m < L \leq 20 m$	1	1	3	-	-	4	-	-	3	-	12
$20m < L \leq 30 m$	4	2	-	-	-	4	1	-	1	3	15
$30m < L \leq 50 m$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
$50m < L \leq 100 m$	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	2
$100m < L \leq 200 m$	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	2
$200m < L \leq 250 m$	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
Total	13	9	9	1	5	15	7	1	7	9	76

Nota) Sin embargo, en el sector del plan de mejoramiento ⑤ se incluyen los puentes en proyecto por la ENFE (8 lugares)

Cuadro 9-2-7 Clasificación por Longitud de Puentes (Caso en que no se reutilicen las vigas de la línea Yapacani)

Longitud de puentes	Número de puentes por sector del plan de mejoramiento										Total
	①	③	⑤	⑦	⑨	⑪	⑬	⑮	⑰	⑱	
$L \leq 10\text{m}$	12	6	5	1	4	10	6	1	2	5	52
$10\text{m} < L \leq 20\text{m}$	1	1	3	-	-	-	-	-	4	1	10
$20\text{m} < L \leq 30\text{m}$	-	1	-	-	-	4	1	-	-	2	8
$30\text{m} < L \leq 50\text{m}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
$50\text{m} < L \leq 100\text{m}$	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	2
$100\text{m} < L \leq 200\text{m}$	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
$200\text{m} < L \leq 250\text{m}$	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
Total	13	9	9	1	5	15	7	1	7	9	76

Nota) Sin embargo, en el sector del plan de mejoramiento ⑤ se incluyen los puentes en proyecto por la ENFE (8 lugares)

En cuanto a los puentes cuyas longitudes son de $L=5,00\text{ m}$, $L=9,14\text{ m}$ y $L=21,70\text{m}$ y que se adoptan relativamente con mayor frecuencia, se muestran sus planos normales en las Figuras 9-2-3 ~ 9-2-5.

Al diseñar la subestructura, es necesario realizar de antemano estudios geológicos para las propiedades del suelo, la confirmación del suelo de soporte, etc., en cuanto a los puentes principales.

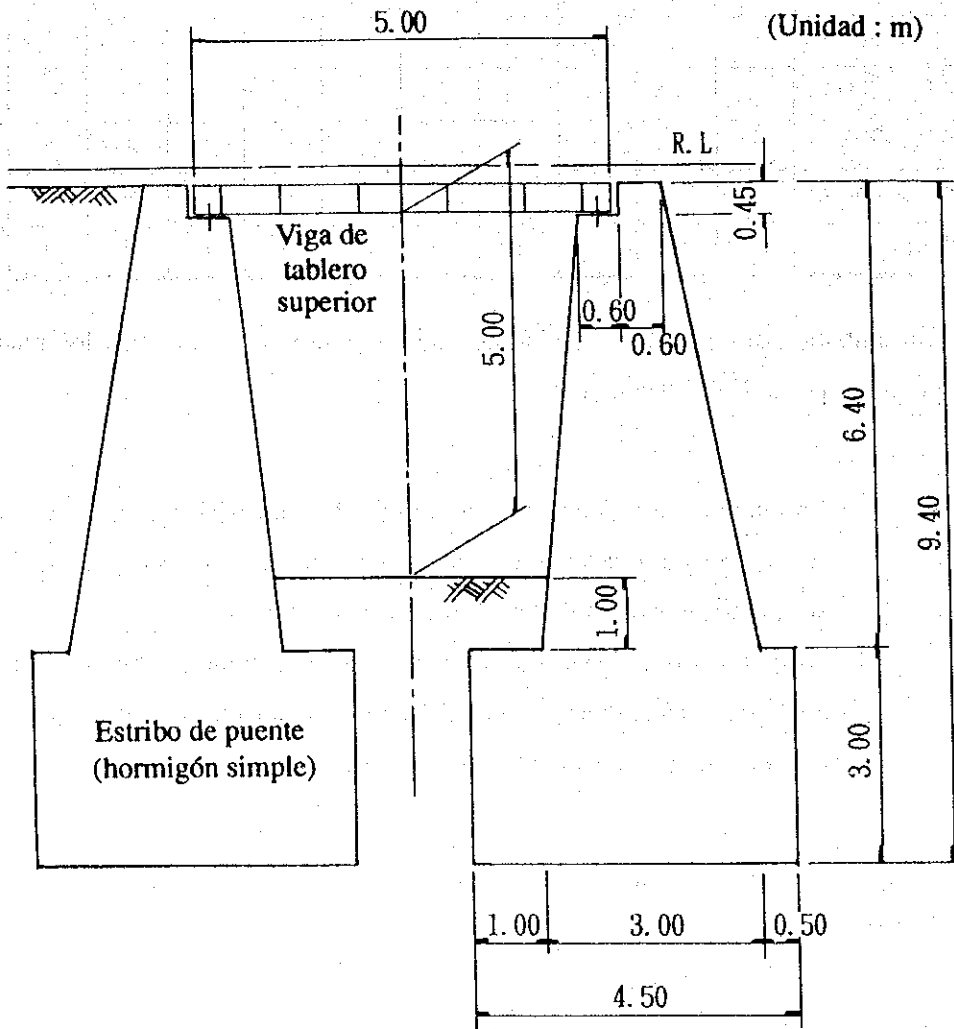


Fig. 9-2-3 Plano Normal de Puentes (1) (Longitud: 5,00 m)

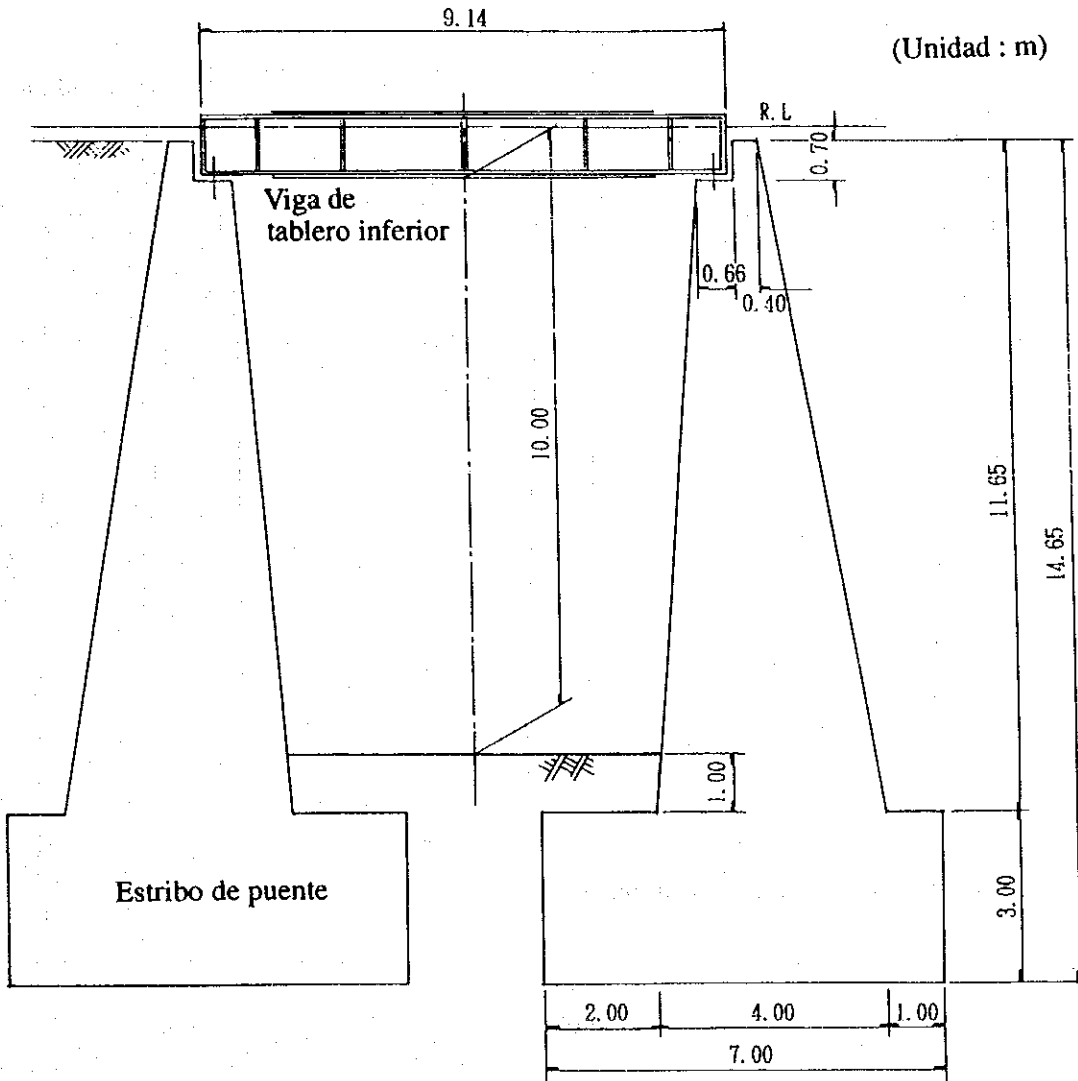


Fig. 9-2-4 Plano Normal de Puentes (2) (Longitud: 9,14 m)

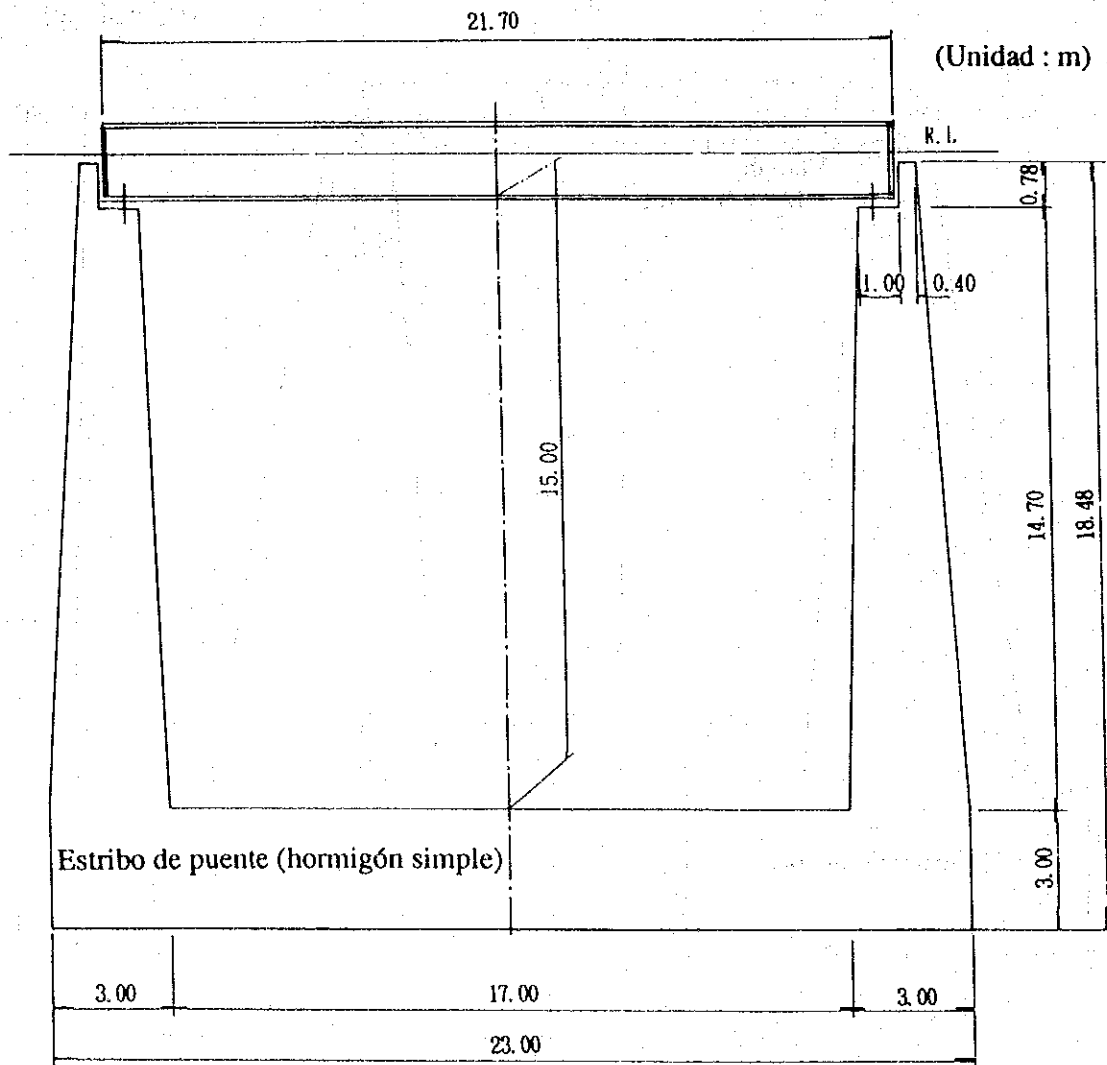


Fig. 9-2-5 Plano Normal de Puentes (3) (Longitud: 21,70 m)

(3) Grandes Puentes

En cuanto a los grandes puentes cuya longitud es más de 50 m, su ubicación y luz son como se muestra en los Cuadros 9-2-8 y 9-2-9.

Cuadro 9-2-8 Ubicación y Luz de Grandes Puentes (Caso en que se reutilicen las vigas de la línea de Yapacani)

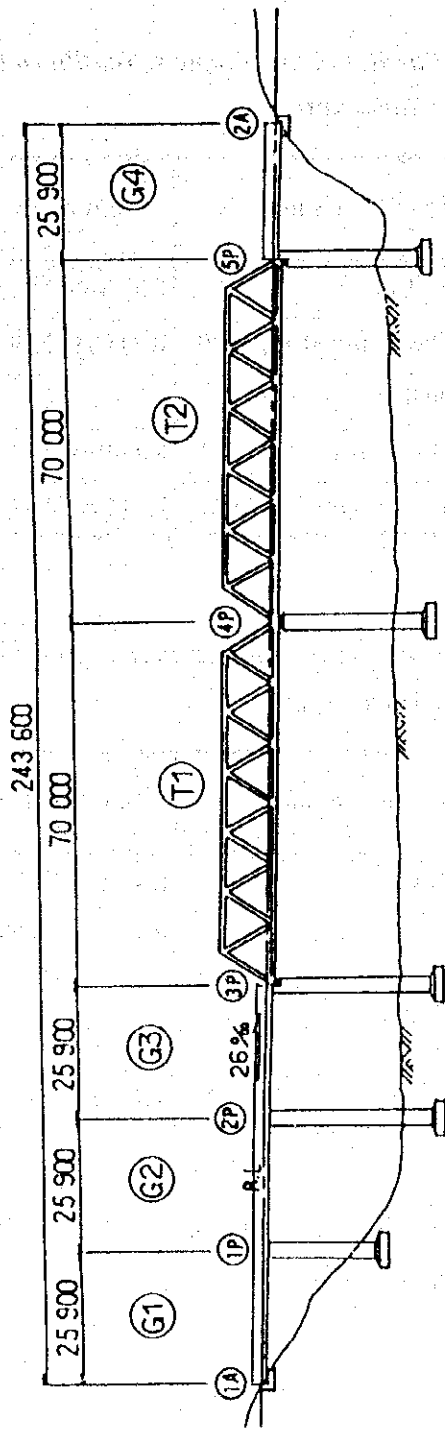
Tramo	Kilometraje del punto de partida	Longitud de Puente	No. de Luces	Detalle de Luces	Nombre de ríos
③	94k260m	52m15	1	1 x 52m15	RIO MOLLEJARA
⑤	103k484m	243m60	6	25m90 + 2 0m00 + 25m90	RIO CHANGOLLA
⑨	112k000m	70m00	1	1 x 70m00	—
⑪	118k770m	185m20	3	60m00 + 65m20	RIO WALLIA
⑰	132k955m	182m00	5	25m90 + 2 2m15 + 25m90	RIO SAYARI

Cuadro 9-2-9 Ubicación y Luz de Grandes Puentes (Caso en que no se reutilicen las vigas de la línea de Yapacani)

Tramo	Kilometraje del punto de partida	Longitud de Puente	No. de Luces	Detalle de Luces	Nombre de ríos
③	94k260m	50m00	1	1 x 50m00	RIO MOLLEJARA
⑤	103k484m	243m60	6	25m90 + 2 0m00 + 25m90	RIO CHANGOLLA
⑨	112k000m	70m00	1	1 x 70m00	—
⑪	118k770m	210m00	3	3 x 70m00	RIO WALLIA
⑰	132k955m	177m00	5	25m90 + 2 2m15 + 25m90	RIO SAYARI

En el Cuadro 9-2-6 se muestra el plano general del Puente del RIO CHANGOLLA que será el puente más largo.

Sección Longitudinal



G₁ ~ G₄: Viga de tablero inferior

T₁ ~ T₂: Nueva armadura de tablero inferior

Planta

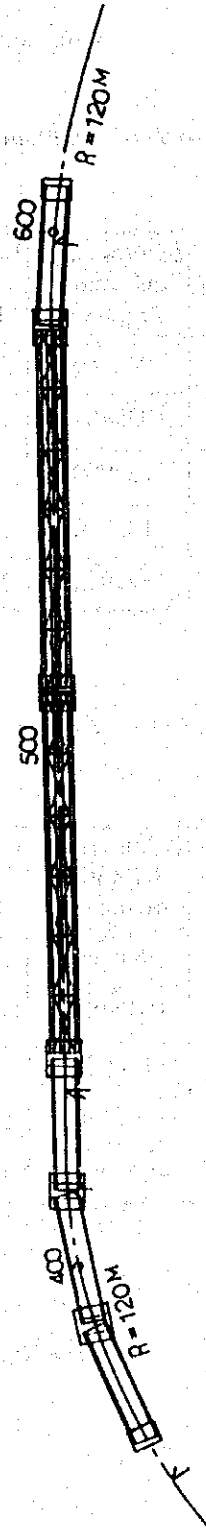


Fig. 9-2-6 Plano General del Puente del RIO CHANGOLLA

(4) Ejecución de la Obra de Puentes

1) Subestructura (Estribo y Pilar de Puente)

En el momento del reconocimiento del sitio se realizó también un examen visual de los puentes existentes, pero las estructuras de hormigón se encontraron en estado que se puede decir no necesariamente bueno.

En cuanto a las estructuras de hormigón, es necesario lo siguiente:

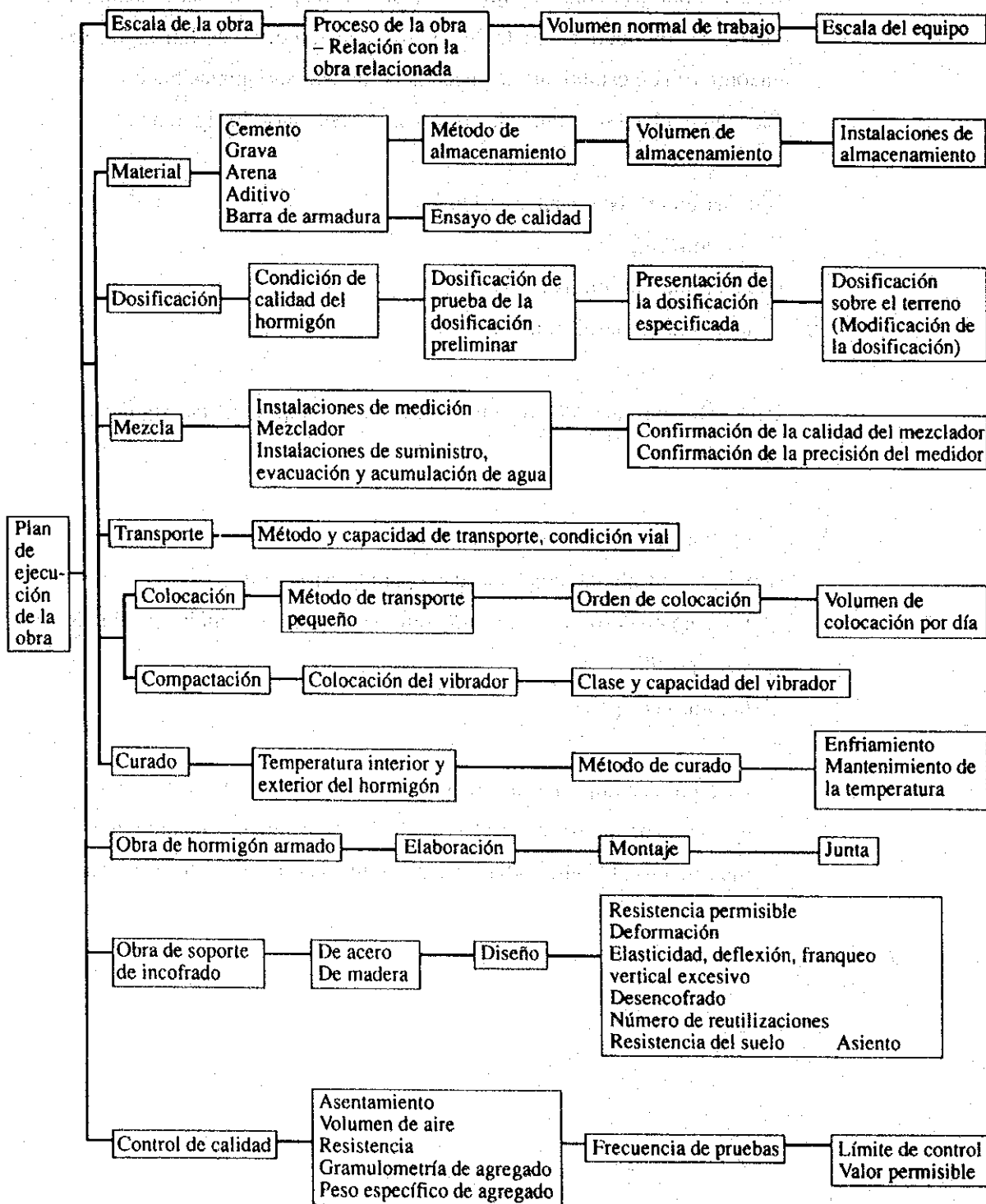
- ① tener una resistencia requerida
- ② ser uniforme
- ③ tener una durabilidad
- ④ tener una impermeabilidad

Para esto, en caso del hormigón fresco, se requieren las siguientes propiedades:

- ① ser uniforme y no causar segregación
- ② tener una trabajabilidad adecuada para la estructura
- ③ Excepto en caso inevitable, un volumen de agua por unidad es lo más poco posible.
- ④ la sangría es poca.

