

**ESTUDIO DE MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA
ENTRE SANTA BARBARA Y BELLA VISTA
EN LA REPUBLICA DE BOLIVIA**

INFORME FINAL

SUMARIO

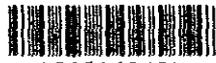
MARZO 1991

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON

SSF
OR(8)
91-028(1/4)

ESTUDIO DE MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA ENTRE SANTA BARBARA Y BELLA VISTA EN LA REPUBLICA DE BOLIVIA
INFORME FINAL
SUMARIO
MARZO 1991
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON
91-028(1/4)

JICA LIBRARY



1090148(6)

22278

**ESTUDIO DE MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA
ENTRE SANTA BARBARA Y BELLA VISTA
EN LA REPUBLICA DE BOLIVIA**

INFORME FINAL

SUMARIO

MARZO 1991

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON



国際協力事業団

22278

PREFACIO

En respuesta a la solicitud presentada por el Gobierno de la República de Bolivia, el Gobierno de Japón decidió llevar a cabo el Estudio de Mejoramiento de la Carretera entre Santa Barbara y Bella Vista, confiando la realización del Estudio a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

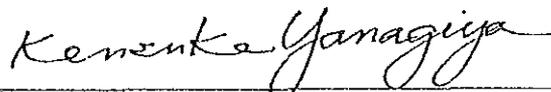
La JICA envió a la Republica de Bolivia una misión de estudio encabezada por el Sr. Takashi Tachikawa, e integrada por los miembros de Central Consultant Inc., Nippon Koei Co., Ltd. y Kokusai Kogyo Co., Ltd., desde agosto de 1898 hasta diciembre de 1990.

La misión sostuvo una serie de reuniones con las autoridades competentes del Gobierno de la República de Bolivia, a la vez que realizó estudios de campo. Tras haber completado el viaje, la misión se dedicó en Japón a estudios con mas detenimiento, a fin de preparar el presente Informe.

Espero que este Informe contribuya a promover el desarrollo de la Carretera y que sirva de lazo de amistad entre los dos paises.

Quisiera expresar mi sincero agradecimiento a las autoridades competentes del Gobierno de la República de Bolivia por la gentil cooperación que han brindado a la Misión.

Marzo, 1991

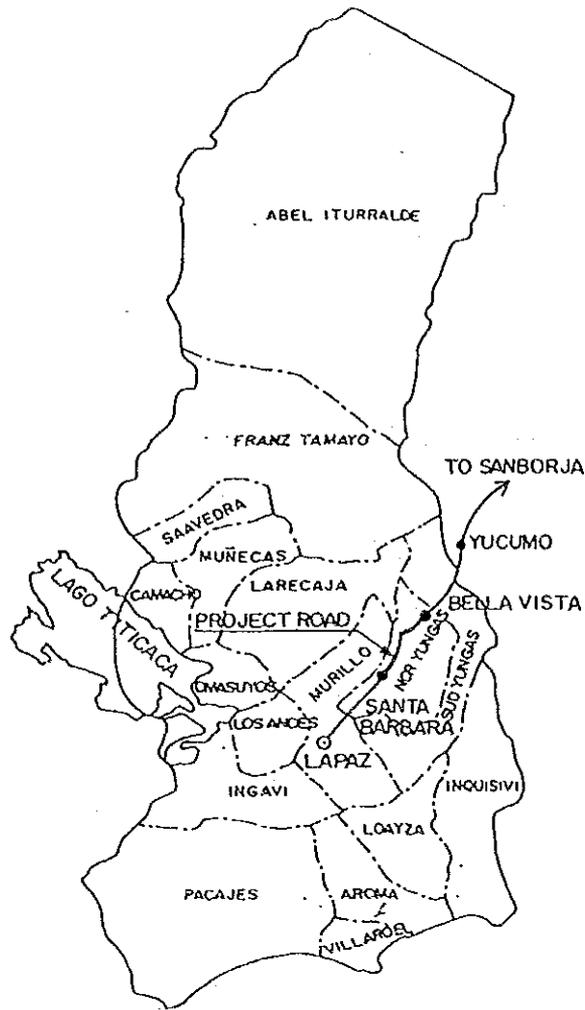


Kensuke Yanagiya

Presidente

Agencia de Cooperación
Internacional de Japón

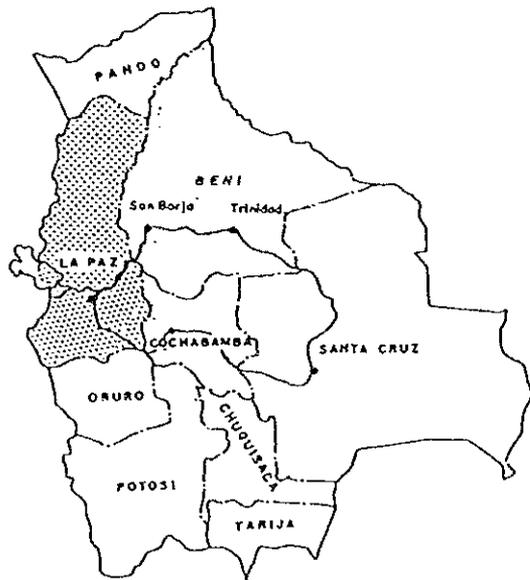
LA PAZ



SUD AMERICA



BOLIVIA



Estudio de Mejoramiento de la Carretera
entre Santa Barbara y Bella Vista
Mapa de Localizaci'o'n



FOTO 1

Vista panorámica del camino existente desde el Puente Santa Bárbara (en primer plano), en dirección de Choro.



FOTO 2

Daño causado por un derrumbe cerca al Punto A (aproximadamente 2.2 km desde el punto de origen: Puente Santa Bárbara). El deslizamiento se extiende aproximadamente 1 km a lo largo del camino.



FOTO 3

Vista del camino existente, en las cercanías de Challa, aproximadamente a 10 km del punto de origen. El camino pasa por un punto de pendiente geográfica variable.



FOTO 4

Via angosta en el camino existente, con insuficiente drenaje, en un sector carcano a 14 km del punto de origen.



FOTO 5

Roca sobresaliente en un sector del camino, cerca a Puerto León, aproximadamente a 35 km del punto de origen. En el estudio, éste fue considerado como uno de los puntos con peligro para el tráfico.



FOTO 6

Vista del puente reticulada existente, cerca a Puerto León. El puente es viejo y podrido, con losas de madera usadas como tratamiento provisional.



FOTO 7

Vista de un túnel existente, excavado sin entibamiento, situado a 35 km del punto de origen. La longitud del túnel es de aproximadamente 25 m.



FOTO 8

Vista del camino existente, en un acantilado, a 38 km del punto de origen. La sección está ubicada en un sector que tiene las condiciones más severas en toda la extensión del camino en estudio.

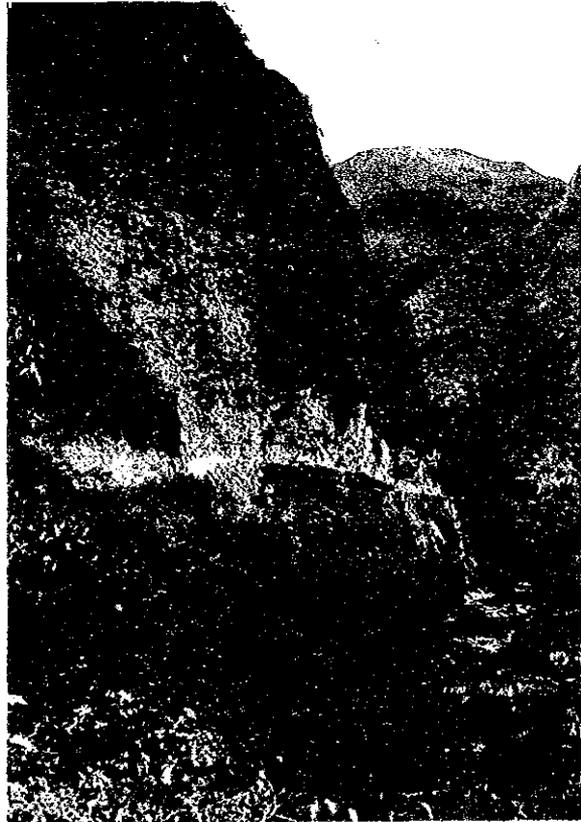


FOTO 9

El mismo sector que se muestra en el punto 8, visto desde una mayor distancia.



FOTO 10

Puente Yara, en las cercanías de la población de Yara. Este es el único puente que no requiere reconstrucción o mejora en toda la extensión del camino en estudio.



FOTO 11

Vista de un sector a 116 km del punto de origen, donde ocasionalmente ocurren derrumbes.



FOTO 12

Vista de la condición actual del camino en Bella Vista (punto terminal del camino en estudio). El tramo posterior a esta foto fue mejorado por el SNC.

ESTUDIO DE MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA
ENTRE SANTA BARBARA Y BELLA VISTA

CONTENIDO DEL INFORME
SUMARIO

A. CONCLUSIONES	S- 1
B. SUMARIO DE VOLUMEN I	S- 3
B.1 INTRODUCCION	S- 3
B.1.1 Antecedentes del Estudio	S- 3
B.1.2 Objetivos del estudio	S- 4
B.1.3 Cronologia del Estudio	S- 4
B.1.4 Informes	S- 4
B.2 CONDICIONES ACTUALES DE LA CARRETERA	S- 5
B.2.1 Sistema de Red Vial en Bolivia	S- 5
B.2.2 Condiciones de la Carretera en la Sección a objeto del Estudio	S- 5
B.3 INVESTIGACION GEOLOGICA	S- 8
B.3.1 General	S- 8
B.3.2 Descripción de la Formación Geológica	S- 9
B.3.3 Problemas Geomorfológicos y Geológicos en el Mejoramiento de la de la Carretera	S- 9
B.3.4 Investigación por Perforaciones	S-10
B.4 ESTUDIO BASICO DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA	S-11
B.4.1 Problemas Fundamentales con la Carretera Existente	S-11
B.4.2 Norma y Criterio de Diseño	S-13
B.4.3 Alternativas de Alineamiento Geométrico	S-14
B.4.4 Estudio de Puentes	S-15
B.4.5 Facilidades Requeridas para Prevención de Desastres	S-17
B.5 Diseño Preliminar	S-19
B.5.1 Diseño Preliminar de la Carretera	S-19
B.5.2 Diseño Preliminar de Puentes	S-22
B.5.3 Diseño de otras Estructuras	S-22
B.5.4 Plan de Movimiento de Tierras	S-27
B.5.5 Mantenimiento	S-28
B.6 ESTIMACION DE COSTOS	S-28
B.6.1 Desglose del Costos	S-28
B.6.2 El costo del Proyecto y Costo de Mantenimiento	S-29
C. RESUMEN DEL VOLUMEN II	S-32
C.1 ANALISIS SOCIO-ECONOMICO	S-32
C.1.1 Actual Situación Socio-económica	S-32
C.1.2 Estructura Socio-económica Futura	S-35
C.2 ESTUDIO DE TRAFICO	S-36
C.2.1 Encuesta de Tráfico Vehicular	S-36

C.2.2	Tabla OD Actual	S-38
C.2.3	Proyección del Futuro Futuro de Tráfico	S-39
C.3	ANALISIS ECONOMICO Y EVALUACION	S-40
C.3.1	Definición de Alternativas	S-40
C.3.2	Beneficios Económicos	S-41
C.3.3	Costos Económicos	S-45
C.3.4	Análisis Económico	S-45
C.3.5	Evaluación Económica	S-47

A. CONCLUSIONES

De los estudios amplios de ingeniería y de economía realizados por el Grupo de Estudio para el Proyecto de Mejoramiento de los 115.5 km de Carretera entre Santa Bárbara y Bella Vista, se han extraído las siguientes conclusiones:

- (1) El costo total del Proyecto y el de la construcción en este caso, han sido estimados en \$us. 188 millones y \$us 152 millones, respectivamente.

Se debe prestar atención a los siguientes puntos del Proyecto:

- a) El alcance del mejoramiento (es decir el ensanche de la carretera actual y la construcción de variantes) es como sigue:

Largo total	: 108.63 Km
	(carretera actual: 115.5 Km)
por ensanche	: 92.29 Km (85%)
por construcción	: 16.34 Km (15%)

- b) El volumen de movimiento de tierras será considerablemente grande y su costo representará más del 60% del total. Sobre todo, tendrá que deshacerse de 8.7 millones de metros cúbicos de tierra, lo que equivale al 85% del volumen total excavado.

En el Estudio se ha confirmado que sería posible localizar bancos de desecho suficientes para deshacerse de la tierra sobrante arriba descrita. Estos estarían en las proximidades de la carretera proyectada y minimizarían cualquier trastorno ambiental mediante una cuidadosa planificación y una hábil utilización.

- c) Puesto que este Proyecto incluye grandes volúmenes de excavación, se considera que después de las operaciones de movimiento de tierras pueden ocurrir frecuentes desastres inevitables tales como fallas de talud. Por consiguiente, se requeriría un periodo de algunos años para estabilizar completamente la carretera mejorada.

