

CAPITULO 7

PRONOSTICOS DEL PROYECTO

CAPITULO 7 PRONOSTICOS DEL PROYECTO

7.1 Topografía y Geología

7.1.1 Impacto causado por la Tala de Árboles

Existen varias zonas forestales valiosas ubicadas a lo largo de la carretera del proyecto, incluyendo los bosques de la Estación Biológica del Beni (EBB), el bosque del Parque Regional Yacuma, el Bosque de Chimanes y varios bosques de galería. De acuerdo a las Especificaciones Básicas del Proyecto, se desmontará y talarán árboles dentro de los límites del área del derecho de vía (con una longitud de 100 m) de la ruta del mejoramiento de la carretera por una serie de razones, incluyendo la utilización de bancos de préstamo lateral.

Si el área de tala se limita dentro del área del derecho de vía, ni la topografía, ni la geología existentes, sufrirán cambios considerables como producto de dicha actividad.

7.1.2 Impacto causado por los Trabajos del Movimiento de Tierras

(1) Estabilidad del Talud del Terraplén

La sección típica de la carretera del proyecto ya ha sido mostrada en la Figura 4-2-1. La carretera consiste en su mayoría de terraplenes. Los materiales utilizados para la construcción del terraplén de la carretera y las especificaciones relacionadas con la misma son los siguientes:

- Ancho de la carretera : 9.0 m
- Ancho del pavimento : 7.0 m (por grava y parcialmente asfalto)
- Altura del terraplén : 0.3 ~ 8 m
- Pendiente de taludes del terraplén : 1:2.0 (26.6°)
- Altura del terraplén : 2 ~ 4 m (máximo de 8 m)
- Materiales utilizados :
 - ◆ Base : Grava en bruto y triturada sin tamizar
 - ◆ Espesor : 20 cm

- ◆ Plataforma : Arena limosa (CBR > 4%)
- ◆ Espesor : 50 ~ 150 cm
- ◆ Cuerpo de la carretera : Arcilla - arena limosa (A-2 ~ A-7, AASHTO)
- ◆ SPT (Valor N) : 4 ~ 16 (por perforación de sondeo en el puente; profundidad 1 ~ 4 m)

La estabilidad del talud del terraplén se evaluó utilizando el análisis de estabilidad de deslizamiento circular. La fórmula utilizada para el método de análisis de estabilidad es la siguiente:

$$F_s = \frac{\sum \{C \times \ell + (W \cos \theta - \mu \ell)\} \tan \phi}{\sum (W \sin \theta)}$$

donde;

- F_s = Factor de seguridad
- W = Peso del corte unitario (t/m)
- ℓ = Ancho del corte unitario
- θ = Angulo entre corte unitario y superficie de deslizamiento (°)
- C = Cohesión (t/m²)
- φ = Angulo de fricción interna (°)
- μ = Coeficiente de fricción

Las especificaciones utilizadas para el terraplén, así como las constantes de la mecánica de suelos son las siguientes:

- Altura de terraplén : 4 m
- Pendiente del talud : 1:2.0
- Espesor de plataforma : 1.0 m
- Valor CBR de la plataforma : 4 %
- Clasificación del suelo de la plataforma : A-7 (AASHTO)
- SPT (Valor N) : 4
- Peso unitario : 1.7 t/m
- Condición del agua freática : Llena
- C : 2.5 t/m²
- φ : 0°
- Carga calculada sobre la carretera : 1 ton/m (equivalente a un camión de 24 toneladas)

Como resultado del análisis de seguridad del terraplén bajo las peores condiciones, el factor de seguridad calculado fue de 1.722 como mínimo, tal como se muestra en la Figura 7-1-1. Por lo tanto, se considera que el talud del terraplén es estable.

(2) Erosión del Terraplén

El terraplén en el área del proyecto se encuentra erosionado en varios lugares - por ejemplo, al borde de la carretera y en el terreno al descubierto o al desnudo del talud -, y en algunos lugares se puede observar que se han producido pequeños badenes (erosión) debido al agua de lluvia. Además, la mayor parte de las instalaciones de drenaje, que consisten de caños corrugados de acero, han sufrido erosión en pequeña escala en la parte inferior de la corriente, por lo que los mismos han aflorado.

Los materiales a ser utilizados para la construcción del cuerpo de la carretera y de la plataforma en el área del proyecto, son los mismos que se han utilizado con anterioridad para la construcción del terraplén actual de la carretera existente, de modo que la erosión de terraplenes recién levantados también se producirá por efecto del agua de lluvia durante la etapa de construcción.

De acuerdo a la planificación de la construcción del terraplén, los trabajos de construcción del mismo serán terminados antes del inicio de la estación lluviosa. En este caso, la pendiente de la superficie de la carretera deberá ser mayor del 4% debido a las buenas condiciones de drenaje. El talud del terraplén deberá ser protegido con maleza utilizando la tierra superficial que fue apilada en la etapa de corte y desmonte de la superficie.

Ya que la implementación de la protección de taludes en la etapa de construcción deberá ser completada antes del inicio de la estación lluviosa, se considera que la erosión del terraplén se mantendrá controlada a un grado mínimo.

Las pendientes de flujo, tanto para la entrada como para la salida de los caños corrugados de acero, están diseñados entre 30° a 45° debido a la baja velocidad de flujo de agua, tal como se muestra en la Figura 7-1-2.

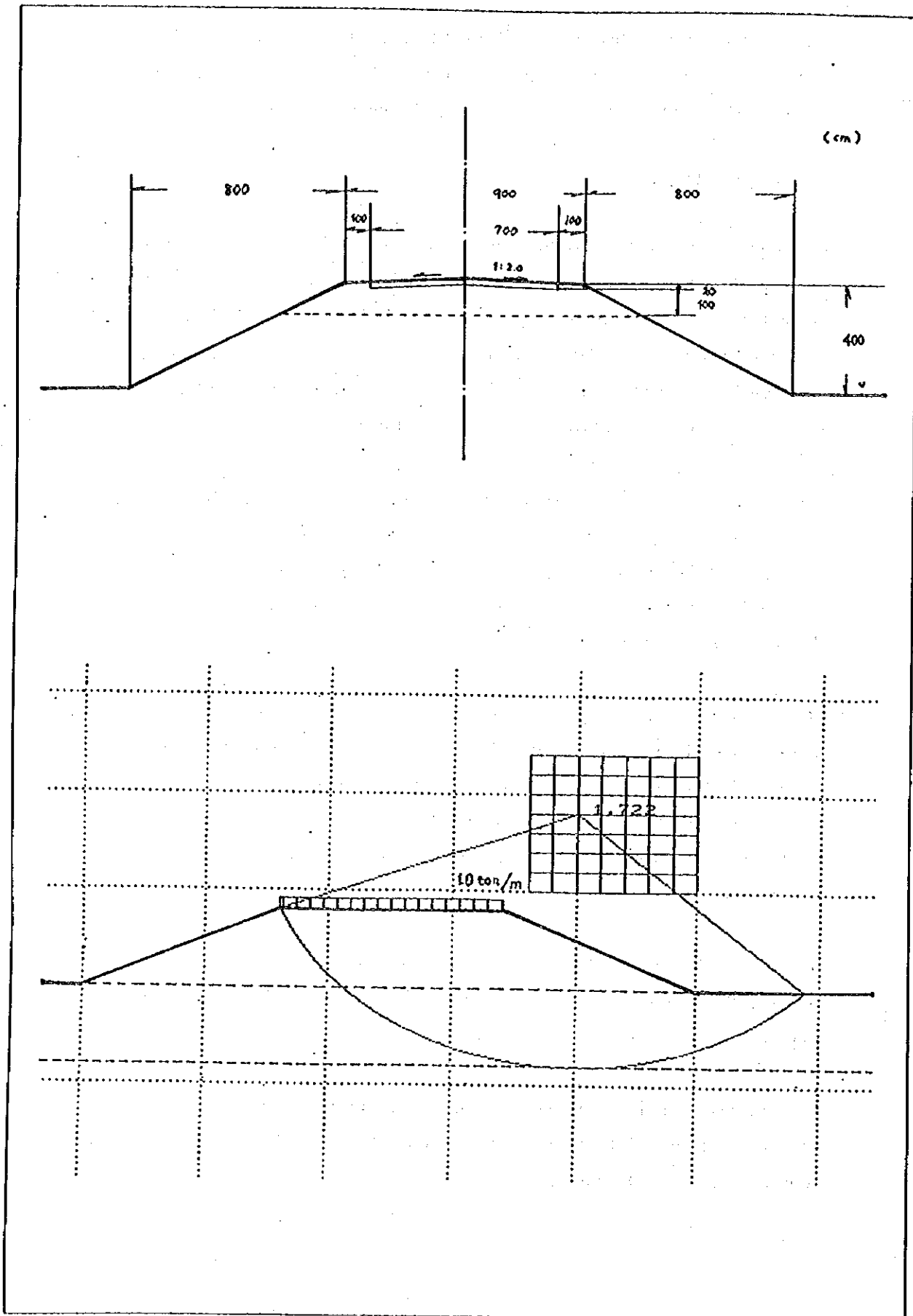


Figura 7-1-1 Resultados del Análisis de la Estabilidad del Terraplén

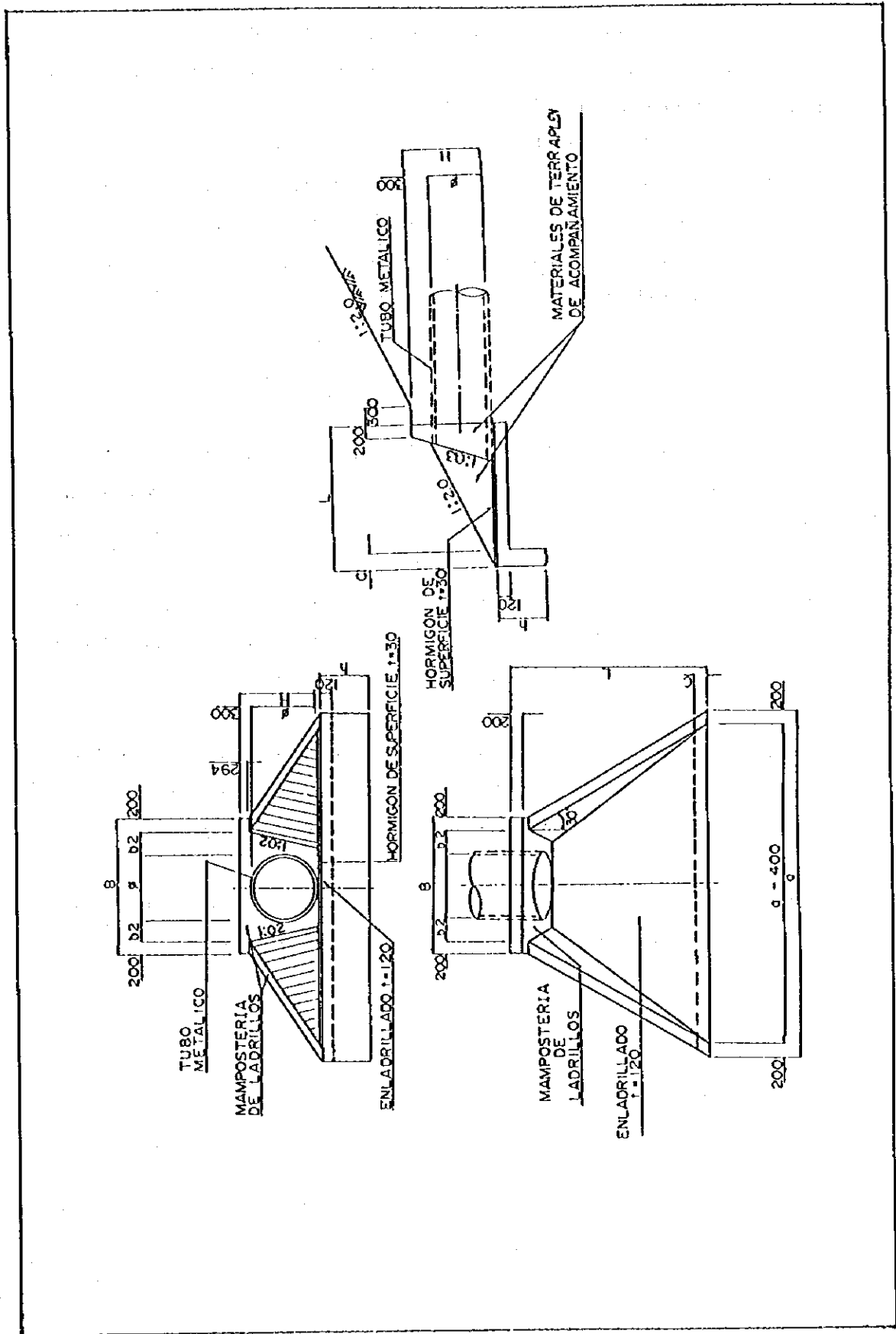


Figura 7-1-2 Sección Típica de los Caños Corrugados de Acero

Los materiales de construcción a ser utilizados en la entrada y salida de los caños corrugados (tubería acanalada), consistirán de una mezcla de hormigón con ladrillos rotos, según lo planificado, aunque la vida útil de dicho tipo de concreto es aproximadamente 30 años más corta que la vida útil del hormigón corriente. Así mismo y de acuerdo con la planificación, los materiales de la losa de la base están diseñados para utilizar un revestimiento de ladrillos unidos con mortero, cuya vida útil es de 15 a 30 años. Por lo tanto, es necesario continuar con un programa de mantenimiento para la protección de taludes de los caños corrugados de acero.

(3) Corte de Préstamos Laterales

Para los materiales del cuerpo del terraplén de la carretera se ha planificado utilizar, mediante el método de préstamo lateral, la tierra ubicada en ambos lados de la carretera. El volumen total de tierra a ser utilizado para el cuerpo nuevo de la carretera es de 1,220,000 m³ y el volumen promedio por metro es de 5.5 m³/m. Por lo tanto, para dicho fin, es posible obtener tierra de ambos lados de la carretera dentro de los límites del área del derecho de vía (ancho total de 200 m). Sin embargo, es necesario minimizar el corte de bosques para su preservación a lo largo de la carretera del proyecto.

Se ha planificado que la tierra para la plataforma del terraplén sea transportada desde los sitios en los que el valor CBR sea mayor del 4%. El volumen total de tierra para la plataforma es de 395,000 m³. El plan de transporte de tierra se muestra en la Figura 7-1-3. Para la tierra que se encuentra a ambos lados del río Mamoré, se ha planificado su transporte a sitios localizados a una distancia de aproximadamente entre 2 y 16 km. La distancia de transporte de tierra a otros sitios está dentro del rango de los 2 km.

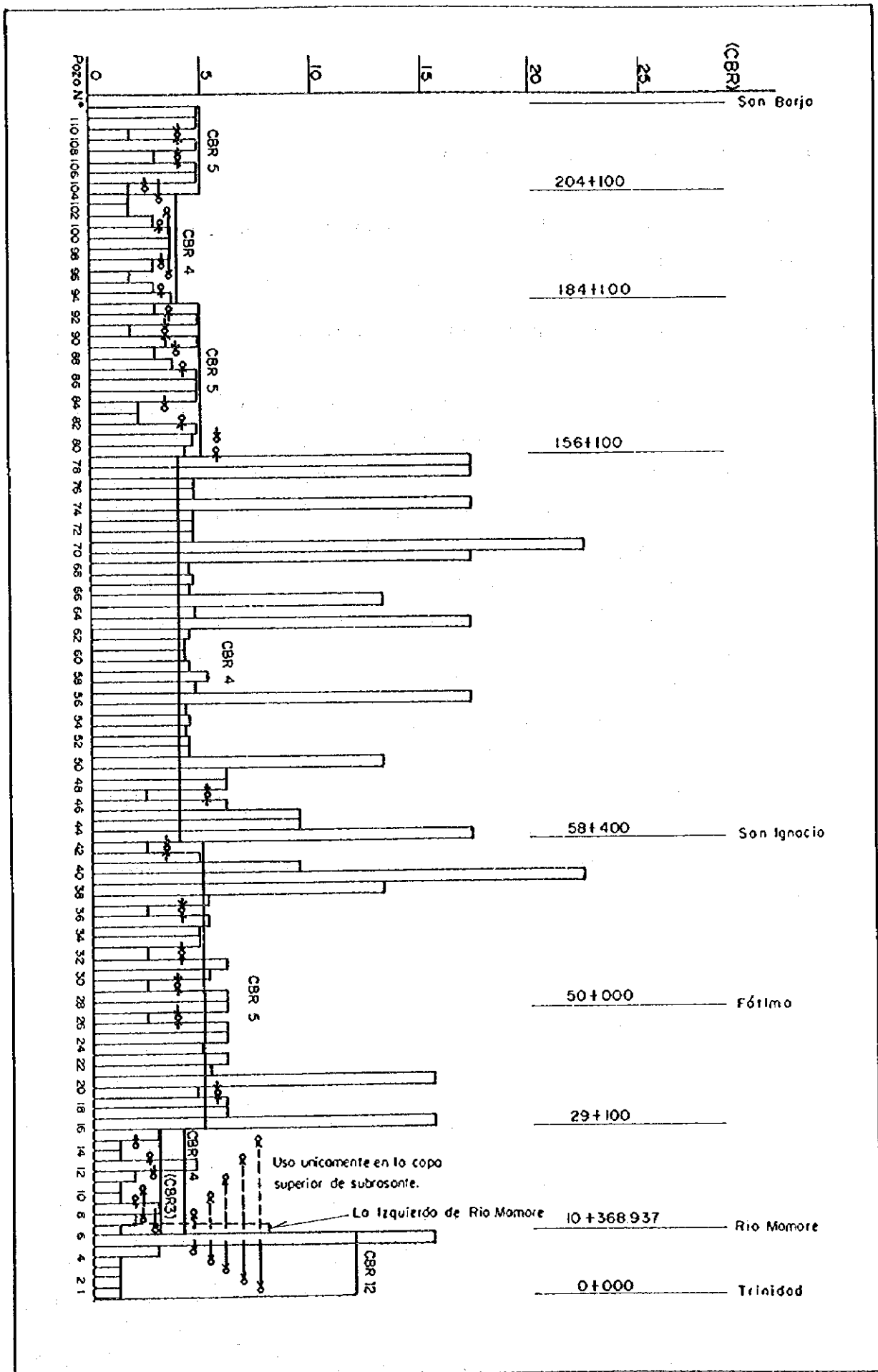


Figura 7-1-3 Plan del Transporte de Tierra para el Proyecto

7.2 Suelo

7.2.1 Impacto causado por la Tala de Árboles

Si la tala de árboles se limita al área alrededor de la carretera, se considera que no se producirá erosión en gran escala.