Para colocar un buen hormigón, es necesario proyectar un plan de ejecución de la obra que se ha estudiado en cuanto al contenido que se muestra en el Cuadro 9-2-10 y realizar un control suficiente de calidad.

Cuadro 9-2-10 Plan de Ejecución de la Obra de Hormigón



2) Superestructura

Debido a que no hay camino de acceso al lugar de la obra, se utiliza la vía para el montaje de vigas. Se proyectó que después de haber transportado los miembros de viga hasta la cercanía del lugar de la obra por medio de carretillas llanas, se decidió montarlas utilizando la tierra fluvial.

La armadura de vigas será por medio del método de construcción caballete que es general. Después de haber montado las vigas en unas piezas en la tierra fluvial en la temporada de sequía, se las armarán unas tras otras por medio de la grúa. En cuanto a los puentes de RIO CHANGOLLA y RIO WALLIA que requieran los trabajos en sitios altos y en luces largas, se considera favorable el método de construcción de cantiléver que se muestra en la Figura 9-2-7.

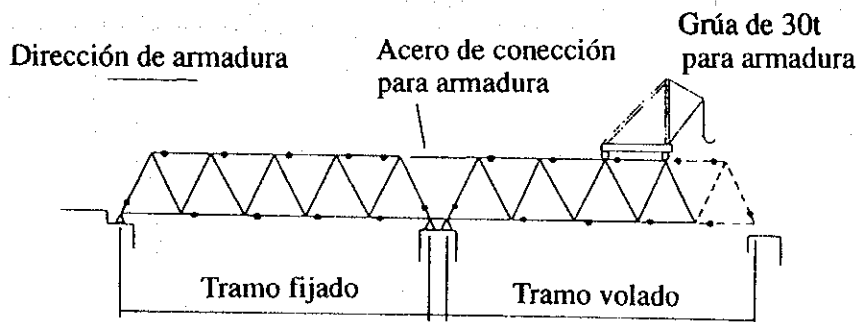


Fig. 9-2-7 Plano de Concepto de Armadura Volada

9-2-3 Túneles

(1) Disposición y escala de túneles

Según el estado del suelo y el espesor de la cobertura de tierra, se han planeado dos tipos de túneles: túnel rectangular (Fig. 9-2-8) y túnel montañoso (Fig. 9-2-9).

La ubicación y longitud de túneles son como se muestra en el Cuadro 9-2-11.

Cuadro 9-2-11 Ubicación y Longitud de Túneles

Tramo	Kilometraje del Punto de Partida	Longitud de Túnel	Nota
Túnel rectangular			
④	98 k 391 m	40 m 00	
⑤	104 k 995 m	180 m 00	Río Caramayu
⑦	109 k 450 m	120 m 00	
⑬	122 k 050 m	50 m 00	
⑬	123 k 440 m	380 m 00	
⑬	126 k 160 m	150 m 00	
⑮	128 k 850 m	300 m 00	
⑰	132 k 720 m	80 m 00	
⑰	134 k 530 m	80 m 00	
Túnel montañoso			
⑪	120 k 530 m	110 m 00	

- Notas:
- 1) Debido a que en un lado del túnel se asegura un pasaje de 70 cm de ancho, no coinciden las líneas centrales del túnel y de la vía.
 - 2) Como medidas del interior del túnel se toman los valores de los tramos de vía de línea recta. En los tramos de curvatura, se aumenta el ancho de acuerdo con la expansión del gálibo de obras debido al desnivel y a la deflección del material rodante.
 - 3) Se deberá poner atención en la administración y mantenimiento para que los sedimentos de tierra y arena no sobrepasen el espesor de cobertura de tierra.

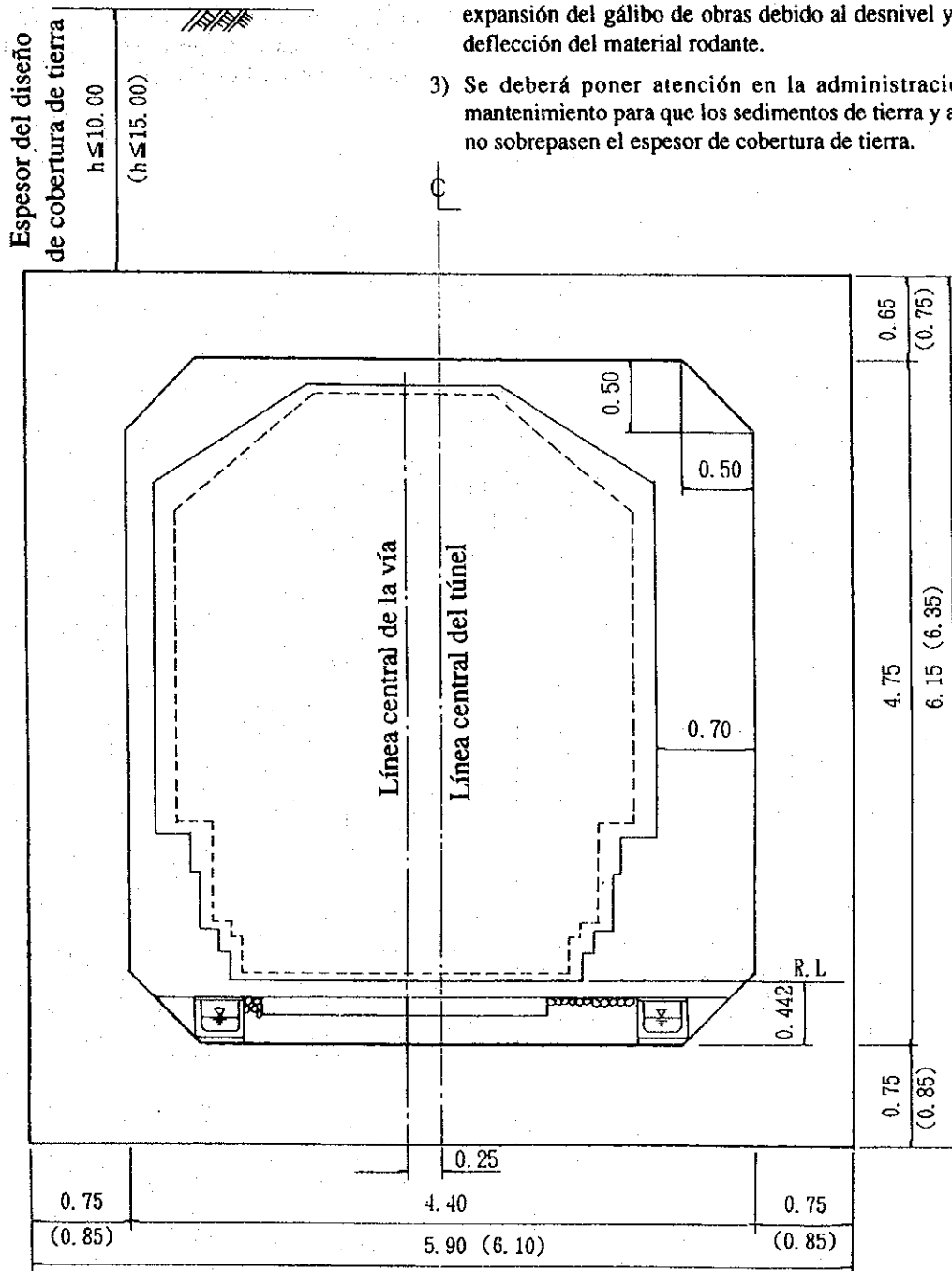


Fig. 9-2-8 Sección Normal del Túnel Rectangular

El presente documento es propiedad de la Empresa Nacional de Ferrocarriles del Estado (ENFE) y no puede ser reproducido, total o parcialmente, sin el consentimiento escrito de la ENFE.

Este documento es propiedad de la Empresa Nacional de Ferrocarriles del Estado (ENFE) y no puede ser reproducido, total o parcialmente, sin el consentimiento escrito de la ENFE.

Nota: 1. Debido a que en un lado del túnel se asegura un pasaje de 70 cm de ancho, no coinciden las líneas centrales del túnel y de la vía.

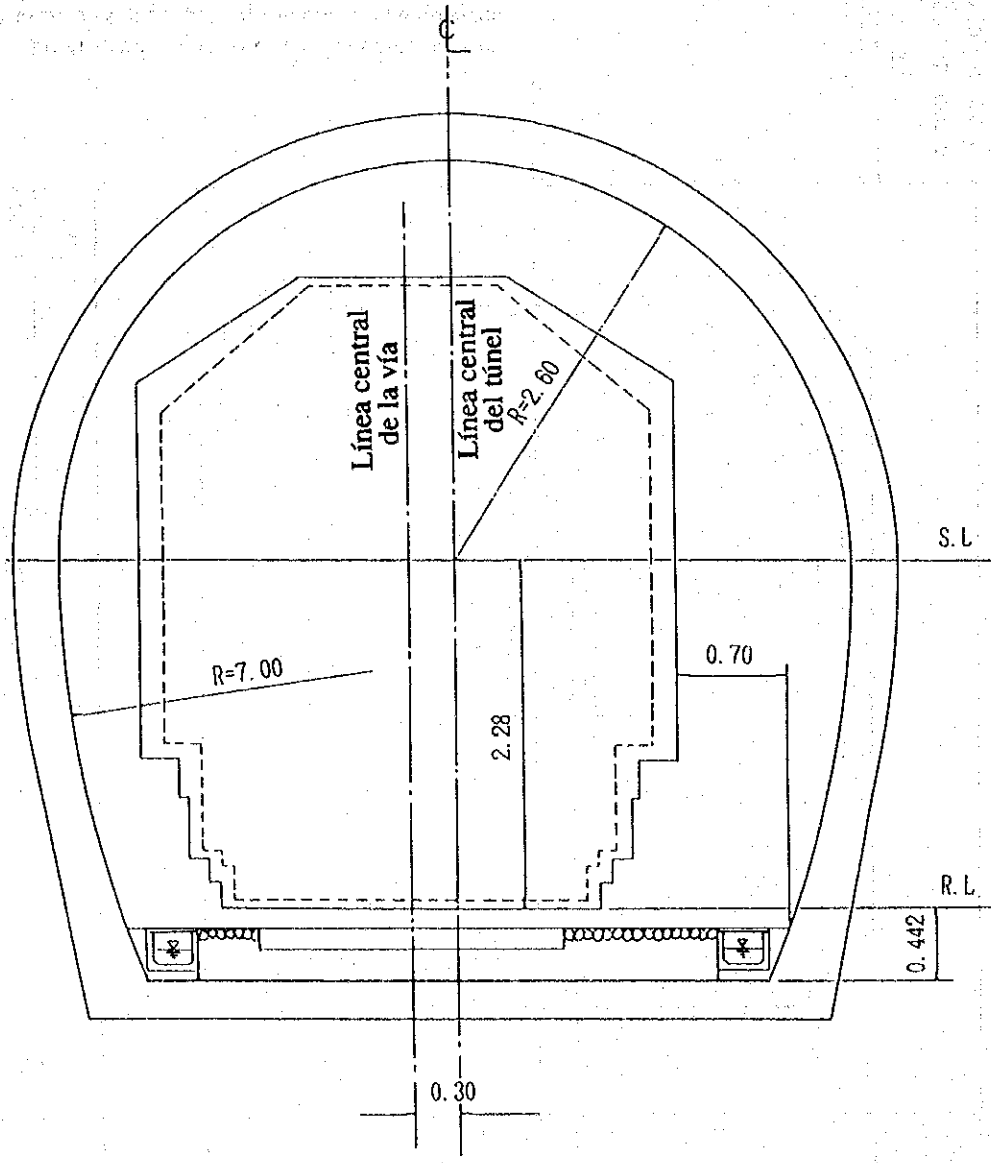


Fig. 9-2-9 Sección Normal del Túnel Montañoso

(2) Ejecución de la obra de túneles

1) Túnel rectangular

Debido a que el túnel rectangular es de la estructura estáticamente indeterminada, se requiere un hormigón de mejor calidad. Para esto, es necesario prestar atención al contenido descrito en 9-2-2 "Ejecución de la Obra de Puentes".

2) Túnel montañoso

La geología de la zona que incluye el tramo de 110 m entre 120 k 530 m y 120 k 640 m en que se proyecta un túnel montañoso consiste en el esquisto que se considera formado en el Período Ordovícico de la Era paleozoica y la diaclasa se desarrolla bien de acuerdo con el pliegue. El estrato presenta un ángulo agudo de inclinación de 60 a 80 grados y el espesor de cada diaclasa mantiene poco más o menos 20 a 50 cm. La litología es muy dura y no se encuentran fallas, fracturas y conglomerados basales. Tampoco existen zonas de fractura de falla, geología hinchable ni capas acuíferas artesianas, resultando ser un estrato homogéneo adecuado para túneles montañosos.

Por consiguiente, en cuanto al método de ejecución de la obra de túneles montañosos, se decidió adoptar el método de la obra de excavación total de superficie. (Fig. 9-2-10) La excavación de túneles se ejecuta por medio de la explosión con dinamita, y las rocas excavadas (se llaman detritos) se cargan en camión de volteo por medio de tractor-pala con ruedas (cargador de detritos) y se evacúan afuera de la galería. Se debe prestar mucha atención a la ventilación dentro de túneles durante la excavación.

Parece que se asegura la estabilidad del terreno primitivo después de la excavación, por lo cual no se considera especialmente necesaria la armadura del soporte de madera. En cuanto al revestimiento, se proyectó ejecutarlo con el hormigonado emplazado de hormigón simple de 30 a 40 cm de espesor de revestimiento con encofrados de madera y bombas de hormigón.

En Apéndice 9-2-3 y 9-2-4 se muestra una lista en cuanto a las estructuras de puentes y túneles

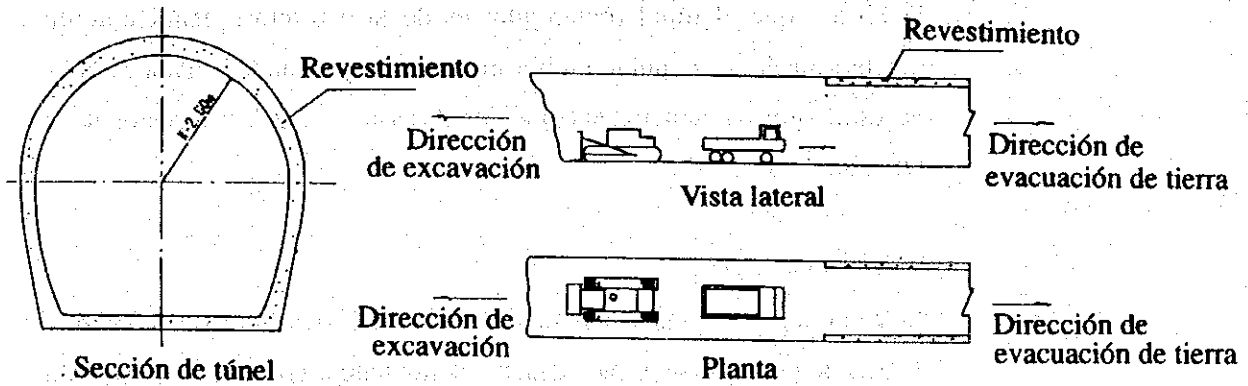


Fig. 9-2-10 Plano de Método de la Obra de Excavación Total de Superficie de Túneles Montañosos

En los Apéndices 9-2-3 y 9-2-4 se muestran listas de puentes y estructuras de túnel

9-3 VIAS

La línea entre Oruro - Cochabamba se origina en la estación de San Pedro que es la estación anterior a la de Oruro del tramo de La Paz - Oruro y pasando por la estación de Aguas Calientes (85 k 364 m) que es un sector donde ocurren frecuentemente desastres y pasando también por la estación de Irpa Irpa (140 k 928 m) llega a la estación de Cochabamba y termina en la estación de Aiquile (419 k 649 m). Las elevaciones entre San Pedro y Cochabamba se muestra en la Fig. 9-3-1.

9-3-1 Situación de vías

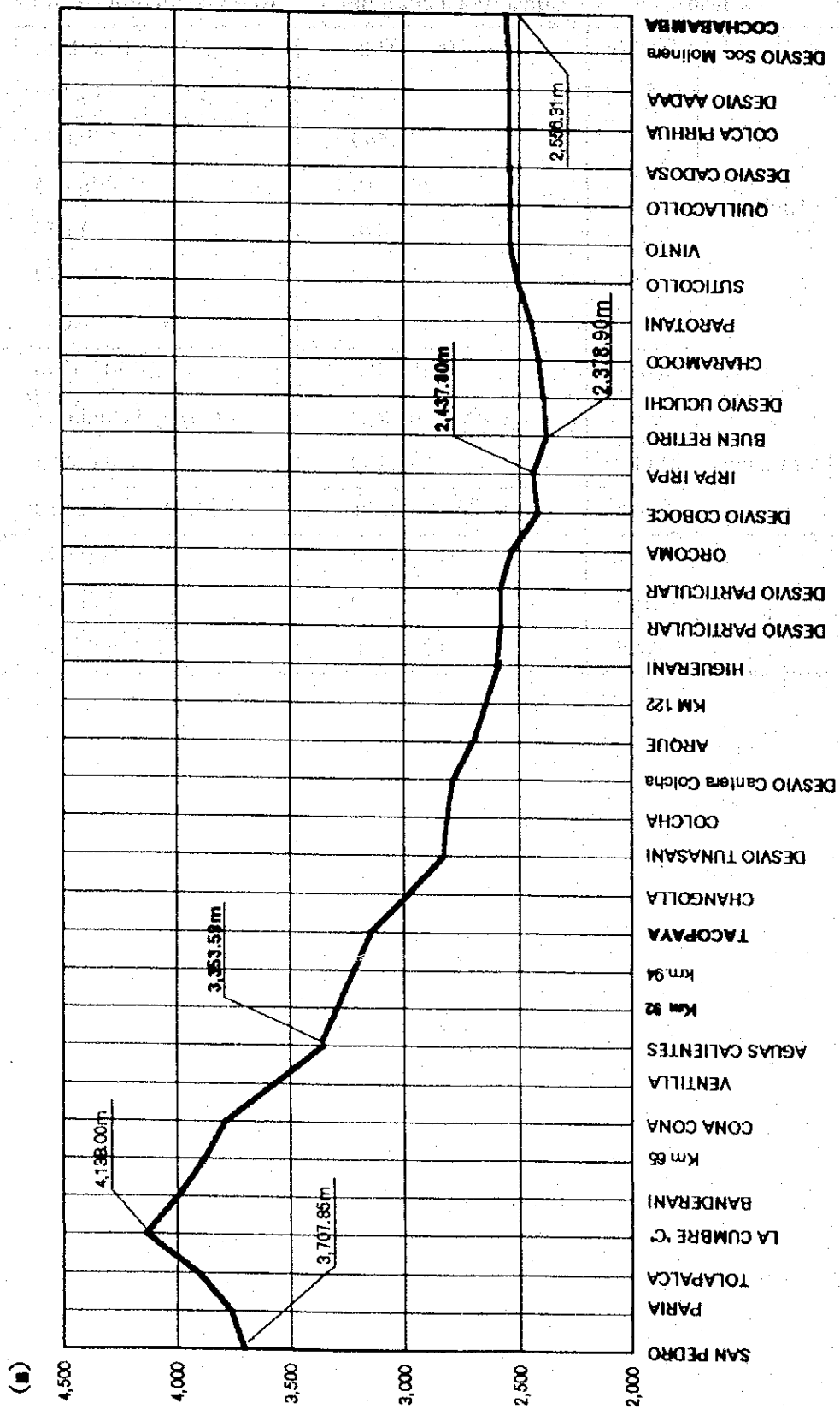
(1) Situación de vías

Véase el Cuadro 9-3-1 de abajo

Cuadro 9-3-1 Situación de las Vías Oruro - Cochabamba

Clase		Línea de Cochabamba	Red Occidental (Andina)
Rieles	50 lb/y	104.603 m	104.603 m
	55	0	113.456
	60	77.880	629.006
	65	222.216	898.475
	70	2.870	2.870
	75	12.080	324.779
	80	0	67.664
	Total	419.649m	2.140.853 m
Durmientes	Acero	221.796 Unidades	1.076.940 Unidades
	Madera	392.430	2.058.555
	Total	614.226 Unidades	3.135.495 Unidades
Asiento de rieles	Tierra	419.649 m	1.909.991
	Balasto	0	366.054
	Total	419.649 m	2.276.045 m

Fig. 9-3-1 Elevación de Estaciones



En lo que se refiere al estado de conservación de las vías, con excepción del sector donde ocurren frecuentemente desastres, se puede decir que puede tolerar la operación actual de los trenes, pero con el fin de estabilizar el servicio, es necesario mejorar el asiento de los rieles con balasto.