B. SUMARIO DE VOLUMEN I

B.1 INTRODUCCION

B.1.1 Antecedentes del Estudio

La Carretera Nacional No. 3 es una de las más importantes de Bolivia. En el sistema de red vial a nivel nacional, esta carretera es clasificada como una troncal que conecta a la región de La Paz con la planicie baja del Norte, la misma que tiene una gran potencialidad para el desarrollo agrícola y ganadera. Sin embargo, la situación actual de esta carretera, tales como : condiciones de superficie, facilidades de drenaje, condiciones de talud y el ancho es bastante pobre para el crecimiento normal del volumen de tráfico.

Como resultado de esfuerzos sucesivos efectuados por los gobiernos en las décadas recientes, han sido llevado a cabo o actualmente se esta comenzando el mejoramiento de algunas secciones de esta carretera a un nivel de tipo transitable en todo tiempo y con 2 carriles. Viendo estas circunstancias actuales, se ve que sin duda se requiere el mejoramiento de la sección de carretera a objeto del estudio, es decir ; entre Santa Barbara y Bella vista.

En otras palabras, una vez que sean terminados los trabajos de mejoramiento entre Cotapata y Santa Bárbara, entre Bella Vista y Yucumo, así como el tramo entre San Borja y Trinidad que se espera en un futuro cercano, el tramo de Santa Bárbara a Bella Vista se convertirá en un "cuello de botella" para el tráfico, puesto que será el único tramo donde el camino es de una sola via con un alineamiento geométrico muy pobre.

Debido a esta situación, el Gobierno de Bolivia pretende mejorar este tramo y ha solicitado al Gobierno de Japón que se lleven adelante todos los estudios necesarios en base a una cooperación técnica binacional.

En respuesta a esta solicitud, el Gobierno de Japón ha decidido elaborar el Estudio de Factibilidad del Proyecto de Mejoramiento de la Carretera entre Santa Bárbara y Bella Vista.

B.1.2 Objetivos del estudio

Los objetivos de este Estudio fueron la elaboración de un análisis técnico y la evaluación socio-económica del efecto del mejoramiento del tramo carretero entre Santa Bárbara y Bella Vista, asimismo, permitir la transferencia de tecnología a personal boliviano, durante el desarrollo del estudio se constituyó igualmente un objetivo del mismo.

B.1.3 Cronología del Estudio

Se han llevado a cabo los siguientes estudios:

1) De Agosto de 1989 a Septiembre de 1990

- a) Recolección y análisis de datos
- b) Análisis Socio-económico
- c) Encuesta y análisis del tráfico vehicular
- d) Estudio geológico y de Suelos
- e) Levantamiento topográfico

2) De Diciembre de 1989 a Marzo de 1990

- a) Determinación de los criterios de diseño
- b) Estimación del tráfico vehicular futuro
- c) Estudio de alternativas
- d) Selección de la alternativa óptima

3) De Julio de 1990 a Diciembre de 1990

- a) Diseño preliminar
- b) Estimación de costos
- c) Evaluación económica

B.1.4 Informes

Los siguientes informes han sido presentados al Servicio Nacional de Caminos:

- a) Informe Inicial, Agosto de 1989
- b) Informe preliminar, Marzo de 1990
- c) Borrador del Informe Final, Diciembre de 1990

B.2 CONDICIONES ACTUALES DE LA CARRETERA

B.2.1 Sistema de Red Vial en Bolivia

En la Fig. B-1 se ilustra el sistema de red vial existente en Bolivia, en la que las carreteras son clasificadas como Troncales o carretera Nacional de Primera Clase (Red Fundamental) y Sub-troncales o Carretera Nacional de Segunda Clase (Red Complementario).

B.2.2 Condiciones de la Carretera en la Sección a objeto del Estudio.

Se encontró que el alineamiento horizontal del camino existente no es muy bueno, es decir, casi no existen secciones rectas, y existen muchas curvas fuera de norma con radio pequeño, a lo largo de la sección en estudio, de Santa Bárbara a Bella Vista. Como resultado, la distancia de visibilidad para conductores es muy corta, causando serios accidentes de tráfico.

Basicamente, el alineamiento vertical del camino existente desciende paralelamente al Rio Coroico, desde Santa Bárbara hasta Caranavi. Sin embargo, hay varios puntos en que el camino se mantiene alejado de un peligroso acantilado, o baja a cruzar el valle; estas son secciones que tienen una pendiente vertical de más de 7%. Además, entre Caranavi y Bella Vista hay muchos lugares donde la pendiente del camino es considerablemente fuerte, ya que el camino tiene que cruzar una cumbre a una altitud superior a los 1,500 msnm.

Por otra parte, en toda la extensión del tramo en estudio, existen 14 (catorce) puentes. Se realizó un levantamiento de estos puentes, para tomar conocimiento de la condición actual de cada estructura. También se realizó una inspección visual de los daños en los puentes y las características geométricas del alineamiento de los caminos de acceso. Como resultado, se considera que solamente un puente (Puente Yára) es utilizable en el futuro.

Con respecto a los desastres, se ha estudiado y encontrado más de 90 lugares que son puntos posibles de desastres en donde probablemente ocurrirán fallas de talud, caídas de

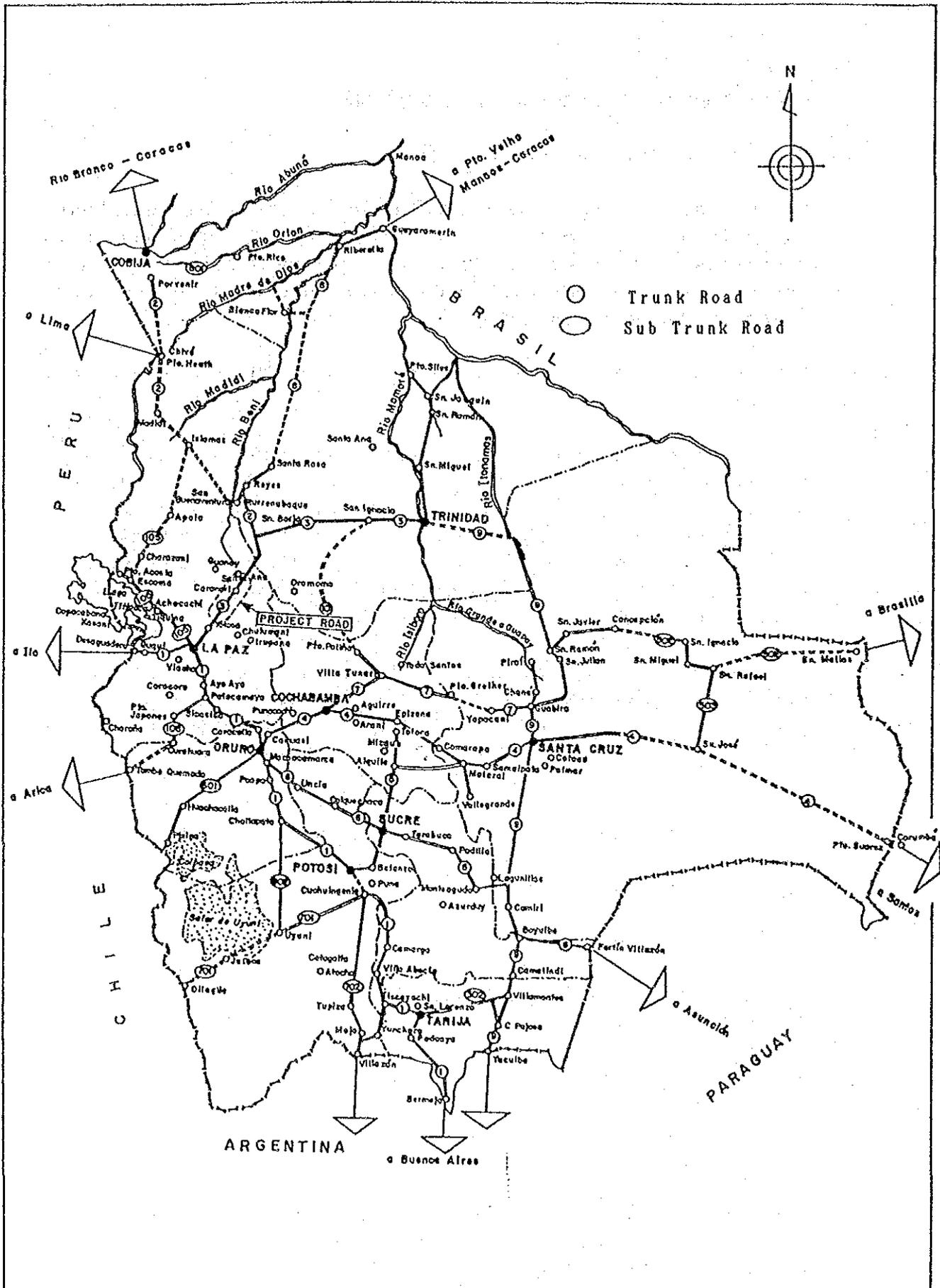


Fig. B-1 Sistema de la Red Caminera de Bolivia

roca, deslizamientos y otros fuera de estos sitios de posibles desastres, se identificó 46 lugares que se requieren algunas contramedidas preventivas.

B.3 INVESTIGACION GEOLOGICA

B.3.1 General

La Fig. B-2 muestra un mapa geomorfológico y la Fig. B-3 muestra un mapa geológico del Norte de Bolivia.

El Norte de Bolivia se divide en seis provincias geológicas que se extienden en cinturones desde el noroeste hasta el sudeste.

Estas provincias se denominan:

- (1) Andes Occidentales
- (2) Superficie de la Puna (Altiplano)
- (3) Andes Orientales
- (4) Zona Sub-Andina
- (5) Llanos Amazónicos
- (6) Escudo Brasileiro

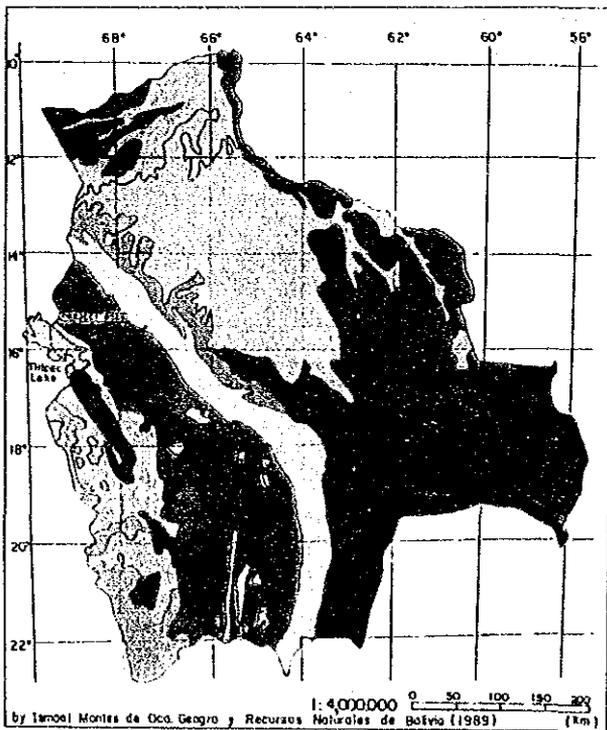


Fig. B-2 Mapa Geomorfológico de Bolivia

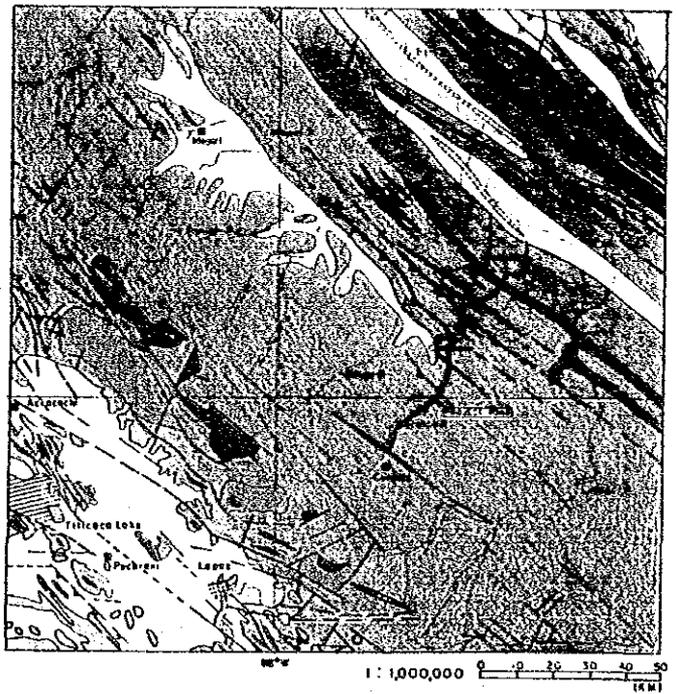


Fig. B-3 Mapa Geológico del Norte de Bolivia

B.3 INVESTIGACION GEOLOGICA

B.3.1 General

La Fig. B-2 muestra un mapa geomorfológico y la Fig. B-3 muestra un mapa geológico del Norte de Bolivia.

