

REPÚBLICA DE BOLIVIA

AGENCIA DE COOPERACION  
INTERNACIONAL DEL JAPON

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD  
SOBRE  
EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE  
LA LINEA FERROVIARIA ORURO-COCHABAMBA  
EN BOLIVIA**


**INFORME FINAL**

**OCTUBRE 1995**

**SERVICIO TECNICO FERROVIARIO DEL JAPON  
COMPANIA CONSULTORA DE INGENIERIA TONICHI, S.A.**

S S F  
I R  
95-123



JICA LIBRARY  
  
1123049(7)

国際協力事業団

28658

REPUBLICA DE BOLIVIA

AGENCIA DE COOPERACION  
INTERNACIONAL DEL JAPON

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD  
SOBRE  
EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE  
LA LINEA FERROVIARIA ORURO-COCHABAMBA  
EN BOLIVIA**

**INFORME FINAL**

**OCTUBRE 1995**

**SERVICIO TECNICO FERROVIARIO DEL JAPON  
COMPAÑIA CONSULTORA DE INGENIERIA TONICHI, S.A.**

**NOTA**

Dentro de éste Informe se utiliza el siguiente Tipo de Cambio

1\$us (Dolar americano) = Bs.4,65 (Bolivianos)

1\$us (Dolar americano) = Y100 (Yen)

## PREFACIO

En respuesta la solicitud del Gobierno de la Republica de Bolivia, el Gobierno del Japón decidió realizar un estudio de Factibilidad sobre el Proyecto de Mejoramiento de la Linea Ferroviaria Oruro - Cochabamba en Bolivia y encargó el estudio a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

La JICA envió a Bolivia una misión de estudio encabezada por el Sr. Tatsuya Ishihara del Servicio Tecnico Ferroviario de Japón (JARTS) cuatro veces, de enero 1994 a octubre de 1995.

La Misión, que discutió con los interesados del Gobierno de Bolivia y la vez llevó a cabo estudios de campo en el área de estudio, retornó al Japón para preparar este informe, de acuerdo a los estudios, y datos recopilados su país.