En el sector de San Pedro - Paria se ha utilizado el balasto y también hay sectores donde se están haciendo preparaciones para utilizar el balasto ampliando la base por lo que se piensa que es necesario continuar éstos trabajos.

Aparte de los sectores donde ocurren desastres, en ciertas partes a lo largo de la ribera se nota el deterioro de la base de la vía a causa de las inundaciones por el levantamiento del lecho del río y hay sectores donde existe el peligro de que se derrumbe las obras de protección de las márgenes por motivo de la corriente del río. Para solucionar ésta situación, es necesario levantar la vía entre 0,5 a 1,0 m de altura y reforzar las obras de protección de las riberas.

En el Cuadro 9-3-2 se indica los sectores donde se requiere mejorar las bases o cementaciones débiles.

Cuadro 9-3-2 Sectores de Base Débil y de Mejoramiento/Reforzamiento

Item	Ubicación	Detalle de Mejoramiento
Construcción de puente de alcantarilla transversal	140 k 863 m	L = 5,00 m Puente nuevo
	141 k 166 m	L = 5,00 m Puente nuevo
	141 k 166 m	L = 5,00 m Puente nuevo
Levantamiento de puente	141 k 323 m	L = 6,00 m H = 4,00 m Levantamiento
	165 k 225 m	L = 198,00 m H = 4,00 m Levantamiento
	182 k 105 m	L = 153, 80 m H = 4,00 m Levantamiento
Levantamiento de vía	155 k 000 m ~ 156 k 000 m	H = 1,50 m Levantamiento

En la Figura 9-3-2 se muestra los sitios donde ocurrieron accidentes de trenes, etc., a causa de la deficiencia de las instalaciones en el tramo de Oruro - Cochabamba, durante el período de 1990 - 1993. Se nota que la mayoría de los accidentes se concentran en el tramo de la nueva ruta, especialmente en los sectores de 66 - 80 km y 145 - 153 km.

Esto se debe a que son sectores de montaña y el trazado de la vía es muy severo.

Por otra parte, en esos sectores donde hay densidad de casas alrededor de las estaciones, la vía férrea se utiliza como camino de los habitantes, causando inconveniencias en la operación de los trenes. Para garantizar la seguridad de la operación de trenes y el transporte estable y también para mantener la seguridad de los habitantes al costado de la vía, es necesario acelerar el mejoramiento de las instalaciones de paso a nivel, la construcción de los cercos de protección de las vías y el mejoramiento del pasaje de seguridad a lo largo de la vía.

Además, existen playas de estaciones que se utilizan como mercado y esto se deberá eliminar a la mayor brevedad posible para asegurar la operación de trenes y conservar en buenas condiciones las vías.

(2) Mantenimiento de las vías

En la línea de Oruro - Cochabamba, la base o distrito de mantenimiento de Oruro se encarga de mantener la vía hasta el km 85 y más allá de Cochabamba, hasta Tin Tin, el distrito de Parotani se encarga de éstos trabajos. Desde el punto de vista global de la Red Andina se cuenta con un número de personal relativamente elevado porque se incluye sectores de desastres. Sin embargo, la distribución del personal de mantenimiento es sumamente reducido pues se calcula entre 0,22 - 0,25 personas/km. Actualmente éste personal se encuentra más reducido en comparación con el del tiempo cuando se realizó el estudio del P/M, tampoco se ha introducido la modernización de los equipos de mantenimiento y la decisión se hace a base de la nueva política con el cambio del gobierno suponiéndose que la situación es sumamente severa para que se pueda obtener el servicio de transporte estable.

Para asegurar el transporte seguro y estable en tal situación, es inevitable utilizar la capacidad de las organizaciones exteriores. De muchas obras de mantenimiento de la vía, si se realizan las obras que necesiten trabajo encargándolas a las empresas exteriores, serán posibles un mantenimiento más efectivo de la vía y una operación más eficaz del personal bajo el control directo de la ENFE. En cuanto a la tendencia de encargar los trabajos de mantenimiento de la vía a las empresas exteriores, refiérase a Apéndice 9-3-1.

El alcance del cargo de las direcciones relacionadas con las instalaciones y

de los distritos de mantenimiento de la vía y el número del personal son como se muestra en el Cuadro 9-3-3.

Cuadro 9-3-3 Alcance de los Distritos de Mantenimiento de las Instalaciones y Número del Personal

Distritos	Líneas de Mantenimiento y Tramos		Longitud Total de Vías (km)	Total Personal
Jefatura				14
Viacha	Villazon	0k00 - 134k00	438.47	115 (78)
	Guaqui	0k00 - 65k80		
	Charaña	0k00 - 209k25		
	El Alto	0k00 - 21k21		
Oruro	Villazon	134k00 - 409k50	385.47	98 (80)
	Cochabamba	0k00 - 85k00		
Uyuni	Villazon	409k50 - 625k00	423.95	121 (111)
	Avaroa	0k00 - 172k35		
Tupiza	Villazon	625k00 - 847k22	244.08	80 (64)
Parotani	Cochabamba	85k00 - 366k22	313.66	125 (71)
Potosi	Triangulo	00k00 - 172k94	367.24	106 (97)
	Sucre	172k94 - 348k20		
Total			2.217.87	659 (501)

Nota: () ; Personal de cuadrillas de vía

Se deberá mencionar que actualmente como método de mantenimiento de las vías se trabaja a base de la percepción o sexto sentido de costumbre tradicional y las máquinas o equipos de mantenimiento son anticuados. Ciertos aparatos de medición de las vías son modernos, pero la realidad es que solamente algunos técnicos los han utilizado de ensayo y los trabajadores que se encargan del mantenimiento no saben ni entienden cómo manejarlos. Para mejorar inmediatamente tal situación actual, es necesaria la modernización del mantenimiento de la vía. Especialmente, es urgentemente necesario elevar las técnicas de mantenimiento de los trabajadores y formar las empresas exteriores. Se propone que se reciban expertos del mantenimiento de la vía de los países avanzados de las técnicas ferroviarias para impulsar la

modernización.

Es también necesario impulsar más la preparación del Cuadro de Control de la Vía (Se muestra el control de la vía principal en Apéndice 9-3-2) que se propone en el P/M y tratar de reforzar el mantenimiento de la vía en base a dicho cuadro.

(3) Plan de mejoramiento de las vías

En cuanto al tramo de unos 55 km entre Aguas Calientes e Irpa Irpa donde se realicen el cambio de la ruta y otros, se proyecta ejecutar la obra de estructura de la vía en base a las especificaciones fijadas en 9-1 Normas.

Además de esto, en cuanto a los otros tramos aparte de éste donde ocurren frecuentemente accidentes de descarrilamiento y otros, se realizará el mejoramiento con la misma estructura. Los tramos por km donde ocurren más de 10 accidentes y otros en los 4 años del 1990 al 1994 son los que se muestran en el Cuadro 9-3-4 y su longitud es de 14 km.

En la Fig. 9-3-2 se muestra el número de accidentes por cada kilómetro entre San Pedro - Cochabamba.

Cuadro 9-3-4 Sectores donde Ocurren Frecuentemente Accidentes

Sector	Extensión de la vía	No. de Accidentes
63 ~ 64 km	10	10
66 ~ 69 km	46	46
70 ~ 72 km	38	38
(Sector de mejoramiento)	(55 km)	(974 accidentes)
141 ~ 143 km	67	67
145 ~ 149 km	103	103
151 ~ 152 km	18	18
153 ~ 154 km	23	23
Total	14 km	305 accidentes

(4) Plan de maquinaria/equipos de mejoramiento de las vías

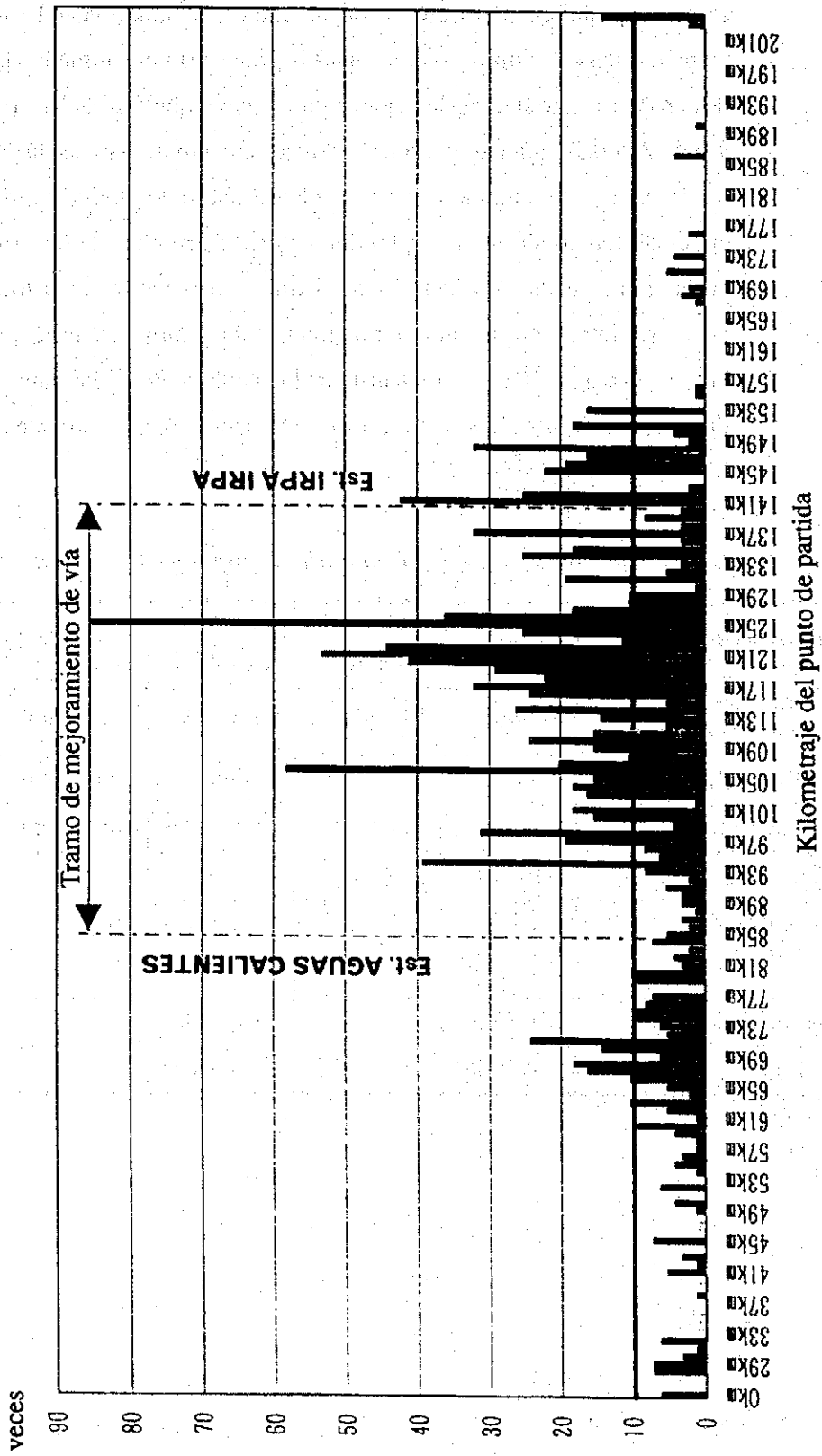
Actualmente la estructura de las vías es de asiento de tierra por lo que no se tiene maquinaria/equipos de mantenimiento para el asiento de balasto. De

acuerdo con el mejoramiento que se va a realizar ésta vez, para el grupo que se encarga del mantenimiento de la línea Cochabamba del distrito de mantenimiento de Oruro y también para el grupo de mantenimiento del distrito de Parotani se introducirán la maquinaria y equipos que se indican en el Cuadro 9-3-5. Además, aunque se termine el mejoramiento de las vías, la ocurrencia de desastres es continua y como se piensa que todos los años, durante la época de lluvias suceden desprendimientos o derrumbes de tierra y piedras en las vías, puentes y túneles, con el fin de mantener éstas estructuras es necesario introducir la maquinaria grande para eliminar la tierra y arena. A base de la experiencia, en el distrito de mantenimiento de Parotani se piensa disponer de la maquinaria/equipos de cantidades correspondientes como se indica en el Cuadro 9-3-5.

Cuadro 9-3-5 Plan de Introducción de Maquinaria/Equipos de Mantenimiento

Maquinaria/Equipo	Tipo	Distrito de Oruro	Distrito de Parotani	Nota
Máquina para apretar y aflojar escarpas de riel	Hidráulico	2 Unidades	4 Unidades	Con motor eléctrico
Máquina cortadora de rieles	Eléctrico	1 Unidad	2 Unidades	Con dinamo
Perforadora de rieles		1 Unidad	2 Unidades	Con dinamo
Soldadora de rieles	TERMIT	1 Jgo	2 Jgos	
Bateadora de traviesas	4 Jgos	2 Jgos	4 Jgos	Con motor eléctrico
Bulldózer	CAT D7G		5 Unidades	
Tractor con neumático	CAT814		2 Unidades	
Pala cargadora	CAT966		2 Unidades	

Fig. 9-3-2 Número Total de Desastres/Averías de la Vía (1990 - 93)
(Tramo San Pedro - Cochabamba)



9-4 ESTACIONES

9-4-1 Situación actual de las estaciones y plan de mejoramiento

En el Cuadro 9-4-1 se indica la situación actual de cada estación entre San Pedro - Cochabamba así como las funciones que van a desarrollar después del mejoramiento.

En las Figuras 9-4-1 (1) y (2) se muestra el esquema actual de vías de cada estación. En lo que se refiere al tramo de Aguas Calientes - Irpa Irpa donde se va a cambiar la ruta, todavía no se ha cambiado y mejorado las instalaciones aunque ya se hizo el cambio de la fuerza motriz. En adelante, se planea eliminar todas las instalaciones que no sean necesarias.

La longitud útil de las vías dentro de la playa de las estaciones, se calcula a base de la contante de remolque de locomotora y el volumen de transporte, siendo necesario como mínimo 300 m, y actualmente en las estaciones donde se hace el manejo operativo la condición es más o menos satisfactoria. En el tramo de Aguas Calientes - Irpa Irpa donde se hace el cambio de la ruta, existen estaciones que se van a suprimir debido a la alteración de la ubicación y a la selección de la ruta.

En las estaciones donde actualmente se puede hacer el cruce, se planea asegurar la longitud útil de 300 m. Las estaciones que se van a suprimir considerando la capacidad de las vías, son las siguientes:

- a) Changolla 103 k 830 m
- b) Higuerani 125 k 990 m

En las Figuras 9-4-2 a 6 se muestra el plan resumido de mejoramiento de cada estación entre Aguas Calientes e Irpa Irpa.

9-4-2 Mejoramiento de la Estación Cona Cona

La estación de Cona Cona que se ubica casi en el centro del sector La Cumbre -

Aguas Calientes donde hace falta la capacidad de las vías, será mejorada la instalación para que se pueda hacer el cruce y de ésta manera se podrá asegurar la capacidad de transporte entre San Pedro - Cochabamba.

Aunque actualmente existe un desvio muerto de $L = 296$ m (nivel), en relación con la pendiente de la vía principal, en el lado del fin de la vía hay un desnivel longitudinal de aproximadamente 6 m. Además, de acuerdo con la situación de los alrededores de la estación, se considera que es sumamente difícil construir una vía en paralelo a la vía principal y por lo cual se planea cortar el terreno del desvio y hacer la conexión con la vía principal en el lado donde termina la vía, pudiéndose hacer el cruce sin la necesidad de maniobras.

En la Figura 9-4-7 se muestra el esquema del plan de mejoramiento de la estación Cona Cona.

Cuadro 9-4-1 Estaciones Entre San Pedro - Cochabamba

ESTACIONES	km	E/P	ELEVACION	LONGITUD	OBSERVACIONES
SAN PEDRO	0.000	P	3,707.85		
PARIA	16.768	P	3,761.64	L=168.50*2	
TOLAPALCA	38.371	E	3,906.74	L=376.70*2	
LA CUMBRE "C"	54.632	P	4,138.00	L=906.90*2 =184.80	
BANDERANI	60.010	E	3,997.61	=179.90,217.61	
km.65	65.525	P	3,881.70	=306.00	
CONA CONA	72.778	E	3,788.33	=296.00	
VENTILLA	77.436	P	3,573.09	=297.50	
				L=277.90,244.60	
AGUAS CALIENTES	85.364	E	3,353.59	=109.70,141.40,35.00	
km.92	91.895				PARADERO
km.94	94.260				TANQUE DE AGUA
				L=414.03	
TACOPAYA	97.060	E	3,147.53	=170.00,101.00,32.50	
CHANGOLLA	103.833	E	2,963.13	L=313.30*2	
DESVIO TUNASANI	112.190		2,826.55	=112.19	PARA OBRAS
COLCHA	113.546	E	2,810.74	L=233.70*2	
DESVIO Cantera Colcha	115.831		2,784.30	=185.0	
				L=214.15,137.50	
ARQUE	118.192	E	2,700.46	=200.30,23.15	
km.122	122.040				
HIGUERANI	125.988	E	2,596.20	L=280.00*2	
DESVIO PARTICULAR	128.958		2,574.96		NO UTILIZADO
DESVIO PARTICULAR	129.521		2,560.80		NO UTILIZADO
ORCOMA	132.268	E	2,532.13	L=247.50*2	
DESVIO COBOCE	140.388		2,419.27	=180.50,119.10	FAB. CEMENTO
IRPA IRPA	140.928	E	2,437.80	L=290.00*2	
				L=333.50,315.45,275.50,	
BUEN RETIRO	145.176	E	2,378.90	241.00	
DESVIO UCUCHI	154.840		2,392.02	=123.50,203.50,160.50,	
CHARAMOCO	158.808	E	2,414.81	L=300.00*2	
				L=348.86,285.70*2	
PAROTANI	165.891	E	2,450.00	=192.00,36.00,15.00	
SUTICOLLO	178.063	E	2,502.13	L=118.45*2	
VINTO	186.779	E	2,537.02	L=361.15,195.00*2	
QUILLACOLLO	190.595	E	2,538.14	L=285.00*2	
DESVIO CADOSA	193.182		2,541.93		FAB. ACEITE
COLCA PIRHUA					NO UTILIZADO
DESVIO AADAA	196.730		2,542.12		ADUANA
DESVIO Soc. Molinera	199.223		2,542.76		FAB. ARINA
COCHABAMBA(Entrada Wye)	204.397		2,556.31		
COCHABAMBA	204.847	E			

NOTA: (1) E = ESTACION P = PARADERO

(2) L = 2da. Vía 1 = Desvio Muerto

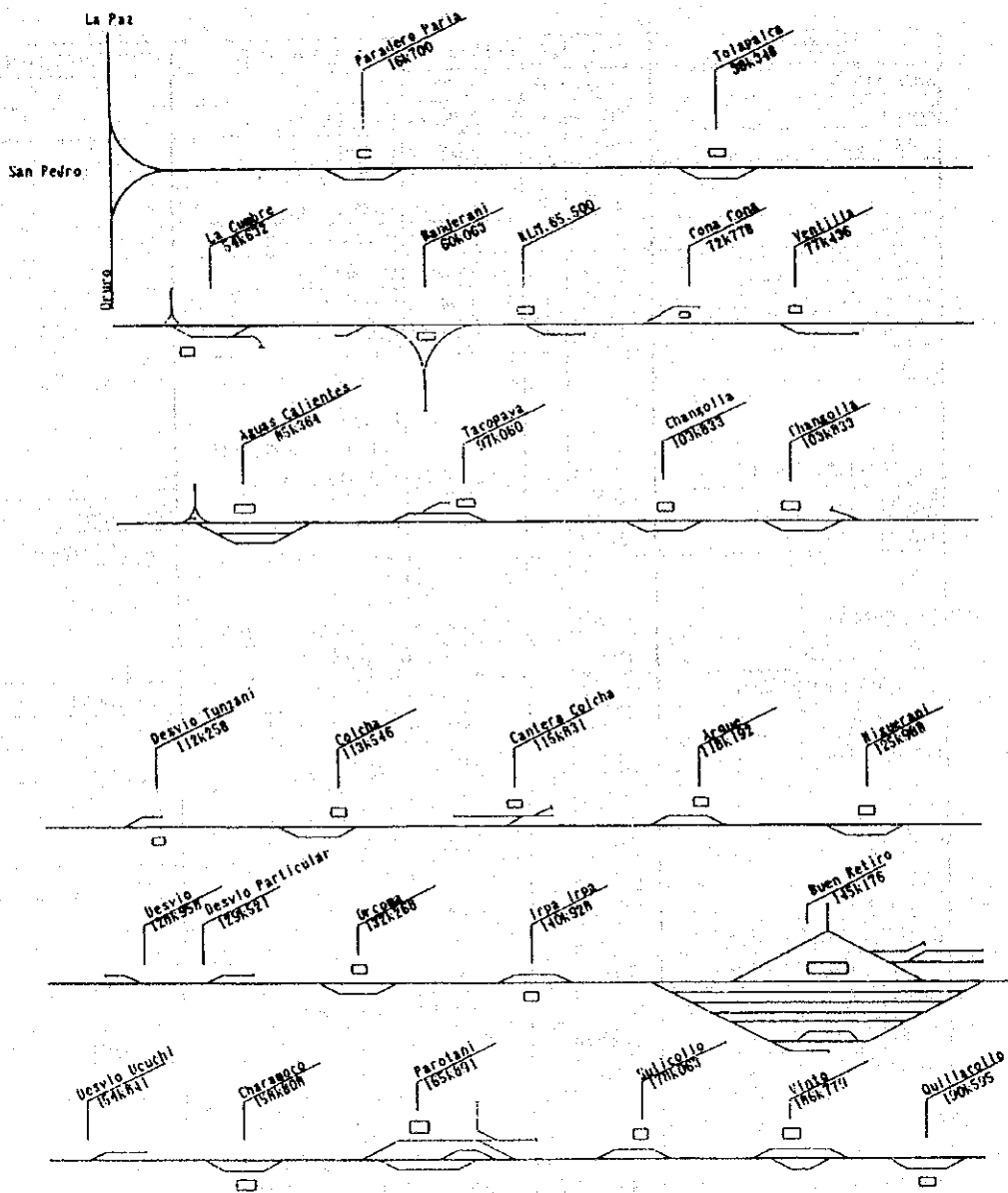


Fig. 9-4-1 (1) Esquema de Estaciones y Desvío (San Pedro - Quillacollo)