7.2.2 Impacto causado por los Trabajos del Movimiento de Tierras

Las influencias sobre el suelo, tales como la expansión del área de tierra grisácea que se encuentra río arriba o aguas arriba del proyecto, se considera que se presentarán debido a la expansión del área de inundación después de finalizado el mejoramiento de la carretera. Sin embargo, al respecto, se ha previsto que el agua producto de inundaciones sea drenada mediante numerosas instalaciones de drenaje que incluyen caños corrugados de acero y los puentes en sí, por lo que se espera que el nivel del agua se mantendrá al nivel al que se encuentra actualmente o por debajo del nivel actual, de modo que se minimizen las influencias debidas por el mejoramiento de la carretera.

7.2.3 Impacto causado por las Instalaciones de Drenaje

Con el fin de minimizar la erosión del suelo en las instalaciones de drenaje que se producirá durante la estación lluviosa, se tiene previsto el refuerzo de la entrada y salida de agua de los caños corrugados, así como su protección lateral, tanto en los lados río arriba como río abajo.

7.3 Hidrología

7.3.1 Impacto causado por la Tala de Árboles

Se considera que no se darán cambios de gran escala en la hidrología existente ya que la tala de árboles se limitará a los bordes de la carretera.

7.3.2 Impacto causado por los Trabajos del Movimiento de Tierras y las Instalaciones de Drenaje

La inundación periódica de la parte oriental del área del proyecto es un fenómeno natural. Sin embargo, se reconoce que la carretera existente tiene relativamente una gran influencia sobre el área de inundación, tal como lo es el nivel creciente del agua en la parte río arriba del proyecto, fenómeno que se debe a la baja capacidad del sistema de drenaje existente, aun cuando fueron construídas numerosas instalaciones de caños corrugados de acero, etc., para el drenaje del área del proyecto. El mejoramiento de la carretera mediante la construcción de terraplenes, subirá el nivel de la carretera en el área de inundación a una altura 60 cm mayor que el nivel de agua, factor que ciertamente inducirá una gran influencia sobre el área de inundación.

El diagrama de flujo del método de pronóstico de la influencia del nivel de agua debida a la construcción de terraplenes en la carretera del proyecto se muestra en la Figura 7-3-1. El cálculo básico y la simulación para los análisis hidrológicos e hidráulicos fueron evaluados en la etapa del Estudio de Factibilidad por JICA (1987). Los resultados de dicha evaluación son aceptables y se muestran a continuación. La falta de datos de precipitación pluvial fue sustituida mediante el uso del método de correlación.

(1) Pronóstico de la Precipitación Pluvial Anual

Los datos de precipitación pluvial de las 19 estaciones meteorológicas de Bolivia fueron obtenidos de la Administración Autónoma de Servicios Auxiliares a la Navegación Aérea (AASANA) y del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENHAMID). El período de los datos recopilados es de 35 años, entre 1950 y 1984. Así mismo, se recopilaron datos de un período de 10 años, entre 1985 y 1994, los cuales fueron utilizados como datos adicionales.

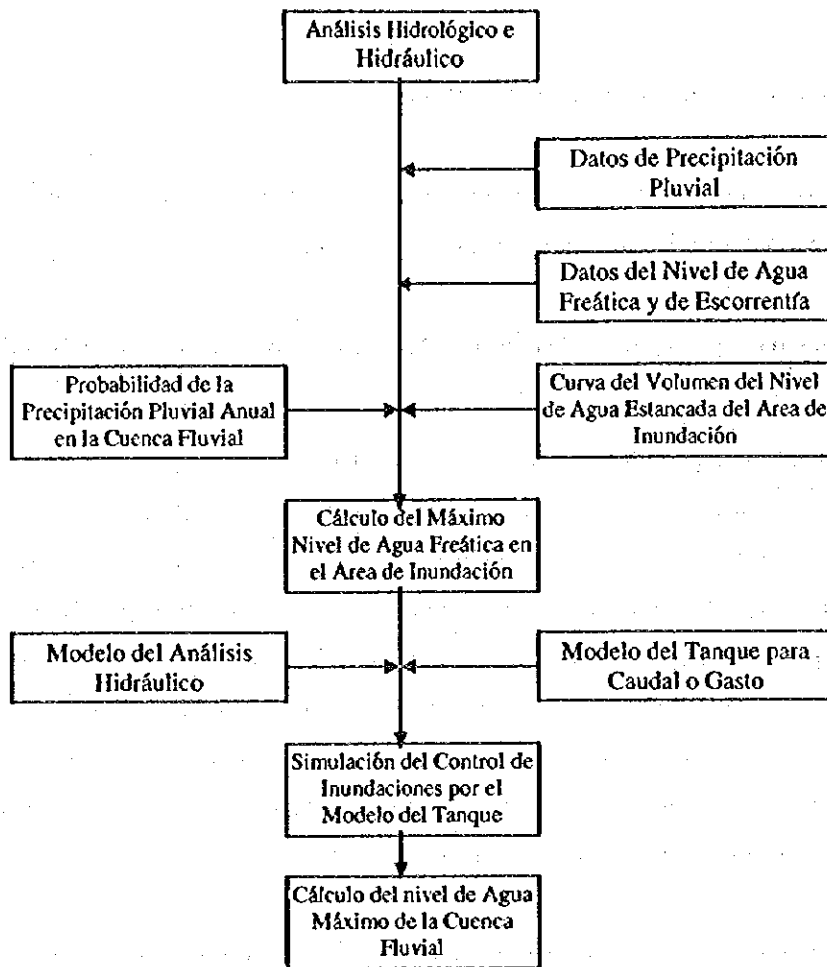


Figura 7-3-1 Diagrama de Flujo del Método de Pronosticación de Factores Hidrológicos e Hidráulicos en Cuencas Fluviales

La precipitación pluvial anual en el área del proyecto es de un promedio de 1,330 mm y un máximo de 1,830 mm. La precipitación pluvial media en cada cuenca fluvial fue calculada utilizando el método de Thiessen, tal como se muestra en la Figura 7-3-2. Los coeficientes de Thiessen se muestran en la Tabla 7-3-1.

En la Tabla 7-3-2 se muestra la precipitación pluvial por mes y por estación en la cuenca fluvial de los ríos Tijamuchi, Mamoré e Ibare.

La probabilidad de precipitación pluvial anual máxima en cada cuenca fluvial fue calculada por el método de Gumbel, tal como se muestra en la Figura 7-3-3 y en la Tabla 7-3-3.

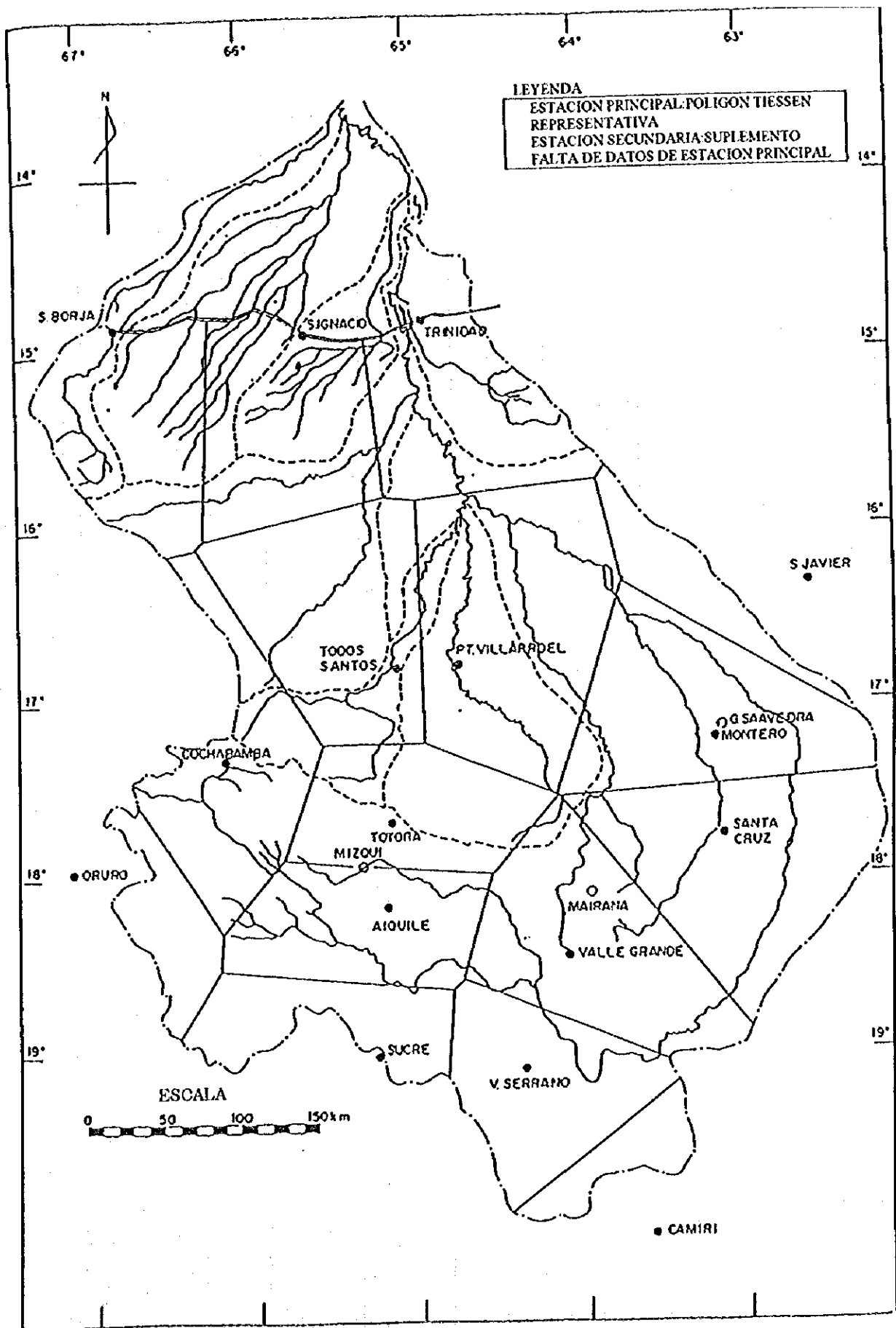


Figura 7-3-2 Estaciones Meteorológicas y Polígonos de Thiessen

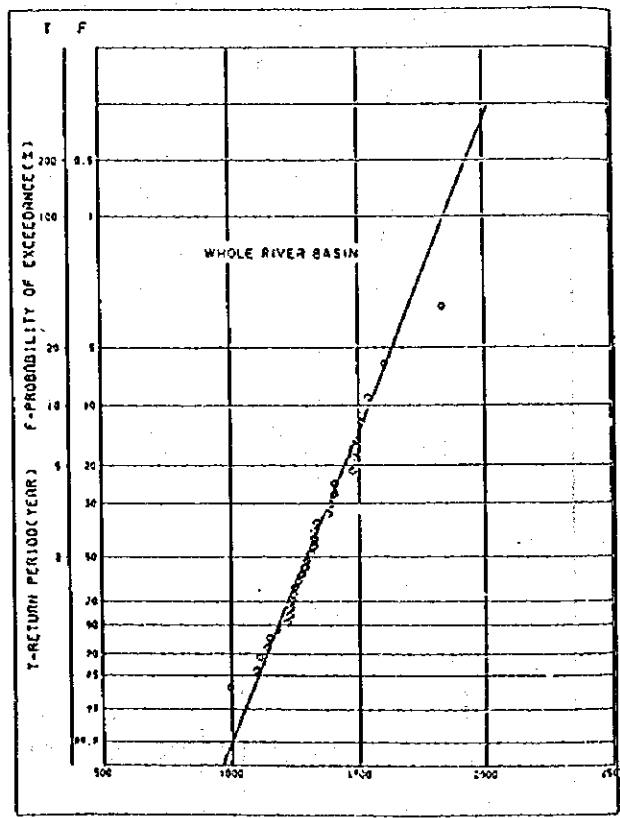
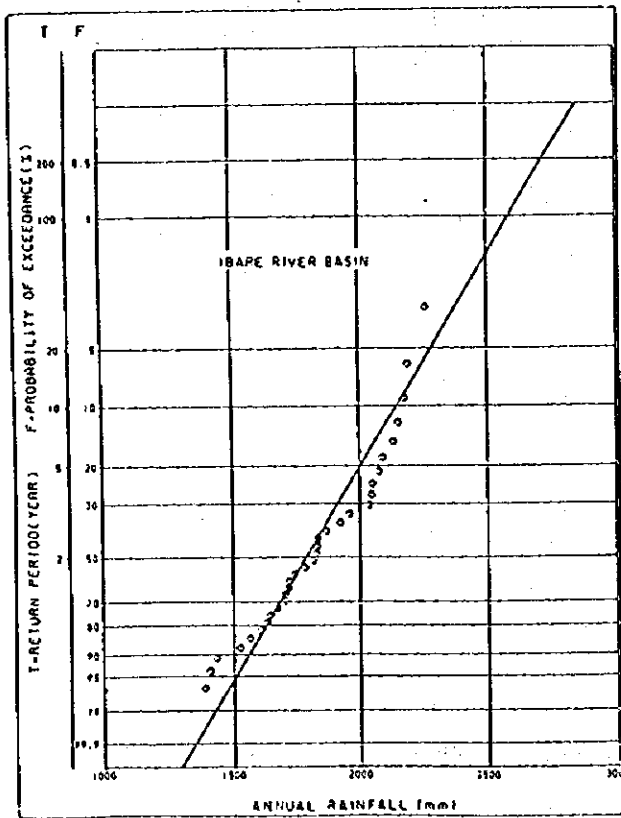
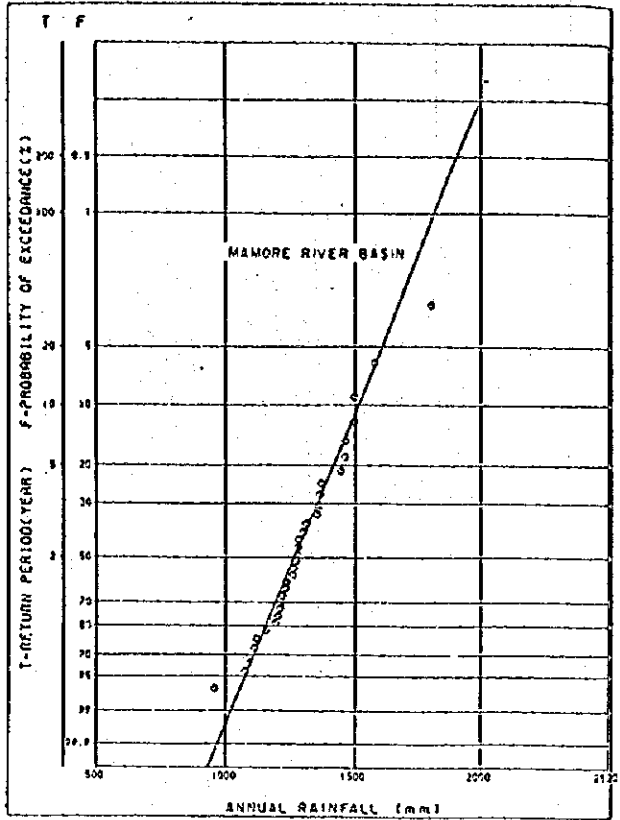
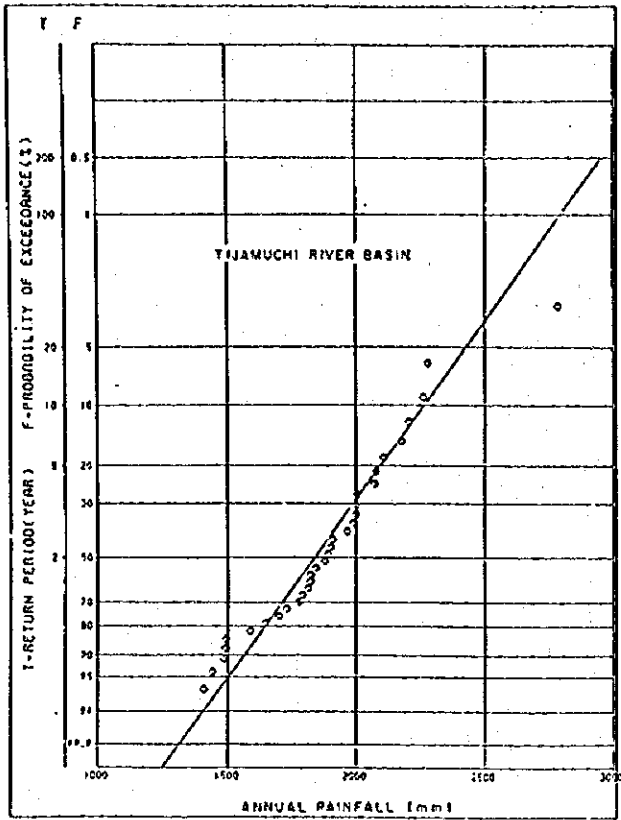