El Norte de Bolivia se divide en seis provincias geológicas que se extienden en cinturones desde el noroeste hasta el sudeste.

Estas provincias se denominan:

- (1) Andes Occidentales
- (2) Superficie de la Puna (Altiplano)
- (3) Andes Orientales
- (4) Zona Sub-Andina
- (5) Llanos Amazónicos
- (6) Escudo Brasileiro

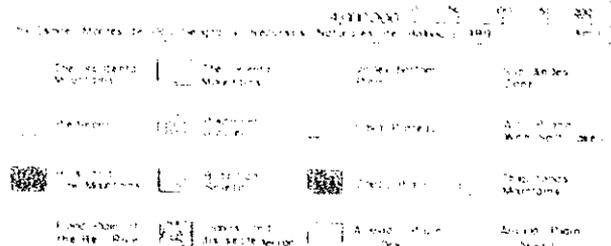


Fig. B-2 Mapa Geomorfológico de Bolivia

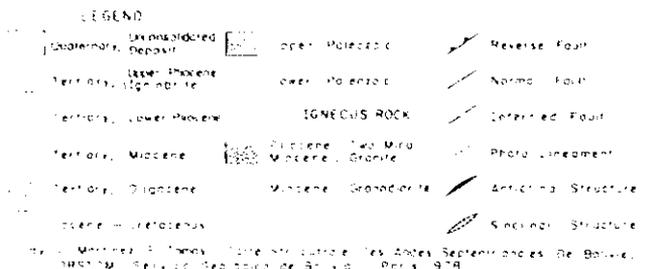
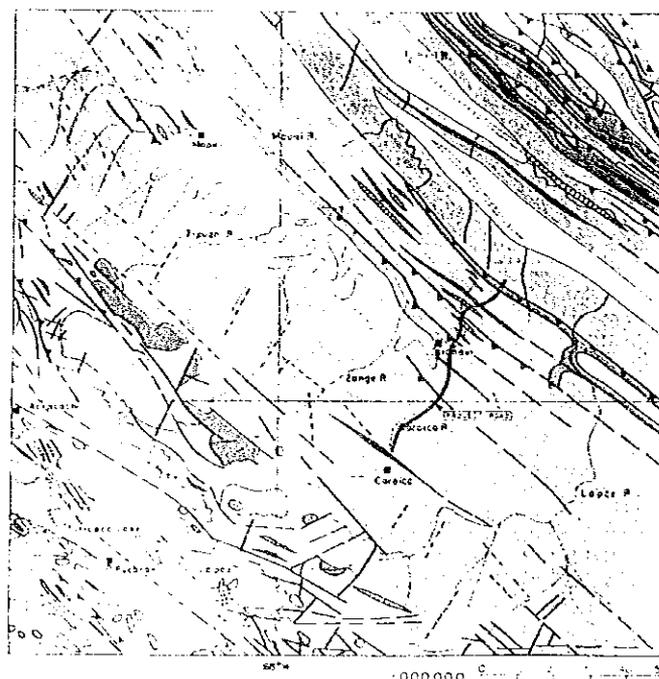


Fig. B-3 Mapa Geológico del Norte de Bolivia

B.3.2 Descripción de la Formación Geológica

El área de investigación geológica para el estudio está situada en la extensión de los Andes Orientales y en la Zona Sub-Andina. En este área están distribuidas rocas sedimentarias de las Eras Paleozoica, Mezozoica y Cenozoica. Un mapa geológico y un perfil geológico se muestran en los "Dibujos Geológicos" en el volumen de Informe titulado "Planos".

B.3.3 Problemas Geomorfológicos y Geológicos en el Mejoramiento de la de la Carretera

Los desastres, tales como la falla de talud, que se encuentran en el área de Proyecto fueron clasificados en los siguientes 6 tipos.

- (a) Falla de talud (talud de corte o talud natural)
- (b) Falla de terraplén
- (c) Caída de rocas
- (d) Deslizamiento
- (e) Arrastre de escombros o de tierra
- (f) Zona fracturada a lo largo de la línea de falla

Al mismo tiempo, se evaluó la estabilidad de cada lugar, de acuerdo a la siguiente clasificación :

- Grado I estable
- Grado II inestable cuando llueve
- Grado III inestable

El número de fallas investigado se muestra en el Cuadro B-1, clasificado por tipo de falla y grado de estabilidad.

Cuadro B-1 Número de Fallas por Tipo y Grado de Estabilidad

Type	a	b	c	d	e	f	Total
Grade							
I	22(20)	3(1)	6(5)	0(0)	3(3)	11(8)	45(37)
II	31(28)	3(2)	3(2)	0(0)	9(9)	5(0)	51(41) *
III	12(12)	2(1)	2(1)	4(4)	2(1)	3(0)	25(19) †(60)
Total	65(60)	8(4)	11(8)	4(4)	14(13)	19(8)	121(97)

Nota: Las fallas de talud en algunos de los 97 puntos fueron consideradas complejas, de más de dos tipos de fallas. El número total de fallas contadas separadamente se muestra con valores sin paréntesis, mientras que los valores entre paréntesis indican el número de ubicación de puntos de falla. Es decir, han sido observadas 121 fallas en un total de 97 puntos. El número con asterisco, en total 60, coincide con aquellos indicados en la Tabla 2.2-12, en Capítulo 2.

B.3.4 Investigación por Perforaciones

Se efectuaron perforaciones y análisis de laboratorio de rocas obtenidas en seis puntos del área de estudio. La longitud total de perforaciones efectuadas fue de 87.2 metros. Asimismo, se realizaron ensayos de penetración (SPT) para los terrenos delesnables de depósitos de detrito y roca terciaria muy meteorizada. Las muestras de roca dura, obtenidas en las perforaciones, fueron treansportadas al laboratorio de SNC para realizar ensayos de compresión no confinada (UCT).

Un detalle de cantidades de perforaciones y ana'lisis se presenta en la Tabla B-2 :

Cuadro B-2 Resumen de Perforaciones y Ensayos

Boring No.	Location (Km.)	Geological Type	Length of Drilling (m)	Standard Penetration Test (Times)	Unconfined Compression Test (Piece)	Specific Gravity Test (Piece)
P1	0.9	Talus (Quaternary)	10.6	10	-	-
P2	8.9	Slate (Paleozoic)	15.0	-	2	2
P3	37.8	Slate (Paleozoic)	15.5	-	26	26
P4	81.8	Weathered Mudstone (Paleozoic)	15.5	-	-	-
P5	105.2	Sandstone (Mesozoic)	15.5	-	5	5
P6	112.2	Weathered Mudstone (Tertiary)	15.1	15	-	-
Total	-	-	87.2	25	33	33

B.4 ESTUDIO BASICO DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA

B.4.1 Problemas Fundamentales con la Carretera Existente

Problemas actuales

(1) Costos excesivos de transporte

Debido a las pobres condiciones del camino, la velocidad práctica de los vehiculos es muy baja, por lo que toma demasiado tiempo en cruzar esta area. Combinando este aspecto con el hecho de que la relación de uso y desgaste de vehiculos es mayor que la carretera en condiciones normales (debido a superficie del camino irregular y áspera), el transito a lo largo de este camino es considerablemente más costoso en comparación a otros caminos.

(2) Cansancio de conductores

La existencia de puentes en estado ruinoso, secciones de caminos angostos con numerosas curvas pequeñas y cortas

distancias de visibilidad, hacen el uso de este camino física y mentalmente muy cansador para los conductores y pasajeros.

(3) Frecuentes cierres del camino

Desastres frecuentes, como las fallas de talud, caídas de roca y desplazamientos de las bermas, obligan a cerrar frecuentemente el camino. Además, debido a falta de un sistema de información, en muchos casos cuando ocurren el cierre por un desastre, los vehículos tienen que esperar la terminación de trabajos de reparación, ya que llegan al sitio sin conocimiento de que el camino está temporalmente cerrado. La reparación de esos desastres no es siempre eficientes o efectivos y frecuentemente se prolonga el periodo de cierre.

(4) Causas de accidentes de tráfico

Al ocurrir el accidente de tráfico en el camino, el daño es generalmente grave, puesto que los vehículos caen del camino hacia el precipicio.

Causas de los Problemas

- (a) alineamiento geométrico pobre
(horizontal y vertical)
- (b) ancho y composición insuficientes de sección transversal
- (c) tratamiento pobre de la superficie del camino
- (d) existencia de estructuras peligrosas
- (e) insuficientes obras de drenaje y previsión de desastres
- (f) ausencia de obras de seguridad de tráfico y señalización

B.4.2 Norma y Criterio de Diseño

En la Tabla B-3 se indica la clasificación de la carretera y el criterio de diseño geométrico adoptado en el estudio. Asimismo, en la Fig. B-4 se indica una Sección Típica Transversal.

Tabla B-3 Criterio de Diseño Geométrico para el Estudio

Road classification		Class I, B, very mountainous
Design vehicle		semi-trailer truck (WB-40) *1
Design speed		40 km/h
Stopping sight distance		45 m
Passing sight distance		160 m
Radius of horizontal alignment		desirable : > 50 m *2 minimum : = 45 m
Superelevation rates		desirable : < 8 % *2 maximum : = 10 %
Minimum radius for 2% superelevation of	(minimum)	300 m *3
Minimum radius without superelevation		1400 m
Grades for vertical alignment		desirable : < 6 % maximum : = 8 % *4
K-value : concave vertical curves		desirable : 12 minimum : 11
: convex vertical curves		desirable : 10 minimum : 9
Normal cross slope		2 %
Lane widths		3.50 m
Widening on curves for two lanes		250 m < R < 300 m : 0.4 m *2
(R = Radius of horizontal curves)		145 < R < 250 : 0.7 m
		100 < R < 145 : 1.0 m
		80 < R < 100 : 1.3 m
		65 < R < 80 : 1.6 m
		55 < R < 65 : 1.9 m
		45 < R < 55 : 2.2 m
Shoulder width		normal : 1.0 m *2 exceptional : 0.6 m *2
Total width of cross section		> 10.4 m *2
Width of side ditch		1.0 m
Clearance height		> 5.5 m

Note: *1 "Norma" has a category of SR (Semi-trailer), which is equivalent to WB-50 in AASHTO Specification, but one equal to WB-40 in AASHTO's.
 *(2) Items out of "Norma" in this section.
 *(3) Sec. *(3) Items out of "Norma".
 *(4) Minimum superelevation 2 % coincides to normal cross slope.
 *(5) A continuous length of road with a 7-8% grade must be less than 400 m.

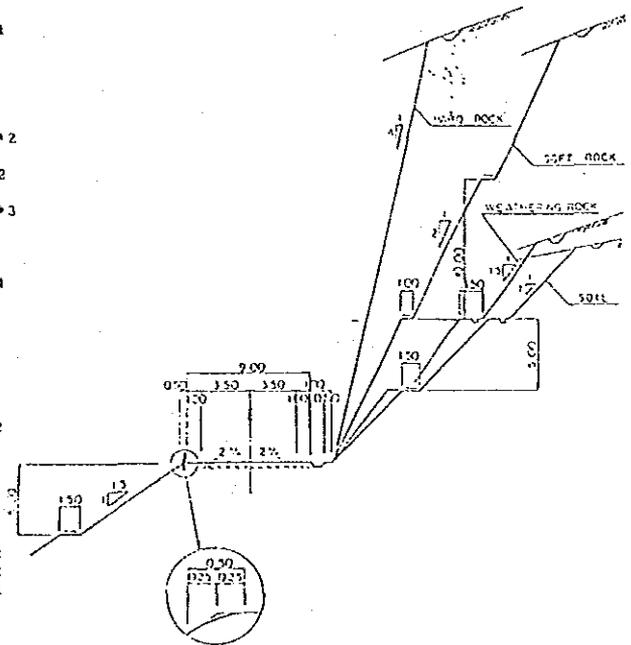


Fig. B-4 Sección Transversal Típica

B.4.3. Alternativas de Alineamiento Geométrico

Se puede decir que el alineamiento del camino existente sigue, de un modo general, la ruta más corta entre Santa Bárbara y Bella Vista. Observando la topografía del sector, es imposible encontrar una ruta más ventajosa que la del camino existente, para construir el nuevo alineamiento. Por consiguiente, el alineamiento para la mejora debe ser básicamente similar al del camino existente.

Para el mejoramiento del camino en este caso, el incremento de ancho a dos vías es el elemento primario del estudio. En el Estudio se confirmó que el incremento en el ancho de la carretera existente es evidentemente lo más favorable, especialmente desde punto de vista económica comparando, entre otras, las ideas tales como la construcción de pavimento por cada carril en forma separada, para conformar la carretera de doble vía.

Con este entendido, se elaboró un estudio alternativo de mejoramiento geométrico, principalmente para sub-secciones limitadas, donde :

- 1) los alineamientos horizontal y vertical del camino existente no cumplen con los criterios propuestos en el Estudio.
- 2) es probable la ocurrencia de un desastre en el futuro y se considera que es mejor cambiar el alineamiento del camino para evitar eventuales daños:

Como resultado, los siguientes lugares han sido seleccionados por el estudio, para mejorar el Nuevo alineamiento.