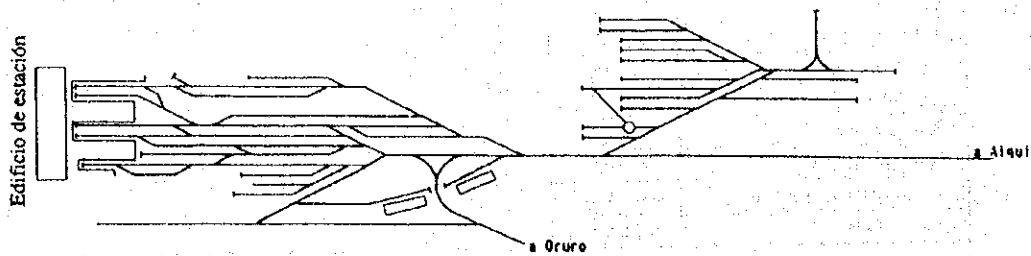


Fig. 9-4-1 (2) Esquema de Estación Cochabamba

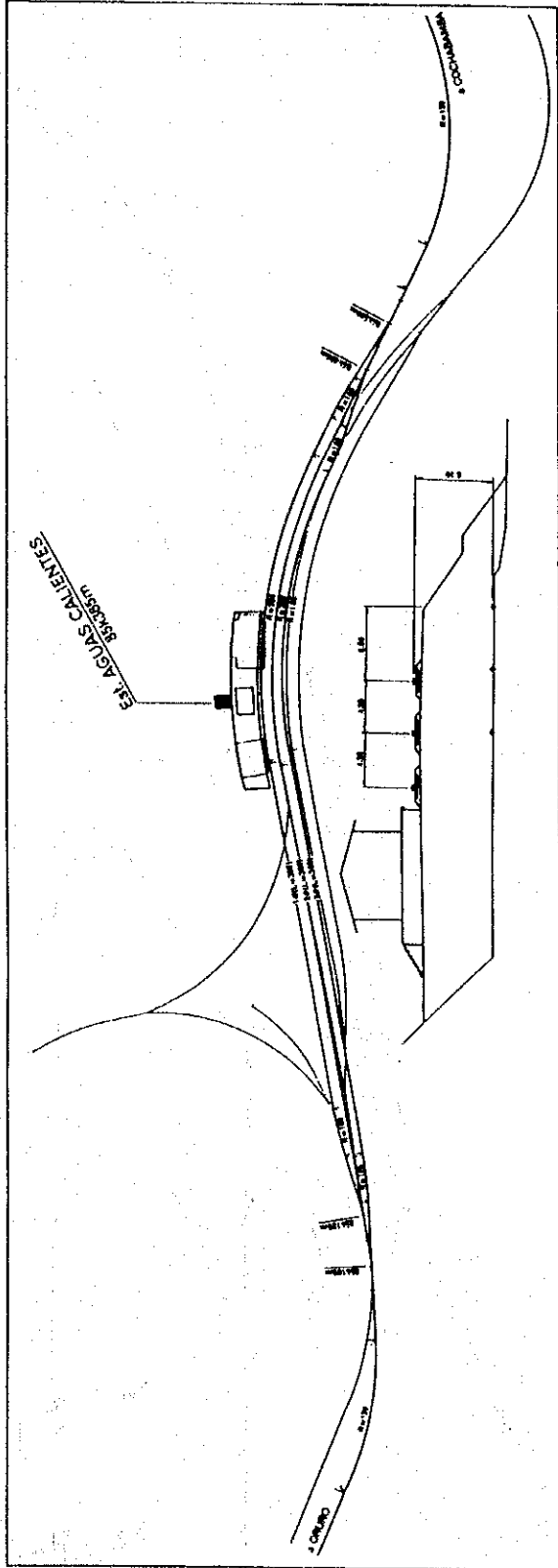


Fig. 9-4-2 Esquema del Plan de Mejoramiento de la Estación Aguas Calientes

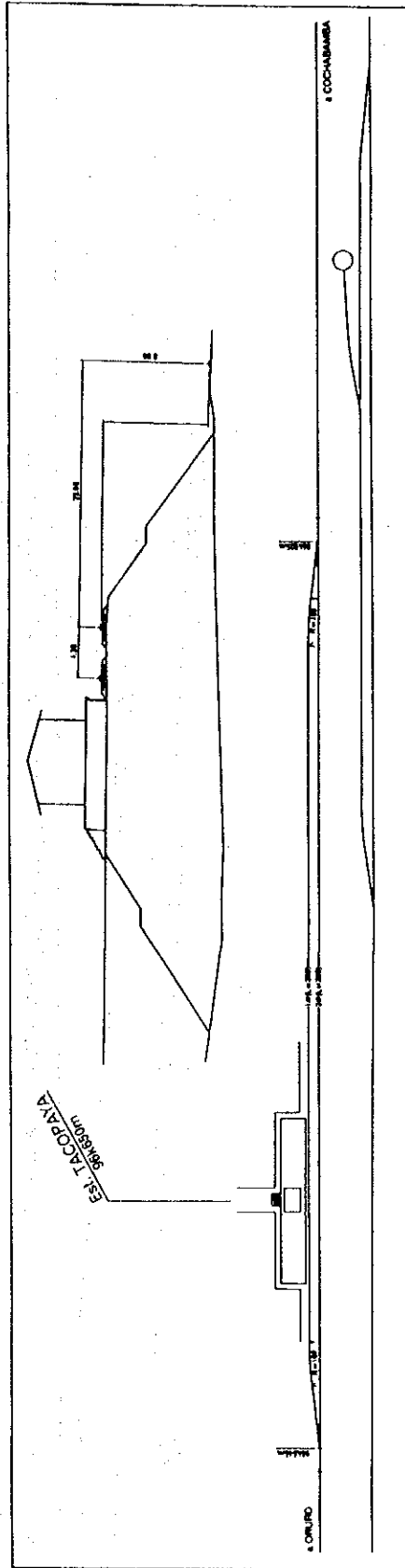


Fig. 9-4-3 Esquema del Plan de Mejoramiento de la Estación Tacopaya

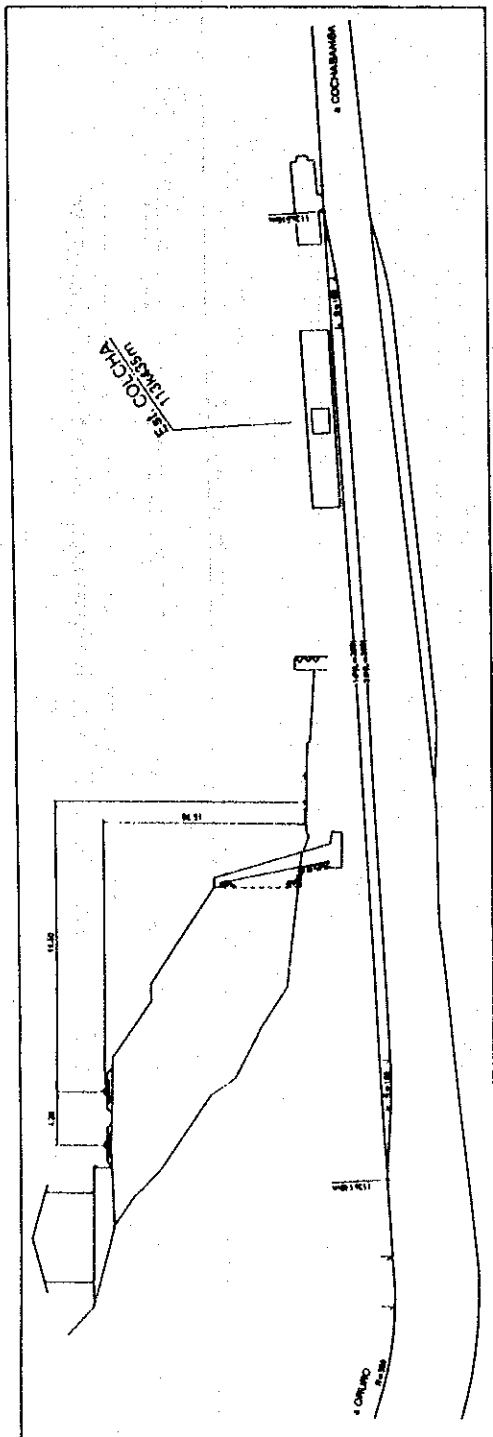


Fig. 9-4-4 Esquema del Plan de Mejoramiento de la Estación Colcha

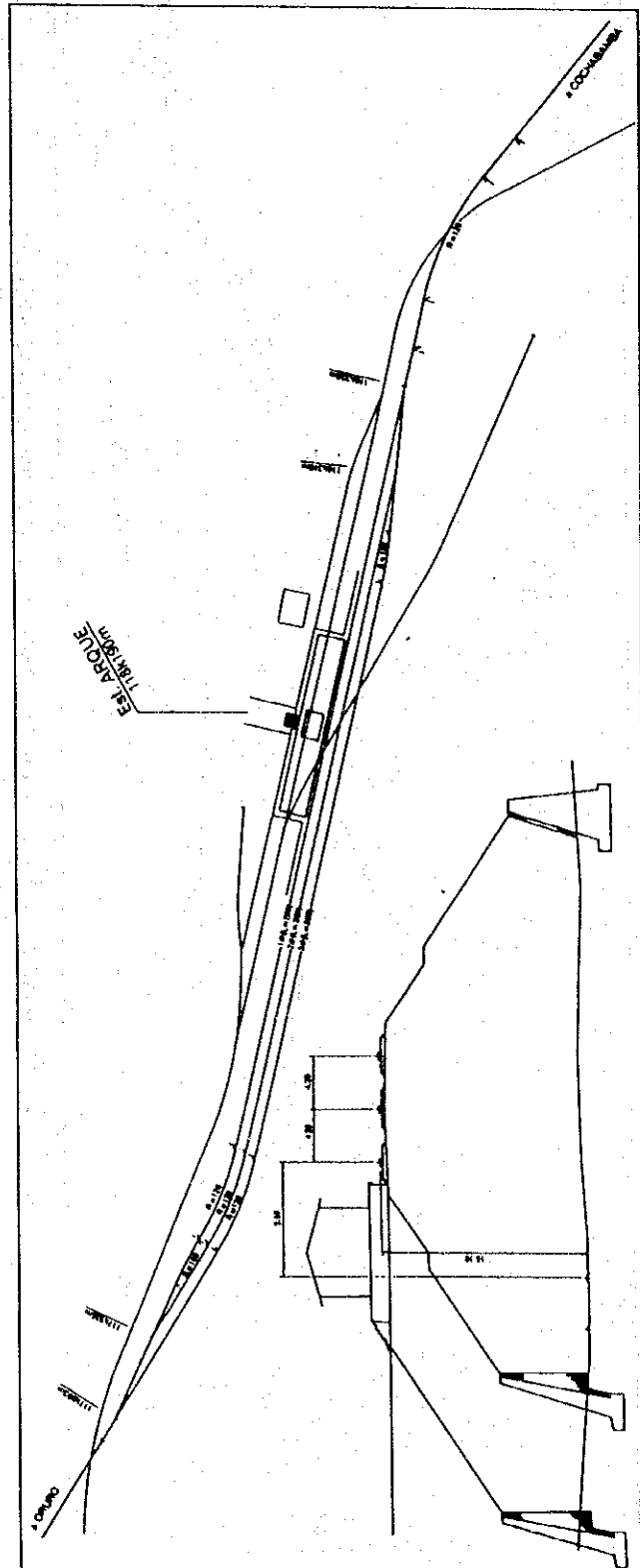


Fig. 9-4-5 Esquema del Plan de Mejoramiento de la Estación Arque

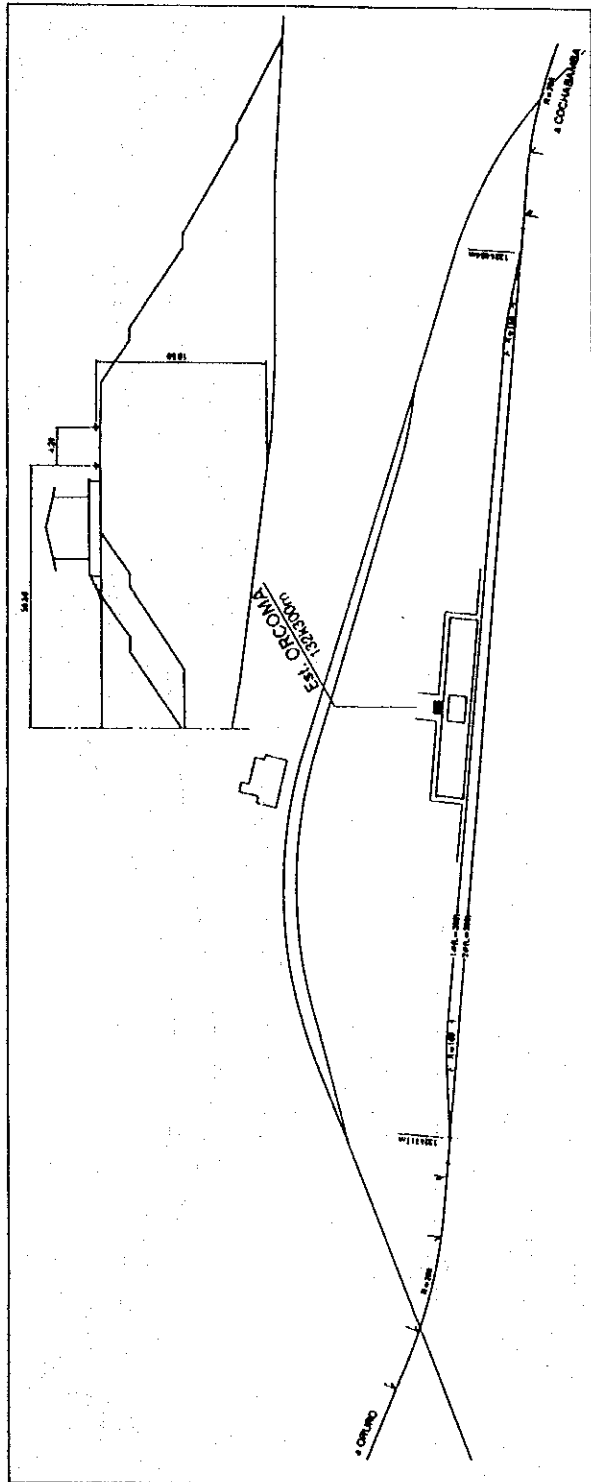


Fig. 9-4-6 Esquema del Plan de Mejoramiento de la Estación Orcoma

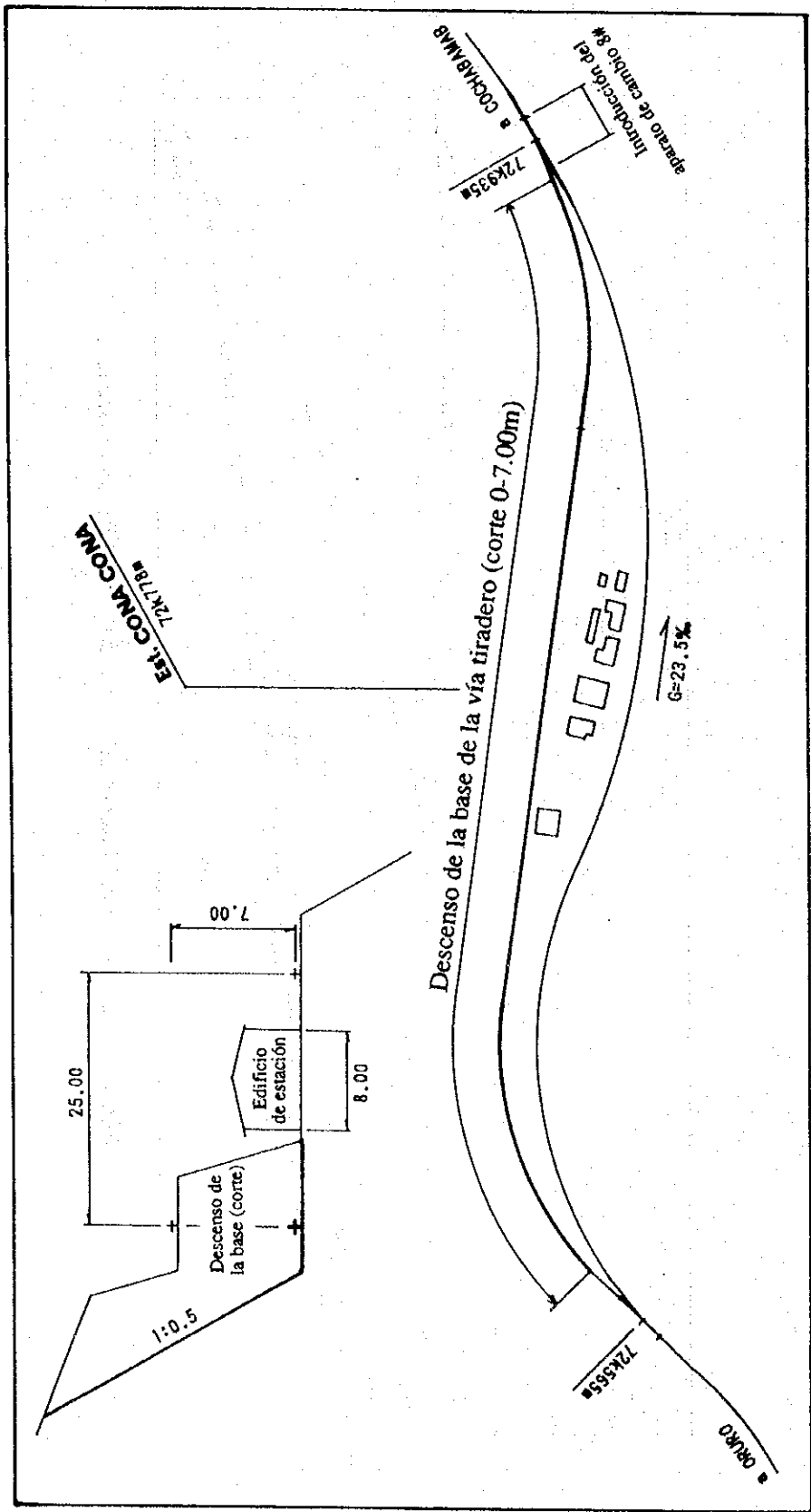


Fig. 9-4-7 Esquema del Plan de Mejoramiento de la Estación Cona Cona

9-4-3 Instalación Intermodal

En la actualidad en que no hay enlace entre la Red Andina y la Red Oriental, con el fin de realizar el transporte integral de cargas haciendo la conexión de ambas redes mediante el servicio de camiones, en las estaciones de Cochabamba y de Santa Cruz (Guaracachi) se está construyendo instalaciones exclusivas para el transbordo de las cargas. Actualmente en ambas estaciones se está elaborando los diseños de acuerdo con las recomendaciones del informe del Plan Maestro (P/M). Se deberá mencionar que en la estación de Cochabamba, la situación ha cambiado en comparación con la del tiempo cuando se realizó el estudio del P/M y aunque anteriormente se había incluido el depósito de locomotoras, debido a la eliminación de este, ahora se planea cambiar la distribución de las diversas instalaciones de cargas.

El volumen de manejo de la carga en la estación de Cochabamba en el año 2020, que se obtuvo en el Capítulo 7 "Previsión de la Demanda", es como se muestra en el Cuadro 9-4-2.

Cuadro 9-4-2 Cantidad de Salida y Llegada de Cargas en la Estación de Cochabamba

		Por año (t)	Por día (t)
Cochabamba	Llegada	393.982	1.079
	Salida	950.559	2.604
	Total	1.344.541	3.683

En comparación con el tiempo de proyecto del P/M, el volumen de manejo se ha aumentado considerablemente. Pero, ya que la capacidad instalada se ha estimado con suficiente margen de reserva, no hay problema. Especialmente, en el estudio de esta vez, el transporte de soja para Perú se ha aumentado tremendamente. Por eso y también para realizar más eficientemente el transporte intermodal, se proyecta un plan con la intención de impulsar la contenedorización. Además, debido a que se abolió el depósito de locomotoras, se preparó un plan concentrándose en una estación de carga. En las Figuras 9-4-8 y 9-4-9 se muestran los esquemas de los borradores de los planes en el momento de preparación del P/M, antes de la abolición del depósito de locomotoras de la estación de Cochabamba y en el momento después de su abolición.