Figura 7-3-3 Probabilidad de la Precipitación Pluvial Anual en las Cuencas Fluviales

Tabla 7-3-1 Coeficientes de Thiessen

Estación	C/F Tijamuchi ^{*1}		C/F Mamoré		C/F Ibare		Cuenca Total	
	*2	*3	*2	*3	*2	*3	*2	*3
Trinidad	640	0.10	4,290	0.03	6,720	1.00	11,040	0.06
San Ignacio	5,620	0.90	5,835	0.04	-	-	11,455	0.06
San Borja	-	-	2,555	0.02	-	-	2,555	0.01
San Javier	-	-	4,520	0.03	-	-	4,520	0.03
Montero	-	-	16,365	0.10	-	-	16,365	0.09
Santa Cruz	-	-	17,470	0.10	-	-	17,470	0.10
T. Santos	-	-	16,110	0.09	-	-	16,110	0.09
P. Villaroel	-	-	20,575	0.12	-	-	20,575	0.11
Vallegrande	-	-	15,370	0.09	-	-	15,370	0.09
V. Serrano	-	-	11,735	0.07	-	-	11,735	0.07
Camili	-	-	3,640	0.02	-	-	3,640	0.02
Sucre	-	-	7,515	0.05	-	-	7,515	0.04
Totora	-	-	10,350	0.06	-	-	10,350	0.06
Mizqui	-	-	11,110	0.07	-	-	11,110	0.06
Cochabamba	-	-	13,695	0.08	-	-	13,695	0.08
Oruro	-	-	5,295	0.03	-	-	5,295	0.03
Total	6,260	1.00	166,430	1.00	6,720	1.00	178,800	1.00

Notas - *1: Cuenca Fluvial
 *2: Area del Polígono de Thiessen (km²)
 *3: Coeficiente de Thiessen

Tabla 7-3-2 Precipitación Pluvial Mensual y Estacional

Mes/Estación	C/F Tijamuchi ^{*1}		C/F Mamoré		C/F Ibare		Cuenca Total	
	*2	*3	*2	*3	*2	*3	*2	*3
Enero	307	16.2	215	16.3	322	17.5	219	16.5
Febrero	292	15.4	187	14.4	278	15.1	192	14.4
Marzo	254	13.4	152	11.7	214	11.6	156	11.8
Abril	136	7.2	100	7.7	135	7.3	102	7.7
Mayo	93	4.9	61	4.7	90	4.9	63	4.7
Junio	73	3.8	49	3.8	62	3.3	50	3.8
Julio	39	2.1	35	2.7	44	2.4	35	2.6
Agosto	54	2.8	38	2.9	43	2.3	38	2.9
Septiembre	70	3.7	51	4.0	87	4.7	53	4.0
Octubre	154	8.1	106	8.2	133	7.2	108	8.1
Noviembre	172	9.0	127	9.8	189	10.2	130	9.8
Diciembre	256	13.3	179	13.8	248	13.4	182	13.7
Estación Seca	483	25.4	340	26.2	459	24.9	347	26.1
Estación Lluviosa	1,417	74.6	959	73.8	1,385	75.1	981	73.9
P. Pluvial Anual	1,900	100.0	1,299	100.0	1,844	100.0	1,328	100.0

Notas: *1 : Cuenca Fluvial
 *2 : Precipitación pluvial mensual y estacional en mm
 *3 : Porcentaje de relación con respecto a la precipitación pluvial anual en mm
 *4 : Estación seca - mayo a octubre, Estación lluviosa - noviembre a abril

Tabla 7-3-3 Probabilidad Máxima de Precipitación Pluvial en las Cuencas Fluviales

Período de Retorno (años)	C/F Tijamuchi (mm/año)	C/F Mamoré (mm/año)	C/F Ibare (mm/año)	Cuenca Total (mm/año)
5	2,000	1,420	2,090	1,450
10	2,140	1,510	2,260	1,540
20	2,280	1,610	2,430	1,630
30	2,360	1,660	2,520	1,690
50	2,460	1,730	2,640	1,760
100	2,590	1,820	2,800	1,850

(2) Caudal o Gasto Máximo de los Ríos

a) Modelo de control de inundaciones

El análisis del caudal del río se realizó a largo plazo, ya que sólo se contaba con datos del nivel de agua de los ríos Mamoré e Ibare de un período menor de cinco (5) años. La curva típica del volumen de la altura del nivel del agua (H) y el volumen de almacenamiento de agua o agua estancada (V) se muestra en la Figura 7-3-4. El modelo de análisis hidráulico en el área de inundación se muestra en la Figura 7-3-5.

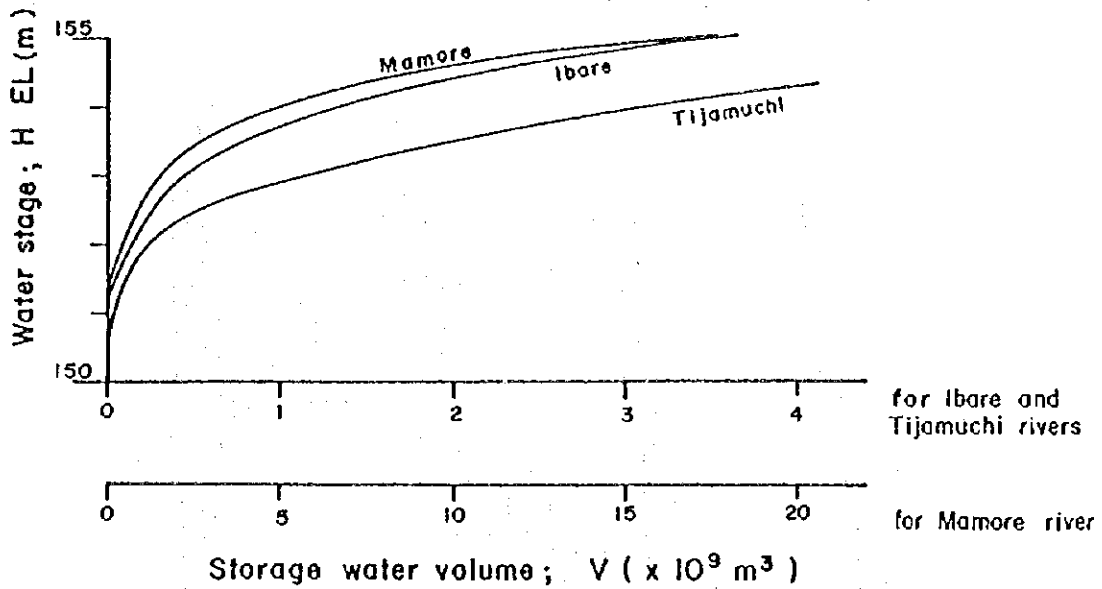
El análisis del modelo de series de tanque mostrado en la Figura 7-3-6 fue utilizado para pronosticar el caudal de ríos y el modelo de control de inundaciones. El modelo muestra que la lluvia se infiltra continuamente a los niveles subterráneos y el efluente se desborda en la superficie en cada nivel. El área ubicada río arriba en la carretera del proyecto hace el papel de un embalse o tanque de agua.

Los flujogramas utilizados para la determinación de los parámetros del modelo de series de tanque y la simulación del control de inundaciones empleando el modelo de series de tanque, se muestran en las Figuras 7-3-7 y 7-3-8 respectivamente. Los parámetros utilizados para el modelo de series de tanque mostrados en la Tabla 7-3-4 fueron determinados por medio de la simulación basada en los registros diarios del nivel de agua del río Mamoré en el Puerto Ganadero, así como los datos de precipitación pluvial registrados en 1981 y 1982.

Como resultado de la simulación del río Mamoré por el modelo de series de tanque, la hidrográfica obtenida mediante dicha simulación correspondió en su mayoría a la hidrográfica actual mostrada en la Figura 7-3-8.

Los parámetros de los ríos Tijamuchi e Ibare para la simulación del modelo de control de inundaciones que se encuentran mostrados en la Tabla 7-3-4, fueron determinados por medio de un coeficiente multiplicador que se calculó utilizando la siguiente fórmula:

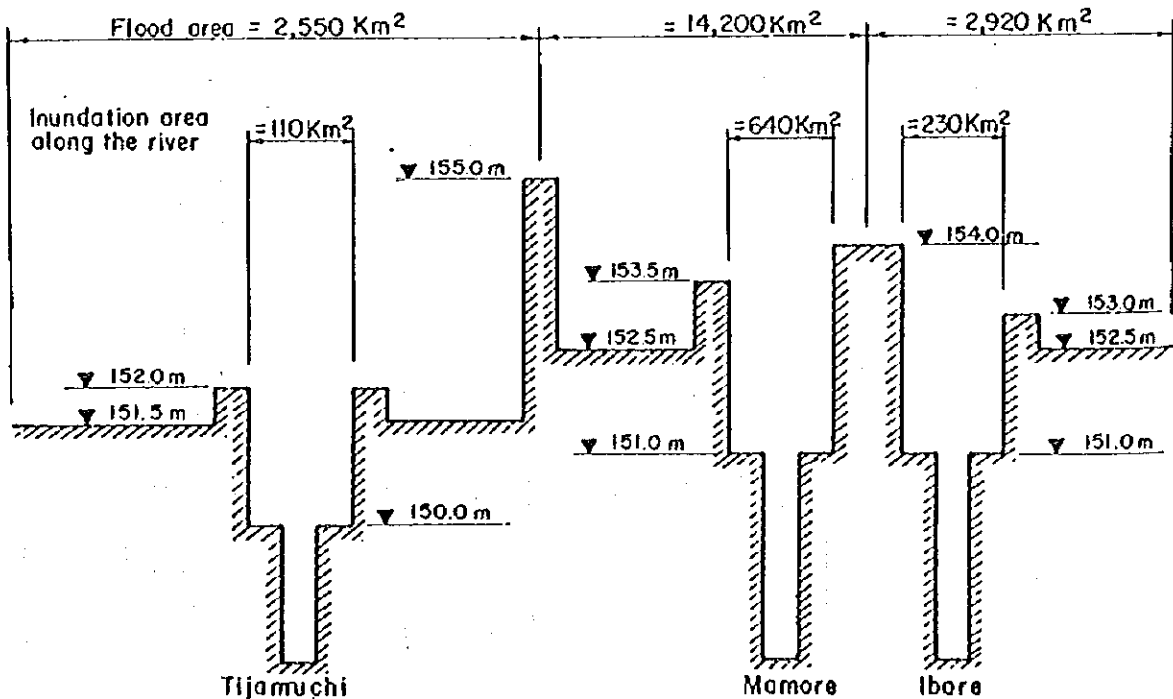
Note: The water stages of Pto. Almacen, Pto. Varador and Pto. Tijamuchi represent the Ibare, Mamore and Tijamuchi River, respectively.



Nota: El nivel del agua de los puertos Almacén, Varador y Tijamuchi, representan a los ríos Ibare, Mamoré y Tijamuchi respectivamente.