Nuevos Alineamientos

-En el Punto A	L= 0.13 km (0.1%)
-Del Punto H+2.5 km al I+0.35 km	L= 0.83 km (0.8%)
-En el Punto L	L= 2.41 km (2.2%)
-En el Punto O+1.8 km	L= 0.50 km (0.5%)
-En el Punto Q+5.0 km	L= 1.10 km (1.1%)
-Del Punto S al V	L=11.17 km (10.3%)

Sub-Total	L=16.35 km (15.0%)
Mejoramiento de la Carretera Existente	L=92.29 km (85.0%)

Total	L=108.63 km (100%)
-------	--------------------

B.4.4 Estudio de Puentes

Se llevó a cabo un estudio para la construcción de puentes, de acuerdo con el diagrama de flujo que se presenta en la Fig. B-5.

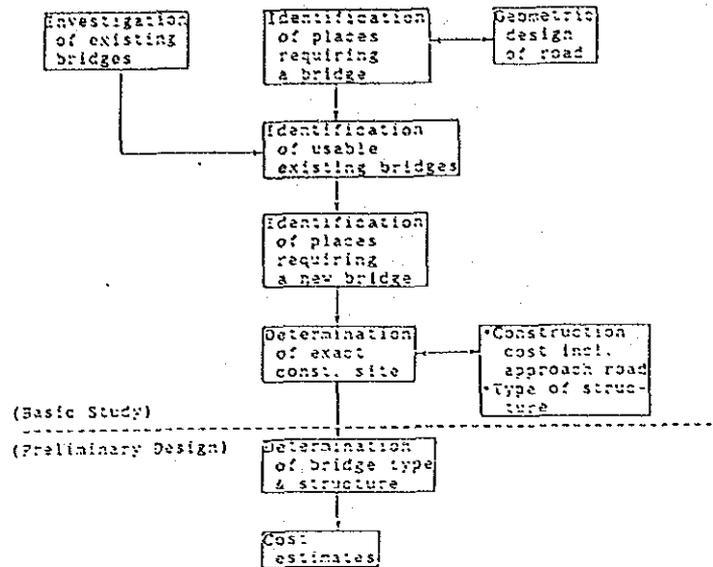


Fig. B-5 Diagrama de flujo para el Estudio de Puentes

El estudio de puentes confirmó que, excepto Puente Yara, no existe uno que se podría usar en el futuro, por lo que los puentes indicados en la Tabla B-4 serían reconstruidos durante la obra de mejoramiento de la carretera proyectada.

Actualmente, no existe puente alguno en el Punto A, empero se considera que será necesario uno nuevo en este sitio.

Tabla B-4 Contramedidas Adoptadas

Name of Bridge	Name of River	Location of Bridge	Length of Bridge	Horizontal Curvature
Point (A)	---	250 m downstream from exist. brid.	L=132.5 m	R=50- -50 m
Patuni	Patuni	45 m downstream from exist. brid.	L=40 m	R=50 m
Challa	Challa	15 m downstream from exist. brid.	L=20 m	R=50 m
Cascada	Cala Cala	the same location as exist. brid.	L=18.5 m	R=1200 m
Alto Choro	Choro	20 m downstream from exist. brid.	L=50 m	R=50 m
Pto. Leon	Quitacarzon	30 m downstream from exist. brid.	L=75 m	straight
Cajones	Cajones	the same location as exist. brid.	L=25 m	R=400 m
Chojña	Chojña	the same location as exist. brid.	L=22 m	straight
San Silverio	San Silverio	30 m downstream from exist. brid.	L=50 m	R=50 m
San Lorenzo	San Lorenzo	50 m downstream from exist. brid.	L=52 m	R=50 m
Espiritu	Espiritu	40 m downstream from exist. brid.	L=52 m	R=50 m
Carrasco	Carrasco	20 m upstream from exist. brid.	L=30 m	R=60 m S-curve
Avaroa	Mula Jihuata	15 m downstream from exist. brid.	L=25 m	R=50 m

B.4.5 Facilidades Requeridas para Prevención de Desastres

Se ha realizado un estudio de la prevención de desastres, de acuerdo al flujograma de la Fig. B-6, como sigue:

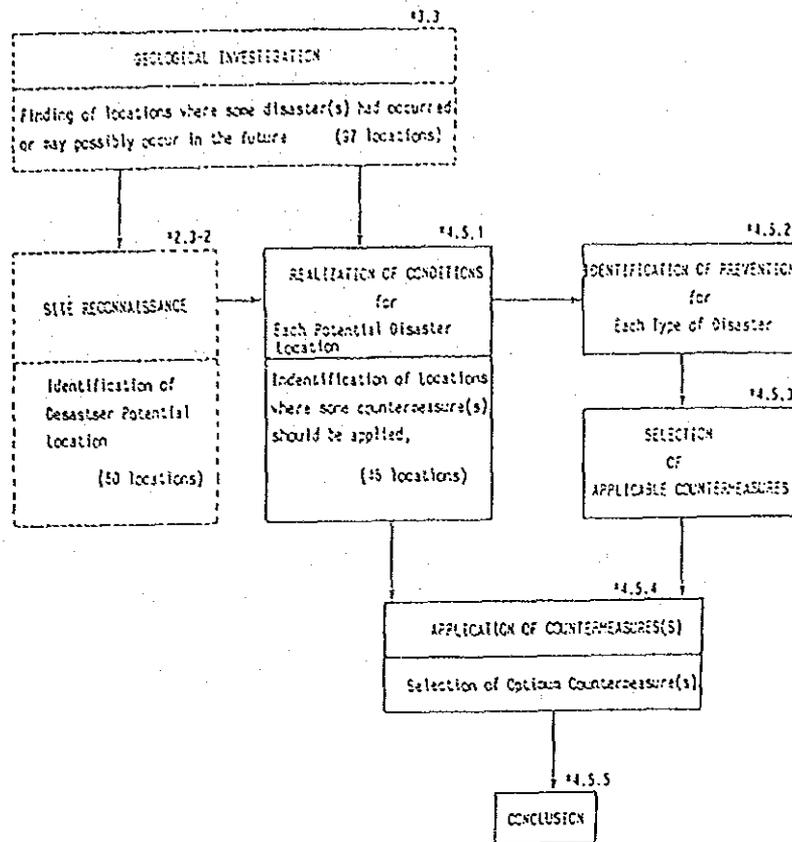


Fig. B-6 Metodología de Selección de Contramedidas

- 1) Determinación de Condiciones para cada ubicación de Desastres Potenciales

El estudio de prevención de desastres, puso en evidencia que una mejora en el alineamiento de la carretera evitaría daños resultantes de desastres en varios puntos, entre de los 60 sitios potenciales especificados. Consecuentemente, se ha elegido 46 sitios para las contramedidas de prevención de desastres.

2) Identificación de Prevención para cada Tipo de Desastre

Los 46 sitios de desastre han sido clasificados en los siguientes 4 tipos, siendo las contramedidas propuestas para cada tipo de desastre, como sigue:

Tipo A : Falla de talud	Obras de Protección de Talud (incluso Muro de Retención)
Tipo C : Caída de rocas	Obras de retención
Tipo D : Deslizamiento	Prevenir infiltración de aguas superficiales al subsuelo
Tipo E : Arrastre de es- combros/tierra	Obras de retención de escombros

3) Selección de Contramedidas Aplicables

En base a la identificación de cada tipo de desastre, se seleccionó las contramedidas aplicables, considerando las condiciones topográficas y geológicas de cada sitio.

4) Aplicación de Contramedidas para cada Sitio

Las contramedidas óptimas para cada sitio fueron seleccionadas mediante una comparación de las contramedidas estudiadas según el punto de vista de costos y/o condición topográfica del sitio. Como resultado, se seleccionó 11 tipos de contramedidas óptimas, detalladas en la Tabla B-5.

Tabla B-5 Lista de Puentes

Name of Bridge	Bridge Length(m)	Span(m)	Effective Width(m)	Type of Bridge
Point A	132.5	25.6 + 80.0 + 25.1	7.3~9.5	PC Box Girder (Unifora)
Patuni	40.0	19.55 + 19.65	10.4	PC Box Composite Girder
Challa	20.0	19.3	10.4	PC Box Composite Girder
Cascada	18.5	17.7	9.0	PC Box Composite Girder
Alto Choro	50.0	24.60 + 24.60	9.5	PC Box Girder (Unifora)
Pto. Leon	75.0	24.65 + 25.0 + 24.65	7.3	PC Composite Girder
Cajones	25.0	24.3	9.0	PC Composite Girder
Chojña	22.0	21.3	9.0	PC Composite Girder
San Sirverio	50.0	24.60 + 24.60	9.5	PC Box Girder (Unifora)
San Lorenzo	52.0	25.60 + 25.60	9.5	PC Box Girder (Unifora)
Espirita	52.0	25.60 + 25.60	9.5	PC Box Girder (Unifora)
Carrasco	30.0	29.3	12.0	PC Composite Girder
Avaroa	25.0	24.3	10.4	PC Box Girder (Unifora)

B.5 Diseño Preliminar

B.5.1 Diseño Preliminar de la Carretera

(1) Diseño de Alineamientos Horizontal y Vertical

Los alineamientos horizontal y vertical fueron elaborados en base a los resultados de investigaciones precisas de campo, y reconocimientos topográfico y geológico de las estructuras existentes. El criterio de diseño mencionado en la sección 4, ha sido empleado para las condiciones fundamentales del diseño.

(2) Diseño de Sección Tansversales

En el acápite B.4.2 se estableció las secciones transversales típicas para diferentes lugares con condiciones topograficas y geológicas representativas. Además, para el proposito de cálculos de volumen de movimiento de tierra en el proyecto, se preparó los perfiles transversales en intervalos de unos 100 m a lo largo del alineamiento del camino propuesto.

En la preparación de estos perfiles, se consultó estrechamente a los resultados de estudios geológicos y de prevención de desastres.

(3) Diseño del Pavimento

La estructura de pavimento fue diseñada de acuerdo a Guía para el Diseño de Estructura de pavimento (AASHTO, 1986).

Como que la capacidad portante de materiales de subrasante fue considerada insuficiente en algunos sub-secciones del área de proyecto, se recomendó la restitución de este material con uno mejor para solucionar el problema. El resultado de diseño se muestra en la Fig. B-7.

No. 48 - No. 54 / No. 104 - End Point		Other Sections	
		(cm)	
Surface Course	10	Surface Course	10
Base Course* (80%)	15	Base Course* (80%)	15
Subbase Course (30%)	15	Subbase Course (30%)	15
Improved Roadbed* (10%)	100	Existing Roadbed (7% or 10%)	40
	140		

* Materials to be adopted:
 Surface Course - Hot-mixed Asphalt Paving
 Base Course - Graded Crushed stone corresponding to the CBR value of 80%
 Subbase Course - Sandy Gravel corresponding to the CBR value of 30%

Fig. B-7 Diseño Recomendado de Estructuras de Pavimento

(4) Diseño de Drenaje

Como resultado del análisis de datos recolectados para el diseño de facilidades de drenaje, en este Estudio se ha adoptado la intensidad de precipitación horaria de $a_0=65$ mm/h.

En la Fig. B-8 se muestra un sistema típico de drenaje.

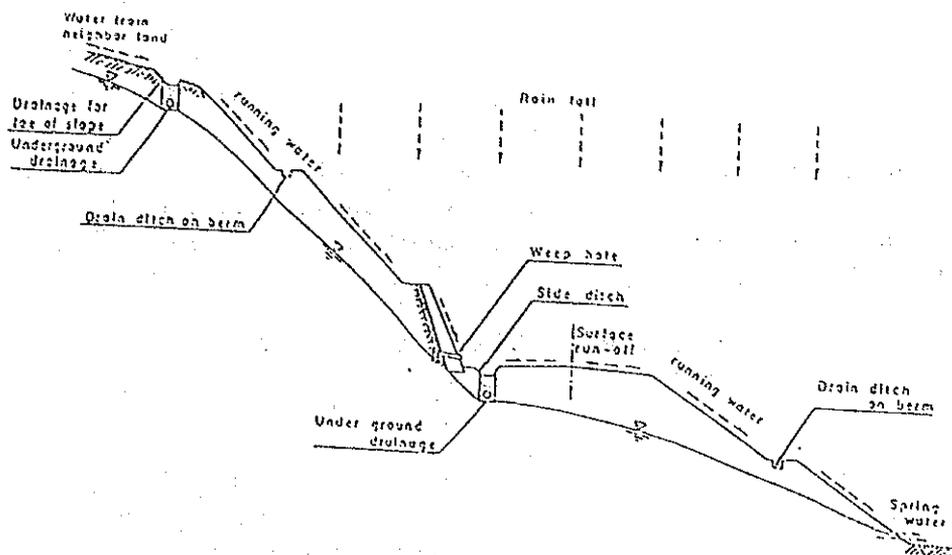


Fig. B-8 Diagrama de Drenaje de Agua

De la misma manera, se debe instalar drenajes transversales, para evacuar aguas colectadas mediante zanjas laterales y drenajes sub-superficiales que se muestra en la Fig. B-8.