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

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

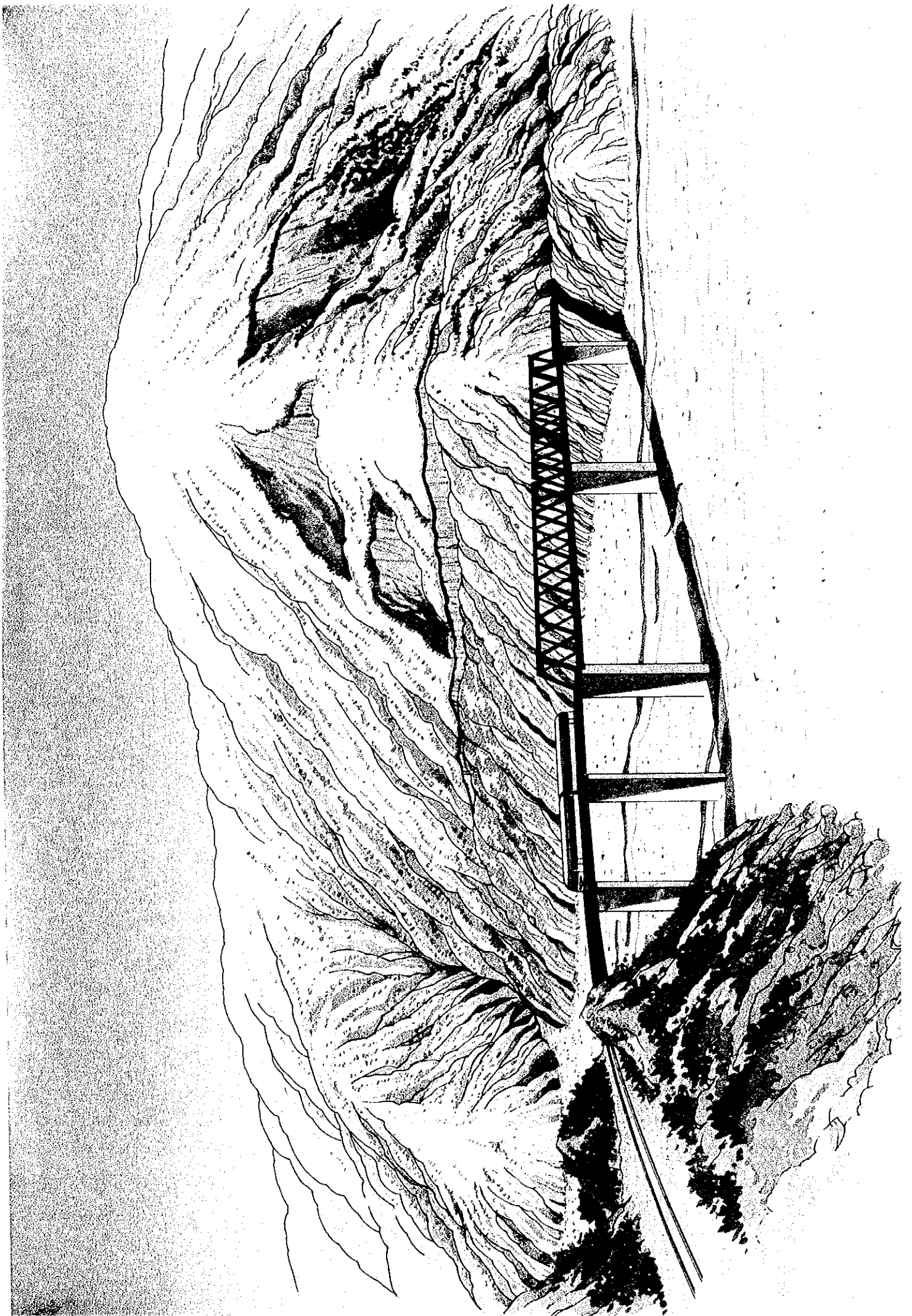
Octubre de 1995



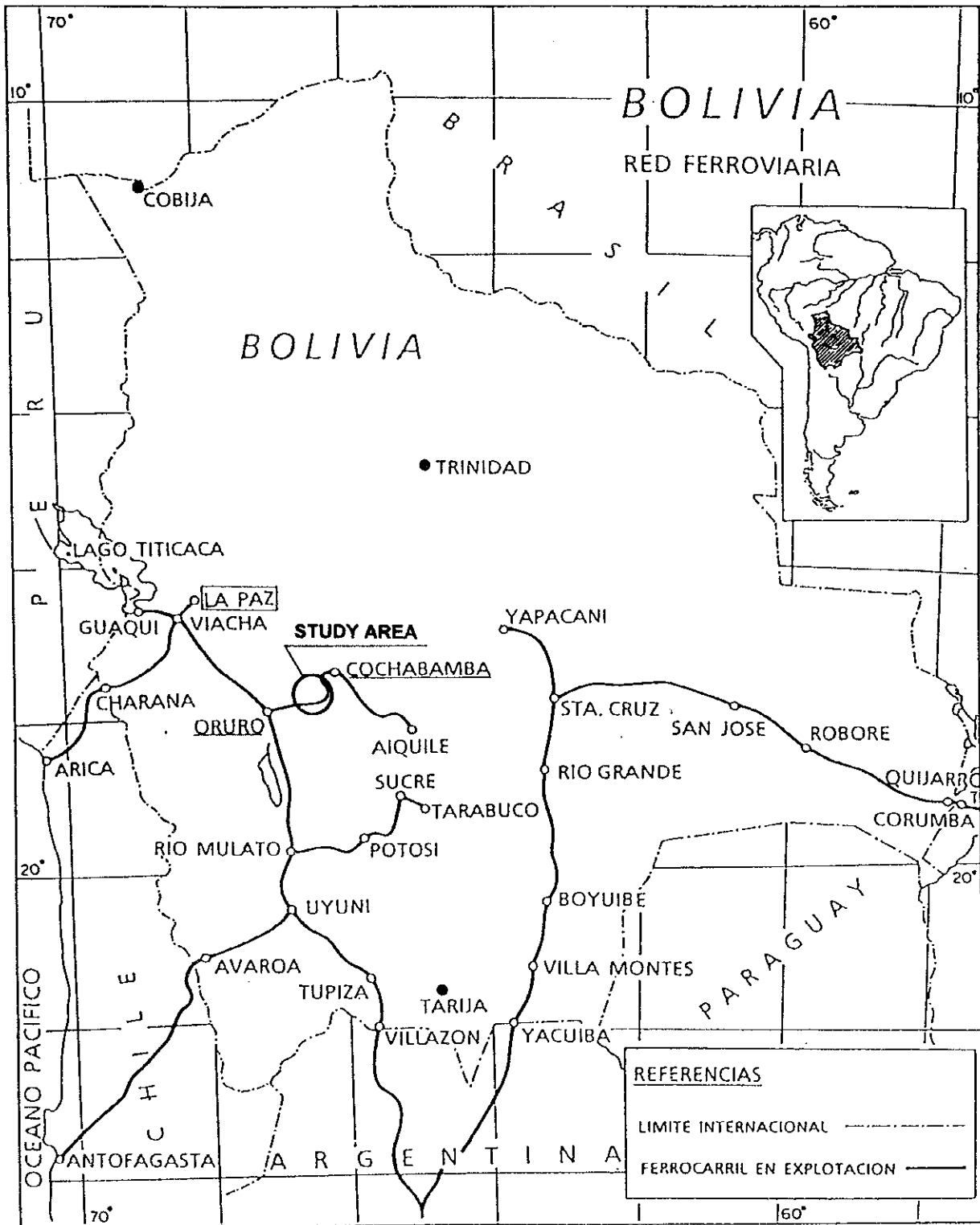
Kimio Fujita

Presidente

Agencia de Cooperación Internacional del Japón

















**REPUBLICA DE BOLIVIA**  
**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SOBRE EL PROYECTO DE**  
**MEJORAMIENTO DE LA LINEA FERROVIARIA**  
**ORURO-COCHABAMBA**  
**[RESUMEN]**

**1. OBJETIVO**

El Proyecto, es un estudio de factibilidad sobre el plan de mejoramiento de la vía férrea, teniendo como objetivo asegurar el transporte estable de la línea ferroviaria Oruro-Cochabamba en Bolivia.

Con respecto a la zona donde se concentran los accidentes (Zona Roja) entre las Estaciones de Aguas Calientes e Irpa Irpa de aproximadamente 55 km. (Sector donde se ha elaborado los Planos topográficos), se ha analizado la modificación de rutas, seleccionando la Ruta más adecuada y proyectando los planes de las estructuras adecuadas a la Ruta y al mismo tiempo, con respecto al plan de mejoramiento del Sector Oruro-Cochabamba, realizar una evaluación integral sobre la factibilidad de realización bajo los factores técnicos, medio ambientales, económicos, financieros, etc.

**2. SINTESIS DEL PROYECTO**

**(1) RESUMEN DE LOS PRINCIPALES PLANES DE MEJORAMIENTOS**

**1) El Tramo de Aguas Calientes-Irpa Irpa del Sector Oruro Cochabamba**

- 1 El sector de 33km. con 10 tramos donde existe peligro de inundaciones de la vía y la diferencia de altura entre la vía y el lecho de los ríos que corren paralelamente es mínima, éste sector será modificado hacia la ladera del cerro, y de la misma manera se ejecutarán las obras de mejoramiento de vía.
- 2 También en las quebradas que cruzan la vía y donde aparecen las mazamorras, se protegerá la vía con puentes, túneles artificiales, etc.
- 3 Inherentes a la modificación de la ruta, se mejorarán las 5 Estaciones, Aguas Calientes, Tacopaya, Colcha, Arque y Orcoma. Además en éste sector se eliminarán dos desvíos, en las Estaciones de Changolla e Higuera por razones de capacidad de la vía.
- 4 Donde no se ejecute variantes, se realizarán mejoramiento de vía (nivelaciones y otros trabajos).