Figura 7-3-4 Curvas del Volumen H-V de las Cuencas Fluviales

a. H - V Curves of Flood Areas



b. Cross Section of the Flood Area along the Project Road

Figura 7-3-5 Modelo del Análisis Hidráulico

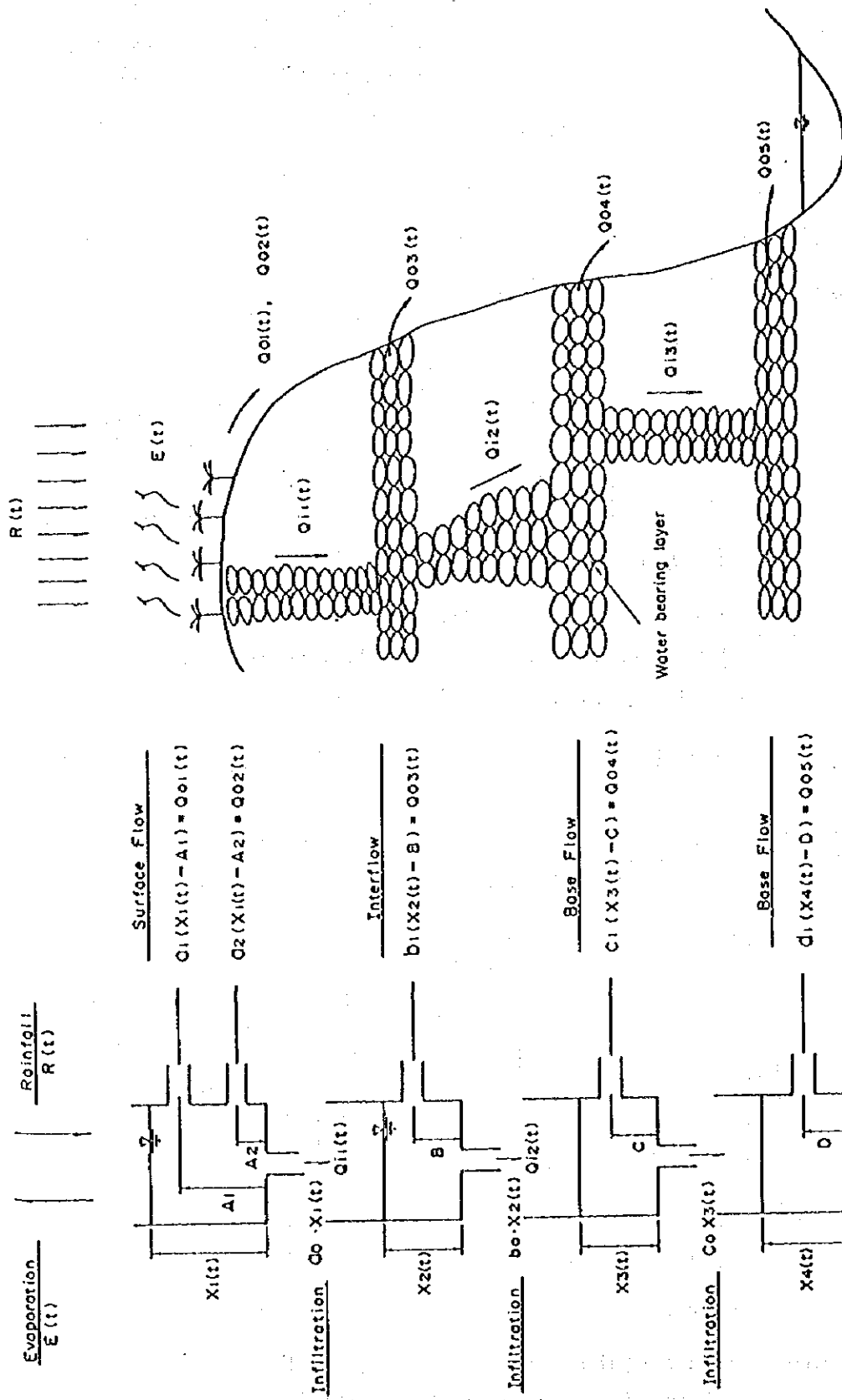


Figura 7-3-6 Modelo de Series de Tanque para el Analisis Hidrológico

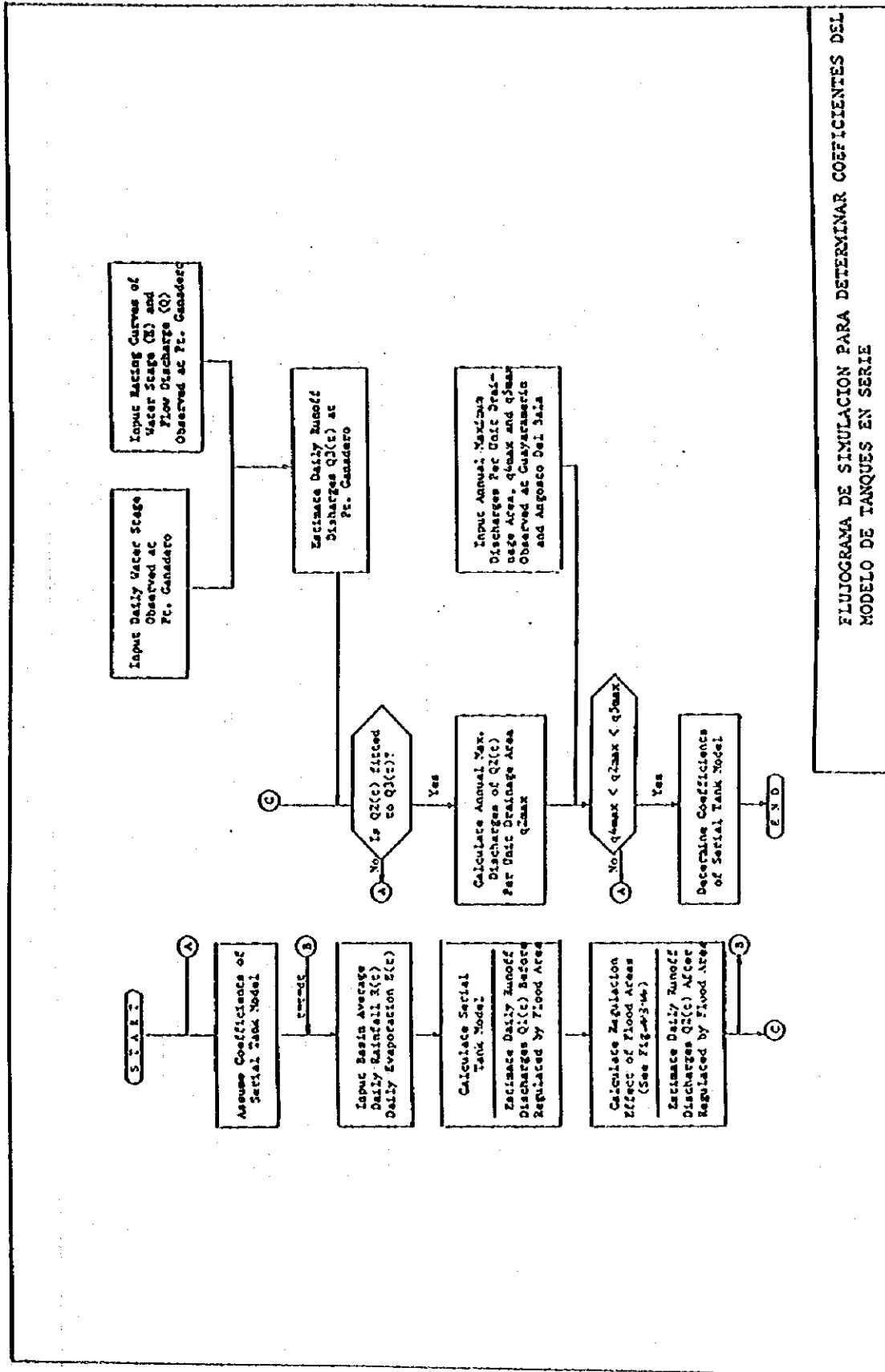
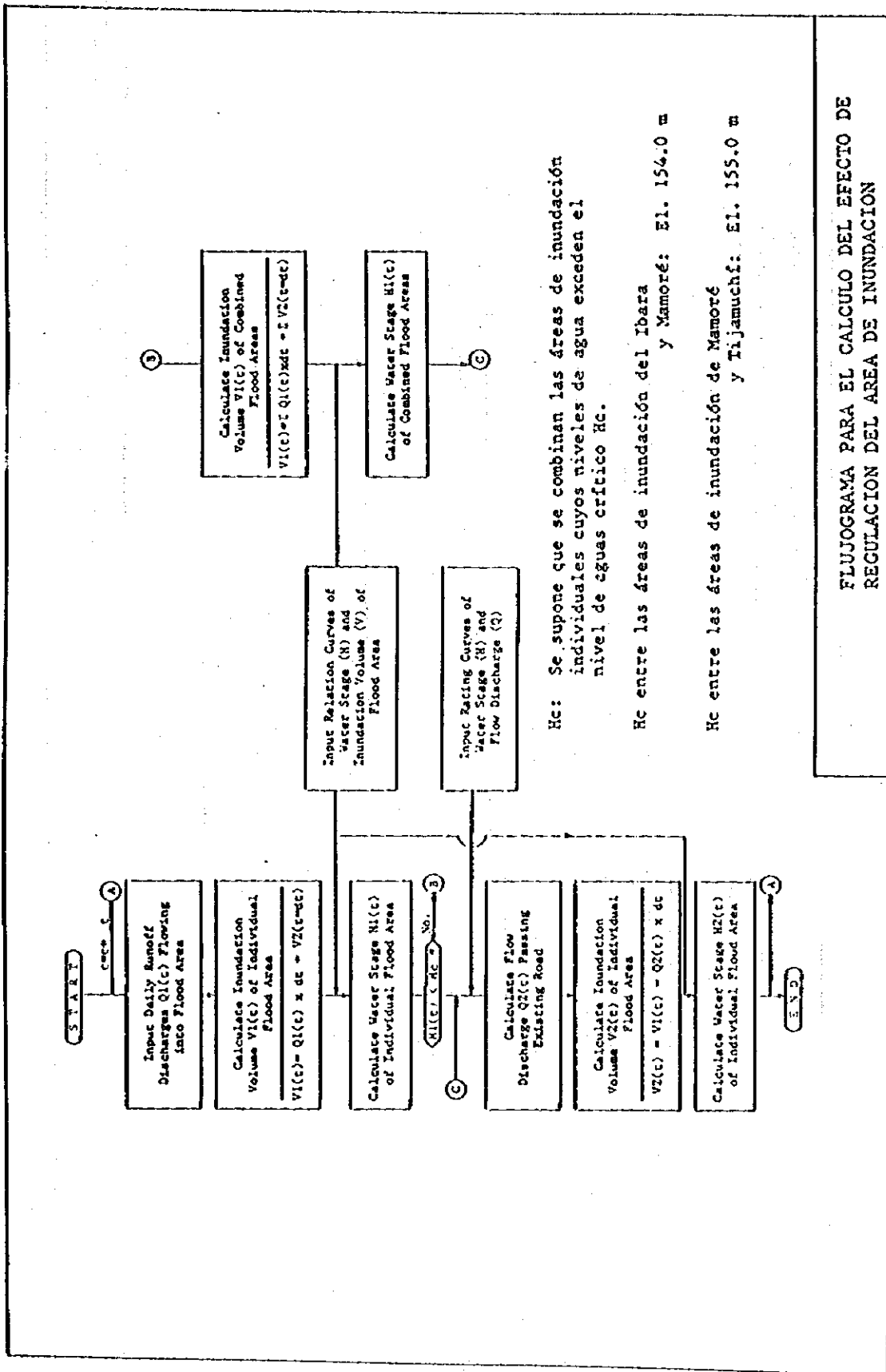


Figura 7-3-7 Flujoograma para la Determinación de Parámetros del Modelo de Series de Tanque



FLUJOGRAMA PARA EL CALCULO DEL EFECTO DE REGULACION DEL AREA DE INUNDACION

Figura 7-3-8 Flujoograma del Análisis Hidrológico

$$X_i = X M_i \times \left(\frac{a_m}{a} \right)^{1/2}$$

donde,

X_i = Coeficiente asumido de escurrimiento en las cuencas fluviales de los ríos Tijamuchi e Ibare

$X m_i$ = Coeficiente asumido de escurrimiento en la cuenca fluvial del río Tijamuchi

a_m = Cuenca de captación del río Mamoré

a = Cuenca de captación de los ríos Tijamuchi e Ibare

Tabla 7-3-4 Parámetros para el Método de Simulación de Control de Inundaciones en las Cuencas Fluviales de los Ríos Tijamuchi, Mamoré e Ibare

Item del Parámetro	Símbolo ^{*1}	Cuenca Río Mamoré (166,430 m ²)	Cuenca Río Ibare (6,720 m ²)	Cuenca Río Tijamuchi (6,260 m ²)
A. Multiplicador				
1. Primer tanque				
• Orificio de escurrimiento (superior)	a1	0.014	0.070	0.072
• Orificio de escurrimiento (inferior)	a2	0.009	0.045	0.046
• Orificio de infiltración	a0	0.002	0.010	0.010
2. Segundo tanque				
• Orificio de escurrimiento	b1	0.002	0.010	0.010
• Orificio de infiltración	b0	0.002	0.010	0.010
3. Tercer tanque				
• Orificio de escurrimiento	c1	0.0005	0.0025	0.0026
• Orificio de infiltración	c0	0.0005	0.0025	0.0026
4. Cuarto tanque				
• Orificio de escurrimiento	d	0.0002	0.0002	0.0002
B. Nivel de altura del orificio de escurrimiento (mm)				
1. Primer tanque				
• Superior	A1	30	30	30
• Inferior	A2	10	10	10
2. Segundo tanque	B	10	10	10
3. Tercer tanque	C	10	10	10
4. Cuarto tanque	D	0	0	0
C. Nivel de altura de almacenamiento inicial (mm)^{*2}				
1. Primer tanque	X1	0	0	0
2. Segundo tanque	X2	0	0	0
3. Tercer tanque	X3	0	0	0
4. Cuarto tanque	X4	165	165	165

Nota - *1: Ver Figura 4-3-12

*2: Valor asumido el 1o. de octubre, cuando el nivel del agua de almacenamiento de la cuenca está al mínimo.

Como resultado de la simulación del río Tijamuchi empleando el modelo de series de tanque, la altura máxima del nivel de la cota de agua del río, que es de 153.54 m, corresponde al nivel de agua real máximo registrado entre 1951 y 1982, tal como se muestra en la Tabla 7-3-6. Por otra parte, los parámetros de las cuencas fluviales de los ríos Maniqui y Apere-Matos, mostrados en la Tabla 7-3-5, fueron calculados en base a las siguientes condiciones:

Tabla 7-3-5 Parámetros para el Método de Simulación de Control de Inundaciones en las Cuencas Fluviales de los Ríos Maniquí y Matos-Apere

Item del Parámetro	Símbolo ^{*1}	Cuenca Ríos Matos-Apere (7,120 m ²)	Cuenca Río Maniquí (3,140 m ²)
A. Multiplicador			
1. Primer tanque			
• Orificio de escurrimiento (superior)	a1	0.068	0.102
• Orificio de escurrimiento (inferior)	a2	0.044	0.066
• Orificio de infiltración	a0	0.010	0.066
2. Segundo tanque			
• Orificio de escurrimiento	b1	0.010	0.015
• Orificio de infiltración	b0	0.010	0.015
3. Tercer tanque			
• Orificio de escurrimiento	c1	0.002	0.004
• Orificio de infiltración	c0	0.002	0.004
4. Cuarto tanque			
• Orificio de escurrimiento	d	0.0002	0.0002
B. Nivel de altura del orificio de escurrimiento (mm)			
1. Primer tanque			
• Superior	A1	30	30
• Inferior	A2	10	10
2. Segundo tanque			
	B	10	10
3. Tercer tanque			
	C	10	10
4. Cuarto tanque			
	D	0	0
C. Nivel de altura de almacenamiento inicial (mm)^{*2}			
1. Primer tanque			
	X1	0	0
2. Segundo tanque			
	X2	0	0
3. Tercer tanque			
	X3	0	0
4. Cuarto tanque			
	X4	165	165

Nota - *1: Ver Figura 4-3-12

*2: Valor asumido el 1o. de octubre, cuando el nivel del agua de almacenamiento de la cuenca está al mínimo.

- Los factores del modelo de series de tanque son los mismos que los del río Tijamuchi.
- Los datos hidrológicos, incluyendo precipitación pluvial, evaporación, etc., son los mismos que los del río Tijamuchi.

(2) Caudal Anual Máximo y Nivel de Agua Anual Máximo

El nivel del agua, caudal y desbordamiento anuales máximos en el área del proyecto que fueron determinados por los métodos de simulación anteriormente explicados, se muestran en las Tablas 7-3-6, 7-3-7 y 7-3-8 respectivamente. El caudal máximo del río Mamoré es aproximadamente diez veces mayor que los caudales de los ríos Tijamuchi e Ibare. La altura de la cota del nivel de agua del río Tijamuchi es menor que la de los ríos Mamoré e Ibare. Por lo tanto, las cuencas fluviales de los ríos Tijamuchi, Mamoré e Ibare son independientes entre sí; el agua del río Ibare fluye al río Mamoré, y de la misma manera, el agua del río Mamoré fluye al río Tijamuchi después de que se desbordan los diques naturales de cada río.

Tabla 7-3-6 Nivel Máximo de la Cota de Agua en las Cuencas Fluviales

Año Hidrológico	Cuenca del Río Tijamuchi	Cuenca del Río Mamoré	Cuenca del Río Ibare
1951	152.35	153.27	153.97
1952	152.39	153.64	153.27
1953	152.46	152.34	153.27
1954	152.40	153.46	153.76
1955	152.37	153.54	153.04
1956	153.14	154.38	153.14
1957	152.72	153.05	153.96
1958	152.18	152.77	152.93
1959	152.84	154.06	154.06
1960	152.37	152.51	152.54
1961	152.10	152.47	152.55
1962	152.98	153.52	153.97
1963	152.09	153.64	153.01
1964	153.38	153.90	153.90
1965	152.18	153.00	153.98
1966	152.57	152.39	153.14
1967	151.98	152.73	153.13
1968	152.68	153.70	153.46
1969	152.25	152.16	152.97
1970	151.43	152.67	153.24
1971	152.48	152.50	153.65
1972	152.46	152.45	152.68
1973	152.34	152.17	153.37
1974	152.85	154.23	154.23
1975	152.84	153.54	153.40
1976	153.10	153.97	153.87
1977	152.33	154.16	154.16
1978	152.65	153.51	153.62
1979	152.26	154.41	154.41
1980	153.25	153.53	153.97
1981	152.80	154.16	154.16
1982	153.54	154.47	154.47
Promedio	152.85	153.32	153.59

Nota : Todas las cotas de nivel están en metros.

Tabla 7-3-7 Caudal Máximo en la Parte Superior de la Carretera del Proyecto

Año Hidrológico	C/F Río Tijamuchi		C/F Río Mamoré		C/F Río Ibare	
	*1	*2	*1	*2	*1	*2
1951	1,148	357	9,438	576	1,312	811
1952	2,252	961	10,882	887	1,202	254
1953	1,232	404	8,193	142	979	660
1954	1,204	379	10,026	664	1,210	258
1955	1,219	366	10,431	737	852	113
1956	1,704	760	14,235	4,420	1,204	526
1957	1,489	527	9,341	477	1,525	317
1958	1,141	296	9,159	346	780	103
1959	1,839	590	12,450	1,593	1,249	358
1960	1,249	283	8,646	244	700	78
1961	1,173	274	8,253	207	807	79
1962	1,863	659	10,158	706	2,519	320
1963	1,149	271	10,368	886	749	109
1964	2,548	954	11,015	1,255	1,349	299
1965	1,156	298	9,805	454	1,366	324
1966	1,375	454	8,062	168	1,013	128
1967	805	242	7,143	0	823	126
1968	1,769	506	10,666	969	1,107	182
1969	1,193	319	7,626	58	1,018	105
1970	783	145	7,060	0	877	141
1971	1,329	409	8,648	217	1,100	227
1972	1,345	403	8,343	195	893	87
1973	1,250	355	7,683	64	921	166
1974	1,528	594	12,559	2,429	921	434
1975	1,796	587	10,080	739	1,168	170
1976	1,657	733	11,584	1,367	852	290
1977	1,323	350	13,317	2,030	1,289	405
1978	1,399	494	9,891	695	1,201	211
1979	1,033	320	15,327	4,925	1,223	555
1980	1,774	834	10,344	720	1,337	321
1981	1,430	568	12,465	1,992	1,271	402
1982	2,709	1,171	13,699	5,858	1,541	930
Promedio	1,464	496	10,216	1,164	1,136	743

Notas - C/F: Cuenca Fluvial

*1: Caudal máximo en m³/s

*2: Volumen máximo regulado en 10⁶ m³

Tabla 7-3-8 Desborde Máximo a lo largo de la Carretera del Proyecto

(Unidad : m³/s)

Año Hidrológico	C/F Rfo Tijamuchi			C/F Rfo Mamoré			C/F Rfo Ibare		
	*1	*2	*3	*1	*2	*3	*1	*2	*3
1951	337	384	761	7,933	1,161	9,094	714	97	811
1952	453	768	1,221	8,502	1,232	9,734	687	83	762
1953	385	420	804	6,591	1,042	7,633	603	57	660
1954	380	401	781	8,226	1,196	9,422	680	84	764
1955	378	390	768	8,342	1,211	9,552	569	46	614
1956	434	663	1,097	9,685	1,420	11,105	783	126	909
1957	403	506	910	7,611	1,128	8,739	712	96	809
1958	365	334	699	7,200	1,091	8,291	554	41	595
1959	412	450	962	9,167	1,332	10,498	729	103	833
1960	362	321	683	6,834	1,062	7,895	498	26	524
1961	360	313	672	6,783	1,057	7,840	499	26	526
1962	422	600	1,022	8,309	1,206	9,515	714	97	811
1963	359	310	669	8,501	1,232	9,733	564	44	609
1964	452	765	1,217	8,902	1,290	10,192	702	92	795
1965	365	336	701	7,537	1,120	8,657	716	98	814
1966	392	455	848	6,669	1,048	7,717	584	51	635
1967	352	282	633	7,143	0	7,143	582	50	632
1968	400	492	891	8,589	1,244	9,834	633	67	700
1969	370	357	727	6,351	1,022	7,373	558	43	601
1970	316	156	472	7,060	0	7,060	598	55	653
1971	385	424	809	6,813	1,060	7,873	662	77	739
1972	384	419	803	6,747	1,054	7,801	517	31	549
1973	376	382	759	6,368	1,023	7,391	619	62	681
1974	412	553	966	9,437	1,376	10,813	757	115	872
1975	411	548	960	8,343	1,211	9,554	623	63	686
1976	430	646	1,077	9,026	1,993	10,335	697	90	788
1977	375	379	754	9,332	1,358	10,691	747	110	857
1978	398	482	881	8,297	1,205	9,502	658	76	734
1979	370	357	728	9,736	1,430	11,165	788	128	916
1980	442	709	1,152	8,323	1,208	9,532	714	97	811
1981	409	535	944	9,322	1,358	10,679	745	110	855
1982	464	833	1,297	9,830	1,447	11,277	798	132	930
Promedio	393	471	865	8,047	1,129	9,176	656	77	734

Notas: C/F: Cuenca Fluvial
 *1 : Caudal máximo en el río (m³/s)
 *2 : Caudal máximo del desborde en la carretera (m³/s)
 *3 : Volumen total del caudal (m³/s)

(3) Pronóstico de la Altura del Nivel de Agua y Caudal de las Cuencas Fluviales

a) Altura probable del nivel de agua

Los resultados del método de simulación utilizado para determinar la cota del nivel de agua en cada área individual de inundación se muestran en las Figuras 7-3-9 a 7-3-11 y en la Tabla 7-3-9 respectivamente. Las cotas del nivel de agua, expresadas como elevaciones, de 153.54 m, 154.47 m y 154.47 m de los ríos Tijamuchi, Mamoré e Ibare respectivamente, que son las alturas máximas del nivel de agua registradas en el año hidrológico de 1982, corresponden en su mayoría a un período de retorno de 10 años para cada cota del nivel de agua de cada cuenca fluvial. La inundación que se dio en 1982, considerada como una inundación con un período de retorno de 10 años, es generada por una precipitación pluvial cuyo período de retorno es de 100 años. Por lo tanto, como contramedida, se recomienda el diseño de instalaciones de drenaje para niveles de agua cuyo período de retorno oscila entre los 10 y 20 años.