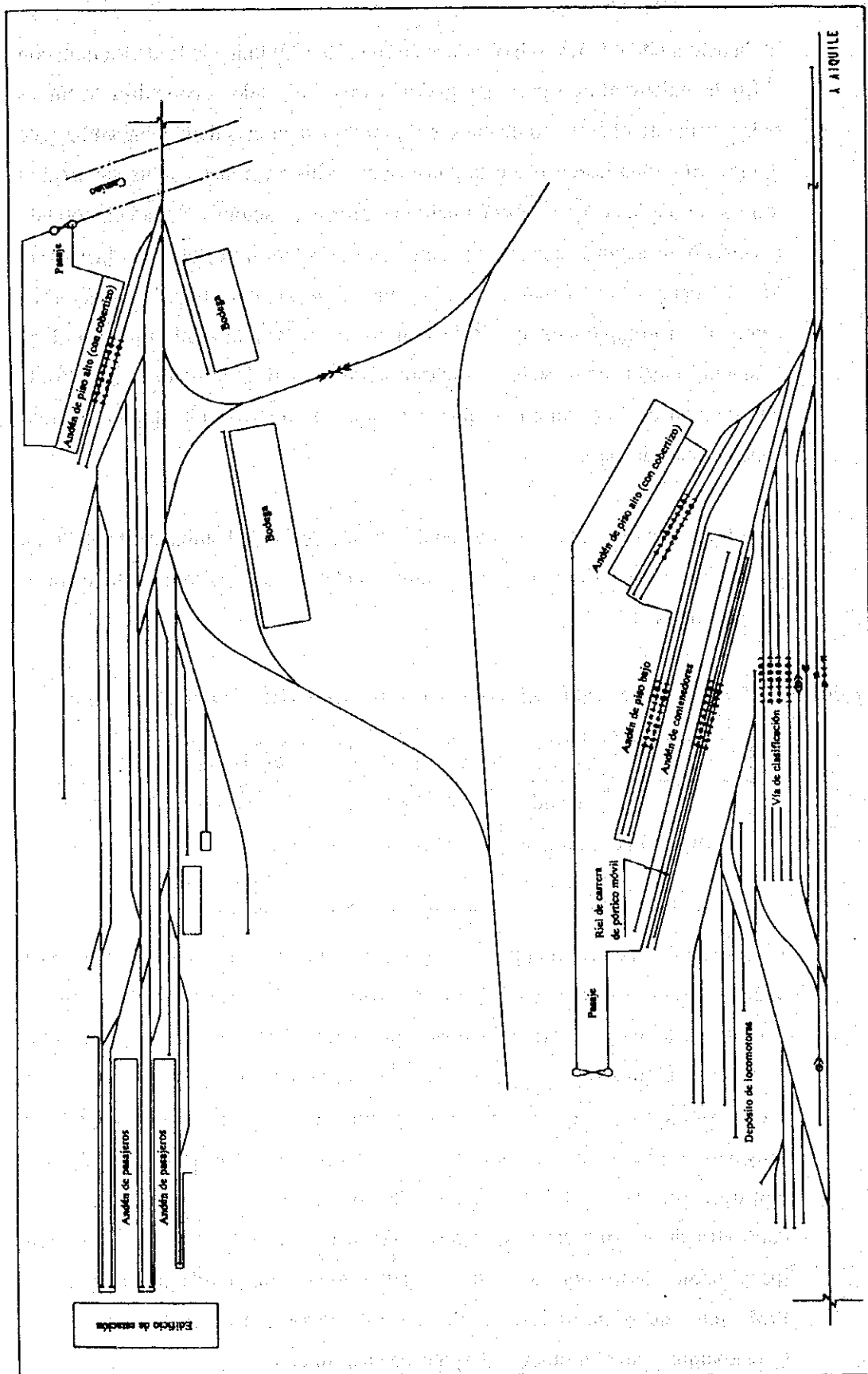


Fig. 9-4-8 Esquema de Distribución de Vías (Instalación INTERMODAL) de la Playa de la Estación Cochabamba - Plan Maestro (P/M)

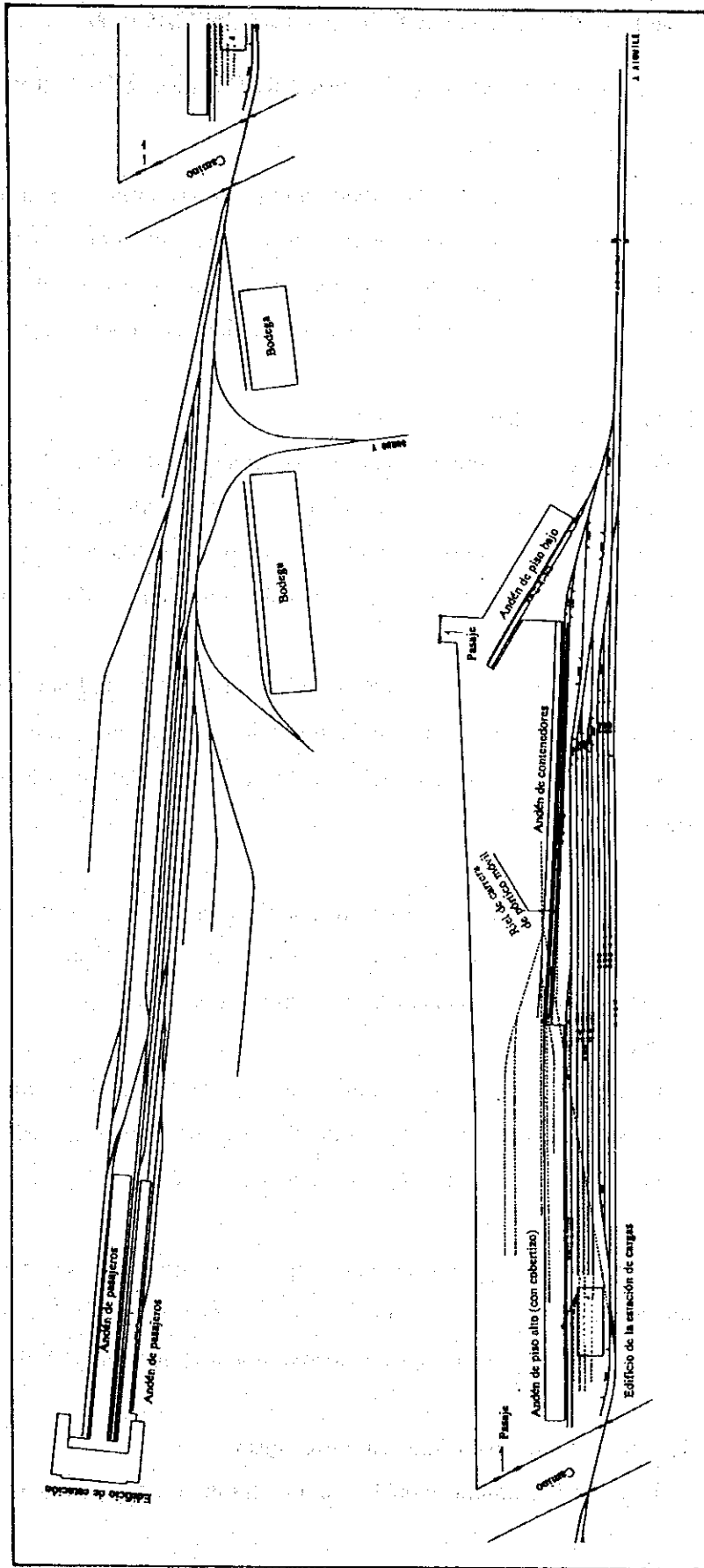


Fig. 9-4-9 Esquema de Distribución de Vías (Instalación INTERMODAL) de la Playa de la Estación Cochabamba - Estudio de Factibilidad (E/F)

9-5 INSTALACIONES DE SEÑALES Y TELECOMUNICACION

9-5-1 Situación Actual de las Instalaciones de Señales y Telecomunicación

(1) Instalación de señales

En el tramo de Oruro - Cochabamba casi no hay instalaciones de señales, pues en las playas de las diversas estaciones solamente existen carteles indicadores de las direcciones de apertura y cierre de los aparatos de cambio y en los caminos donde hay paso a niveles tienen carteles de indicación.

(2) Instalación de telecomunicación

Bajo la situación actual de que no se tiene instalaciones de señales, las instalaciones de telecomunicación principalmente como de líneas de comunicación de alambre desnudo y de radio de alta frecuencia (HF), son las que se utilizan como instalaciones de seguridad y de información / comunicación.

En todas las estaciones entre Oruro y Cochabamba se está elaborando el plan de construcción de nuevas instalaciones de radiocomunicación de VHF. El método de uso de las instalaciones de radio-comunicación de VHF es lo siguiente:

- Comunicación que se hace entre ambas partes de operador de control, personal a bordo de trenes personal de la estación y personal de mantenimiento al costado de la vía como el sistema de radio-comunicación con trenes.
- Comunicación que se hace entre ambas partes personal a bordo de trenes, personal de la estación y personal de tareas de maniobra como el sistema de radiocomunicación en la playa de la estación.

En la Figura 9-5-1 se muestra la configuración actual de las instalaciones de telecomunicación, y en la Figura 9-5-2 y la Figura 9-5-3 se muestra la configuración de las instalaciones de radiocomunicación de VHF.

1) Línea de comunicación de alambre desnudo

La línea de comunicación de alambre desnudo se tiene instalada a lo largo

de toda la línea del ferrocarril y se utiliza como circuito telefónico de comunicación entre las estaciones para la emisión del disco (bastón piloto) de seguridad de operación de trenes, también para dar las instrucciones de operación o para las comunicaciones urgentes desde los alrededores de las vías, o sea que es una instalación de máxima importancia.

2) Instalación de telecomunicación por radio de alta frecuencia (HF)

① Circuito terminal de télex

En las estaciones de Oruro y Cochabamba existen instalaciones de radiocomunicación de alta frecuencia (HF) y se compone del circuito terminal de télex. Este circuito se utiliza para la comunicación de las informaciones de operación y para las comunicaciones de asuntos en general de las actividades ferroviarias.

La instalación de radiocomunicación de HF se cambió por un equipo del modelo más moderno y la construcción se terminó en Julio de 1994, mejorando de ésta manera la calidad y confiabilidad de las comunicaciones.

② Circuito telefónico auxiliar de control

En las estaciones principales del tramo Oruro - Cochabamba, se ha construido una nueva instalación de radiocomunicación de HF en noviembre de 1993, constituyendo el circuito telefónico auxiliar de control a mando. Este circuito se utiliza cuando ocurren desastres y es imposible usar el circuito telefónico de alambre desnudo. O sea que el circuito telefónico de control es de una configuración en dúplex, de alta confiabilidad.

3) Instalación telefónica

En cada estación se tiene aparatos telefónicos de llamada individual tipo F y de batería local tipo magneto, los cuales se utilizan para las comunicaciones con el puesto de control de trenes, las comunicaciones de operación entre las estaciones y de actividades en general.

4) Equipo de conmutación

En las estaciones de Oruro y Cochabamba se tienen instalados equipos de conmutación y los aparatos telefónicos de abonado (automáticos) se encuentran instalados en las oficinas relacionadas alrededor de éstos conmutadores. El equipo de conmutación de la estación de Cochabamba es del tipo digital, moderno, recién instalado en agosto de 1994 y se puede decir que es de alta calidad y confiable.

(3) Mantenimiento de las instalaciones eléctricas

En el sistema de mantenimiento de las instalaciones eléctrica entre Oruro - Cochabamba, las jefaturas de comunicaciones de Oruro y Cochabamba son las que se encargan de éstos trabajos. Todo el tramo se divide en 4 sectores y el alcance de cada sector es de aproximadamente 50 a 60 km. Desde el punto de vista global de la Red Andina aparentemente el número del personal es excesivo, pero considerando las condiciones topográficas de las zonas donde se trabaja, así como la magnitud de las instalaciones y que son sectores de mayor ocurrencia de desastres, se puede decir que la distribución del personal es adecuada.

Como método de mantenimiento de las instalaciones eléctricas, se cuenta el cambio periódico de las baterías de acumuladores, la medición diaria del circuito de la línea de alambre desnudo, así como los trabajos de emergencia, con el fin de ofrecer un servicio estable de comunicación.

El alcance de los trabajo de mantenimiento así como el personal encargado de las jefaturas y sectores, se indica en el Cuadro 9-5-1.

9-5-2 Plan de la instalaciones de señales y comunicación

Considerando la frecuencia de operación de trenes y la frecuencia de utilización de las instalaciones en dicho tramo de vía, el control de operación de trenes es posible con las instalaciones actuales de señales y comunicación.

Consecuentemente en éste plan de mejoramiento de las vías, las instalaciones de señales y comunicación se limitan al traslado de éstas que presentan obstáculos, etc.

(1) Instalación de señales

En cuanto al plan de instalación de señales, en el tramo de mejoramiento de vías se utilizarán las instalaciones existentes, mientras que en el tramo de alteración de la ruta se trasladará los indicadores de cambio que presentan obstáculos en las playas de las estaciones correspondientes.

(2) Instalación de comunicación

En cuanto al plan de instalaciones de comunicaciones, en el tramo de mejoramiento de vías se utilizarán las instalaciones existentes de comunicaciones y en el tramo de alteración de la ruta se trasladará la línea de comunicación de alambre desnudo que obstaculice el paso. Al realizar el traslado de esta línea de alambre desnudo, se piensa seleccionar rutas donde se puede evitar los daños de derrumbes y se facilita los trabajos de administración y mantenimiento.

Básicamente la nueva ruta de la línea de comunicación de alambre desnudo es del lado topográfico de la montaña, a lo largo de la vía férrea de mejoramiento.

En el Cuadro 9-5-2 se indica el número de las instalaciones de comunicación que se van a trasladar por este motivo.

(3) Mantenimiento de las instalaciones eléctricas

Los trabajos de las instalaciones eléctricas relacionados con el mejoramiento de las vías, son el traslado de las instalaciones de señales y comunicaciones por la presentación de obstáculos y la alteración de la configuración y de las cantidades no será muy grande.

Consecuentemente, tanto los trabajos de construcción como de mantenimiento de las instalaciones de señales y de comunicaciones se pueden realizar bajo el sistema actual y personal de mantenimiento.

En el Cuadro 9-5-3 se indica el alcance de los trabajos de mantenimiento y el número del personal encargado de las instalaciones eléctricas en el tramo de Oruro - Cochabamba.

9-5-3 Concepto del Mejoramiento de las Instalaciones de Señales y Comunicación en el Futuro

Cuando se aumente la frecuencia de servicio de trenes en el futuro, para realizar correctamente y más rápidamente el control de circulación de los trenes de mayor frecuencia de servicio, será necesario el mejoramiento de las instalaciones de señales y comunicación.

Para el mejoramiento de las instalaciones de señales y comunicación, es necesario tomar en consideración de la frecuencia del servicio de trenes en dicho tramo de vía, el volumen de información de comunicación que sea necesario para las operaciones del ferrocarril, el plan de distribución de la energía eléctrica de la compañía eléctrica, etc., y acelerar el plan y estudio sobre los siguientes ítems:

(1) Instalaciones de señales

Introducción de las instalaciones de señales tales como aparatos de bloqueo, aparatos de señales, dispositivos de enclavamiento, dispositivos de protección de paso a nivel.

(2) Instalaciones de comunicación

Conversión de las líneas de comunicación de alambre desnudo en cables e introducción de los dispositivos de transmisión.

(3) Mantenimiento de las instalaciones eléctricas

Revisión del sistema y del personal de mantenimiento debido a que con el mejoramiento de las instalaciones de señales y comunicación, se producirá un cambio tremendo en la forma, cantidad, etc., de las instalaciones.

Cuadro 9-5-1 Alcance y Número del Personal Encargados del Mantenimiento de Instalaciones Eléctricas

Sitio	Sector de Mantenimiento y Kilometraje del Punto de Partida (km)	Suma de Kilometraje del punto de partida	Cantidad de Personal	
JEFATURA			4	
LA PAZ	LA PAZ - PATACAMAYA	121,6	418,6	
VIACHA	VIACHA - CHARANA	209,5		
	EL ALTO - GUAQUI	87,5		
ORURO	ORURO - PATACAMAYA	121,6	339,7	
	ORURO - LA CUMBRE	54,7		
	ORURO - CEVARUYO	163,4		
COCHABAMBA	LA CUMBRE - CHANGOLLA	49,1	312,9	
	CHANGOLLA - PAROTANI	62,4		
	PAROTANI - TARATA	74,4		
	TARATA - TIN TIN	127,0		
UYUNI	CEVARUYO - CERDAS	215,2	449,3	
	RIO MULATO - YURA	61,8		
	UYUNI - ABAROA	172,3		
POTOSI	YURA - CUMBRE	188,2	286,9	
SUCRE	CUMBRE - SUCRE	98,7		
TUPIZA	CERDAS - VILLAZON	223,7	223,7	5
ELECTRONICO	Toda la Red Andina			6
DATOS	Toda la Red Andina			43
ADMINISTRACION	Toda la Red Andina			7
TOTAL			2031,1	99

Cuadro 9-5-2 Número de Traslados de Obstáculos de Instalaciones de Señales y Comunicación

Nombre de las instalaciones	Desglose de las instalaciones	Cantidad	Observaciones
Instalaciones de señales	Indicadores de cambio	11 (juegos)	
Instalaciones de comunicaciones	Línea de comunicación de alambre desnudo	35,5 (km)	
	Aparato telefónico	20 (piezas)	

Cuadro 9-5-3 Alcance y Número del Personal Encargados del Mantenimiento de Instalaciones Eléctricas entre Oruro - Cochabamba

Sitio	Sector Encargado de Mantenimiento	Kilometraje del Punto de Partida de Mantenimiento	Suma de Personal
Oruro	Oruro - La Cumbre	54,7	3
Cochabamba	La Cumbre - Changolla	49,1	2
	Changolla - Parotani	62,4	3
	Parotani - Cochabamba	38,5	3
Total		204,7	11