Los sitios con cuenca de descarga de lluvias considerablemente grande en agua arriba del camino, se requiere drenaje transversal con gran capacidad de evacuación como la alcantarilla cajón de hormigón. Se identificó 11 de estos sitios a lo largo de la carretera proyectada, con las dimensiones que se indica a continuación:

- 9 sitios : Alcant. cajón de hormigón (3 x 3 metros)
- 2 sitios : " " " (4 x 4 metros)

En áreas restantes, el escurrimiento de agua no es tan grande. Por consiguiente, se consideró que la instalación de alcantarillas de tubo de 100 cm de diametro, a cada 250 m de intervalo a lo largo de la carretera, seria suficiente frente a aguas colectadas por cunetas laterales y otros tipos de colección.

- 429 sitios : Alcantarillas de tubo de hormigón de
100 cm de diametro ($\phi = 100$ cm)

En la etapa de diseño final del proyecto, se requiere estudiar con más detalle sobre la aplicación de alcantarillas cajón y otras zanjas longitudinales. Esto haria posible determinar el sitio exacto de colocación y encontrar el diametro más apropiado de tubos en cada sitio.

B.5.2 Diseño Preliminar de Puentes

La longitud, combinación de luz, Ancho efectivo y tipo de estructura de cada puente a ser construido en el Proyecto han sido determinados como se indica a continuación, en la Tabla B-6.

Tabla B-6 Lista de Puentes

Name of Bridge	Bridge Length(m)	Span(m)	Effective Width(m)	Type of Bridge
Point A	132.5	25.6 + 80.0 + 26.1	7.3-9.5	PC Box Girder (Uniform)
Patuni	40.0	19.55 + 19.55	10.4	PC Box Composite Girder
Ghalla	20.0	19.3	10.4	PC Box Composite Girder
Cascada	13.5	17.7	9.0	PC Box Composite Girder
Alto Choro	50.0	24.50 + 24.50	9.5	PC Box Girder (Uniform)
Pto. Leon	75.0	24.55 + 25.0 + 24.55	7.3	PC Composite Girder
Cajones	25.0	24.3	9.0	PC Composite Girder
Chojña	22.0	21.3	9.0	PC Composite Girder
San Sirverio	50.0	24.50 + 24.50	9.5	PC Box Girder (Uniform)
San Lorenzo	52.0	25.50 + 25.50	9.5	PC Box Girder (Uniform)
Espiritu	52.0	25.60 + 25.60	9.5	PC Box Girder (Uniform)
Carrasco	30.0	29.3	12.0	PC Composite Girder
Avaroa	25.0	24.3	10.4	PC Box Girder (Uniform)

B.5.3 Diseño de otras Estructuras

(1) Diseño de Túneles

Como resultado del diseño de la carretera, se recomienda la construcción de dos tuneles para el Proyecto. Puesto que los dos tuneles están muy contiguos uno con otro, las condiciones de ambos sitios son exactamente iguales.

(2) Condiciones Geológicas

La estructura geológica del sitio de tuneles indica una composición de capas Paleozóicas de pizarra, de color gris,

bien compacta y fresca con algunas fisuras, y que parece tener una resistencia a compresión no confinada de 530 kg/cm².

(3) Diseño de alineamiento

En este proyecto se han elegido tuneles rectos por las siguientes razones.

- a) Tuneles rectos minimiza la longitud, reduciendo así el costo de construcción.
- b) Debido a que el área no cuenta con el suministro de energía eléctrica, será imposible instalar iluminaciones en el interior de tuneles. En tal situación, los tuneles deben ser rectos para asegurar una visibilidad segura.

La dimensión y la estructura del tunnel ha sido propuesto como se muestra en la Fig. B-9.

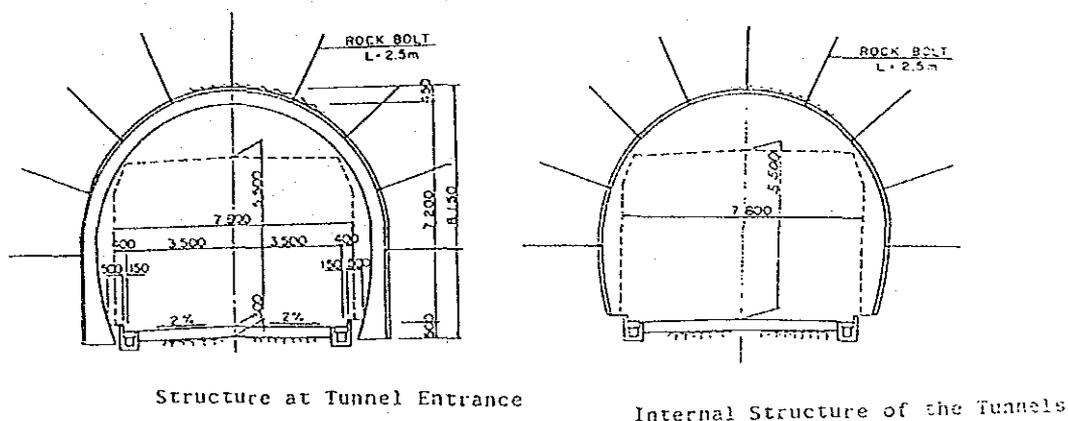


Fig. B-9 Diseño de Sección Transversal y Estructural

(2) Diseño de Facilidades de Prevención de Desastres

En la Fig. B-10 se muestra las contramedidas óptimas recomendadas para prevenir los posibles desastres.

(3) Muros de Contención

Se ha seleccionado los muros de contención en sitios donde estos resultaron ser superiores, en seguridad y economía, para la obra de movimiento de tierras. Los muros de contención a ser empleados fueron determinados de acuerdo a factores de cada sitio, tal como se muestra en la Fig. B-11.

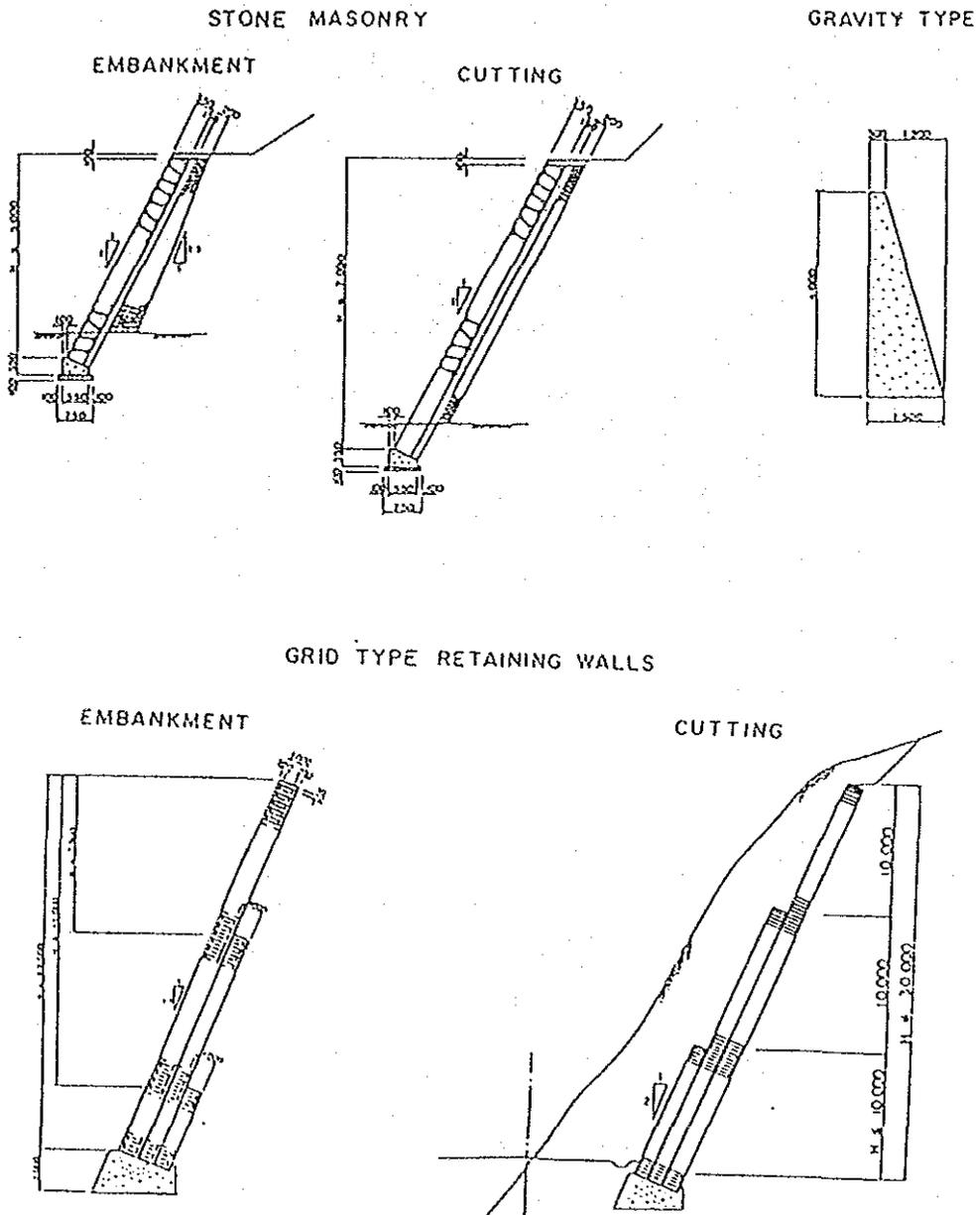


Fig. B-11 Muros de Contención

B.5.4 Plan de Movimiento de Tierras

El volumen de movimiento de tierras a ser efectuado en el Proyecto se muestra en la Fig. B-12.

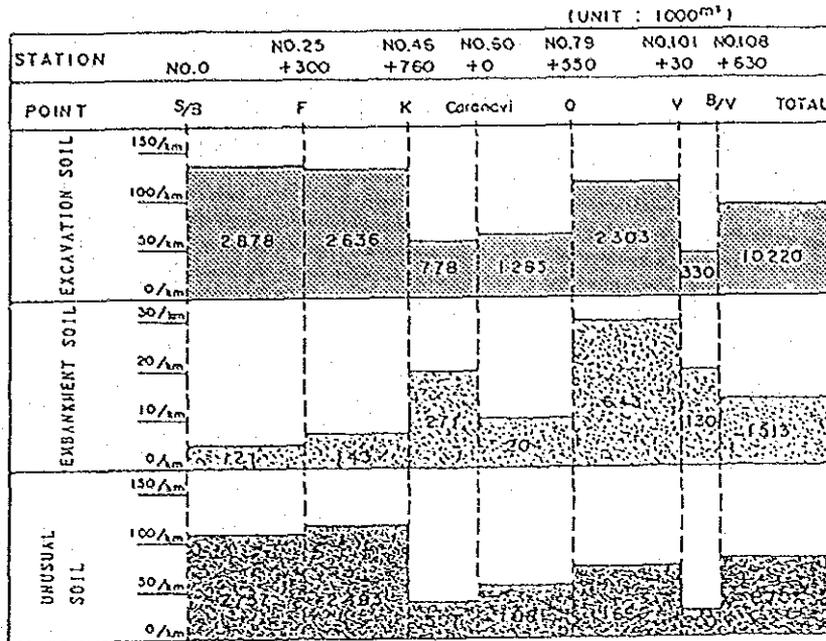


Fig. B-12 Volumen de Tierra Excavada

Asimismo, en la Fig. B-13 se muestra una idea sobre el plan de movimiento de tierras, aprovechando las ubicaciones de bancos de desecho. Con este gráfico, se ha confirmado que es posible encontrar bancos de desecho con suficiente capacidad a lo largo de la carretera, aunque el volumen de tierra a ser desechado sea bastante grande.