Tabla 7-3-9 Cota del Nivel de Agua en las Areas de Inundación

(Unidad: las cotas de elevación están en metros)

Período de Retorno (años)	Cuenca del Río Tijamuchi	Cuenca del Río Mamoré	Cuenca del Río Ibare
2	152.5	153.2	153.5
5	153.0	153.9	154.0
10	153.3	154.4	154.4
20	153.6	154.8	154.8
30	155.1*	155.1	155.1*
50	155.4*	155.5	155.4*
100	155.8*	155.8	155.8*

Nota : * Se asumieron las mismas cotas de los niveles de agua existentes en la cuenca del río Mamoré, considerando que todas las áreas de inundación están unidas.

Para el caso de las cuencas fluviales de los ríos Tijamuchi, Mamoré e Ibare, la elevación de la cota del nivel máximo de agua a ser utilizada para el diseño de las instalaciones de drenaje se determinó en 154.8 m, y las razones que llevaron a la determinación de dicho valor son las siguientes:

- La cota de elevación de 154.8 m es igual a la altura del nivel de agua correspondiente a un período de retorno de inundación de 20 años.
- Esta cota de nivel de agua es mayor que la registrada en 1982 para el río Mamoré.
- Esta cota de nivel de agua es mayor que la del río Tijamuchi y se aplicó al método de simulación de control de inundaciones en las cuencas de los ríos Tijamuchi e Ibare.

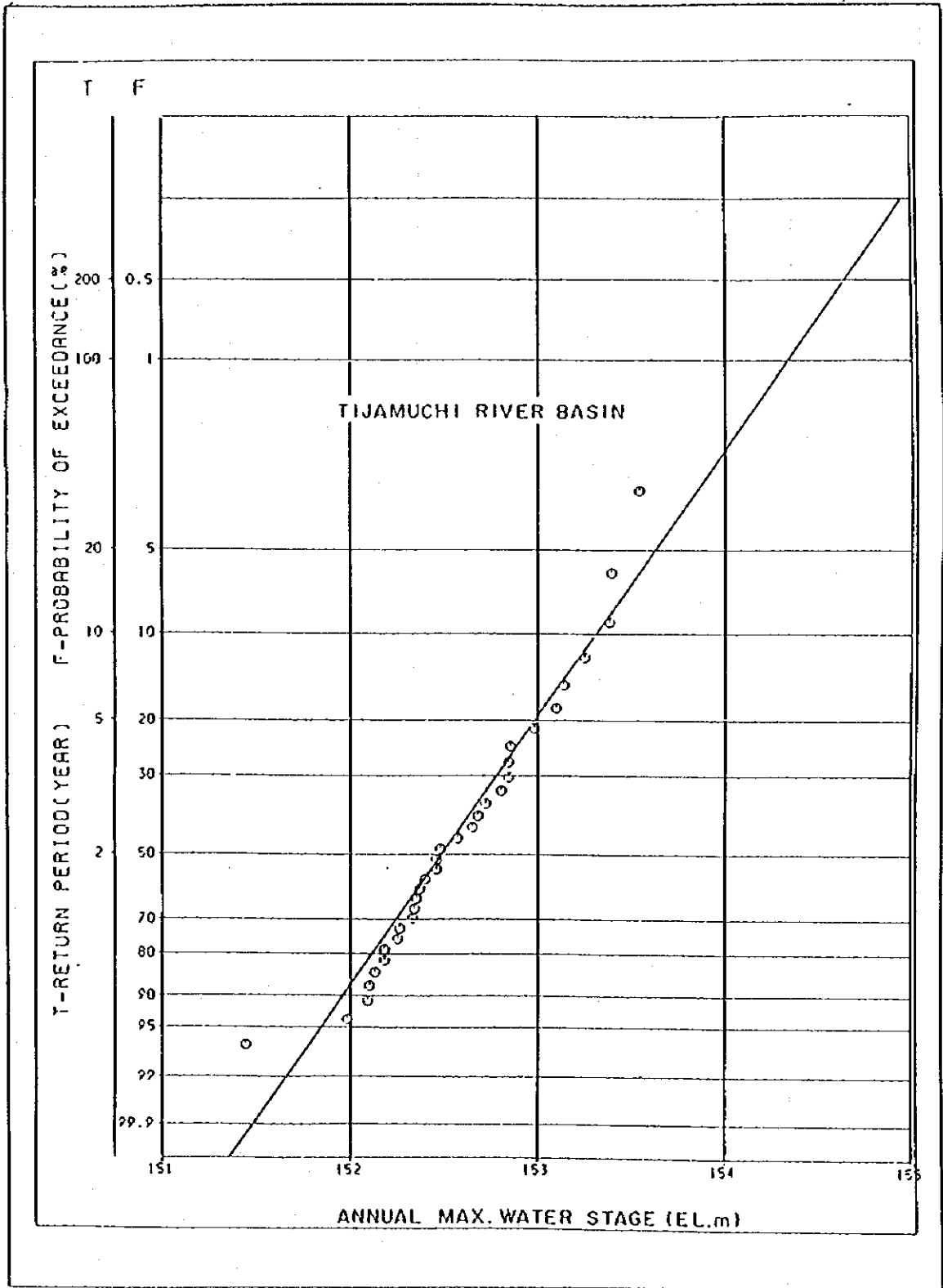


Figura 7-3-9 Probabilidad de Desborde del Nivel de Aguas Máximas Anuales en la Cuenca del Río Tijamuchi

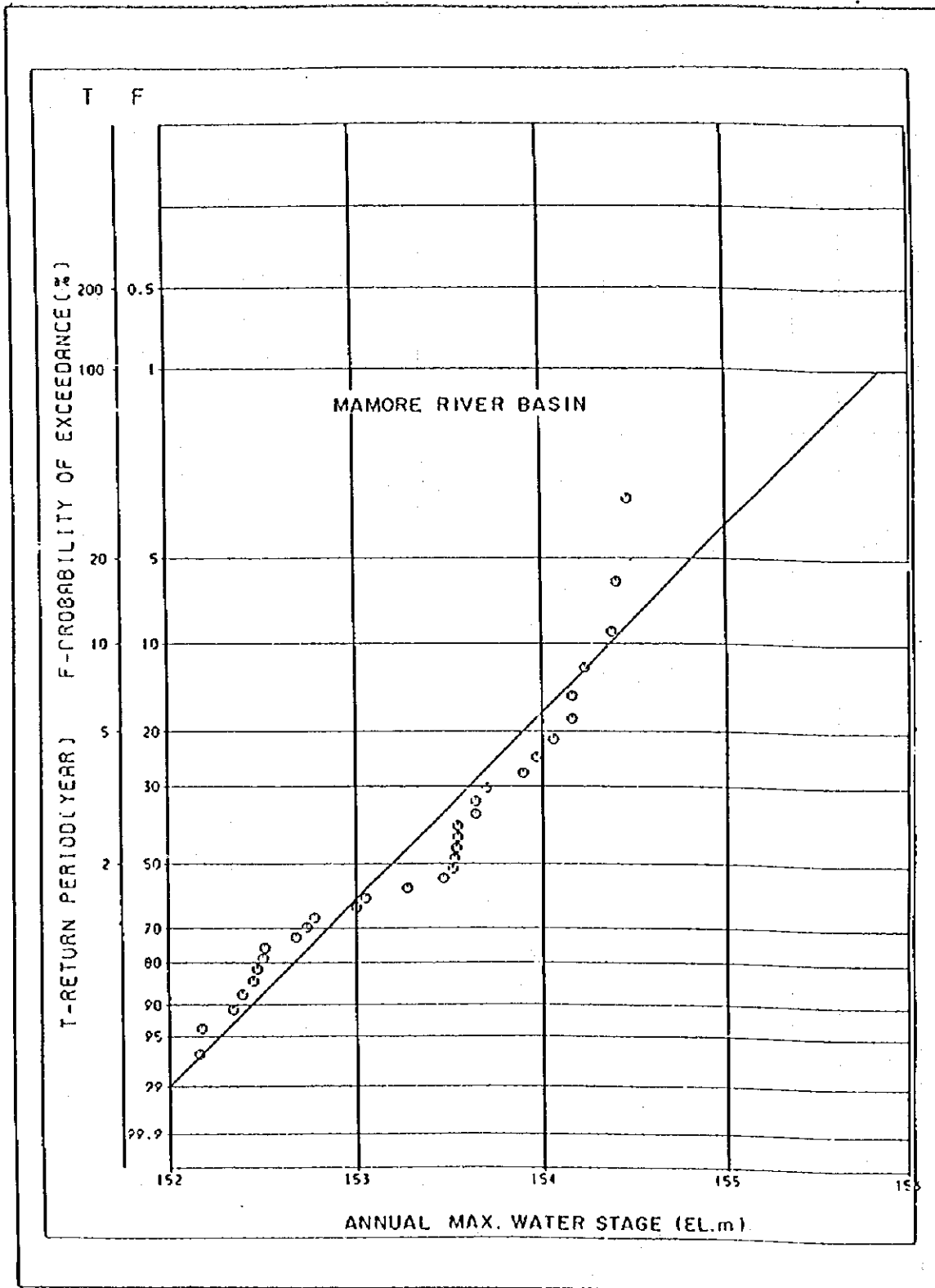


Figura 7-3-10 Probabilidad de Desborde del Nivel de Aguas Máximas Anuales en la Cuenca del Rfo Mamoré

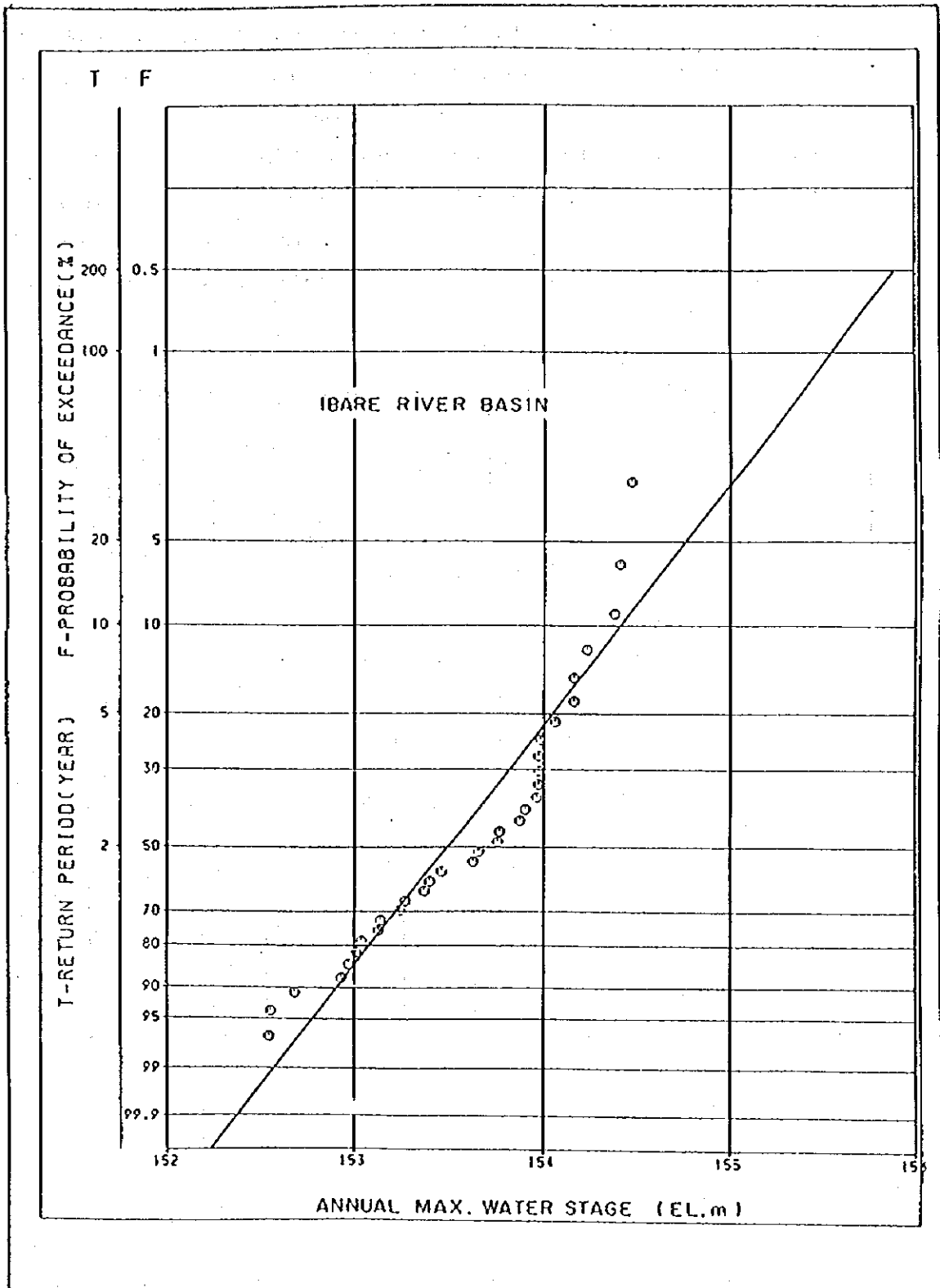


Figura 7-3-11 Probabilidad de Desborde del Nivel de Aguas Máximas Anuales en la Cuenca del Río Ibare

En base a una cota de elevación del nivel de agua equivalente a 154.8 m, en la Tabla 7-3-10 se muestran el volumen requerido de descarga y la diferencia del nivel de agua en los tramos de carretera entre Fátima-Tijamuchi, Tijamuchi-Mamoré e Ibare-Trinidad. Se considera que existe la posibilidad de que el curso fluvial del río Maniquí se descargue por sí mismo. Sin embargo, la cuenca fluvial de los ríos Matos-Apere tiene una capacidad de drenaje del escurrimiento existente de aproximadamente 60%, de modo que el 40% restante, aproximadamente 600 m³/s, debe ser drenado a través de las instalaciones de drenaje planificadas.

Tabla 7-3-10 Descarga Requerida y Diferencia del Nivel de Agua**

Renglón	Matos-Apere	Fátima-Tijamuchi	Tijamuchi-Mamoré	Ibare-Trinidad
1. Volumen de descarga requerido (m ³ /s)	600	560	280	120
2. Máximo nivel de agua esperado (cota en m)	160.3	153.5	153.5	154.5
3. Profundidad de agua (m) ^{*1}	1.0	2.5	1.9	2.9
4. Diferencia del nivel de agua (m)	0.15	0.10	0.10	0.01

Nota - *1 : Correspondiente a un período de retorno de inundación de 10 años.

*2 : Profundidad promedio del agua en los lugares donde se pueden construir algunas instalaciones de drenaje.

Por otra parte, el escurrimiento permisible (condicional) del tramo de carretera entre San Borja y San Ignacio, el cual fue calculado en base a un período de retorno de inundación de 10 años, se muestra en la Tabla 7-3-11.

Tabla 7-3-11 Descarga del Escurrimiento Permisible entre San Borja y San Ignacio

Nombre del Río (Cuenca Fluvial)	Coefficiente de Rugosidad	Pendiente Longitudinal	Cota Alta del Nivel de Agua (m)	Area de Escurrimiento (m ²)	Velocidad del Flujo (m/s)	Caudal (m ³ /s)	Caudal de Diseño (m ³ /s)
1. Maniquí	0.050	1/2,500	193.2	687	1.24	852	850
2. Matos-Apere							1,410
• Curiraba	0.060	1/3,000	189.3	57	0.48	27	-
• Curirabita	0.060	1/3,000	187.9	38	0.47	18	-
• Matos	0.060	1/3,500	171.5	85	0.50	42	-
• Chebejecure	0.060	1/3,500	163.0	47	0.50	23	-
• Museruna	0.060	1/3,500	161.6	66	0.54	36	-
• Mururita	0.060	1/3,500	160.3	36	0.45	16	-
• Cuverene	0.050	1/5,000	160.3	252	0.75	190	-
• Apere	0.050	1/5,000	160.2	490	0.93	457	-

b) Pronóstico del nivel de altura del agua con el mejoramiento de la carretera

La mayoría de las condiciones actuales de los ríos Tijamuchi, Mamoré e Ibare, se mantienen como condiciones relativamente abiertas. Específicamente, se ha planificado la construcción de un puente sobre el río Tijamuchi y la utilización de un barco de transbordo (ferry) para atravesar el río Mamoré; en el río Ibare ya se ha construido un puente.

En general, exceptuando estos tres ríos, se considera que las condiciones del área de inundación presentan condiciones abiertas ya que el agua del área de inundación se desborda sobre la carretera existente.

Los resultados de la simulación utilizando el modelo de series de tanque bajo las condiciones existentes y bajo condiciones cerradas del terraplén de la carretera en el área de inundación se muestran en la Tabla 7-3-12. Utilizando la correlación entre las condiciones existentes y las condiciones cerradas del terraplén, se estimó que la elevación de la altura pico del nivel de agua se incrementará oscilando entre 29 y 59 cm; también se estimó que los días de inundación se incrementarán en relación con las condiciones existentes, oscilando entre 20 y 95 días, dependiendo de las condiciones del momento.