2) **El Sector de Oruro-Cochabamba excluyendo el Tramo 1), (Tramo Oruro-Aguas Calientes e Irpa Irpa-Cochabamba)**

- 1 En el Tramo de 14km. donde se concentran los accidentes de descarrilamientos por desastres y mal estado de la vía, se realizará su mejoramiento de vía correspondiente.
- 2 Con respecto a la capacidad de la vía en el sector de estudio, se construirá un desvío nuevo en la Estación de Cona Cona.

3) Para tratar de disminuir el costo de obra, se ejecutará en lo posible con la reutilización de los tramos metálicos existentes. Sin embargo, con respecto a los 21 tramos a ser reutilizados de la Línea Yapacaní, se analizan los dos casos siguientes. Y de acuerdo a los resultados obtenidos la ENFE, definirá la reutilización de los tramos metálicos de la Línea Yapacaní en la etapa de ejecución.

- 1 Caso de reutilización de tramos metálicos de la Línea Yapacaní
- 2 Caso de no reutilizar los tramos metálicos de la Línea Yapacaní

(2) **RESUMEN DE LONGITUDES DE LAS INSTALACIONES EN EL SECTOR DE LA MODIFICACION DE RUTA**

TIPO DE ESTRUCTURAS	LONGITUDES (km)	PORCENTAJE (%)
Cortes/Terraplenes	29,9	90,9
Puentes	1,5	4,6
Túneles Artificiales	1,4	4,2
Túneles de Montaña	0,1	0,3
<b>TOTAL</b>	<b>32,9</b>	<b>100,0</b>

(3) **ETAPAS DEL MEJORAMIENTO**

De acuerdo al grado de urgencia de los 10 tramos del Plan de modificación de Rutas que corresponde a 33km. aproximadamente, se dividirá en 2 Etapas y se ejecutará por fases.

Primera Etapa: 5 Tramos del Sector de Mejoramiento con 16km.  
 Segunda Etapa: El resto de 5 Tramos del Sector de Mejoramiento con 17km.

	PRIMERA ETAPA	SEGUNDA ETAPA
Trabajos Preliminares	Año 1996	Año 2001
Inicio de Obras	Año 1998	Año 2003
Conclusión de Obras	Año 2000	Año 2005

#### (4) VOLUMEN DE DEMANDA PREVISTO

AÑO	Pasajero (1000Pas/Año)	Carga (1000 Tn/Año)
2000	114	742
2010	156	1.049
2020	185	1.389

#### (5) OPERACION Y MATERIAL RODANTE

- 1) Velocidad Teórica: Tren Pasajero (Expreso) 42km/h; Tren Pasajero (Ordinario) 37km/h; Tren de Carga 35 km/h.
- 2) Sistema de Seguridad Operacional: Papeletas de Vías Libres (En actual ejecución)
- 3) Cantidad de Trenes (Ida y vuelta)

Año	Pas. (Expreso)	Pas.(Ordinario)	Cargas
2000	1 Tren/día	1 Tren/día	5 Tren/día
2010	1 Tren/día	1 Tren/día	6 Tren/día
2020	1 Tren/día	1 Tren/día	8 Tren/día



4) Cantidad de Material Rodante a ser Adicionados (Hasta el Año Horizonte)

Año	Tren Tractivo (Pasajeros)	Locomotora Diesel	Vagones de Cargas
2000	1 Coche	6 Unidades	298 Vagones
2010	2 Coche	7 Unidades	512 Vagones
2020	3 Coche	10 Unidades	722 Vagones

Nota: Cantidad de Material Rodante Adicional: Calculados en base al Plan de Transportes del sector de estudio, de acuerdo al volúmen de demanda previsto.