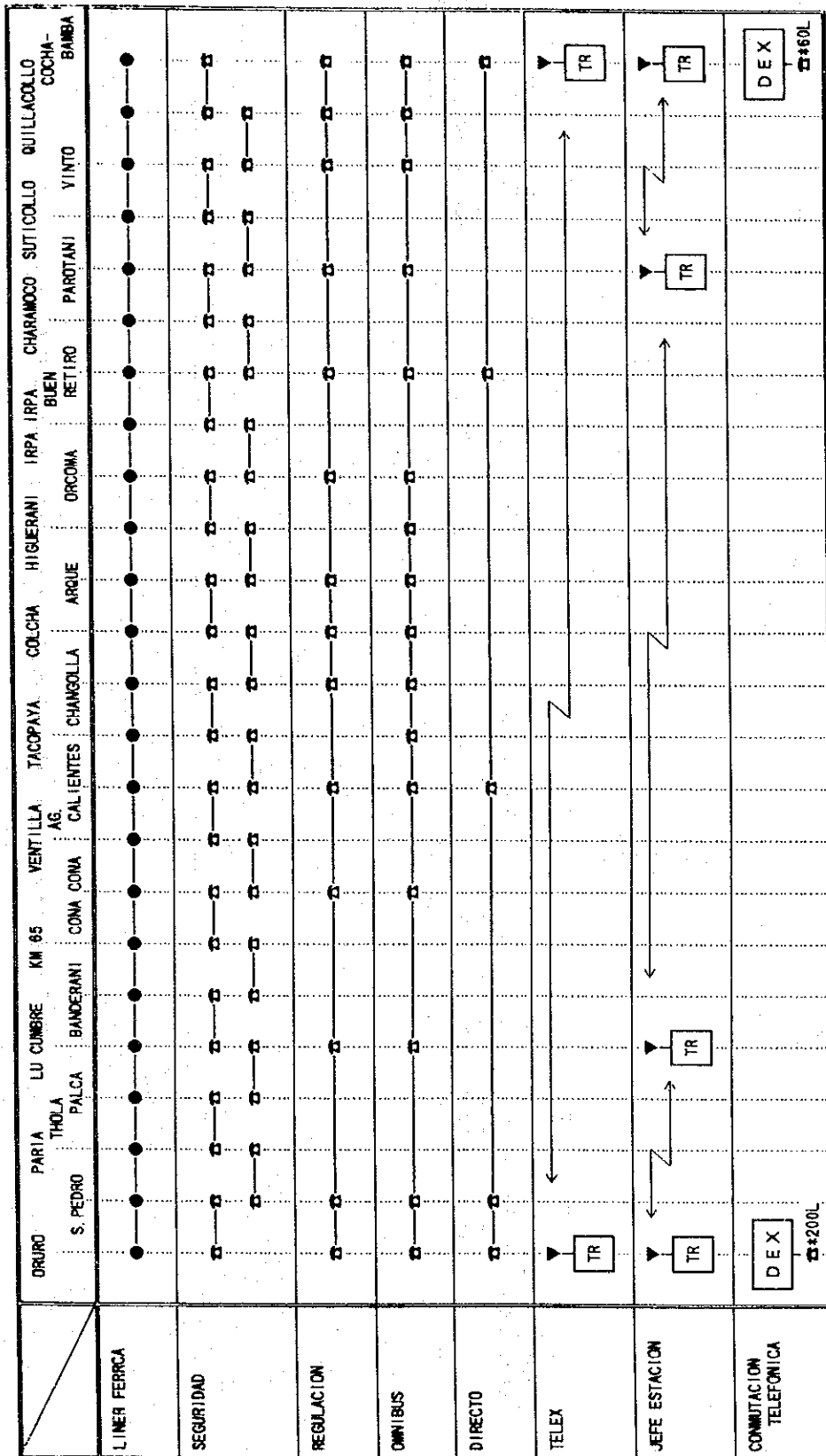


Fig. 9-5-1 Configuración Actual de Instalaciones de Telecomunicación

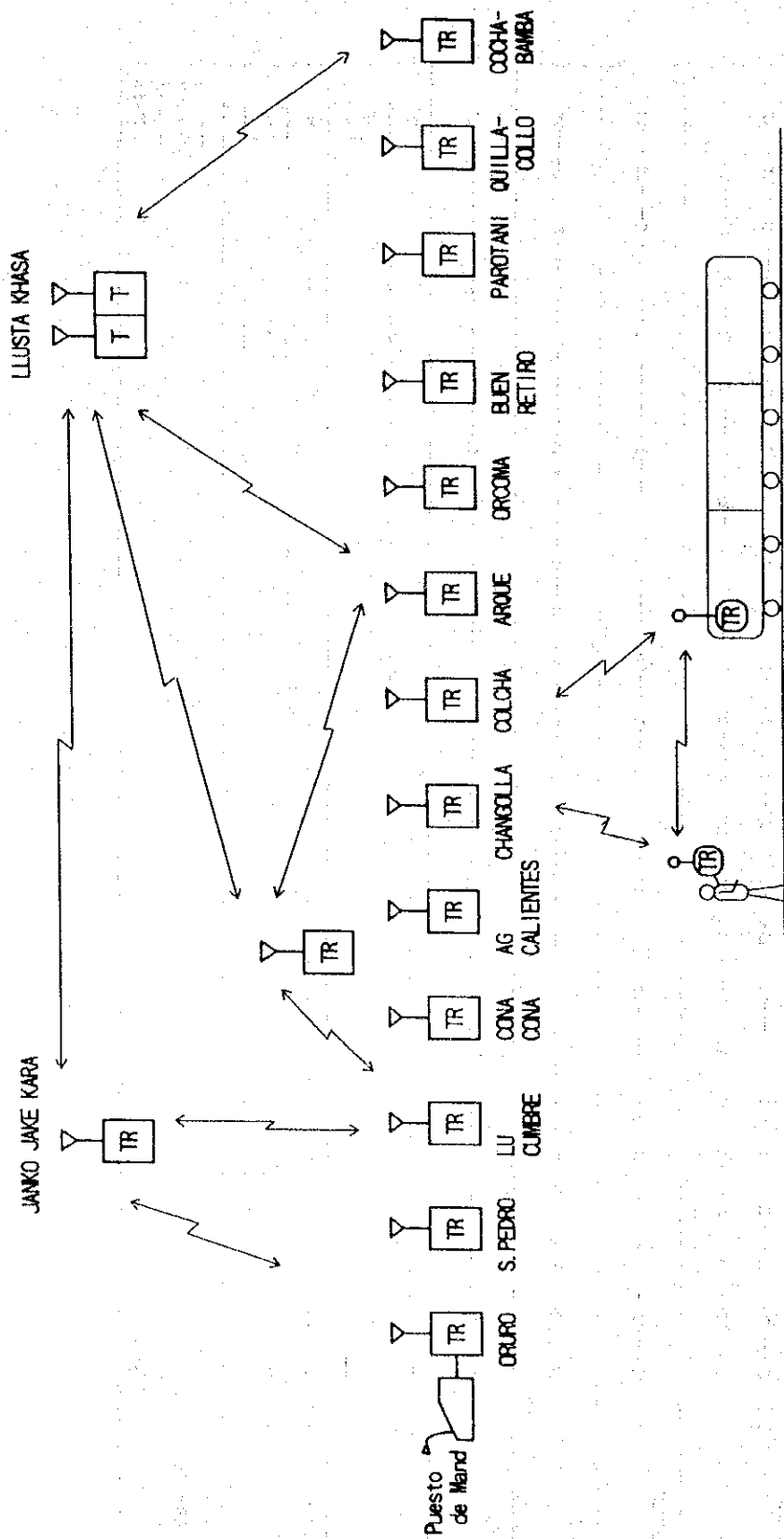


Fig. 9-5-2 Diagrama Lineal de Cobertura Comunicación en V.H.F

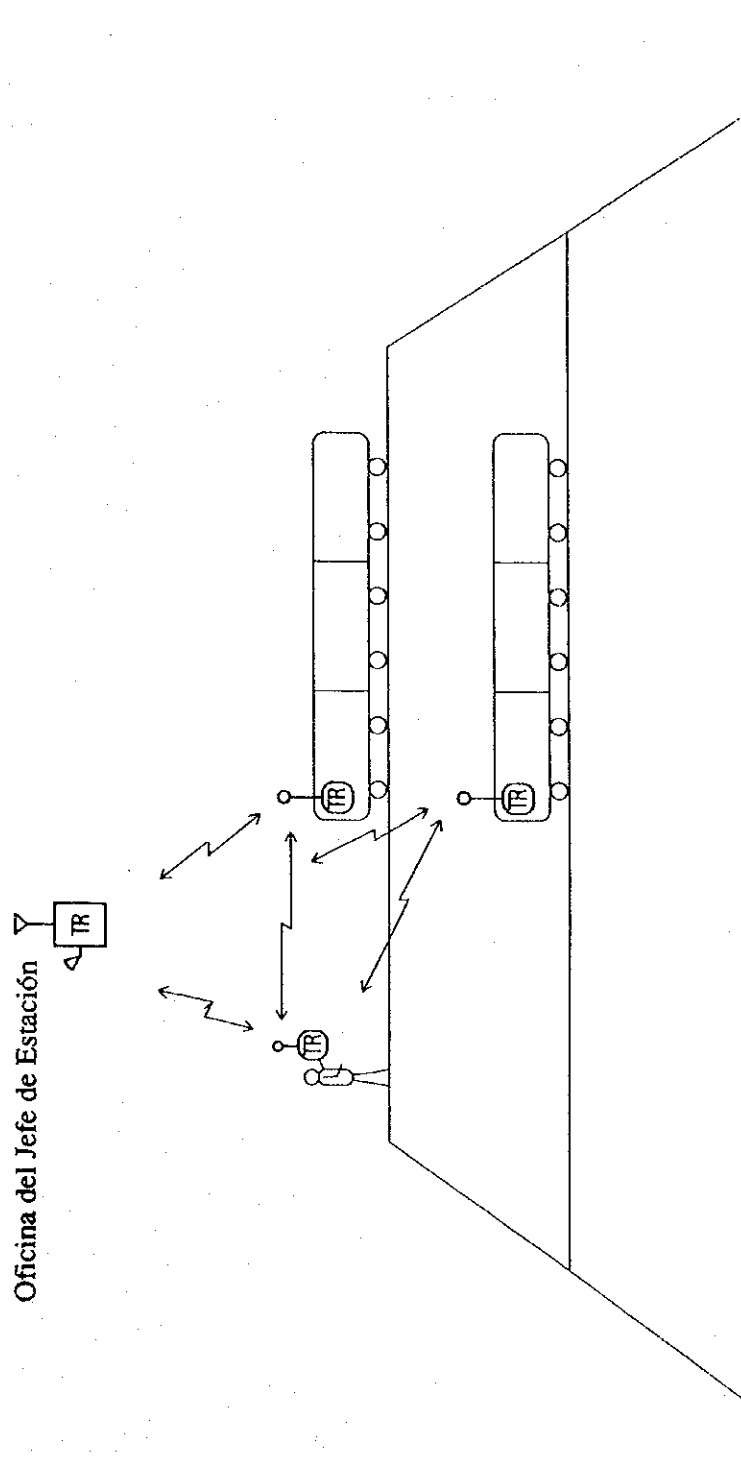


Fig. 9-5-3 Sistema de Radiocomunicación dentro de la Playa de la Estación

CAPITULO

10

**PLAN DE
ADMINISTRACION
Y OPERACION**

CAPITULO 10

PLAN DE ADMINISTRACION Y OPERACION

10-1 ORGANIZACION Y PERSONAL

La organización actual de la ENFE se muestra en las Figuras 10-1 y 10-2, compuesto de la Oficina Central, la Gerencia Red Andina y la Gerencia Red Oriental.

El Directorio de ENFE tiene un papel de decidir los principios de la totalidad de la ENFE. La Red Andina y la Red Oriental tienen un sistema para realizar la operación del transporte ferroviario respectivamente por su propia iniciativa.

La Red Andina y la Red Oriental ejecutan sus operaciones como organismo ejecutor descentralizado. Por otra parte, observando la organización de la oficina central, sus secciones y departamentos de administración por especialidades no se distinguen claramente de los de la Red Andina. Esto es debido al desarrollo histórico de la formación de la ENFE, a que la oficina central y la gerencia de Red Andina están ubicadas en La Paz, etc., lo cual es inevitable por un lado. Pero, es necesario administrar y operar orgánicamente la totalidad de la ENFE, estableciendo las secciones de administración simples y funcionales por sistema como la organización de la oficina central.

Se muestran la evolución reciente del número del personal de la ENFE en el Cuadro 10-1.

Fig. 10-1 Organigrama de la Red Andina de la ENFE (al Año 1994)

(Año 1980 ~ 1993, Promedio Anual)

Año	Red Andina	Red Oriental	Total
1980			6.818
1981			6.289
1982			6.350
1983			6.632
1984			7.098
1985			7.199
1986			6.471
1987			6.761
1988			6.859
1989			6.880
1990			7.190
1991			6.376
1992	3.671	1.870	5.540
1993	3.415	1.839	5.254
'93 / '90			-26.9%
'93 / '92	-7.0%	-1.7%	-5.2%

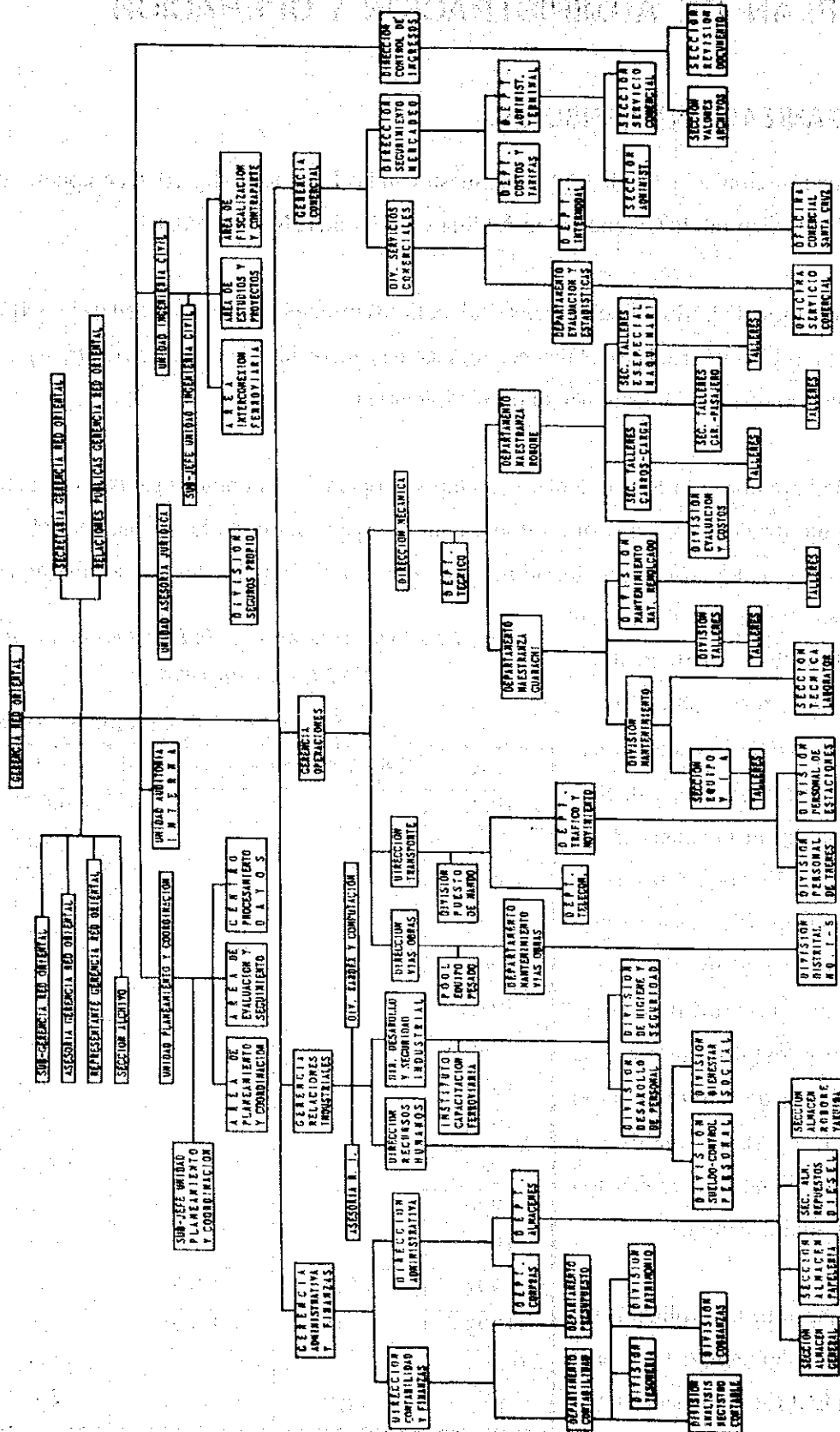


Fig. 10-1 Organigrama de la Red Andina de la ENFE (al Año 1994)

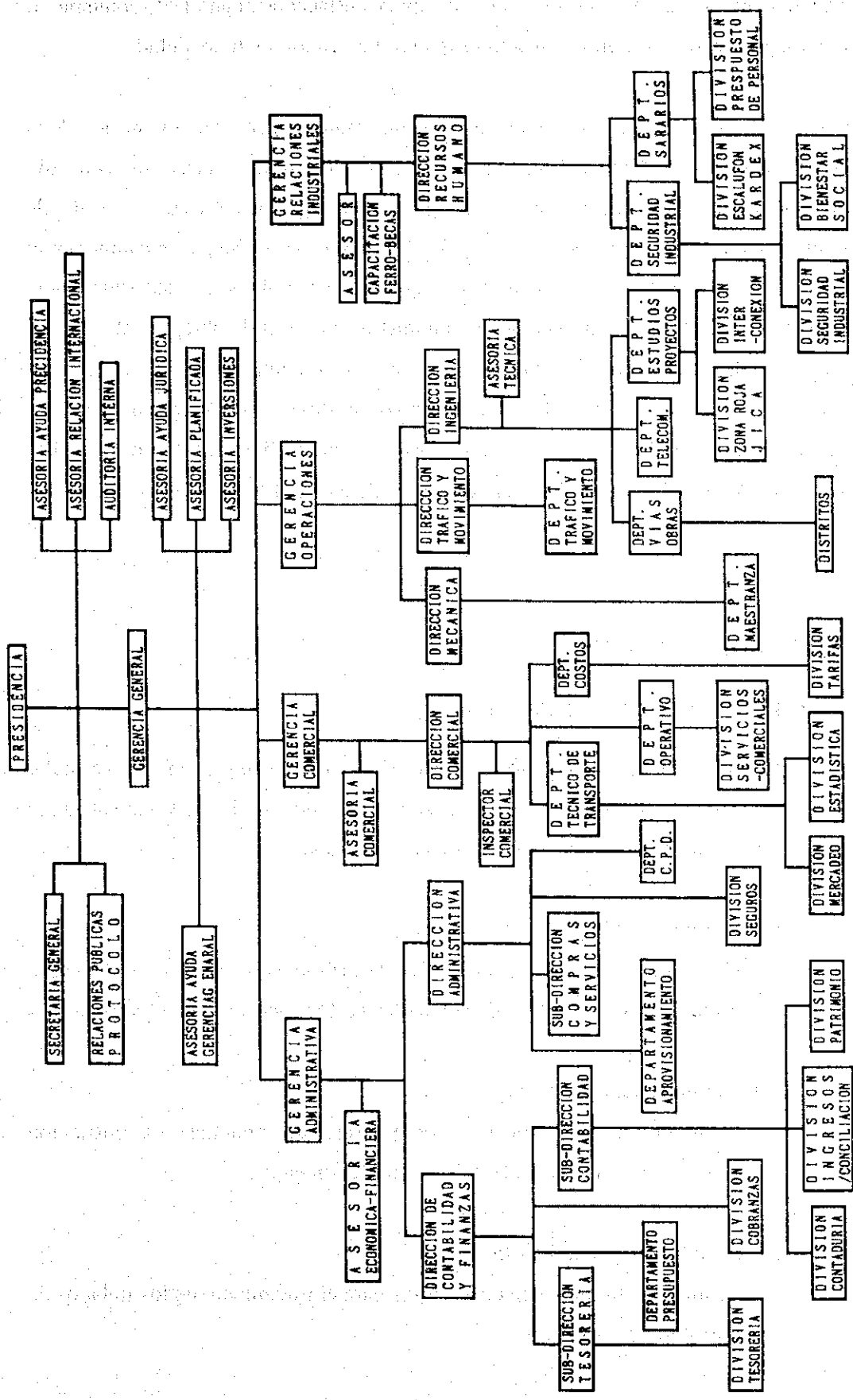


Fig. 10-2 Organigrama de la Red Oriental de la ENFE (al Año 1994)

Recientemente, se cambió en la disminución rápida, destacando el año 1990 como punto máximo, y se realizó una gran reducción superior a un cuarto de la totalidad.

En Apéndice 10-2 se muestra el aumento y disminución del personal por sección de la Red Oriental y la Red Andina. En comparación con la Red Andina, la tasa de reducción de la Red Oriental es baja, destacándose que por el contrario el personal de la sección de administración general aumenta aun un poco. Naturalmente, no se puede evaluar en el acto el contenido de reducción del personal según eso. sin embargo, observando que la proporción del personal de la sección de administración general sobrepasa al 14% del personal total, excusado es decir que es algo excesiva en comparación con el caso del Japón. Según el Anuario Estadístico del Ferrocarril de 1992, la proporción del personal de la sección de administración general de las 16 grandes compañías de ferrocarriles privados es del 7,8% en promedio, siendo casi la mitad de la ENFE. (Ver Apéndice 10-4)

10-2 GASTOS DE TRABAJO

10-2-1 Establecimiento de Partidas

En cuanto a los gastos de trabajo de este proyecto, se decidió establecer y calcular las siguientes 8 partidas según Ingreso y Gastos del año 1992. Cada partida se divide en gastos de personal y gastos de materiales.

(1) **Administración y Gastos Generales:**

Gastos que se requieren para la sección de administración general tales como asuntos generales, contabilidad, etc., y gastos sociales para el personal

(2) **Administración de Mantenimiento:**

Gastos de administración necesarios para el mantenimiento y administración de la vía, material rodante, telecomunicación etc.

(3) **Administración de Transporte:**

Gastos de administración necesarios para el tratamiento de los trabajos de transporte y operación

- (4) **Vía y Obras:**
Gastos de mantenimiento relacionados con la conservación de vías, estructuras, etc.
- (5) **Señales y Telecomunicaciones:**
Gastos de mantenimiento de equipos de electricidad, señales, telecomunicaciones, etc.
- (6) **Maestranzas:**
Gastos de mantenimiento necesarios para inspección, reparación, etc., del material rodante
- (7) **Tráfico y Movimiento:**
Gastos relacionados con el transporte de pasajeros y carga tales como el personal de estación, conductores, etc.
- (8) **Tracción:**
Gastos necesarios para la operación de trenes tales como gastos de fuerza motriz y otros

10-2-2 Establecimiento de Unidad Básica

Se establecerá por cada partida una unidad que se considera la más apropiada. En cuanto a los gastos del personal se usará el número del personal necesario y en cuanto a los gastos del materiales se usará respectivamente cada una de las siguientes unidades:

- (1) **Administración y Gastos Generales:** Número del personal
- (2) **Administración de Mantenimiento:** Vagon - kilómetro
- (3) **Administración de Transporte:** Volumen de transporte
- (4) **Vía y Obras:** Vagon - kilómetro
- (5) **Señales y Telecomunicaciones:** Tren - kilómetro
- (6) **Maestranzas:** Vagon - kilómetro
- (7) **Tráfico y Movimiento:** Volumen de transporte
- (8) **Tracción:** Vagon - kilómetro

Las unidades básicas calculadas por cada partida de los Ingresos y Gastos de ENFE de 1992 son como se muestra en Apéndice 10-6.

10-2-3 Cálculo de Gastos de Trabajo

Se calculan los gastos de trabajo según el plan de transporte, plan del personal y unidad básica.

(1) Plan de transporte

El vagon - kilómetro entre Oruro y Cochabamba en 2000, 2010 y 2020 en base al plan de transporte es según el Cuadro 8-3-4 del Capítulo 8.

(2) Plan del personal

En cuanto a la escala del personal que se necesite para operar eficientemente el servicio entre Oruro y Cochabamba después de ejecutada la obra de mejoramiento, la tasa se muestra en el Cuadro 10-2, tomando en consideración la demanda de transporte supuesto, el plan de operación de trenes, la escala de equipos de transporte de diversas clases, etc., y al mismo tiempo la situación actual de ENFE, la perspectiva de la racionalización futura, etc.

Cuadro 10-2 Plan del Personal

Año	2000	2010	2020
Vía	78	78	78
Señal	11	11	11
Material Rodante	179	216	262
Tráfico	93	93	93
Operación	72	67	37
Subtotal de la Sección de Trabajo de Campo	433	465	481
Sección de Administración General	49	52	54
Total	482	517	535

El número del personal de la sección de administración general será del 10% del total del personal (sección de administración general para con sección de trabajo de campo 1:9), tomando en consideración hasta cierto punto los resultados reales de las compañías de tráfico del Japón.

(3) Unidad básica

Debido a que en la ENFE no se realiza el cálculo de ingresos y gastos por tramo de vía, se fijará la unidad básica según los resultados reales del balance (Año 1992) de la Red Andina que tiene una situación de vía relativamente parecida a éste tramo de vía. En cuanto a Vía y Obras, se las tasó suponiendo que se pueda ahorrar el 80% del costo de reparación de desastres con la ejecución de la obra de mejoramiento.

En el Cuadro 10-3 se muestra la unidad básica establecida en base a dicho supuesto, y en el Cuadro 10-4 se muestra el resultado del cálculo de los gastos de trabajo.