Tabla 7-3-12 Pronóstico de las Condiciones de Inundación

Caso Evaluado	Condiciones Existentes	Condiciones Cerradas
1. Condiciones de la Cuenca del Río		
a. Tijamuchi:		
• Río	Abiertas	Abiertas
• Área de inundación	Abiertas	Cerradas
b. Mamoré:		
• Río	Abiertas	Abiertas
• Área de inundación	Abiertas	Cerradas
c. Ibare:		
• Río	Abiertas	Abiertas
• Área de inundación	Abiertas	Cerradas
2. Cálculo de Resultados para las tres cuencas fluviales		
a. Altura pico del nivel de agua (cota de la elevación en metros)^{*1}		
• Cuenca del río Tijamuchi	153.54	154.13
• Cuenca del río Mamoré	154.47	154.76
• Cuenca del río Ibare	154.47	154.76
b. Caudal o gasto pico (m³/s)^{*2}		
• Cuenca del río Tijamuchi	1,280	510
• Cuenca del río Mamoré	11,190	10,320
• Cuenca del río Ibare	930	850
c. Profundidad pico del agua de la inundación (en metros)^{*3}		
• Cuenca del río Tijamuchi	1.77	2.07
• Cuenca del río Mamoré	1.73	1.88
• Cuenca del río Ibare	1.73	1.88
d. Volumen pico de almacenamiento de agua (10⁹ m³)		
• Cuenca del río Tijamuchi	1.17	3.84
• Cuenca del río Mamoré	5.87	11.77
• Cuenca del río Ibare	0.61	1.07
e. Período de inundación (en días)		
• Cuenca del río Tijamuchi	164	259
• Cuenca del río Mamoré	141	172
• Cuenca del río Ibare	135	135

Notas - *1 : En el lado río arriba del proyecto de la carretera
 *2 : A través de toda la carretera del proyecto
 *3 : En promedio del área de inundación

c) Drenaje

De acuerdo al diseño del proyecto, se tiene planificado construir un sinnúmero de instalaciones de drenaje tales como caños corrugados (tubería acanalada) de acero y puentes para drenar el agua acumulada en la parte rfo arriba (aguas arriba) del terraplén de la carretera del proyecto. La capacidad de dichas unidades de drenaje fue calculada en base a las fórmulas que se muestran en la Figura 7-3-12. En la Tabla 7-3-13 se muestran el número y la capacidad de las unidades de drenaje para el tramo carretero entre Fátima y Trinidad. La ubicación de las instalaciones de drenaje en la carretera del proyecto se muestran en la Figura 7-3-13. La capacidad total de drenaje en este tramo será de 1,003.78 m³/s.

Tabla 7-3-13 Instalaciones de Drenaje entre Fátima y Trinidad

Tipo de Estructura	Capacidad (m ³ /s)	Número de Unidades	Capacidad Total (m ³ /s)
(1) Tramo Fátima - Tijamuchi			
1. Caños corrugados de acero (diámetro)			
• 0.90 m	0.66	1	0.66
• 1.20 m	1.33	2	2.26
• 1.50 m	2.26	1	2.26
• 1.80 m	2.90	1	2.90
• 2.10 m	4.20	2	8.40
• 2.40 m	5.77	5	28.85
• 2.70 m	7.61	3	22.83
• 3.00 m	9.73	25	243.25
2. Puente			
• Longitud: 30.00 m	253.90	1	253.90
Total			565.71
(2) Tramo Tijamuchi - Mamoré			
1. Caños corrugados de acero (diámetro)			
• 1.50 m	2.26	2	4.52
• 2.70 m	7.61	7	53.27
• 3.00 m	9.73	6	58.38
2. Puente			
• Longitud: 30.00 m	253.90	1	186.90
Total			303.07
(3) Tramo Ibare - Trinidad			
1. Puente			
• Longitud: 25.46 m	45.00	1	135.00
Total			135.00

En la Tabla 7-3-14 se muestran los resultados del cálculo de simulación utilizando el modelo de series de tanque. La altura pico de la elevación del nivel de agua y el período de inundación son de 154.46 m y 163 días respectivamente. Como se puede observar, estos valores son ligeramente menores que los obtenidos considerando las condiciones existentes en el área total de inundación. Los resultados del cálculo de la capacidad de

drenaje muestran que la capacidad total de descarga de las instalaciones de drenaje en el área (1,003.78 m³/s) cubre suficientemente el volumen de agua (aproximadamente 600 m³/s) que será drenada a lo largo del tramo de la carretera entre Fátima y Trinidad.

Esto indica que el área de las inundaciones estacionales que se forma por los ríos Tijamuchi, Mamoré e Ibare durante la estación lluviosa, no se expandirá debido a la construcción del terraplén de la carretera y a la suficiencia en el número de instalaciones de drenaje.

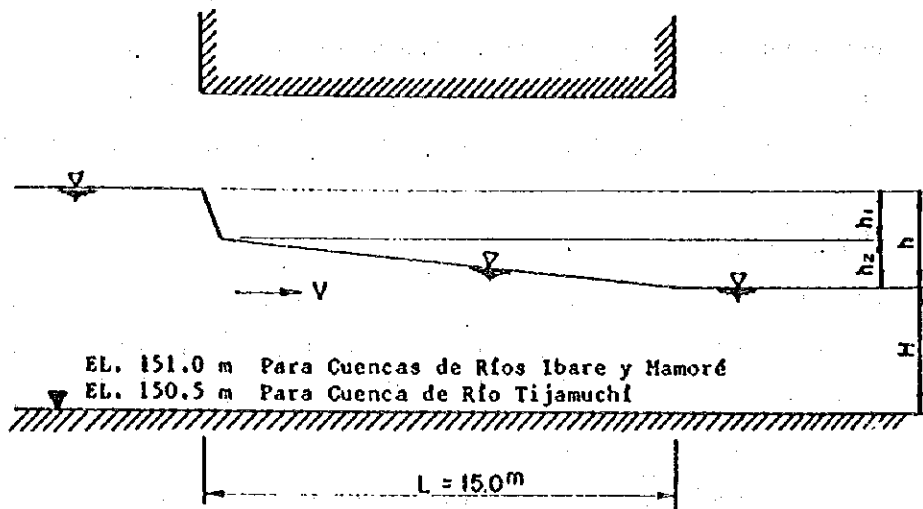
Tabla 7-3-14 Pronóstico de las Condiciones de Drenaje

Caso Evaluado	Condiciones Existentes	Condiciones Cerradas
1. Condiciones de la Cuenca del Río		
a. Tijamuchi:		
• Río	Abiertas	Abiertas
• Área de inundación	Abiertas	Drenaje por caños
b. Mamoré:		
• Río	Abiertas	Abiertas
• Área de inundación	Abiertas	Drenaje por caños
c. Ibare:		
• Río	Abiertas	Abiertas
• Área de inundación	Abiertas	Drenaje por caños
2. Cálculo de Resultados para las tres cuencas fluviales		
a. Altura pico del nivel de agua (cota de la elevación en metros)^{*1}		
• Cuenca del río Tijamuchi	153.54	153.50
• Cuenca del río Mamoré	154.47	154.46
• Cuenca del río Ibare	154.47	154.46
b. Caudal o gasto pico (m³/s)^{*2}		
• Cuenca del río Tijamuchi	1,280	1,310
• Cuenca del río Mamoré	11,190	11,190
• Cuenca del río Ibare	930	970
c. Profundidad pico del agua de la inundación (en metros)^{*3}		
• Cuenca del río Tijamuchi	1.77	1.76
• Cuenca del río Mamoré	1.73	1.73
• Cuenca del río Ibare	1.73	1.73
d. Volumen pico de almacenamiento de agua (10⁹ m³)		
• Cuenca del río Tijamuchi	1.17	1.09
• Cuenca del río Mamoré	5.87	5.89
• Cuenca del río Ibare	0.61	0.60
e. Período de inundación (en días)		
• Cuenca del río Tijamuchi	164	163
• Cuenca del río Mamoré	141	141
• Cuenca del río Ibare	135	131

Notas - *1 : En el lado río arriba del proyecto de la carretera

*2 : A través de toda la carretera del proyecto

*3 : En promedio del área de inundación



donde:

- B : ancho (3m)
- N : coeficiente de rugosidad (0.04)
- V : velocidad de la corriente (m/s)
- Q : caudal de la corriente (m³/s)

(1) pérdida de entrada: h_1

$$h_1 = 0.4 \times \frac{v^2}{2g}$$

(2) pérdida por fricción: h_2

$$h_2 = \left\{ \frac{H \times V}{\left(\frac{H \times B}{2H} \right)^{2/3}} \right\}^2 \times L \dots \dots \text{de la fórmula de Manning}$$

(3) pérdida total: h

$$h = h_1 + h_2 = \left\{ \frac{0.4}{2g} + \frac{N^2 \times L}{\left(\frac{H \times B}{2H} \right)^{4/3}} \right\} \times v^2$$

En consecuencia,

$$v = \sqrt{\frac{h}{\frac{0.4}{2g} + \frac{N^2 \times L}{\left(\frac{H \times B}{2H} \right)^{4/3}}}}$$

$$Q = v \times D \times \left(H - \frac{h_2}{2} \right)$$

CARACTERISTICAS HIDRAULICAS DE LAS ALCANTARILLAS DE TUBERIAS EN ARCO (ABOVEDADAS)

Figura 7-3-12 Características Hidráulicas de las Instalaciones de Drenaje de la Carretera del Proyecto

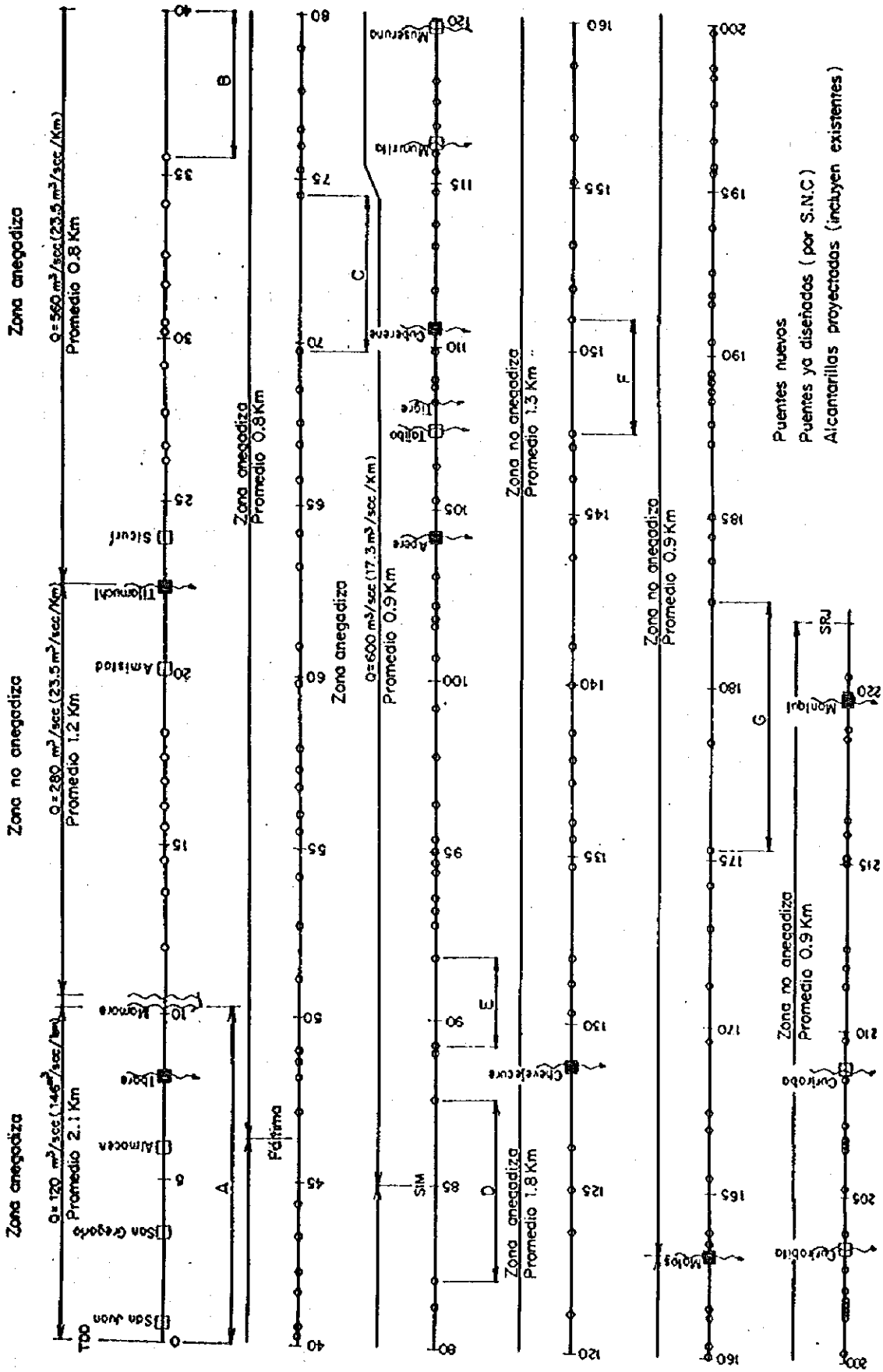


Figura 7-3-13 Ubicación de las Instalaciones de Drenaje en la Carretera del Proyecto

7.4 Flora

7.4.1 Impacto causado por la Tala de Arboles

Las zonas forestales existentes a lo largo de la carretera del proyecto, tales como el bosque de la Estación Biológica del Beni, el Bosque de Chimanes, el bosque del Parque Regional Yacuma, varios bosques de galería, etc., generalmente se talarán durante los trabajos de construcción de la carretera dentro de un rango equivalente al área del derecho de vía (100 m de ancho). El área de tala ha sido estimada en 579 ha, por lo que una cantidad considerable de bosques que se encuentran a lo largo del camino desaparecerán, y como resultado, la influencia de dicha destrucción se extenderá cierta distancia dentro de los bosques existentes, lo que conllevará a una reducción de la vida vegetal y a la disminución de los cuerpos de formación vegetal en el área de tala.

7.4.2 Impacto causado por los Desechos y Basura

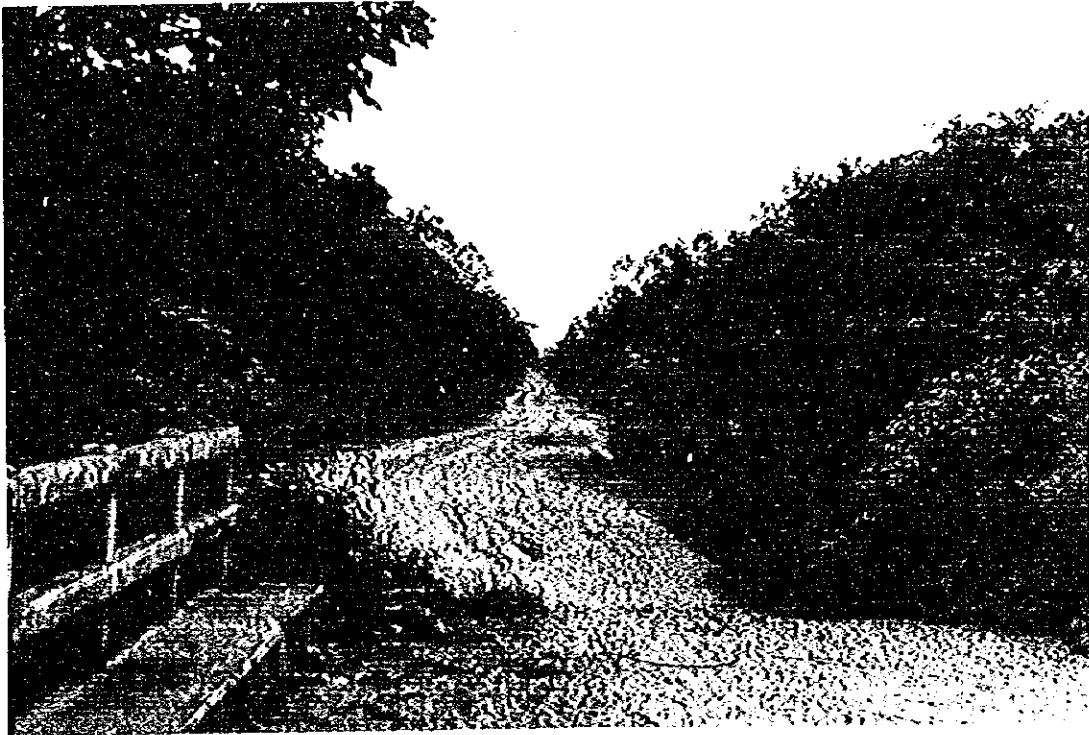
El volumen de desechos y basura generado por los trabajos de mejoramiento de la carretera estará limitado. Como resultado, no se espera que se produzcan impactos serios en la flora local.

7.5 Fauna

7.5.1 Impacto causado por la Tala de Arboles

Los bosques a lo largo de la carretera del proyecto incluyen áreas forestales de especies preciosas tales como la de la Estación Biológica del Beni, el Bosque de Chimanes, el bosque del Parque Regional Yacuma, los bosques de galería de los ríos Matos y Apere, etc., los cuales juegan un papel importante en la movilización de la fauna existente que se desplaza entre los bosques del norte y los del sur del proyecto carretero.

Por consiguiente, la disminución de las áreas boscosas ubicadas a lo largo del proyecto carretero podrá estar acompañada de una disminución de la fauna, cuyo hábitat se encuentra localizado a lo largo de dicha carretera.



Fotografía 7-5-1 Bosques a lo Largo de la Carretera del Proyecto Ubicados en las Cercanías del Río Chevejecure

7.5.2 Impacto causado por los Trabajos del Movimiento de Tierras

(1) Terraplén

El terraplén de la carretera será un obstáculo para el cruce de la misma por parte de animales pequeños que habitan en las cercanías del proyecto carretero.

(2) Préstamos Laterales

Los bancos o zanjas de préstamo ubicados a lo largo de la carretera funcionarán, especialmente durante la estación seca, como fuentes de agua (bebederos) para animales domésticos y salvajes.