(6) COSTOS DE ADMINISTRACION Y OPERACION

Unidad: Millón \$us.

AÑO	2000	2010	2020
Costo de Adm. y Operación	7,2	8,1	9,4

(7) MONTO DE INVERSION

Unidad: Millón \$us.

CASO	Monto Total de Inversión	Monto de Inversión en Infra-Superestructuras	
Caso de Reutilización de los Tramos Metálicos de la Línea Yapacaní	141 (Moneda Local 55; Moneda Extran.86)	86 (Mon.Local 55, Mon. Ext.31)	Etapa I 50 (Mon.local 29, ext.21)  Etapa II 36 (Mon.local 26, ext.10)
Caso de No Reutilización de los Tramos Metálicos de la Línea Yapacaní	147 (Moneda Local 56; Moneda Extran.91)	92 (Mon.Local 56, Mon.Ext.36)	Etapa I 53 (Mon.local 29, ext.21)  Etapa II 39 (Mon.local 26, ext.13)

Nota:El costo del material rodante, es la diferencia entre el monto total de inversión y el costo de inversión de estructuras.



### **(8) EVALUACION ECONOMICA FINANCIERA**

<b>CASOS</b>	<b>TIR Económico</b>	<b>TIR Financiero</b>
<b>Con la Reutilización de los Tramos Metálicos de la Línea Yapacaní</b>	<b>13,24%</b>	<b>3,31%</b>
<b>Sin Reutilizar los Tramos Metálicos de la Línea Yapacaní</b>	<b>12,69%</b>	<b>3,09%</b>

### **3. EVALUACION INTEGRAL (CONCLUSIONES)**

- (1) El presente Proyecto que contiene la modificación de rutas y otros, su ejecución es técnicamente factible, además los efectos en el medio ambiente son mínimos.**
- (2) Desde el punto de vista de la economía de la nación, la tasa interna de retorno económico es del 13,24% al 12,69%, y si consideramos los otros beneficios directos, se considera que dentro de la economía de la nación, la ejecución de éste Proyecto es pertinente.**
- (3) Además desde el punto de la comercialización de la ENFE, la tasa interna de retorno financiero es del 3,31% al 3,09%, y si consideramos el financiamiento con intereses bajos, utilización de préstamos blandos y otros, la ejecución del Proyecto no tendría problema alguno para asegurar la solidez financiera de la ENFE.**
- (4) Este Proyecto desde el punto de vista general, es un Plan adecuado considerando que está ubicado en una topografía sinuosa en la cordillera de los Andes y que es una vía que sufre desastres continuos provocando la irremediable paralización del tráfico de trenes por largo tiempo, además considerando los aspectos técnicos, medio ambiente, económicos y financieros se juzga que su ejecución es factible.**
- (5) Además con la ejecución del Proyecto, se posibilitará el transporte estable del sector Oruro-Cochabamba coadyuvando al desarrollo sólido social y económico de Bolivia.**
- (6) Sin embargo, para asegurar la solidez financiera de la ENFE, el conseguir un financiamiento con interés blando es lo más importante como problema futuro, además, para la realización eficiente del Proyecto, se recomienda, aparte del desarrollo armónico de la obra, consideraciones al medio ambiente e inversiones eficientes en las instalaciones, maestranzas, material rodante, etc. la importancia del mejoramiento del control del transporte, mantenimiento y conservación de las instalaciones y maestranzas, la parte de la capacitación y otros.**

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SOBRE EL PROYECTO DE  
MEJORAMIENTO DE LA LINEA FERROVIARIA  
ORURO - COCHABAMBA  
EN BOLIVIA**

**INFORME FINAL**

**INDICE**

**CAPITULO 1 INTRODUCCION**

1-1	Antecedentes del Proyecto .....	1-1
1-2	Desarrollo del Proyecto .....	1-2
1-3	Objetivo del Estudio .....	1-3
1-4	Organigrama de Ejecución del Estudio .....	1-4