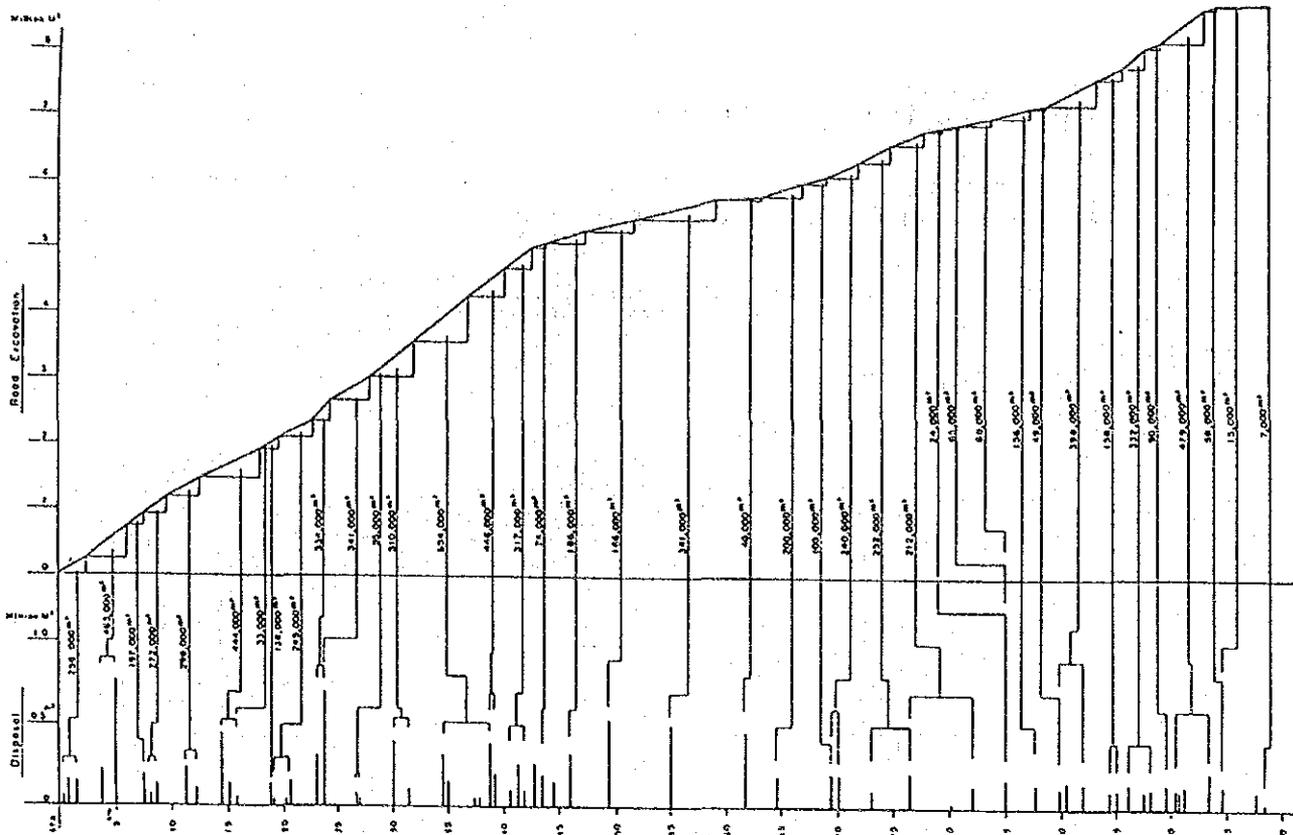


Fig. B-13 Banco de Desecho y Plan de Transporte

B.5.5 Mantenimiento

Al igual que otras carreteras nacionales, esta sección de la carretera será directamente mantenida por SNC. Los trabajos de mantenimiento y reparación de la carretera incluyen, asimismo la inspección regular, trabajos relacionados con capa de rodadura, trabajos relacionados con taludes, limpieza de facilidades de drenaje, y limpiezas laterales dentro del derecho de vía y otros.

Con el objeto de cubrir esos labores para la carretera proyectada, se recomienda que los cinco oficinas de SNC, es decir; Yolosita, Pto. León, Caranavi, Carrasco y Km. 53, respectivamente, deberían disponerse de una adecuada unión y distribución de labores, antes de la finalización de la obra de mejoramiento.

B.6 ESTIMACION DE COSTOS

B.6.1 Desglose del Costos

El costo total del proyecto ha sido desglosado como se muestra en la Fig. B-14.

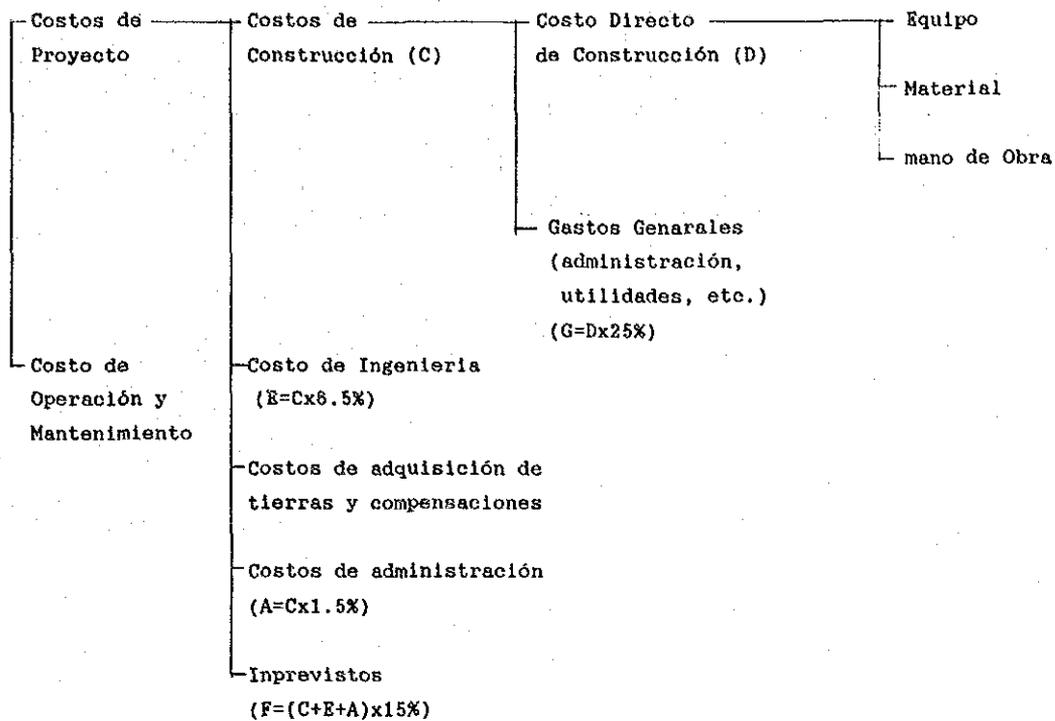


Fig. B-14 Desglose de Costos

B.6.2 El costo del Proyecto y Costo de Mantenimiento

El costo del proyecto y el de mantenimiento han sido estimados como se muestra en las Tablas B-7 y B-8, respectivamente.

Tabla B-8 Costo de Mantenimiento
(Miles de Dólares a Precio de 1990)

(Unit: 1000US\$)

Year	Gravel Road Maintenance			Asphalt Road Maintenance			Macadam Road Maintenance					
	L.C		F.C	L.C		F.C	L.C		F.C	Total		
	C.D	Other		C.D	Other		C.D	Other				
1st Year	63	124	191	378	26	84	63	173	53	84	140	320
				(315)				(147)				(267)
2nd Year	63	124	191	378	25	84	63	173	53	127	140	320
				(315)				(147)				(267)
3rd Year	63	124	191	378	26	84	63	173	53	127	140	320
				(315)				(147)				(267)
4th Year	127	247	381	755	26	84	63	173	106	254	280	640
				(628)				(147)				(534)
5th Year	127	247	381	755	26	84	63	173	106	254	280	640
				(628)				(147)				(534)
6th Year	127	247	381	755	53	168	126	347	106	254	280	640
				(628)				(294)				(534)
7th Year	127	247	381	755	91	208	243	542	105	254	280	640
				(628)				(451)				(534)
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:

Note: (): without duties

C RESUMEN DEL VOLUMEN II

C.1 ANALISIS SOCIO-ECONOMICO

C.1.1 Actual Situación Socio-económica

(1) Población en Bolivia

De acuerdo a la información de población del INE, la población total de Bolivia en 1985 era de aproximadamente 6.4 millones, como se muestra en el Cuadro C-1. La tasa media anual de crecimiento fué de 2.8 por ciento desde 1980. La tasa media anual de crecimiento de la población en áreas urbanas y rurales durante el mismo periodo fué de 4.3 y 1.6 por ciento respectivamente.

Cuadro C-1 Población en Bolivia (1980 - 1985)
(Unidad : Persona)

Year	Total	Urban	Rural
1980	5,599,592 (100%)	2,488,628 (44.4%)	3,110,964 (55.6%)
1981	5,755,072 (100%)	2,595,237 (45.1%)	3,159,835 (54.9%)
1982	5,915,844 (100%)	2,706,626 (45.8%)	3,209,218 (54.2%)
1983	6,081,722 (100%)	2,822,546 (46.4%)	3,259,176 (53.6%)
1984	6,252,720 (100%)	2,942,944 (47.1%)	3,309,776 (52.9%)
1985	6,429,226 (100%)	3,068,051 (47.7%)	3,361,175 (52.3%)
Average Growth Rate 1980-1985	2.8%	4.3%	1.6%

Source : INE

La población en 1989 fué estimada en 7.2 millones, en base a la tasa de crecimiento indicada en "Estrategia de Desarrollo Económico y Social 1989-2000" (Ministerio de Planeamiento y Coordinación). El Cuadro C-2 muestra la población por departamentos estimada para 1989.

Cuadro C-2 Población por Departamentos en 1989

	Popula- * tion(1988) (1,000 persons)			Growth Rate ** (1988-2000) (%)			Popula- *** tion(1989) (1,000 persons)		
	Urban	Rural	Total	Urban	Rural	Total	Urban	Rural	Total
La Paz	1145.3	1033.9	2179.2	3.7	1.4	2.7	1187.6	1047.9	2235.5
Cochabamba	462.8	599.1	1061.9	4.2	1.6	2.8	482.1	608.5	1090.6
Chuquisaca	130.7	396.5	527.2	3.1	1.7	2.1	134.8	403.3	538.1
Oruro	210.2	181.2	391.4	2.0	1.2	1.6	214.4	183.3	397.7
Potosi	251.5	628.1	879.6	1.8	1.0	1.2	255.9	634.3	890.2
S. Cruz	877.4	457.0	1334.4	6.3	1.5	4.9	932.6	463.7	1396.3
Tarija	124.2	163.4	287.6	4.2	1.3	2.6	129.4	165.5	294.9
Beni	163.8	116.4	280.2	5.2	1.0	3.7	172.3	117.6	289.9
Pando	6.5	44.5	51.0	4.2	0.2	0.8	6.8	44.6	51.4
Total	3372.4	3520.1	6992.5				3515.9	3668.7	7184.6

*,** "Estrategia de Desarrollo Economico y Social
1988-2000" (Ministerio de Planeamiento y Co-
ordinacion)

*** Estimated by Study Team

(2) Ocupación

El informe "Estrategia de Desarrollo Económico y Social 1989 - 2000" estima el número de ocupados entre 1980 y 1986. Sin embargo, en comparación con la población total, se entiende que se ha asumido que la ocupación era aproximadamente 30 por ciento de la población total, tal como se indica en el Cuadro C-3.

Cuadro C-3 Ocupación y Tasa de Ocupación

Year	Population* (1,000 persons)	Employment** (1,000 persons)	Percentage of total population employed (%)
1980	5599.6	1738.7	31.0
1981	5755.1	1781.3	31.0
1982	5915.8	1805.3	30.5
1983	6081.7	1829.1	30.1
1984	6252.7	1881.4	30.1
1985	6429.2	1928.7	30.0
1986	6609.2	1983.4	30.0

* Source INE

** Source Estrategia de Desarrollo Económico y Social
(1989 - 2000)

Con la tasa de crecimiento entre 1984-1988 mostrada en la última columna de la derecha del Cuadro A.1-6 del volumen II, se ha estimado la estructura de empleo por sectores en 1989, como se muestra en el Cuadro C-4. De acuerdo a esta estimación, la participación de los sectores primario, secundario y terciario fue de 52.9, 10.2 y 36.9 por ciento respectivamente.

Cuadro C-4 Ocupación en 1989

Table C.4 Employment in 1989

Sector	Employment (1,000 persons)	Share (%)
PRIMARY	1140.2	52.9
Agriculture	1070.1	49.7
Mining	58.2	2.7
Petroleum	11.9	5.5
SECONDARY	220.6	10.2
Manufacturing	170.6	7.9
Construction	38.1	1.8
Electricity	11.9	5.5
TERTIARY	794.3	36.9
Transportation	121.7	5.6
Commerce	167.6	7.8
Finance	23.5	1.1
Others	481.8	22.4
TOTAL	2155.1	100.0

Source : "Estrategia de Desarrollo Economico y Social (1989 - 2000)

(3) Producto Interno Bruto (PIB)

Desde el punto de vista del producto interno bruto(PIB), la economía boliviana registró un crecimiento negativo entre 1981 y 1986 tal como se muestra en el Cuadro C-5. Sin embargo, desde 1986 la economía boliviana ha empezado a recobrase gradualmente y registró una tasa de crecimiento de 2.1 por ciento en 1987 y de 3 por ciento en 1988.

El Cuadro C-5 muestra también el PIB per cápita, y se observa que en 1988 hubo una disminución del 27 por ciento, a Bs 16,096, contra Bs 21,956 en 1980. Por ello, la decisión importante para el Gobierno sería la de elevar cuanto antes no solamente el PIB sino también el ingreso per cápita.