Fotografía 7-5-2 Zanjas o Bancos de Préstamo Lateral Ubicados en las Cercanías del Río Tijamuchi

7.5.3 Impacto causado por los Desechos y Basura

El volumen de desechos y basura generado por los trabajos de mejoramiento de la carretera estará limitado. Por lo tanto, no se espera que se produzcan impactos serios en la fauna del área afectada.

Sin embargo, una vez finalizados los trabajos de mejoramiento de la carretera, se dará una tendencia en el incremento de desechos y basura tirados desde los vehículos que circularán por la misma, razón por la que se considera que se provocará un leve impacto sobre los animales del área..

7.5.4 Impacto causado por el Tráfico

A medida que el volumen de tráfico aumente, se incrementarán los accidentes de tránsito que involucren el cruce de animales en la carretera, especialmente en el tramo de la carretera donde se encuentra ubicado el bosque de galería entre los ríos Matos y Apere, área habitada por muchos mamíferos.



Fotografía 7-5-3 Vista de un Venado Cruzando la Carretera del Proyecto Cerca de Venado de Los Pantanos (Río Museruna)

7.6 Paisaje

7.6.1 Impacto causado por la Tala de Arboles

Si los bosques ubicados a lo largo de la carretera del proyecto son talados dentro de un rango con un ancho de 100 m, especificado en el diseño detallado, el paisaje existente cambiará substancialmente.

7.6.2 Impacto causado por los Trabajos del Movimiento de Tierras

(1) Terraplén

A pesar que la carretera del proyecto incluye terraplenes en su mayoría, dicho proyecto será una carretera de grava. Por consiguiente, la carretera en sí no afectará en gran medida el paisaje existente.

(2) Préstamos Laterales

Debido a la existencia de zanjas o bancos de préstamo lateral, se formarán lagunas o estanques artificiales en ciertos lugares a lo largo de la carretera del proyecto. Las lagunas o estanques previamente formados por terraplenes de la carretera, han sido integrados al área circundante en varios lugares, armonizando con los alrededores.

7.6.3 Impacto causado por los Desechos y Basura

El volumen de desechos y basura atribuibles a los trabajos de mejoramiento de la carretera será limitado. Por lo tanto, se espera que el paisaje no cambie substancialmente.

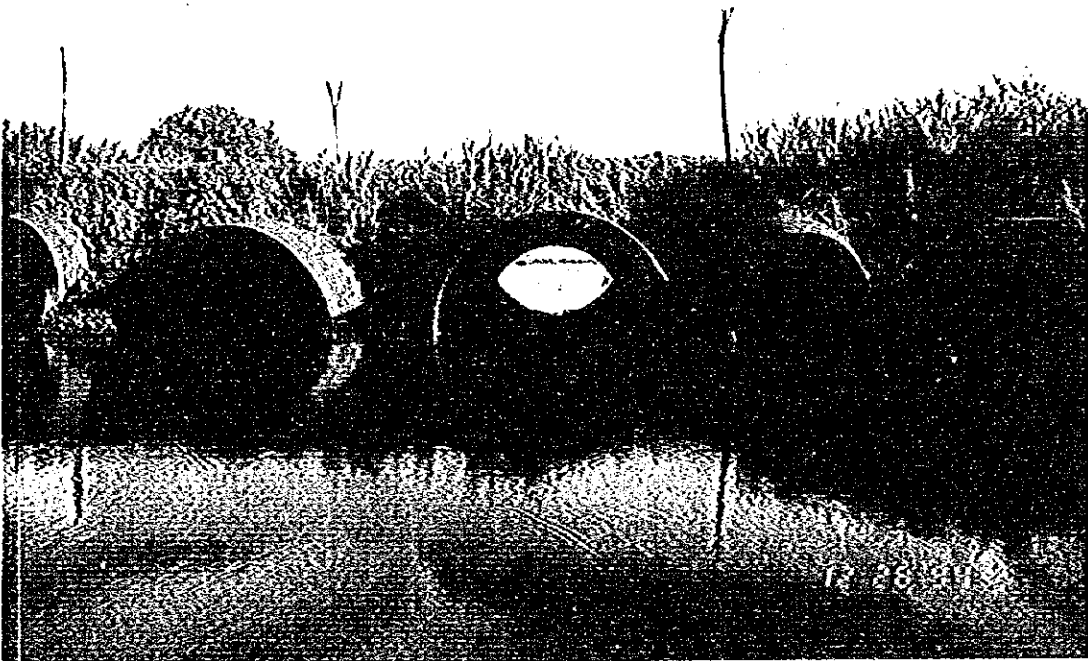
7.6.4 Impacto causado por las Facilidades en la Carretera

(1) Puentes

El paisaje existente será afectado. Sin embargo, el grado del cambio dependerá del colorido de los pilares y vigas de los puentes.

(2) Alcantarillas

Se considera que las alcantarillas no producirán cambios serios al paisaje existente ya que las mismas no serán visibles, a pesar que los caños corrugados de acero para las alcantarillas no hacen juego con los alrededores.



Fotografía 7-6-1 Alcantarillas (Caños Corrugados de Acero) ubicadas entre Fátima y el Rfo Tijamuchi

7.7 Comunidad

7.7.1 Pronóstico de los Impactos a la Comunidad

La carretera del tramo San Borja-Trinidad es una carretera que ya existe. Sin embargo, la fluidez adecuada de la circulación de vehículos es difícil por el mal estado en que se encuentra la misma y durante la estación lluviosa, se inunda una sección ubicada entre los 40 ~ 50 km al oeste de Trinidad. Por lo tanto, los usuarios de esta carretera sufren una serie de inconvenientes serios. Se puede asegurar que si dicha carretera es mejorada para convertirla en una vía terrestre apta para todo tipo de clima, la serie de inconvenientes que se dan actualmente desaparecerán completamente. Sin embargo, cabe mencionar que podría presentarse algún impacto negativo para los habitantes que viven cerca de la misma. En todo caso, a continuación se enumeran una serie de impactos al ámbito social:

(1) Impactos Positivos

- ① Las comunidades ubicadas en esta área ya no serán vistas como "islas solitarias".
- ② Se promoverá un aumento de la población por el mejoramiento del acceso a esta área.
- ③ Las políticas del gobierno central y de los gobiernos locales podrán implementarse más eficientemente.
- ④ El transporte de casos de emergencia a clínicas y hospitales será más rápido.
- ⑤ Posibilitará la pronta información de desastres y accidentes a las oficinas encargadas correspondientes.
- ⑥ Facilitará el acceso a un nivel superior de educación para todas aquellas personas que habitan en áreas remotas.
- ⑦ Promoverá la movilización e intercambio entre comunidades con mayor frecuencia.
- ⑧ Buses regulares podrán operar con mayor puntualidad durante todo el año y se podrán construir nuevos negocios en las rutas actuales.

(2) Impactos Negativos

- ① Existe la posibilidad de que aumenten los conflictos entre los nativos del área y los nuevos inmigrantes.

- ② Existe la posibilidad de que se agrave el antagonismo existente entre los nativos del área que no cuentan con títulos de propiedad y los propietarios de estancias ganaderas que si cuentan con dichos títulos.
- ③ El número de accidentes de tráfico cerca de las comunidades puede aumentar.

Comparando los efectos de los impactos positivos y negativos mencionados anteriormente, se puede decir que los beneficios que se producirán por los impactos positivos excederán los problemas asociados con los impactos negativos.

7.7.2 Análisis Cuantitativo

Aunque es muy difícil cuantificar los impactos anteriormente indicados, la mayoría de los impactos positivos están relacionados con las mejoras al transporte, dando como resultado una significativa reducción en el tiempo del viaje. Por consiguiente, una forma de cuantificar los efectos de los impactos positivos es medir el ahorro en el tiempo del viaje. En la Tabla 7-7-1, se muestran los resultados del cálculo del ahorro en el tiempo del viaje entre las comunidades centrales (San Borja, San Ignacio y Trinidad). De acuerdo a estos resultados, las personas que viajen entre San Borja y Trinidad podrán ahorrarse 3.3 horas por viaje. Por consiguiente, se puede afirmar que los beneficios de los impactos positivos descritos en los incisos ③ al ⑧ que se describieron con anterioridad, son significativos.

Tabla 7-7-1 Ahorro de Tiempo entre las Comunidades Centrales
(unidad : horas)

Localización	Proyecto	San Borja	San Ignacio	Trinidad
San Borja	Sin Proyecto	-	4.5	8.4
	Con Proyecto	-	2.8	5.1
	(Ahorro de Tiempo)	-	1.7	3.3
San Ignacio	Sin Proyecto	4.5	-	3.9
	Con Proyecto	2.8	-	2.3
	(Ahorro de Tiempo)	1.7	-	1.6
Trinidad	Sin Proyecto	8.4	3.9	-
	Con Proyecto	5.1	2.3	-
	(Ahorro de Tiempo)	3.3	1.6	-

Fuente : Misión de Estudio de IICA

Por otra parte, el efecto de los impactos negativos que se mencionaron con anterioridad, dependerá del tamaño de la población, es decir, que a medida que se incremente la población, en la misma medida aumentarán los conflictos y antagonismos que ocurran. Por ello, a continuación se presenta la evaluación del crecimiento de la población.

El tramo de la carretera entre San Borja y Trinidad pasa por cuatro provincias del departamento de Beni, siendo estas Ballivian, Yacuma, Moxos y Cercado. En la Tabla 7-7-2 se muestra el cambio en la población de estas cuatro provincias, antes y después de la construcción de la carretera existente.

Tabla 7-7-2 Población de Provincias Influenciadas del Beni

Provincia	1976	1992	T.C.A.(%)
Ballivian	24,789	47,420	4.1
Yacuma	15,714	25,068	3.0
Moxos	15,028	17,602	1.0
Cercado	35,172	63,128	3.7
Sub Total	90,703	153,218	3.3
Otras Provincias	77,914	122,956	2.9
Total	168,617	276,174	3.1

Nota - T.C.A.: Tasa de crecimiento poblacional anual (en %)

En la Tabla anterior se puede observar que las provincias influenciadas por la carretera entre San Borja y Trinidad mostraron un incremento en el crecimiento poblacional del 3.3%, mientras que el incremento de población en las otras provincias del Beni fue de solamente un 2.9%. Se considera que la diferencia del 0.4% viene a ser el producto de carácter aproximado de la influencia de la finalización de los trabajos de construcción de la carretera.

En la experiencia pasada, la finalización de los trabajos de construcción de la carretera entre Yucumo y Rurrenabaque dio como resultado un crecimiento poblacional equivalente a 4.15 veces el valor de la población original en las comunidades ubicadas a lo largo de la carretera durante un período de 16 años (la tasa media de crecimiento fue del 9.3% anual). Aun cuando casi no existían comunidades en los alrededores de esta área antes de la terminación de la carretera, se pudo observar que el impacto de la construcción de la carretera fue tremendamente grande. Por otro lado, antes de la construcción de la carretera entre San Borja y Trinidad, la ciudad de Trinidad ya contaba con un aumento en su población. Por lo tanto, aunque la situación es diferente a la de la carretera Yucumo-Rurrenabaque, si la carretera entre San Borja y Trinidad hubiera sido mejorada para convertirla en una carretera apta para todo tipo de clima, el aumento en la población hubiera sido mucho mayor.

A juzgar por la situación que durante la estación lluviosa los vehículos no pueden circular por la carretera existente entre San Borja y Trinidad (aproximadamente por un

período de medio año), la diferencia anterior del 0.4% deberá aumentar cuando la carretera sea una vía apta para todo tipo de clima. Como se mencionó anteriormente, puesto que la carretera no es transitable durante casi seis meses durante la estación lluviosa, se podría dar una diferencia máxima del 0.8% ($0.4\% \times 2$) si la carretera es transitable durante todo el año. Por consiguiente, si se mejora la carretera entre San Borja y Trinidad, la población aumentará a razón de una tasa equivalente a la tasa media (tasa que no incluye el mejoramiento de la carretera) más el 0.4% que se mencionó anteriormente.

Si se asume que la tasa futura de crecimiento poblacional es del 3.3% anual para el caso que no se implemente el mejoramiento de la carretera ("Caso sin Mejoramiento"), de acuerdo a la Tabla 7-7-2, la población de las provincias influenciadas del Beni que han sido mencionadas con anterioridad, se incrementará a 274,863 habitantes en el año 2010. Por otra parte, puesto que la tasa de crecimiento poblacional se asumió como un 3.7% anual ($3.3\% + 0.4\%$), para este caso la población aumentaría a 285,693 habitantes en el año 2010. Esta diferencia de población puede deberse a la población inmigrante que vino de otros lugares. El tamaño promedio de una familia es de 4.36 personas, por lo que se considera que unas 2,484 familias más se asentarán en o en los alrededores de las comunidades locales, estancias ganaderas, bosques, etc. Si estos nuevos inmigrantes no respetan las leyes y costumbres de dicha área, los efectos negativos que se mencionaron con anterioridad aumentarán naturalmente. Es más, se puede considerar que a medida que vengan más inmigrantes, en esa misma medida aumentarán los conflictos.

7.8 Actividades Económicas

7.8.1 Pronóstico de los Impactos sobre las Actividades Económicas

Las carreteras en buen estado se consideran como una infraestructura básica para desarrollar la economía regional. Mejorando la infraestructura, las actividades de transporte se vuelven mucho más efectivas y se obtienen resultados significativos en el ahorro de tiempo, tal como se puede observar en la Tabla 7-7-1. Por otro lado, la construcción de la carretera puede provocar un impacto negativo sobre el medio ambiente natural, debido a la deforestación y a otras actividades. Los efectos positivos y negativos sobre las actividades económicas que se darán como producto de la construcción de la carretera, se pueden resumir a continuación:

(1) Efectos Positivos

- ① La comodidad del viaje entre comunidades y entre el área a lo largo de la carretera y el área fuera de la misma incrementará.
- ② Las industrias agrícolas y ganaderas existentes se volverán mucho más activas.
- ③ La aglomeración comercial será promovida entre las comunidades centrales ubicadas a lo largo de la carretera.
- ④ Nuevos negocios florecerán dentro del área del proyecto.
- ⑤ En general, los niveles de desempleo disminuirán.
- ⑥ La comunicación con otras regiones se volverá más eficiente.
- ⑦ El valor de la tierra a lo largo de la carretera incrementará.

(2) Efectos Negativos

- ① Existe la posibilidad que las actividades de deforestación aumenten.
- ② Existe la posibilidad que se incremente la competencia por empleo entre los habitantes locales.
- ③ La diferencia en el nivel de ingresos entre ricos y pobres aumentará.

Ya que los efectos positivos serán el producto directo del mejoramiento de la carretera, está claro que las mejoras a la misma son una oportunidad clave para el desarrollo de la industria local.

Por otro lado, la construcción de la carretera podría promover la deforestación a lo largo de la carretera, lo que se considera como un efecto negativo muy serio. No obstante, este sería el caso cuando se construyen nuevas carreteras a través de áreas boscosas. Sin embargo, en el caso del mejoramiento de una carretera, como lo es el de la carretera entre San Borja y Trinidad, el impacto no es tan severo en comparación con el caso de la construcción de una carretera nueva. Por otra parte, los efectos del ahorro de tiempo y de los costos de operación vehicular que se darán como resultado del mejoramiento de la carretera disminuirán el costo de extracción de maderas, que a su vez provocará una reducción en la demanda de la madera, fortaleciendo la competitividad del precio de la misma. Como resultado, existe la posibilidad que se de una intensificación de las actividades de deforestación. En especial, cuando la demanda sobrepase a la oferta en el mercado maderero interno e internacional, la deforestación en el área objeto podría ser explotada aún más por el uso de la carretera mejorada entre San Borja y Trinidad.

Otro efecto negativo será el incremento en la diferencia del nivel de ingresos entre ricos y pobres, factor debido primordialmente al aumento en el precio de la tierra como producto de los trabajos de mejoramiento de la carretera. En el área objeto del estudio, es habitual que la mayoría de los habitantes locales no posean títulos de propiedad de la tierra. No obstante, los ricos propietarios de ganado si poseen títulos de propiedad, razón por la cual se beneficiarán del incremento al valor de la tierra. Las personas que no poseen sus títulos de propiedad no podrán beneficiarse de tal incremento, lo que conllevará a un aumento del antagonismo existente entre ricos y pobres. Los efectos negativos relacionados con la competencia por la búsqueda de empleo desaparecerán una vez que el crecimiento de la economía regional exceda el incremento de la población local.

7.8.2 Análisis Cuantitativo

Tal como se muestra en el Tabla 2-2-6, la principal industria del departamento del Beni es la ganadería, la cual en 1992 representó el 26.4% del PIB regional total del departamento del Beni. En los últimos cinco años la producción ganadera no ha variado

mucho, con un valor aproximado de 2.2 mil millones de bolivianos. Por otra parte, la carne producida en el departamento del Beni se vende en su mayoría para el consumo interno, destinándose a la exportación solamente un 10.9%. Por lo tanto, la producción de carne en el departamento del Beni depende mayormente del consumo interno, el cual está determinado por la población, el aumento del ingreso per cápita y por los precios. En Bolivia, tanto la población como el ingreso per cápita han venido aumentando, según se puede observar en la Tabla 2-2-3. Si el precio de la carne baja, se espera que la demanda de carne en el departamento de Beni se incremente.

El mejoramiento de la carretera entre San Borja y Trinidad provocará una disminución en el costo del transporte, lo que resultará en una reducción de precios. Esta reducción de precios conllevará con seguridad un aumento en la demanda de carne del departamento del Beni. Sin embargo, ya que no existe información sobre el análisis de la elasticidad del precio entre el aumento del consumo de carne y la disminución del costo del transporte, el efecto del mejoramiento de la carretera entre San Borja y Trinidad no puede ser cuantificado por el momento. No obstante, el incremento del PIBR (producto interno bruto regional) puede pronosticarse como se muestra a continuación.