Cuadro 10-3 Unidad Básica

(Unidad: boliviano)

Partida	Unidad Básica	
Gastos del Personal	20.257/persona	Número del personal
Administración y Gastos Generales	15.607/persona	Número del personal
Administración de Mantenimiento	0.096/km	Vagon - kilómetro
Administración de Transporte	2.723/mil personas toneladas-km	Volumen de transporte
Vía y Obras (Año 2000)	0.055/km	Vagon - kilómetro
(Después del año 2010)	0.045/km	Vagon - kilómetro
Señales y Telecomunicaciones	0.069/km	Tren - kilómetro
Maestranzas	0.174/km	Número del personal
Tráfico y Movimiento	5.368/mil personas toneladas-km	Volumen de transporte
Tracción	0.453/km	Número del personal

Cuadro 10-4 Gastos de Trabajo

(unidad: boliviano)

Ítem	Año			
	2000	2010	2020	
Número del Personal (personas)	452	517	560	
Volumen de Transporte (mil personas toneladas-km)	176.829	249.120	326.001	
Coche - kilómetro (mil km)	11.844	14.213	18.797	
Tren - kilómetro (mil km)	1.075	1.228	1.535	
Gastos del Personal	9.156	10.473	11.344	
Gastos de Materiales	Administración y Gastos Generales	7.045	8.069	8.740
	Administración de Mantenimiento	1.141	1.369	1.811
	Administración de Transporte	428	678	888
	Vía y Obras	653	634	838
	Señales y Telecomunicaciones	75	85	107
	Maestranzas	2.058	2.469	3.265
	Tráfico y Movimiento	949	1.337	1.750
	Tracción	5.360	6.432	8.506
Gastos de Materiales Total	17.771	21.074	25.905	
Total General	26.928	31.547	37.249	

10-3 CAPACITACION Y ENTRENAMIENTO

En cuanto a la capacitación y entrenamiento de la ENFE hay muchos problemas a mejorar tanto en calidad como en cantidad. Pero, para llevar a cabo suavemente la ejecución de la obra de éste plan de mejoramiento y para que no se produzcan obstáculos en la administración después de acabada la obra, es necesario realizar la capacitación y entrenamiento por cada sector como lo siguiente:

10-3-1 Transporte, Operación y Material Rodante

Actualmente, el mayor problema de la ENFE consiste en que hay muchos accidentes de operación; de descarrilamiento y otros, así que la ejecución de la educación de seguridad y la educación técnica es urgente e indispensable por el

momento. Además, es necesario establecer la manera de manejo del equipo radioeléctrico VHF y enseñarle al personal el sistema de comunicación de información por medio de dicho equipo.

(1) Transporte

- 1) Entrenamiento del manejo operativo estricto tales como el manejo de aparatos de bloqueo de trenes y otros.
- 2) Acostumbramiento a la información de radiocomunicación

(2) Operación

- 1) Capacitación y entrenamiento para juzgar la velocidad limitada en curvas y otros para obedecerlo
- 2) Igual que 1) del "Transporte"
- 3) Igual que 2) del "Transporte"

(3) Material rodante

- 1) Capacitación y entrenamiento del mantenimiento y reparación del nuevo material rodante
- 2) Capacitación y entrenamiento de la inspección de los puntos esenciales relacionados con los accidentes de descarrilamiento tales como las partes relacionadas con las ruedas del bogie y otros.

10-3-2 Instalaciones

Para mantener y controlar el equipo relacionado con las instalaciones en buen estado, son necesarios el conocimiento profesional y la experiencia de los trabajos reales. Especialmente, al impulsar la modernización de los trabajos de mantenimiento, es necesario hacer conocer bien el método de mantenimiento, realizando la educación de los líderes de los trabajos de campo y enseñándolo a los obreros por medio de los trabajos de mantenimiento. Por consiguiente, será necesaria la educación para el jefe de inspección de la vía y el jefe de trabajos que se llaman el capataz. En cuanto a la norma de la estructura de la vía y al método de mantenimiento, la ENFE tiene arreglados los documentos sobre los asuntos básicos que están puestos en orden. sin embargo, la realidad es que en el lugar del trabajo todos no andan con el mismo paso debido a sus respectivas

interpretaciones individuales. Arreglando la norma de mantenimiento de la vía y el método y orden de los trabajos de mantenimiento que puedan usarse en el lugar del trabajo, es necesario hacer más completa la educación para el capataz.

En cuanto a las estructuras de la vía, la ENFE tiene bastante acumuladas las experiencias de las obras de mejoramiento, rehabilitación, etc., pero los libros mayores y otros que presentan el estado actual de las estructuras no están arreglados. Es necesario comprender los estados actuales de las estructuras y arreglar los datos básicos para el mantenimiento y control de las estructuras en el futuro. Es necesario arreglar las formas de los libros mayores de las estructuras por clase de las mismas y acumular las experiencias de inspección de las estructuras a través de la instrucción del conocimiento básico por estructura y de la educación en campo. Para referencia, se muestran las formas simples de los libros mayores y libros de inspección de las estructuras en Apéndice 9-3-3.

En cuanto a las nuevas estructuras que se arregles esta vez, se espera que se arreglen y guarden los libros mayores que incluyan las anotaciones de la ejecución de la obra por cada estructura.

Al realizar la capacitación y entrenamiento en relación a las instalaciones, es necesario efectuar inmediatamente el arreglo de las normas del mantenimiento y de los trabajos de mantenimiento que sean la base de ello e impulsar la educación y entrenamiento en base a ello. En cuanto a la modernización del mantenimiento, se prevé que se incluyan muchos asuntos inexpertos para la ENFE. Pero, como una de las maneras de resolverlas, es de proponer que se impulsen invitando a los expertos de los países avanzados sobre ferrocarril.

CAPITULO

11

PLAN DE EJECUCION DEL PROYECTO



CAPITULO 11

PLAN DE EJECUCION DEL PROYECTO

11-1 MONTO DE INVERSION

11-1-1 Condición preliminar del cálculo del importe de inversión

Al calcular el importe de inversión, se estimó tomando en consideración los siguientes ítems:

- ① El importe de inversión se calcula en cuanto a los dos casos de A y B.
 - **Importe de inversión A:** Suponiendo que se recuperen las vigas de acero (Peso unas 1.300 toneladas) de la Línea YAPACANI por la obra bajo el control directo de la ENFE y se reutilicen para esta obra, se estiman incluyendo los costos de recuperación y transporte de las mismas.
 - **Importe de inversión B:** En caso de que sea imposible la recuperación de las vigas de acero de la Línea YAPACANI, se estima el costo de fabricación suponiendo que se utilicen totalmente las nuevas vigas.
- ② El costo de la obra se divide en moneda nacional y en moneda extranjera y todo se calcula en U.S. dólar.
- ③ El costo de la obra se compone del costo de la mano de obra, costo del material (incluyendo el alquiler de máquinas) y gastos generales por cada ítem de la obra.
- ④ El costo de la obra se calcula con el valor del precio a septiembre de 1994, no estimando porción de la elevación de los precios.
- ⑤ El tipo de cambio de divisas será:
US\$1 = Bs. 4,65
US\$1 = 100 yenes
- ⑥ El material y equipo importados objeto de divisas serán a precios CIF.
- ⑦ En cada ítem de la obra, todo el costo de la mano de obra será en moneda nacional.

- ⑧ En la estimación del costo, se esforzarán por usar los productos nacionales.
- ⑨ Para corresponder a la imposibilidad de previsión en relación a la ejecución de la obra se estima una contingencia del 10% en el costo de la obra.
- ⑩ El costo indirecto de la obra se compone del levantamiento topográfico, estudio geológico y ES/I • ES/II. ES/I señala del 4% de los costos de ingeniería civil, de la vía y del edificio de la construcción. ES/II señala el costo de los trabajos de supervisión de la obra de campo por el consultor, estimando el 10% del costo directo (excepto el costo del terreno y los imprevistos).
- ⑪ En cuanto a la maquinaria para mantenimiento, se estiman las maquinarias y equipos que se muestran en el Cuadro 9-3-5.
- ⑫ En la Figura 11-1-1 se muestra la composición del importe de inversión.

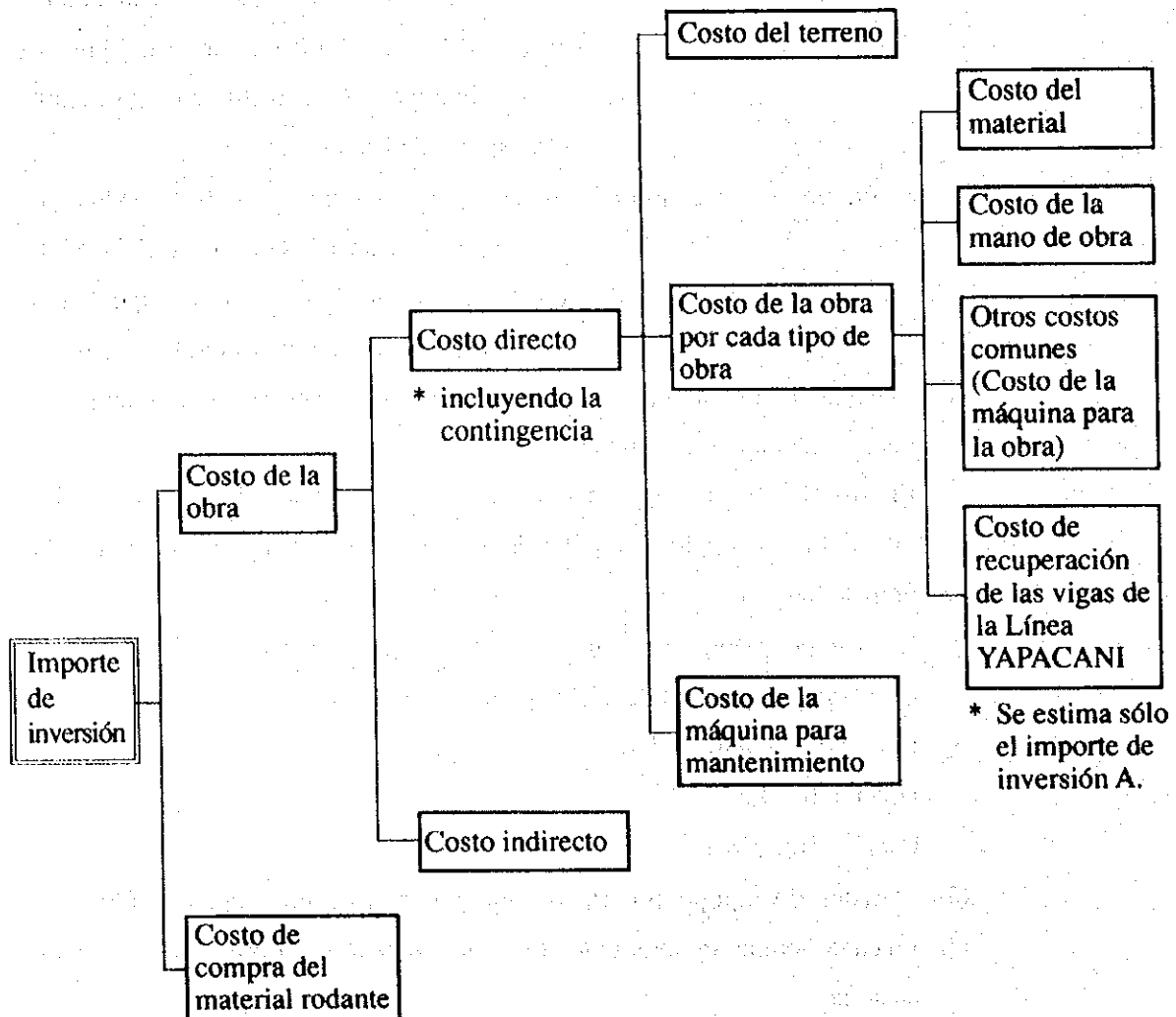


Fig. 11-1-1 Composición del Importe de Inversión

11-1-2 Cálculo del Importe de Inversión

(1) Establecimiento del costo unitario de la obra

- El costo unitario por tipo de obra tales como el costo de la mano de obra, el costo del material, etc., y el costo de expropiación del terreno, los gastos de indemnización de la casa que obstaculiza, son según los datos suministrados por la ENFE. Pero, en cuanto al tipo de la obra en que la ENFE no tiene resultados reales, se establece teniendo en cuenta las obras realizadas en el Japón y los países vecinos de Bolivia.
- Debido a que los datos suministrados por la ENFE son principalmente los relacionados con la obra del Terraplen de la vía y con la obra de pequeña escala, la mayor parte del desglose del costo unitario es el costo de la mano de obra. Por consiguiente, si se utiliza éste costo unitario directamente para esta obra de mejoramiento, hay una posibilidad de producir gran diferencia y en esta obra de mejoramiento se ejecuta gran cantidad de obra de una vez en relación al proceso de la obra. Tomando en consideración ésto, se compararán aparte el equipo para la obra que se describen a continuación, distribuyendo como costos comunes su costo en los costos de la ingeniería civil y de la vía. (Ver Apéndice 11-2.)

Lista de Equipos para la Obra

Coche automotor	Vehículo para transporte del balasto
Bogie llano	Planta de hormigón
Bomba para hormigón	Vehículo para transporte del balasto

(2) Cálculo de la cantidad de la obra

El cálculo de la cantidad se realizó preparando una sección longitudinal de la vía a la escala de 1/2.000 y una sección transversal de la vía a la escala de 1/200 en base al mapa topográfico a la escala de 1/2.000 preparado en la Fase I de este estudio.

(3) Resultado del cálculo del importe de inversión

En cuanto al importe de inversión, se muestran el importe de inversión A en el Cuadro 11-1-1 y el importe de inversión B, dividido en moneda nacional y en moneda extranjera, en el Cuadro 11-1-2.

El importe total de inversión es lo siguiente:

Unidad: US\$ 1.000

Item	División	Importe de inversión	Obra de Fase I 1996~2000	Obras de Fase II 2001~2005	Después del 2006
Importe de inversión A	Costo de instalación terrestre	85.833 (M.E 30.614)	49.503 (M.E 20.266)	36.330 (M.E 10.348)	
	Costo de compra del material rodante	55.280 (M.E 55.280)	27.120 (M.E 27.120)	10.960 (M.E 10.960)	17.200 (M.E 17.200)
	Importe total	141.113 (M.E 85.894)	76.623 (M.E 47.386)	47.290 (M.E 21.308)	17.200 (M.E 17.200)
Importe de inversión B	Costo de instalación terrestre	91.641 (M.E. 36.128)	52.556 (M.E 23.265)	39.085 (M.E 12.863)	
	Costo de compra del material rodante	55.280 (M.E 55.280)	27.120 (M.E 27.120)	10.960 (M.E 10.960)	17.200 (M.E 17.200)
	Importe total	146.921 (M.E 91.408)	79.676 (M.E 50.385)	50.045 (M.E 23.823)	17.200 (M.E 17.200)

Nota: () muestra reinscripción

El desglose del costo de la obra se muestra en Apéndice 11-1 ~ 29.

Cuadro 11-1-1 Importe de Inversión A del Plan de Mejoramiento del Ferrocarril entre Oruro y Cochabamba

Unidad: US\$1.000

Partida de gastos	Importe de inversión A			Porción de la Obra de Fase I			Porción de la Obra de Fase II			Observaciones
	Moneda nacional	Moneda extranjera	Total	Moneda nacional	Moneda extranjera	Total	Moneda nacional	Moneda extranjera	Total	
Costo de terreno	388	0	388	126	0	126	262	0	262	Incluyendo costo del traslado del obstáculo
Costo de la obra de ingeniería civil	34.354	9.144	43.498	19.244	6.738	25.982	15.110	2.406	17.516	①
Costo de la obra de la vía	9.816	8.157	17.973	3.805	3.162	6.967	6.011	4.995	11.006	②
Costo del edificio	20	0	20	8	0	8	12	0	12	③ Costo de reconstrucción del edificio de estación
Otros costos comunes	0	3.296	3.296	0	3.296	3.296	0	0	0	④ Costo de maquinaria para la obra
Costo de recuperación de las vigas de la Línea YAPACANI	554	0	554	554	0	554	0	0	0	⑤
Costo de las maquinarias para el mantenimiento	0	2.730	2.730	0	2.730	2.730	0	0	0	⑥
Costo de la obra eléctrica	40	135	175	20	62	82	20	73	93	⑦
Subtotal	45.172	23.462	68.634	23.755	15.988	39.743	21.417	7.474	28.891	
Contingencia	4.517	2.346	6.863	2.375	1.599	3.974	2.142	747	2.889	
Total del Costo Directo	49.689	25.808	75.497	26.130	17.587	43.717	23.559	8.221	31.780	
Costo de levantamiento y estudio geológico	1.052	0	1.052	510	0	510	542	0	542	
Costo Indirecto	E/S I	0	2.460	0	1.318	1.318	0	1.142	1.142	
	E/S II	4.478	2.346	6.824	2.597	1.361	1.881	985	2.866	
Total del Costo Indirecto	5.530	4.806	10.336	3.107	2.679	5.786	2.423	2.127	4.550	
Total del Costo de la Obra	55.219	30.614	85.833	29.237	20.266	49.503	25.982	10.348	36.330	Después del 2006 (17.200)
Costo de compra del material rodante	0	55.280	55.280	0	27.120	27.120	0	10.960	10.960	Costo de la obra + Costo del material rodante descriptos aparte
Total del Importe de Inversión	55.219	85.894	141.113	29.237	47.386	76.623	25.982	21.308	47.290	

E/S I: Costo de diseño de detalles de las estructuras

E/S II: Costo de trabajos de supervisión de la obra de campo

Cuadro 11-1-2 Importe de Inversión B del Plan de Mejoramiento del Ferrocarril entre Oruro y Cochabamba

Unidad: US\$1.000

Partida de gastos	Importe de inversión B			Porción de la Obra de Fase I			Porción de la Obra de Fase II			Observaciones
	Moneda nacional	Moneda extranjera	Total	Moneda nacional	Moneda extranjera	Total	Moneda nacional	Moneda extranjera	Total	
Costo de terreno	388	0	388	126	0	126	262	0	262	Incluyendo costo del traslado del obstáculo
Costo de la obra de ingeniería civil	35.152	13.566	43.718	19.831	9.124	28.955	15.321	4.442	19.763	①
Costo de la obra de la vía	9.816	8.157	17.973	3.805	3.162	6.967	6.011	4.995	11.006	②
Costo del edificio	20	0	20	8	0	8	12	0	12	③
Otros costos comunes	0	3.296	3.296	0	3.296	3.296	0	0	0	④
Costo de recuperación de las vigas de la Línea YAPACANI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	⑤
Costo de las maquinarias para el mantenimiento	0	2.730	2.730	0	2.730	2.730	0	0	0	⑥
Costo de la obra eléctrica	40	135	175	20	62	82	20	73	93	⑦
Subtotal	45.416	27.884	73.300	23.790	18.374	42.164	21.626	9.510	31.136	
Contingencia	4.542	2.788	7.330	2.379	1.837	4.216	2.163	951	3.114	
Total del Costo Directo	49.958	30.672	80.630	26.169	20.211	46.380	23.789	10.461	34.250	
Costo de levantamiento y estudio geológico	1.052	0	1.052	510	0	510	542	0	542	
Costo Indirecto	E/S I	0	2.668	0	1.437	1.437	0	1.231	1.231	
	E/S II	4.503	2.788	7.291	2.612	1.617	1.891	1.171	3.062	
Total del Costo Indirecto	5.555	5.456	11.011	3.122	3.054	6.176	2.433	2.402	4.835	
Total del Costo de la Obra	55.513	36.128	91.641	29.291	23.265	52.556	26.222	12.863	39.085	Después del 2006 (17.200)
Costo de compra del material rodante	0	55.280	55.280	0	27.120	27.120	0	10.960	10.960	Costo de la obra + Costo del material rodante descriptos aparte
Total del Importe de Inversión	55.513	91.408	146.921	29.291	50.385	79.676	26.222	23.823	50.045	

E/S I: Costo de diseño de detalles de las estructuras

E/S II: Costo de trabajos del supervisión de la obra de campo

11-2 PROCESO DE INVERSION

11-2-1 Concepto del proceso de inversión

Al establecer el proceso de inversión, se proyecta que la ENFE empiece diversos trámites relacionados, suponiendo los préstamos de varios países extranjeros desde 1996, después de acabado éste proyecto de E/F.

Emprendiendo los estudios preliminares (levantamiento, estudio geológico, diseño de detalles) antes de ésta obra de mejoramiento desde mediados de 1996, se acabará la obra de la Fase I al fin de 1997.

Poniendo en marcha la obra, según necesidad desde el tramo de mayor urgencia, en cuanto a la obra de la Fase I, se acabará la obra del Terraplen de la vía en los 5 sectores desde 1998 hasta el 2000. En cuanto a la obra de la Fase II, se proyecta que se acaben las obras del Terraplen de la vía que quedan desde 2001 hasta el 2005.

(1) Obra de la Fase I

Después de haber discutido con los interesados de la ENFE en base a lo antedicho, en cuanto a la obra del Terraplen de la vía, se decidió ejecutar la obra preferentemente desde los sectores donde el ascenso del lecho de río es especialmente notable y ocurren muchos desastres, debido a los flujos de sedimentos, incluyendo unos sectores ya mejorados, y se seleccionaron como la obra de la Fase I los sectores de mejoramiento de Nos ⑤, ⑦, ⑨, ⑪, ⑬ y la obra de construcción de la nueva cabina de señalización de Cona Cona. Además, en cuanto a la obra de la vía, como la obra de la Fase I serán las obras de la vía ⑤ ~ ⑬ en los sectores de mejoramiento del Terraplen de la vía (incluyendo los sectores de la línea existente), 4 km de los sectores donde ocurren muchos accidentes excepto los sectores de mejoramiento (entre 145 km ~ 149 km) y la cabina de señalización de Cona Cona.