Cuadro C-5 PIB per Cápita

Year	GDP (Bs 100,000)	Population (Person)	Per Capita GDP (Bs)
1980	122,946	5,599,592	2196
1981	124,083	5,755,072	2156
1982	118,674	5,915,844	2006
1983	110,943	6,081,722	1824
1984	110,611	6,252,721	1638
1985	110,445	6,429,226	1718
1986	107,211	6,611,722	1621
1987	109,479	6,799,397	1610
1988	112,553	6,992,400	1610

Source : Boletín Estadístico No.261
(Banco Central de Bolivia)

C.1.2 Estructura Socio-económica Futura

(1) Población

La población futura ha sido pronosticada hasta el año 2000 en base a la tasa de crecimiento indicada en "Estrategia de Desarrollo Económico y Social 1989-2000". La proyección de la población después del año 2000 también ha sido pronosticada con la misma tasa. El Cuadro C-6 muestra la población futura por departamentos.

Cuadro C-6 Población Futura por Departamento
(Unidad : 1,000 Persona)

Department:	1989			2000		
	Urban	Rural	Total:	Urban	Rural	Total:
La Paz	:1187.6	1047.9	2235.5:	1769.0	1215.6	2984.6:
Cochabamba:	482.1	608.5	1090.6:	755.4	722.3	1477.7:
Chuquisaca:	134.8	403.3	538.1:	189.4	485.9	675.3:
Oruro	: 214.4	183.3	397.7:	265.8	208.4	474.2:
Potosi	: 255.9	634.3	890.2:	310.2	706.5	1016.7:
Santa Cruz:	932.6	463.7	1396.3:	1824.4	544.6	2369.0:
Tarija	: 129.4	165.5	294.9:	202.6	190.3	392.9:
Beni	: 172.3	117.6	289.9:	299.6	131.4	431.0:
Pando	: 6.8	44.6	51.4:	10.6	45.4	56.0:
Total	:3515.7	3668.7	7184.4:	5627.0	4250.4	9877.4:

Department:	2010			2020		
	Urban	Rural	Total:	Urban	Rural	Total:
La Paz	:2541.4	1391.2	3932.6:	3651.0	1592.1	5243.1:
Cochabamba:	1136.3	844.1	1980.4:	1709.3	986.5	2695.8:
Chuquisaca:	258.0	575.6	833.6:	351.5	681.9	1033.4:
Oruro	: 323.2	234.2	557.4:	393.0	263.1	656.1:
Potosi	: 369.5	779.3	1148.7:	440.0	859.5	1299.5:
Santa Cruz:	3357.8	630.3	3988.1:	6180.0	729.5	6909.5:
Tarija	: 304.6	216.1	520.7:	458.0	245.3	703.3:
Beni	: 495.5	145.4	640.9:	819.6	160.8	980.4:
Pando	: 15.9	46.2	62.1:	23.9	46.9	70.8:
Total	:8802.2	4862.2	13664.5:	14026.3	5565.7	19592.0:

(2) Proyección del PIB y del PIBR

El producto interno bruto futuro por sectores ha sido pronosticado hasta el año 2000 en base a la tasa de crecimiento publicada en "Estrategia de Desarrollo Económico y Social 1989-2000". En este informe la tasa de crecimiento ha sido proyectada cada año desde 1989 hasta el año 2000. El PIB después del año 2000 se ha proyectado con una tasa media de crecimiento tomada entre 1998 y 2000. Por otra

parte, para obtener PIBR futuro en base a los actuales PIBR's de La Paz, Beni y Pando, el PIB estimado anteriormente ha sido distribuido entre estos tres departamentos. Los resultados se muestran en el Cuadro C-7.

Cuadro C-7 PIBR por Sectores
(Miles de Bs)

Sector	1989	2000	2010	2020
La Paz	30643	50661	84788	139434
Beni	5390	9121	15001	24669
Pando	1056	1785	2934	4828

C.2 ESTUDIO DE TRAFICO

C.2.1 Encuesta de Tráfico Vehicular

(1) Procedimiento de la Encuesta

Una encuesta OD (origen y destino) al borde de la carretera se realizó el año 1989 desde las 8:00 del 20 de Septiembre hasta las 8:00 a.m. del 21 de Septiembre, en cinco puestos entre Santa Bárbara y Bella Vista, seleccionados por el Grupo de Estudio. La ubicación de los puestos para esta encuesta ha sido como sigue:

- Puesto 1 - Frente a la oficina de inspección policial en Yolosa
- Puesto 2 - Frente a la oficina de inspección policial en Caranavi, sobre la carretera a La Paz
- Puesto 3 - Sobre la salida del centro de Caranavi hacia Guanay (cerca al Mercado)
- Puesto 4 - Frente a la oficina de inspección policial sobre la carretera a Bella Vista
- Puesto 5 - Sobre la carretera cerca a la oficina del SNC en Bella Vista

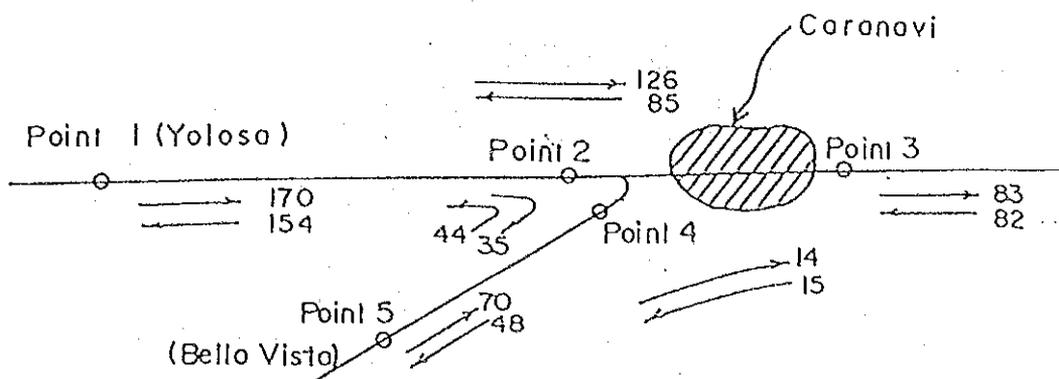
(2) Cuestionario

Las preguntas presentadas incluan los siguientes aspectos:

- Origen y destino del viaje
- Objeto del viaje
- Tipo de vehiculo
- Cantidad de carga transportada
- Volumen de la carga
- Hora de entrevista

(3) Número de Vehiculos Encuestados

Los vehiculos mostrados en la Fig. C-1 han sido entrevistados en los cinco puestos de encuesta.



(Unidad : Vehículo)

Fig. C-1 Número de Vehículos Encuestados

(4) Resultados de la Encuesta de Tráfico Vehicular

Los resultados de la encuesta son como sigue:

Composición Vehicular

	Passen- ger Car	Bus	Light Truck	Medium Truck	Heavy Truck	Total
Total Vehicles (Vehicle)	72	35	298	75	446	926
Vehicle Composition (%)	7.8	3.8	32.2	8.1	48.2	100.0

Objeto del Viaje

(Unidad : Vehículo)

Purpose	No. of vehicle	share (%)
Business	704	76.02
Go to working place	125	13.50
Go to school	4	0.43
Social intercourse	12	1.30
Tourism & recreation	12	1.30
Shopping	5	0.54
Go back home	9	0.97
Others	14	1.51
No answer	41	4.43
Total	926	100.00

Ocupación Media por Tipo de Vehículo

	Passen- ger Car	Bus	Light Truck	Medium Truck	Heavy Truck	Total
Total Vehicles ¹⁾	72	35	298	75	446	92
Total Passenger ²⁾	291	805	1747	317	2247	5407
Average Occupancy ³⁾	4.04	23.00	5.86	4.23	5.04	5.84

Unit : 1) Vehicle, 2) Person, 3) Person

Tonelaje de Carga Promedio

(Unidad : Ton)

	Passen- ger Car	Bus	Small & Medium Truck	Heavy Truck	Total
N-S	0.05	0.0	0.81	1.31	0.75
	0.50	0.0	1.38	4.47	1.60
N-S	0.05	0.0	0.91	2.53	1.04
	0.81	0.0	3.06	6.04	3.86
Average	0.05	0.0	0.85	1.93	0.87
	0.60	0.0	1.78	5.41	2.27

Note : Upper value: Including empty trucks
Lower value: Excluding empty trucks

C.2.2 Tabla OD Actual

Usando las fluctuaciones semanal y mensual, se estableció la tabla OD actual, como se muestra en el Cuadro C-8. El volumen total de tráfico vehicular generado/atraído ha sido de 821 vehículos.

Cuadro C-8 Tabla OD Determinada (Vehiculos/Día)

	La Paz	Yolo	Coloi	Choro	Cara navi	Bella Vista	Alto Beni	Beni	Guanay	Pando	Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	0	0	0	1	140	8	5	44	98	5	301
2		0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
3			0	0	2	1	0	0	0	0	3
4				0	0	0	0	0	0	0	1
5					31	15	3	8	28	4	231
6						0	3	0	1	0	28
7							0	0	6	0	17
8								0	1	0	45
9									0	0	134
10										0	9
Total											770

El volumen de tráfico vehicular del sector de la carretera comprendido entre Santa Bárbara y Caranavi se muestra en el Cuadro C-9, junto con su volumen pasado.

**Cuadro C-9 Volumen de Tráfico Vehicular
(Santa Bárbara-Caranavi) (Vehiculos/Día)**

Year	Passenger Car	Bus	Light Truck	Medium Truck	Heavy Truck	Total	Growth Rate
1984	18	13	32	31	36	130	
1985	13	50	33	33	66	194	1.49
1986	25	12	52	31	61	181	0.93
1987	32	15	71	20	108	246	1.36
1988	33	17	74	19	115	268	1.09
1989	17	14	105	16	149	301	1.12

C.2.3 Proyección del Futuro Futuro de Tráfico

El volumen futuro de tráfico vehicular fué proyectado para las siguientes tres categorías:

- 1) Incremento del tráfico actual
- 2) Generación de camiones frigoríficos
- 3) Tráfico de desarrollo

El volumen normal de tráfico es el tráfico que crece a una tasa paralela al crecimiento económico y social. El camión frigorífico se considera al tráfico derivado del reemplazo de aviones a vehículos, principalmente transportando carne del departamento del Beni al departamento de La Paz. El tráfico de desarrollo es generado y/o atraído del área recientemente desarrollada por la influencia del proyecto propuesto, transportando una producción incrementada. Se han proyectado los futuros volúmenes de tráfico vehicular en los sectores de la carretera entre Santa Bárbara y Caranavi y entre Caranavi y Bella Vista, según se muestra en los Cuadros C-10(1) y C-10(2) respectivamente.

**Cuadro C-10(1) Volumen Futuro de Tráfico Vehicular
entre Santa Bárbara-Caranavi
(Unidad: Vehiculos/Dia)**

Year	Type of Traffic	Passenger Car	Bus	Light Truck	Medium Truck	Heavy Truck	Total	Growth Ratio (1989=1)
1989		17	14	105	16	149	301	1.00
2001	Trend	54	31	239	37	523	884	
	Refrigerated Truck	0	0	0	0	20	20	
	Developed	3	3	2	1	5	14	
	Total	57	34	241	38	548	918	3.0
2010	Trend	88	48	353	54	850	1393	
	Refrigerated Truck	0	0	0	0	24	24	
	Developed	7	4	27	4	57	99	
	Total	95	52	380	58	931	1516	5.0
2020	Trend	130	68	484	74	1230	1986	
	Refrigerated Truck	0	0	0	0	26	26	
	Developed	10	8	30	4	74	126	
	Total	140	76	514	78	1330	2138	7.1

**Cuadro C-10(2) Volumen Futuro de Tráfico Vehicular
entre Caranavi-Bella Vista
(Unidad: Vehiculos/Dia)**

Year	Type of Traffic	Passenger Car	Bus	Light Truck	Medium Truck	Heavy Truck	Total	Growth Ratio (1989=1)
1989		3	1	19	3	75	101	1.00
2001	Trend	10	2	44	6	263	325	
	Refrigerated Truck	0	0	0	0	20	20	
	Developed	2	2	1	0	5	10	
	Total	12	4	45	6	288	355	3.5
2010	Trend	16	3	64	10	428	521	
	Refrigerated Truck	0	0	0	0	24	24	
	Developed	5	3	8	2	60	78	
	Total	21	6	72	12	512	623	6.2
2020	Trend	23	5	88	13	619	748	
	Refrigerated Truck	0	0	0	0	26	26	
	Developed	8	6	14	2	79	106	
	Total	31	11	102	15	724	880	8.7

C.3. ANALISIS ECONOMICO Y EVALUACION

C.3.1 Definición de Alternativas

Desde el punto de vista de disminuir el costo inicial del proyecto, en primer lugar se desglosaron las alternativas en dos categorías que son el caso de superficie pavimentada (llamado "P") y el caso de superficie sin pavimentar (llamado "U"). Una superficie pavimentada se refiere a una carpeta asfáltico o un tratamiento superficial asfáltico.