**CAPITULO 2 SITUACION SOCIO ECONOMICO GENERAL**

2-1	Situación Socio Económico General .....	2-1
2-2	Estructura Industrial y Comercio Exterior .....	2-4
2-3	Plan de Desarrollo Económico Nacional .....	2-12
2-4	Censo Demográfico Nacional .....	2-17

**CAPITULO 3 SITUACION GENERAL DEL TRANSPORTE**

3-1	Caminos .....	3-1
3-2	Transporte Acuático .....	3-4
3-3	Transporte Aéreo .....	3-7
3-4	Ferrocarril .....	3-10

**CAPITULO 4 CONDICIONES NATURALES Y MEDIO AMBIENTE**

4-1	Condiciones Naturales .....	4-1
4-2	Medio Ambiente .....	4-10

<b>CAPITULO 5</b>	<b>CRITERIO BASICO DEL PROYECTO .....</b>	<b>5-1</b>
<b>CAPITULO 6</b>	<b>PLAN DE TRAZADO</b>	
6-1	Concepto y Diversas Condiciones de Selección de Ruta .....	6-1
6-2	Establecimiento de Planes Alternativos de Ruta .....	6-3
6-3	Adquisición de Tierra .....	6-17
<b>CAPITULO 7</b>	<b>PREVISION DE LA DEMANDA</b>	
7-1	Método de Previsión .....	7-1
7-2	Condición Preliminar de Previsión de la Demanda .....	7-2
7-3	Previsión de la Demanda de Pasajeros .....	7-21
7-4	Previsión de la Demanda de Carga .....	7-35
<b>CAPITULO 8</b>	<b>PLAN DE TRANSPORTE</b>	
8-1	Concepto de Elaboración del Plan de Transporte .....	8-1
8-2	Condiciones Básicas del Plan de Transporte .....	8-1
8-3	Plan de Transporte .....	8-4
8-4	Plan de Material Rodante .....	8-9
8-5	Personal .....	8-11
<b>CAPITULO 9</b>	<b>PLAN DE INSTALACIONES</b>	
9-1	Especificaciones .....	9-1
9-2	Estructuras .....	9-4
9-3	Vías .....	9-24
9-4	Estaciones .....	9-33
9-5	Instalaciones de Señales y Telecomunicación .....	9-44
<b>CAPITULO 10</b>	<b>PLAN DE ADMINISTRACION Y OPERACION</b>	
10-1	Organización y Personal .....	10-1
10-2	Gastos de Trabajo .....	10-4
10-3	Capacitación y Entrenamiento .....	10-8

## CAPITULO 11 PLAN DE EJECUCION DEL PROYECTO

11-1 Monto de Inversión .....	11-1
11-2 Proceso de Inversión .....	11-7
11-3 Sistema de Control de Ejecución del proyecto .....	11-11

## CAPITULO 12 ANALISIS ECONOMICO

12-1 Método del Análisis .....	12-1
12-2 Costos de Inversión .....	12-2
12-3 Cálculo de Beneficios .....	12-2
12-4 Resultado del Análisis .....	12-11
12-5 Evaluación .....	12-15

## CAPITULO 13 ANALISIS FINANCIERO

13-1 Objetivo y Método del Análisis .....	13-1
13-2 Principal Condición Preliminar .....	13-1
13-3 Resultado del Análisis .....	13-6
13-4 Análisis de Sensibilidad .....	13-9
13-5 Exámen de la Escala de Inversión .....	13-11
13-6 Evaluación .....	13-14

## CAPITULO 14 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

14-1 Conclusiones .....	14-1
14-2 Recomendaciones .....	14-7

**CAPITULO**



**INTRODUCCION**

# CAPITULO 1

## INTRODUCCION

### 1-1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO

La Empresa Nacional de Ferrocarriles (ENFE) cuenta con una vía total de 3.462 km que está dividida en la vía occidental (2.085 km) y en la vía oriental (1.377 km). Estas dos vías no están conectadas en el interior del país.