(2) Obra de la Fase II

En los sectores del plan de mejoramiento excepto las obras de la Fase I, en cuanto a la obra del Terraplen de la vía, Nos. de los sectores de mejoramiento

①, ③ (una parte de ④), ⑮, ⑰, ⑲ serán las obras de la Fase II. Además, en cuanto a la obra de la vía, las obras de la vía ① ~ ④, ⑭ ~ ⑳ (incluyendo los sectores de la línea existente) en los sectores de mejoramiento del Terraplen de la vía y 10 km de los sectores donde ocurren muchos accidentes excepto los sectores de mejoramientos (63 km ~ 64 km, 66 km ~ 69 km, 70 km ~ 72 km, 141 km ~ 143 km, 151 km ~ 152 km, 153 km ~ 154 km) serán la obra de la Fase II.

(3) Plan de compra de material rodante

En cuanto al plan de compra de material rodante, se aumentará después del 2000 según la demanda del transporte. (Ver Apéndice 8-4.)

11-2-2 Monto de inversión por año

En cuanto al monto de inversión por año, se muestra el monto de inversión (incluyendo el 10% de contingencia) en la columna superior del Proceso de Inversión de los Cuadros 11-2-1 y 11-2-2.

En ambos importes de inversión de A y B, del costo del terraplen de la vía en la obras de la Fase I, se asigna el costo de la maquinaria para la obra y el mantenimiento respectivamente en el 1998 y en el 2000. Además del monto de inversión A, en el ítem del estudio preliminar se asigna el costo de recuperación de las vigas de acero de la Línea YAPACANI en el 1998.

En la parte del monto total de inversión de la columna inferior se muestra el monto de inversión por cada año, pero en cuanto al costo de compra del material rodante refiérase a la parte de "Nota".

Cuadro 11-2-1 Proceso de Inversión A

Item	Año										Total
	Obra de la Fase I					Obra de la Fase II					
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
Diversos trámites por ENFE											
Estudio preliminar (levantamiento, estudio geológico, diseño de detalles)	510	790 (790)	528 (528)			1.227 (685)	457 (457)				3.512 (2.460)
Trabajos de supervisión de la obra de campo			1.320 (454)	1.320 (454)	1.318 (453)			955 (328)	955 (328)	956 (329)	6.824 (2.346)
Obra de asiento de la vía I			11.956 (6.399)	3.422 (1.190)	incluyendo el costo del terreno						15.378 (7.589)
Sectores del plan de mejoramiento (5), (7), (8)											
Obra de asiento de la vía II				12.039 (2.411)	8.527 (4.040)						20.586 (6.451)
Sectores del plan de mejoramiento (1), (3), (una parte de 4)								5.390 (325)	2.330 (139)		7.720 (464)
Obra de la vía I											
Sectores del plan de mejoramiento (9), (1), (9)									8.292 (1.528)	3.557 (655)	11.849 (2.183)
Obra de la vía I											
Sectores del plan de mejoramiento (5) ~ (13), y Cona Cona				2.823 (1.282)	3.687 (1.674)						6.510 (2.956)
Obra de la vía I											
Sector de 4 km excepto los sectores del plan de mejoramiento			1.152 (523)								1.152 (523)
Obra de la vía II											
Sectores del plan de mejoramiento (1) ~ (4), (14) ~ (5)									5.152 (2.259)	4.077 (1.928)	9.229 (4.187)
Sector de 10 km excepto los sectores del plan de mejoramiento									1.870 (770)	1.010 (537)	2.880 (1307)
Obra eléctrica				30 (23)	61 (45)					59 (47)	193 (148)
Compra de material rodante					27.120 (27.120)						10.960 (55.280)
Total del Monto de Inversión A	510	790 (790)	14.956 (7.904)	19.654 (5.360)	40.713 (33.332)	1.227 (685)	457 (457)	8.215 (1.423)	17.798 (4.838)	19.593 (13.905)	141.113 (85.894)

Nota) El proceso de inversión por año mencionado arriba excluye el proceso de compra del material rodante después del 2006. La parte intercalada entre los paréntesis () muestra la reinserción de la moneda extranjera.
 El costo de compra del material rodante es: 27.120 en el 2000, 10.960 en el 2005, 800 en el 2008, 6.600 en el 2011, 9.000 en el 2017, 800 en el 2.018
 Total 55.280 x US\$1.000

Cuadro II-2-2 Proceso de Inversión B

Item	Obra de la Fase I					Obra de la Fase II					Total	
	Año	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004		2005
Diversos trámites por ENFE												
Estudio preliminar (levantamiento, estudio geológico, diseño de detalles)	510	862 (862)	575 (575)				1.281 (739)	492 (492)				3.720 (2.668)
Trabajos de supervisión de la obra de campo			1.410 (539)	1.410 (539)	1.409 (539)			1.020 (390)	1.020 (390)			7.291 (2.788)
Obra de asiento de la vía I			11.351 (6.399)	3.422 (1.190)	incluyendo el costo del terreno							14.773 (7.589)
Sectores del plan de mejoramiento ⑤, ⑦, ⑧				14.348 (4.248)	9.506 (4.773)							23.854 (9.021)
Obra de asiento de la vía II								5.849 (793)	2.526 (340)			8.375 (1.133)
Sectores del plan de mejoramiento ①, ③, (una parte de ④)												
Sectores del plan de mejoramiento ⑬, ⑰, ⑱									9.562 (2.624)	4.102 (1.130)		13.664 (3.754)
Obra de la vía I												6.510 (2.956)
Sectores del plan de mejoramiento ⑤ - ⑬, y Cona Cona				2.823 (1.282)	3.687 (1.674)							1.152 (523)
Sector de 4 km excepto los sectores del plan de mejoramiento			1.152 (523)									
Obra de la vía II												
Sectores del plan de mejoramiento ① - ④, ⑫ - ⑭												
Sector de 10 km excepto los sectores del plan de mejoramiento									1.870 (770)	1.010 (537)		2.880 (1.307)
Obra eléctrica				30 (23)	61 (45)					59 (47)	43 (33)	193 (148)
Compra del material rodante					27.120 (27.120)							55.280 (55.280)
Total del Monto de Inversión A	510	862 (862)	14.488 (8.036)	22.033 (7.282)	41.783 (34.205)	1.281 (739)	492 (492)	8.739 (1.953)	19.329 (6.197)	20.204 (14.442)	146.921 (91.408)	

Nota) El proceso de inversión por año mencionado arriba excluye el proceso de compra del material rodante después del 2006. La parte intercalada entre los paréntesis () muestra la reinscripción de la moneda extranjera.
 El costo de compra del material rodante es: 27.120 en el 2000, 10.960 en el 2005, 800 en el 2008, 6.600 en el 2011, 9.000 en el 2017, 800 en el 2.018
 Total 55.280 x US\$1.000

11-3 SISTEMA DE CONTROL DE EJECUCION DEL PROYECTO

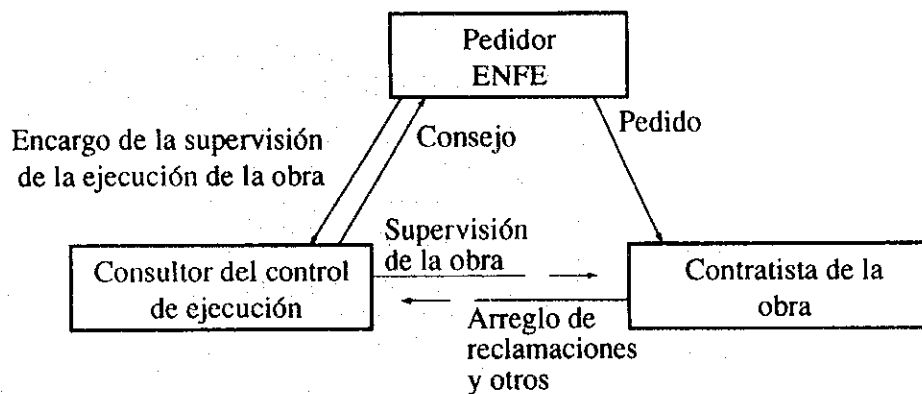
11-3-1 Concepto del sistema de control de ejecución del proyecto

La ENFE ya ha tenido la experiencia de la obra de reparación de daños de desastres desde el 1985 hasta el 1989 entre IPIAS y ROBORE de la Línea Oriental de la Red Oriental. Por eso, se considera que es deseable realizar igualmente el sistema de control de ejecución de este proyecto.

Además, la ENFE impulsa actualmente el proceso de capitalización y está haciendo los preparativos para realizarla, y la organización y el sistema futuros son inciertos. Por eso, se ha decidido examinar el sistema de control de ejecución suponiendo la organización y sistema actuales y basándose en que se ejecute la reducción considerable del personal.

11-3-2 Sistema de control de ejecución

Es deseable que el sistema de control de ejecución de la obra sea el método tripartito y sea el sistema de controlar en conjunto todos los sectores de la obra.



(1) Sistema de control de la ENFE

En caso de que se ejecute la obra de mejoramiento haciendo la administración del ferrocarril, es necesario el control de ejecución especialmente para que no constituya estorbos para la operación de trenes en el lugar de la obra. Para ésto, la ENFE se pondrá en contacto y conversará suficientemente con el contratista. Al mismo tiempo estudiará que los técnicos estén siempre estacionados en el lugar de la obra, debido a la necesidad de una organización que tome la decisión del juicio técnico sin perder el tiempo (Oficina de

Construcción). Estudiando lo dicho, será como se muestra en la Figura 11-3-1.

Además, en cuanto a la operación de coche automotor, vagón de transporte de hormigón, etc., el personal que conozca bien; la geografía, topografía y la situación de la vía del lugar de la obra se encargará de esto.

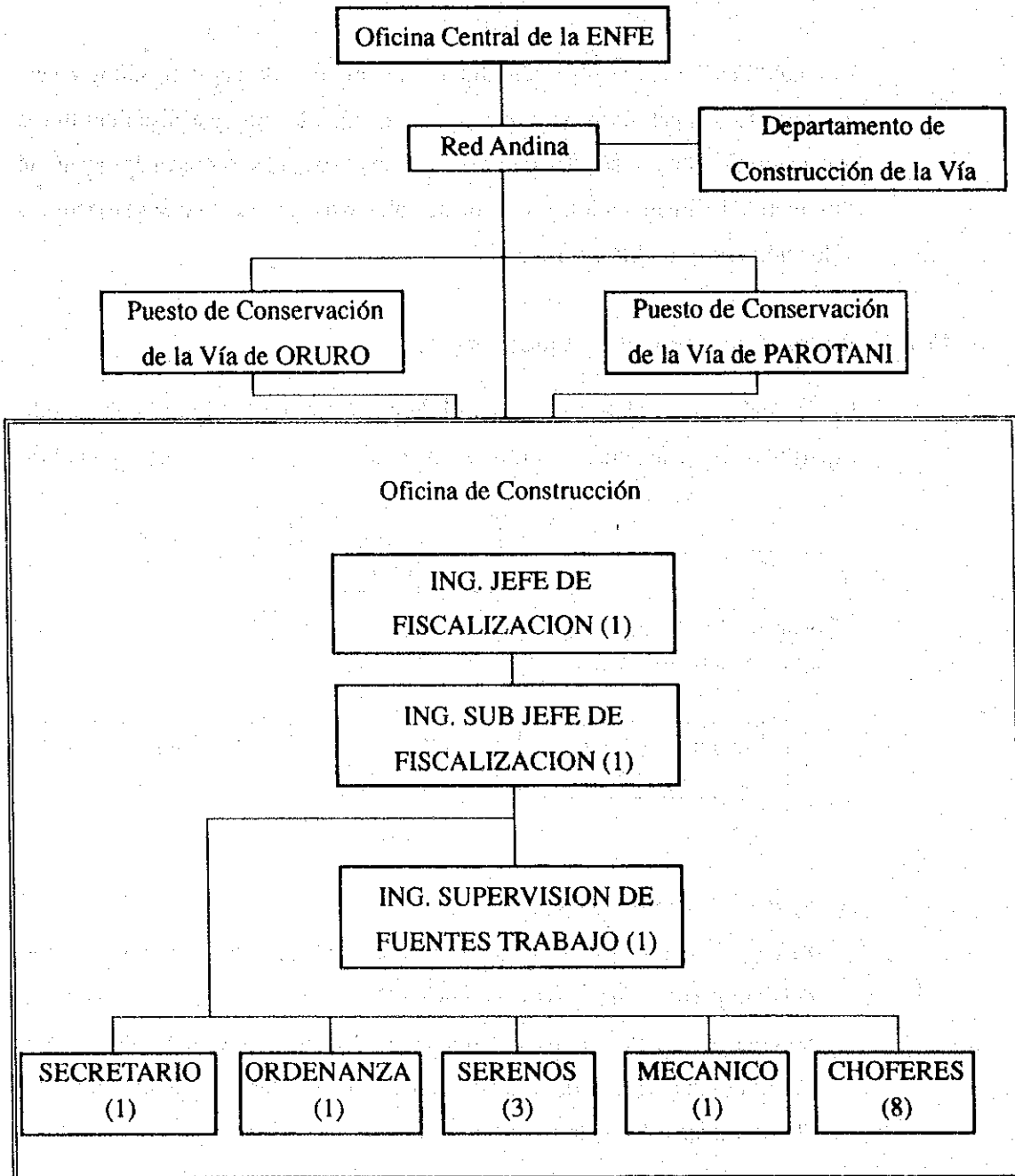


Fig. 11-3-1 Organigrama del Control de Ejecución de la Obra de la ENFE

(2) Sistema de control del consultor

En cuanto a las estructuras principales (grandes puentes, túneles rectangulares, túneles montañosos, etc.) en los sectores de mejoramiento, hay diversos asuntos desconocidos para la ENFE.

Tales como: al llevar adelante la ejecución de la obra, se requiere el juicio técnico y además, debido a los trabajos al lado de la línea en servicio en el lugar de la obra, es necesario el control de ejecución para que no constituya estorbos para la operación de trenes. Por eso, en cuanto a los trabajos de diseño y supervisión de la obra, es deseable que se concluya un contrato con el consultor de países avanzados que tengan mucha experiencia.

Teniendo en cuenta las obras de reparación de daños de desastres en la línea oriental de la Red Oriental, la organización de control será como se muestra en la Figura 11-3-2, y el consultor llevará a cabo los siguientes trabajos:

- Supervisión de la obra y del equipo
- Consejo al pedidor de la obra
- Ajuste del precio unitario y cambio de diseño
- Guardia y presentación de los documentos técnicos y de supervisión
- Arreglo de informaciones sobre el proyecto
- Presentación del plano de acabamiento y del informe final
- Educación y entrenamiento de contrapartes en el lugar de la obra

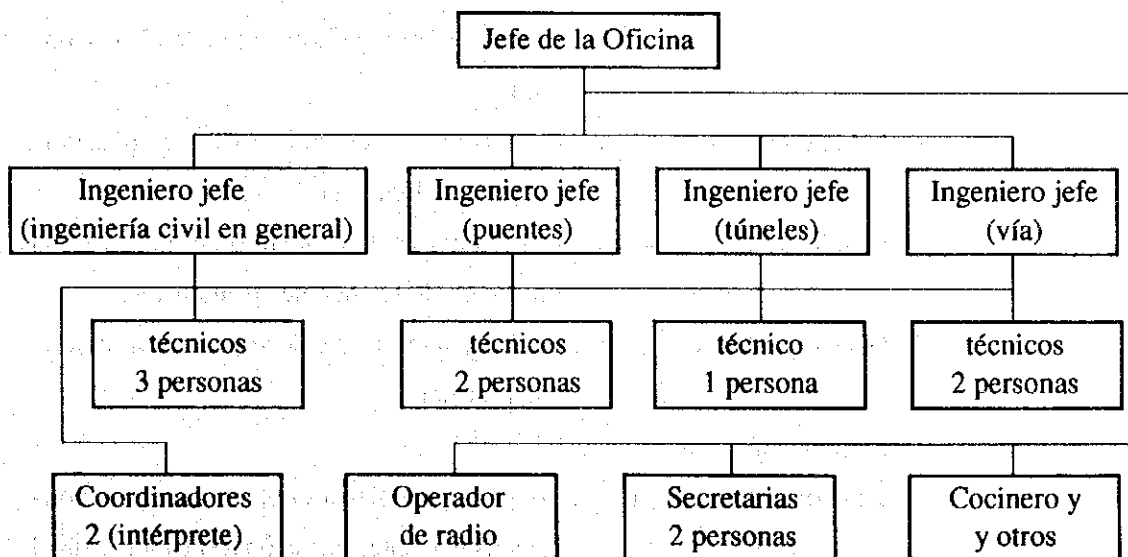


Fig. 11-3-2 Organigrama del Control de Ejecución de la Obra del Consultor

11-3-3 Sistema de seguridad contra los trabajos de aproximación de trenes

Para ejecutar con normalidad la obra, se establecerá en la oficina de construcción un puesto de control de la operación, por medio de la radiofonía con trenes y se comprenderá concentradamente la operación de los trenes actuales y del material rodante para la obra. Con esto, se organizara un sistema más seguro y más eficiente del control de la operación del material rodante para la obra. Además, debido a que en el lugar de la obra será la obra de aproximación de la línea existente, tomando en consideración la protección de ésta, se obligará la colocación de guardias de trenes, y al mismo tiempo se considerará la instalación de aparato de aproximación de trenes y otros.

11-3-4 Otros puntos a que se preste atención en la ejecución de la obra

Para ejecutar con normalidad la obra, es necesario preparar el plan con anticipación, prestando atención a los siguientes puntos:

- (1) Debido a que se necesiten los siguientes estudios preliminares antes de la ejecución de la obra, serán necesarios el pedido y análisis de cada experto con la debida anticipación:
 - Levantamiento levantamiento del eje del trazado, levantamiento longitudinal y nivelación transversal, planimetría de la estación de Cona Cona y otros.
 - Estudio geológico estudio de reconocimiento de la superficie terrestre, calicata, perforación
 - Estudio de precipitación .. cálculo del caudal máximo de diseño en la ubicación de los puentes principales
 - Diseño de detalles diseño y método de ejecución de la obra de cada estructura
 - Preparación de la especificación normal obras de ingeniería civil en general, fabricación de puente, ejecución de la obra de túnel

- (2) En cuanto a la obra de recuperación de las vigas existentes de la Línea YAPACANI según el plan de mejoramiento, se considera que se necesitará más o menos un año. Por eso, se establecerá un plan de recuperación de acuerdo con el avance de la obra.
- (3) En caso de que se adopte una nueva viga de 70 m de luz en el puente de Changolla del No. 5 del plan de mejoramiento que se proyecta en la obra de la Fase I, aunque se tome en consideración su fabricación en países vecinos, se necesita alrededor de un año. Por tal motivo, será necesario hacer el pedido con mucha anticipación. En caso de que sea imposible la recuperación de las vigas existentes de la Línea YAPACANI, será necesario examinar el proceso de fabricación de vigas y rieles en conjunto, y al mismo tiempo hacer el pedido según el avance de la obra.
- (4) Para la fabricación y transporte de las máquinas para la obra que se planean en ésta obra (coche automotor para la obra, vagón de transporte de balasto, bogie llano, planta de hormigón, bomba para hormigón, vagón de transporte de hormigón, etc.), se considera que se necesite más o menos 1 ~ 1,5 año. Por eso, será necesario tomar en consideración que se haga el pedido en la etapa del estudio preliminar.

11-3-5 Envío de expertos

Para impulsar ésta obra, es deseable que los expertos técnicos del ferrocarril de países avanzados sobre técnica ferroviaria están radicando en el país, con objeto de llevar a cabo una serie de trabajos desde el estudio hasta el contrato de la obra en colaboración con los encargados de la ENFE y al mismo tiempo de dirigir a los ingenieros de la ENFE y darles consejos sobre la obra.

CAPITULO

12

**ANALISIS
ECONOMICO**

CAPITULO 12

ANALISIS ECONOMICO

Este capítulo tiene por objeto realizar el análisis y evaluación del efecto de la inversión en el proyecto de mejoramiento del tramo objeto del estudio (Oruro ~ Cochabamba) desde el punto de vista económico. Como se indica abajo, los siguientes 2 casos serán el objeto del análisis: A (caso en que se reutilicen las vigas de acero de la Línea Yapacani) y B (caso en que no se las reutilicen).

12-1 METODO DEL ANALISIS

En cuanto a los dos casos que se propusieron en este estudio: caso en que se realice el proyecto de mejoramiento (con proyecto) y caso en que no se lo realice (sin proyecto), se realizan el análisis y evaluación sobre el costo de inversión y diversos beneficios que se estimen según los siguientes índices. En cuanto al costo de inversión, se tratan los dos casos (A y B) separadamente, pero en cuanto a los beneficios no hay diferencia entre ambos casos.

Indices de Evaluación

- Valor Actual Neto (NPV)

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t}$$

- Tasa de Rentabilidad Interna Económica (EIRR) *

$$\sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+EIRR)^t} = \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+EIRR)^t}$$

donde:

B_t: Beneficio a los t años del ciclo vital del proyecto

C_t: Costo

n: Ciclo vital del proyecto

(en este documento, la producción del beneficio será en el año 2001 y el período del análisis será hasta el año 2030.)

i: Tasa de descuento (Tasa de interés, en este documento será del 12%/año.)

* EIRR = TIRE (tasa interna de retorno economico)