Una superficie sin pavimentar se refiere a una superficie de grava. Consecutivamente, la categoría principal fue dividida en siete casos, en función del año de pavimentación de la carretera o de que el pavimento sea una carpeta asfáltica o un tratamiento superficial asfáltico. Como resultado, las alternativas examinadas aquí contienen en total los siguientes ocho casos:

- CASO P-1 Superficie de pavimento de carpeta asfáltica desde el año 2001
- CASO P-2 Pavimento de carpeta asfáltica en 2003
- CASO P-3 Pavimento de carpeta asfáltica en 2006
- CASO P-4 Pavimento de carpeta asfáltica en 2011
- CASO P-5 Superficie de pavimento de tratamiento superficial asfáltico desde el año 2001
- CASO P-6 Pavimento de tratamiento superficial asfáltico en 2003
- CASO P-7 Pavimento de tratamiento superficial asfáltico en 2003 y carpeta asfáltica en 2008
- CASO U Superficie sin pavimentar

C.3.2 Beneficios Económicos

Se espera que la terminación de la carretera proyectada produzca varios tipos de beneficios (cuantitativos o cualitativos). En esta parte el beneficio cuantitativo se ha estimado con el propósito de calcular los indicadores económicos tales como la tasa interna de retorno, el índice beneficio-costos, etc. Los beneficios cuantitativos son:

- a) Beneficio de ahorro en tiempo de circulación
- b) Beneficio de ahorro en tiempo de espera
- c) Beneficio de ahorro en costo de operación vehicular
- d) Beneficio de prevención de desastres
- e) Beneficio de reducción de accidentes
- f) Beneficio de reducción en costo de transporte por camiones frigoríficos
- g) Beneficio de desarrollo

(1) Beneficio de ahorro en tiempo de circulación

El beneficio de ahorro en tiempo de circulación se ha estimado en base a la diferencia en la velocidad de circulación entre la actual carretera y la carretera mejorada. El beneficio estimado se muestra en el Cuadro C-11.

Cuadro C-11 Beneficio de Ahorro en Tiempo en 2020
(Unidad : Dólar)

Year	Sur- face	Road Santa Barbara and Caranavi	Caranavi and Bella Vista	Total
CASE P-1 & P-5		12162169	2736719	14898888
CASE P-2, P-6 & P-7		12162169	2736719	14898888
CASE P-3		12162169	2736719	14898888
CASE P-4		12162169	2736719	14898888
CASE U		10026320	2147928	12174248

(2) Beneficio de ahorro en tiempo de espera

La mayor parte de los vehiculos que circulan a lo largo de la actual carretera, está obligada a esperar un tiempo para poder cruzarse entre si en la estrecha via de la carretera. Se espera que este tiempo de espera sea completamente eliminado una vez terminada la carretera proyectada. El beneficio por ahorro en tiempo de espera se muestra en el Cuadro C-12

Cuadro C-12 Beneficio Total por Ahorro en Tiempo de Espera
(Unidad : Dólar)

Year	Santa Barbara and Caranavi	Caranavi and Bella Vista	Total
2001	1464220	62113	1526333
2010	4302858	189656	4492514
2020	10580080	474463	11054543

El beneficio es común a todas las alternativas.

(3) Beneficio de Ahorro en Costo de Operación Vehicular

El beneficio de costo de operación se define como la diferencia entre el costo de operación vehicular en la carretera actual y en una carretera recién mejorada. La estimación del costo de operación vehicular se hizo utilizando el "Submodelo de Costo de Operación Vehicular" desarrollado por el Banco Mundial. El Cuadro C-13 muestra el beneficio de ahorro en costo de operación vehicular.

Cuadro C-13 Beneficio por Ahorro en Costo de Operación Vehicular en 2020
(Unidad : Dólar)

	Santa Barbara and Caranavi	Caranavi and Bella Vista	Total
CASE P-1 & P-5	42278120	14981912	57260032
CASE P-2, P-6 & P-7	42278120	14981912	57260032
CASE P-3	42278120	14981912	57260032
CASE P-4	42278120	14981912	57260032
CASE U	30671061	10604575	41275636

(4) Beneficio de Prevención de Desastres

La carretera actual ha sufrido repetidamente desastres naturales tales como deslizamientos, flujo de ripio, caídas de rocas, etc. Sin embargo, la carretera proyectada recién mejorada está pro vista de suficientes contramedidas de prevención de desastres. En consecuencia, después de la terminación de la carretera proyectada se espera eliminar todo el trabajo de rehabilitación de desastres. Por lo tanto, la eliminación de estos desastres traerá un beneficio por la reducción de los gastos de rehabilitación. El beneficio de la prevención de desastres se muestra en el Cuadro C-14.

Cuadro C-14 Beneficio de Prevención de Desastres
(Unidad : Dólar)

Year	Cost Benefit	Time Benefit	Total
2001	31589	221578	253167
2010	31589	413614	445203
2020	31589	713256	744845

Nota : El beneficio es común a todas las alternativas

(5) Beneficio de Reducción de Accidentes

Cada año ocurren muchos accidentes de tráfico en la carretera actual. La mayor parte de estos accidentes han sido ocasionados por las condiciones desfavorables de la carretera tales como numerosas curvas cerradas y angostas, estrechez, etc. Después de terminada la carretera proyectada, se espera evitar estos accidentes. La reducción de estos accidentes de tráfico debería disminuir los daños, lo cual resulta en un ahorro en el costo de reparación de vehículos averiados, en el costo de tratamiento médico a los heridos y en la pérdida de vidas humanas. Por lo tanto, la reducción de los accidentes de tráfico es uno de

los beneficios resultantes de la terminación de este proyecto. El Cuadro C-15 muestra los beneficios de la reducción de accidentes de tráfico.

Cuadro C-15 Beneficio por la reducción de Accidentes de Tráfico
(Unidad : Dólares)

Item	2001	2010	2020
Vehicle Damage	110385	174102	248217
Reduction in the injured	51969	81862	116355
Reduction in fatalities	333564	631085	1070650
Total	495918	887049	1435222

(6) Beneficio de Reducción de Costo de Transporte por Camiones Frigoríficos

Actualmente, la mayor parte de la carne de res consumida en la ciudad de La Paz es transportada por avión del lugar de producción en el departamento del Beni. Luego de la terminación de la carretera proyectada, se espera que el transporte de carne de res por avión desde el lugar de producción a la ciudad de La Paz sea transferido a transporte por medio de camiones frigoríficos, porque los aviones que actualmente transportan la carne de res son muy viejos y se considera que será muy difícil que continúen operando en el futuro. Por ello, el transporte de carne de res será transferido a camiones frigoríficos sea que se termine o no la carretera proyectada. Si se termina la carretera proyectada el costo operacional vehicular de los camiones frigoríficos puede significar un ahorro en comparación con la situación de la carretera actual. Por lo tanto, este ahorro en costos puede ser considerado como uno de los beneficios obtenidos por la terminación de la carretera proyectada. Este beneficio se muestra en el Cuadro C-16.

Cuadro C-16 Beneficio de Reducción de Costo de Transporte por Camión Frigorífico
(Unidad : US\$)

	Case P-1	Case P-2 Case P-6	Case P-3	Case P-4	Case U
	Case P-5	Case P-7			
2001	998834	772148	772148	772148	772148
2010	1198601	1198601	1198601	926577	926577
2020	1217943	1217943	1217943	1217943	1003791

(7) Beneficio de Desarrollo

Se espera que la terminación de la carretera proyectada aumente los productos agrícolas en las áreas de influencia. El aumento en la producción significa la expansión de las

actividades económicas de los productores, lo que a su vez resulta en un incremento del ingreso. Puesto que este incremento se presentará a la terminación de la carretera proyectada, se lo considera un beneficio del proyecto. A la luz de los datos disponibles se ha examinado el ingreso de "arroz", "maiz", "plátanos" y "yuca". El Cuadro C-17 muestra el beneficio de incremento del ingreso derivado del proyecto.

Cuadro C-17 Beneficio de Desarrollo
(Unit : Us\$)

		Rice	Banana	Maize	Yuca	Total
2001	La Paz	16837	140	2312	78	19365
	Beni	122296	441	9332	1016	133086
	Pando	30706	139	2291	259	33395
	Total	169840	720	13936	1351	185846
2010	La Paz	221861	1845	30394	881	254981
	Beni	1609918	5817	109807	13333	1738874
	Pando	404275	1846	30104	3465	439690
	Total	2236054	9508	170306	17679	2433546
2020	La Paz	301060	2491	41199	1208	345958
	Beni	2184662	7889	148859	18167	2359577
	Pando	548642	2497	40826	4566	596531
	Total	3034363	12877	230884	23941	3302066

Note : Benefit is common to each alternative.

C.3.3 Costos Económicos

Los costos de construcción y mantenimiento estimados del estudio de ingeniería en el Capítulo 6 del Volumen I no representan tan el costo económico verdadero, debido a que el costo financiero incluye items de transferencia tales como impuestos. Puesto que el costo financiero no representa la cifra real para el análisis económico, los costos económicos de construcción y mantenimiento se obtienen deduciendo todos los impuestos de sus respectivos montos financieros.

C.3.4 Análisis Económico

(1) Cálculo de los Indicadores Económicos

A objeto de señalar la viabilidad del proyecto, se han calculado el TIR, B/C y VPN considerando la corriente de beneficios y costos arriba mencionada. El Cuadro C-18 resume el valor de los indicadores económicos, por alternativa.

Cuadro C-18 Valor de Indicadores Económicos por Alternativa

Alternative	B/C	NPV (\$)	IRR (%)
CASE P-1	1.890	97625296	19.7
CASE P-2	1.867	91676176	19.4
CASE P-3	1.794	82904640	18.7
CASE P-4	1.700	72061976	18.1
CASE P-5	1.857	94234784	19.8
CASE P-6	1.894	94910936	19.8
CASE P-7	1.877	93097920	19.6
CASE U	1.552	56610392	17.2

(2) Análisis de Sensibilidad

Debe tenerse en mente que el beneficio y el costo estimados sean examinados desde el punto de vista de la proyección de errores y de la inseguridad futura. Para examinar las anteriores situaciones inesperadas e inciertas con los indicadores económicos, se ha realizado un análisis de sensibilidad bajo la presunción de una disminución del beneficio y un aumento del costo (no hay problema con el caso opuesto, puesto que ello mejoraría en mucho los indicadores económicos). En este análisis de sensibilidad se ha asumido que el beneficio del proyecto se reduce en 5%, 10%, 15% y 20%. Por otra parte, se asume que el costo del proyecto aumenta en 5%, 10%, 15% y 20%. El Cuadro C-19 muestra los resultados de los casos de peores circunstancias del análisis de sensibilidad, por alternativas CASO P-1, CASO P-6 y CASO P-7 fueron factibles aún en peores circunstancias.

Cuadro C-19 Casos Infactibles en el Análisis de Sensibilidad

	IRR (%)	B/C	NPV (\$)
CASE P-1	12.1	1.008	1275536
CASE P-2	12.0	0.996	-656064
CASE P-3	11.5	0.957	-6744624
CASE P-4	11.0	0.907	-14426768
CASE P-5	11.9	0.991	-1566016
CASE P-6	12.1	1.010	1602816
CASE P-7	12.0	1.001	154464
CASE U	10.0	0.828	-26467416

(3) Costo Financiero Acumulado requerido hasta el año 2020

Aún si la carretera proyectada trae consigo un gran beneficio, el proyecto podría no ser viable en caso de que la agencia ejecutora del proyecto (SNC) tenga dificultad soportar la carga financiera incluyendo el costo del proyecto y el costo de mantenimiento después de la terminación de la carretera. Considerando la actual situación financiera del SNC (el SNC desea que varios proyectos camineros de gran escala sean terminados en un futuro cercano), se requiere minimizar tanto como sea posible el costo financiero acumulado del proyecto (incluyendo el futuro costo de mantenimiento). El Cuadro C-20 muestra el costo financiero acumulado hasta el año 2020.

Cuadro C-20 Costo Financiero Acumulado hasta 2020
(Unidad : 1000 US\$)

Alternative	Initial Cost	Maintenance Cost	Total Cost
CASE P-1	188422	5020	193442
CASE P-2	166706	27009	193715
CASE P-3	166706	28413	195119
CASE P-4	166706	30753	197459
CASE P-5	178981	26166	205147
CASE P-6	166706	34143	200849
CASE P-7	166706	35937	202643
CASE U	166706	31540	198246

(4) Beneficios cualitativos

Además de los beneficios cuantitativos explicados en C-2, el proyecto propuesto genera muchos beneficios cualitativos. Especialmente el siguiente beneficio cualitativo es de significativa importancia:

La terminación del proyecto mejorará el confort del conductor y del pasajero y asegurará puntualidad entre el origen y el destino. Además, es seguro que se podrá reducir drásticamente el daño a la carga transportada en camiones, especialmente en la carretera con superficie asfáltica.

C.3.5 Evaluación Económica

En conclusión, el CASO U no es recomendado desde el punto de vista del análisis de sensibilidad y del beneficio cualitativo. El CASO P-2, CASO P-3 y el CASO P-4 tampoco son recomendados por los resultados del análisis de sensibilidad, ya que no son factibles en peores circunstancias. Además, los CASOS P-5, CASO P-6 y CASO P-7 no son recomendados puesto que el costo financiero acumulado es alto. Por consiguiente, la restante alternativa, el CASO P-1, es

muy superior a otras alternativas.
Por las razones anteriores, se recomienda fuertemente a
seleccionar el CASO P-1 (superficie pavimentada desde el
año de apertura)

JICA