Debido a que Bolivia está atrasada en el mantenimiento de las redes viales, la carga de exportación e importación se transporta en su mayoría por medio de los ferrocarriles que pasan por países vecinos (4 países excepto el Paraguay). Sin embargo, debido a que existen muchas zonas en que los desastres ocurren muy frecuentemente, se debe destinar gran cantidad de fondos para su rehabilitación, provocando falta de fondos. Esto ha conducido al desgaste por envejecimiento de la totalidad de las instalaciones y al bajo porcentaje de disponibilidad del material rodante. Especialmente, el tramo entre las estaciones de Aguas Calientes e Irpa Irpa, que pasa a lo largo de los ríos Tacopaya, Chullu Mayu y Arque en la línea Oruro - Cochabamba, en la temporada de lluvias, sufre desastres naturales tales como derrumbamientos de vertientes, flujos de sedimentos, deslizamiento de tierras, etc., requiriendo cada año un mes a tres meses para la rehabilitación y viéndose obligado a suspender el servicio.

También, desde el punto de vista del continente sudamericano, la línea Oruro - Cochabamba está situada en punto medio de la ruta que atraviesa la parte central del continente, constituyendo una línea indispensable en dicha ruta para reforzar el transporte intermodal entre Cochabamba y Santa Cruz.

Tanto para Bolivia como desde el punto de vista del continente sudamericano, la línea ferroviaria entre Oruro y Cochabamba ocupa actualmente y ocupará también en el futuro una posición importante.

Así, la ENFE tiene un gran papel socio-económico como medios de transporte de Bolivia, pero se enfrenta con muchos problemas en sus instalaciones, equipos, administración, etc., y no está en situación de desempeñar eficientemente su función. Por lo tanto, desde

el año 1990 hasta el año 1991, con la cooperación técnica del Japón, fué realizado el "ESTUDIO DEL PLAN MAESTRO SOBRE LA MODERNIZACION Y REHABILITACION DE LA EMPRESA NACIONAL DE FERROCARRILES DE LA REPUBLICA DE BOLIVIA" que es el plan maestro para la total modernización y rehabilitación de la ENFE. Este plan consiste en la rehabilitación de sus líneas e instalaciones y equipos, y también la modernización y la operación de trenes, mantenimiento de las instalaciones y equipos para el año 2020 como objetivo.

En este plan maestro, el proyecto de mejoramiento de la línea ferroviaria entre Oruro y Cochabamba está considerado a llevarse a cabo con prioridad.

## **1-2 DESARROLLO DEL PROYECTO**

Con los antecedentes mencionados arriba, el Gobierno de Bolivia solicitó al Gobierno del Japón la realización de un estudio de factibilidad sobre el mejoramiento de la línea ferroviaria entre Oruro y Cochabamba.

En respuesta a esta solicitud, el Gobierno del Japón envió a Bolivia un equipo de estudio preliminar de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) y, habiendo discutido sobre el contenido del estudio y otros con el Gobierno de Bolivia, concluyó el "Alcance de Trabajo" (S/W) del estudio el 19 de octubre de 1992.

Basándose en este "Alcance de Trabajo", JICA elaboró como la Fase I, mapas topográficos (1/2000) del tramo entre Aguas Calientes e Irpa Irpa y actualmente se ejecuta como la Fase II, el estudio de factibilidad.

Con respecto a la Fase II, JICA envió en enero de 1994 un equipo de estudio, que entregó a la parte boliviana un informe inicial donde se describen el detalle del contenido, metodología, etc., del estudio, explicando y discutiendo luego sobre los mismos. Como resultado, se llegó a un acuerdo básico entre partes bolivianas y japonesas sobre el contenido de dicho informe inicial.

En base a dicho acuerdo, el equipo de estudio, después de haber hecho en Japón, la selección de rutas según los mapas topográficos (1/2000) preparados en la Fase I, ejecutó un estudio