El PIBR y la población existente del departamento de Beni para los años 1988 y 1992 se presentan a continuación:

Tabla 7-8-1 PIBR y Población en el Departamento de Beni

Año	PIBR (millones de Bs.)	Población (habitantes)	PIBR/Población (millones de Bs.)
1988	782,025	244,125	3.203
1992	849,725	276,174	3.076

Nota : PIBR a precios de 1990

El PIBR del departamento del Beni aumentó de Bs.782,025 millones en 1988 a Bs. 849,725 millones en 1992, a una tasa media de crecimiento del 2.1%. Puesto que la población creció a una tasa mayor equivalente al 3.1%, el PIBR per cápita disminuyó de Bs. 3.2 millones a Bs. 3.1 millones. Como se indicó en la Sección 7.8.2, en el año 2010 la diferencia de población entre el "Caso con Mejoramiento" y el "Caso sin Mejoramiento" de la carretera entre San Borja y Trinidad ha sido estimada en 10,830 habitantes. Si se asume que el PIBR per cápita en el departamento del Beni sea igual al de 1992 (Bs. 3.1 millones), el PIBR del "Caso con Mejoramiento" será mayor, en Bs. 33,248 millones, que

el del "Caso sin Mejoramiento". Este hecho representa un beneficio cuantitativo considerable producto del mejoramiento de la carretera.

Por otra parte, en lo que a deforestación se refiere y reflejando la intensa demanda de madera, el monto de las ventas de madera ha aumentado. La tasa de incremento sobrepasa el 20% durante los últimos cinco años, tal como se muestra en la Tabla 7-8-2. Especialmente la madera de primera clase, como la mara, muestra una venta mucho mayor que la venta de madera de segunda clase. Además, la exportación de madera también ha aumentado rápidamente en los últimos años (la tasa media de crecimiento es del 24.1%, incrementándose de 25,496 millones de dólares en 1985 a 48,778 millones de dólares en 1991).

Tabla 7-8-2 Volumen de Deforestación

		(Unidad : km ²)					
Región	Clase	1988	1989	1990	1991	1992	T.C.A. (%)
Bolivia	Primera	62,577	72,424	96,529	121,399	145,773	23.5%
	Segunda	23,022	34,498	46,011	57,618	65,714	30.0%
	Total	85,599	106,922	142,540	179,017	211,487	25.4%
Beni	Primera	17,296	19,936	26,547	33,420	40,296	23.5%
	Segunda	3,221	3,128	4,168	5,215	6,064	17.1%
	Total	20,517	23,064	30,715	38,635	46,360	22.6%

Nota : T.C.A = Tasa de crecimiento anual

Fuente : Anuario Estadístico, 1993

A juzgar por el estancamiento reciente de las actividades económicas, se considera que esta tendencia continuará en el futuro debido al crecimiento de las utilidades favorables.

A lo largo del tramo de carretera entre San Borja y Trinidad, existe una extensa área de bosques. Por consiguiente, el mejoramiento de la carretera podría fortalecer las actividades económicas, promoviendo a su vez, la deforestación. De acuerdo a los resultados del análisis de imágenes de satélite realizado por CUMAT en 1985 y 1990, durante estos cinco años han desaparecido 470.31 km² (en promedio desaparecieron 98.5 km² por año) de áreas forestales. Por lo tanto, actualmente quedan solamente 83,411.74 km².

De hecho, los bosques en el departamento del Beni han sido declarados como "Reserva Forestal para los Pueblos Aborígenes", "Concesión Forestal para la Deforestación" y "Bosques de Conservación" (algunas de estas áreas forestales se traslapan entre sí), tal como se muestra en la Figura 2-1-7. De acuerdo a la información del Centro de Desarrollo Forestal - Regional Norte - (CDF), en 1994 el volumen de deforestación por empresas madereras que contaban con concesiones de tala fue de 27,966.79 metros cúbicos

y el volumen de deforestación dentro del área de propiedad privada fue de 31,646.51 metros cúbicos (no existían datos disponibles, excepto para las tres oficinas-sucursales de Rurrenabaque, San Borja y Reyes). Como se puede observar, el volumen de deforestación de la última (área de propiedad privada), es mayor que el de la primera (con concesiones de tala). Sin embargo, tomando en cuenta la tala de maderas preciosas como la mara, el volumen de tala de la primera fue de 24,548.13 metros cúbicos (87.8%) y el volumen de tala de la última fue solamente de 5,766.41 metros cúbicos. Esto indica que dentro del área de concesiones se talan principalmente árboles de maderas preciosas. Esta tendencia se mantendrá aun en el futuro.

En conclusión, el mejoramiento de la carretera puede promover las actividades de deforestación en el área boscosa existente, especialmente en las áreas de propiedad privada.

7.9 Ruinas y Bienes Culturales

Durante la construcción de la carretera entre San Borja y Trinidad (1976 ~ 1978) varios sitios arqueológicos fueron destruidos porque no se contaba con información sobre su localización. De hecho, no se sabía de la existencia de las ruinas hasta el momento en que se construyó la carretera. Desafortunadamente, este descuido dio como resultado una considerable pérdida de la unidad arqueológica existente, ya que el área fue destrozada por tractores y la carretera se construyó atravesando un importante complejo de camellones. Afortunadamente, la intervención de arqueólogos permitió el rescate de parte de las ruinas descubiertas, llevando a cabo una exploración urgente y excavaciones después de finalizados los trabajos de construcción de la carretera. Desde entonces, ya no se ha dado una destrucción en gran escala de las unidades arqueológicas de la región, a excepción de las elevaciones artificiales de tierra en el complejo de camellones, donde existe la posibilidad de que sean destruidos debido a actividades humanas y a la erosión natural del suelo. Se considera que las causas de este tipo de destrucción en el futuro pueden ser las siguientes:

- El ganado erosiona la superficie de los camellones y terraplenes.
- La construcción de caminos o sendas de uso privado cortan los terraplenes y unidades de camellones existentes.
- El arado de tierra con tractores destruye grandes estructuras artificiales.

Se considera que estas tres causas tienen la posibilidad de ocurrir en cualquiera de las áreas arqueológicas indicadas en la Figura 6-10-1.

7.10 Contaminación del Aire

Las influencias sobre la calidad del aire en los alrededores de la carretera se deben primordialmente a los gases de escape y al polvo levantado por la maquinaria pesada durante la etapa de construcción y por automóviles que circulan por la carretera. La maquinaria de construcción pesada, la cual en su mayoría utiliza motores diesel, expulsa en general pequeñas cantidades de NO_2 y CO . Para el caso de motores de gasolina, se expulsa en general pequeñas cantidades de SO_2 . Por lo tanto, los ítems a evaluar para el pronóstico de la calidad del aire son SO_2 para maquinaria pesada y NO_2 y CO para vehículos o automóviles. El pronóstico de la calidad del aire estará limitado a áreas urbanas tales como las de San Borja, San Ignacio y Trinidad.

7.10.1 Impacto causado por los Trabajos del Movimiento de Tierras

Los trabajos de la construcción de terraplenes y los de excavación de préstamos laterales, levantarán polvo depositado en el suelo que está desnudo, especialmente durante la estación seca.

7.10.2 Impacto causado por la Utilización de Maquinaria Pesada y Volquetas

La generación de contaminantes, incluyendo SO_2 producido por la maquinaria pesada durante los trabajos de mejoramiento de la carretera, pueden ser controlados en alguna medida dependiendo de la selección de la maquinaria. La maquinaria pesada, que utiliza motores diesel con grandes volúmenes de gases de escape, generalmente descarga pequeñas cantidades de NO_2 y CO . Por lo tanto, con el fin de proteger la calidad del aire, se considerará únicamente el efecto del SO_2 emitido por la maquinaria pesada.

(1) Condiciones del Pronóstico

a) Condiciones del viento

En la Figura 7-10-1 se muestran los datos de las condiciones del viento (ver Tablas 7-10-2 y 7-10-3) en San Borja, San Ignacio y Trinidad en 1983 y 1984, datos proporcionados por AASANA. Estos datos fueron utilizados para realizar el pronóstico de las condiciones del viento. La velocidad y la dirección predominante del viento en San Borja, San Ignacio y Trinidad en los años 1983 y 1984, son los siguientes:

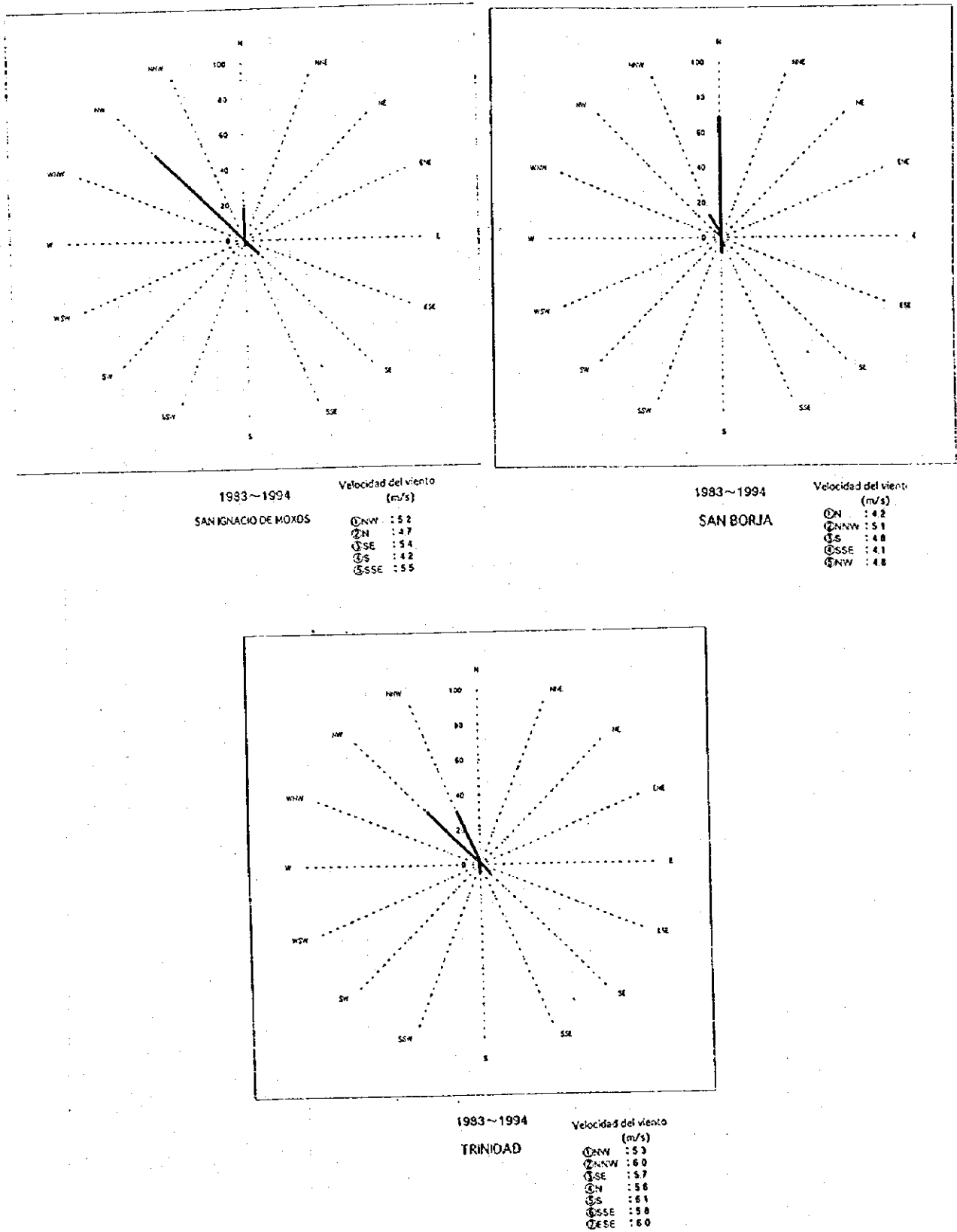


Figura 7-10-1 Dirección Media y Velocidad del Viento en el Area del Proyecto

Tabla 7-10-1 Velocidad y Dirección Predominante del Viento

	San Borja	San Ignacio	Trinidad
Dirección del viento	Norte	Noroeste	Noroeste
Velocidad del viento	4.2 m/s	5.2 m/s	5.7 m/s

Tabla 7-10-2 Dirección Media del Viento en el Area del Proyecto

San Borja

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
1983	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	NW	N	NW	N	N	N	n.d.
1984	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	NW	N	N	N	N	n.d.
1985	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	S	N	N
1986	N	N	N	N	N	N	N	N	N	SSE	N	N	N
1987	NNW	NNW	NNW	NNW	SSE	NNW	NNW	NNW	N	NNW	N	NNW	NNW
1988	N	SSE/N	N	NNW	SSE	N	S	S	N	N	N	N	N
1989	N	N	N	SSE	SSE	N	NNW	NNW	NNW	N	WNW	N	N
1990	N	SSE	NW	NNW	NNW	S	S	N	N	N	N	N	N
1991	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
1992	N	N	N	N	N	N	S	S	S	N	N	N	N
1993	N	N	N	N	NW	N	S	N	N	N	N	N	N
1994	N	N	N	N	N	N	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
PROM	N	N	N	N	N	N	S	N	N	N	N	N	-

San Ignacio de Moxos

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
1983	N	N	NW	N	NW	SE	NW	NW	SE	NW	NW	NW	NW
1984	NW	NW	NW	SE	NW	S	S	SE	NW	NW	NW	NW	NW
1985	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW
1986	NW	NW	NW	NW	NW	NW	N	NW	SE	NW	NW	NW	NW
1987	NW	NW	NW	NW	SE	SE	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW
1988	n.d.	n.d.	n.d.	NW	SE	NW	SB	NW	NW	NW	NW	NW	NW
1989	NW	NW	SE	SE	SE	NW	NW	NW	SE	NW	NW	NW	NW
1990	NW	NW	NW	NW	NW	SE	SE	NW	NW	NW	NW	NW	NW
1991	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW
1992	NW	NW	NW	N	N	N	N	SSE	SSE	N	N	N	N
1993	N	N	N	N	N	N	N	S	S	N	N	N	N
1994	NW	NW	N	N	NW	NW	N	N	NW	NW	NW	NW	NW
PROM	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	-

Trinidad

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
1983	NW	NW	NW	NW	NW	SE	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW
1984	NW	NW	NW	SE	NW	NW	NW	SE	NW	NW	NW	NW	NW
1985	NW	NW	NW	SE	NW	NW	NW	SE	NW	NW	NW	NW	NW
1986	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW
1987	N	NW	NW	NW	SE	NW	NW	SE	SE	NW	NW	NW	NW
1988	NW	SE	NW	NW	SE	NNW	SE	NNW	NNW	NW	NNW	NW	NW
1989	NW	NW	NW	NW	SSE	NNW	NNW	NNW	SSE	NNW	NNW	NW	NNW
1990	NW	NNW	NNW	N	N	SSE	SSE	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW
1991	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW
1992	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	NNW	SSE	S	S	NNW	NNW	NNW	NNW
1993	NNW	ESE	NNW	NW	NNW	NW	NNW	S	S	N	NNW	NNW	NNW
1994	NNW	NNW	S	S	N	N	N	S	NNW	N	NNW	NNW	NNW
PROM	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NNW	NW	NW	NNW	NW	-

Nota - n.d. : No disponible
Fuente - AASANA

Tabla 7-10-3 Velocidad del Viento en el Area del Proyecto

San Borja

(Unidad : m/s)

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
1983	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4	5	8	6	5	8	6.0
1984	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	4	8	5	4	5	5.5
1985	5	4	7	5	3	4	6	7	5	7	4	3	5.0
1986	6	5	4	4	4	4	4	5	4	5	5	5	4.6
1987	5	6	4	5	5	5	6	6	6	5	5	6	5.4
1988	6	4	5	5	4	5	7	5	7	8	6	5	5.6
1989	7	4	5	4	4	4	5	5	6	4	4	6	4.6
1990	6	3	4	4	4	4	5	4	6	5	7	6	4.7
1991	5	3	6	4	3	5	3	4	4	6	5	8	4.6
1992	3	4	3	4	4	3	4	4	4	5	3	4	3.8
1993	4	2	2	3	4	4	5	4	6	6	5	5	4.0
1994	4	5	3	3	4	4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
PROM	5.0	3.9	4.2	4.0	4.1	4.1	4.8	4.9	5.9	5.6	4.7	5.5	-

San Ignacio de Moxos

(Unidad : m/s)

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
1983	6	2	4	5	5	4	6	5	5	4	4	4	5.0
1984	4	3	3	4	4	3	3	5	4	5	3	6	4.0
1985	4	5	6	7	6	7	6	8	6	8	5	4	6.0
1986	9	6	6	8	6	5	4	4	5	6	7	6	6.0
1987	9	8	7	6	7	7	8	7	7	7	5	7	7.0
1988	n.d.	n.d.	n.d.	6	6	6	8	5	7	7	5	5	6.0
1989	6	4	4	4	5	4	6	6	7	5	5	6	5.0
1990	6	3	4	5	3	4	5	5	6	5	6	6	5.0
1991	5	4	6	4	4	6	4	4	4	6	4	8	5.0
1992	3	5	3	4	6	5	5	4	5	6	4	5	5.0
1993	3	4	3	4	5	5	6	3	8	6	4	6	5.0
1994	5	6	5	4	4	5	6	5	5	5	6	6	5.0
PROM	5.0	4.0	5.0	5.0	5.0	5.0	6.0	5.0	6.0	6.0	5.0	6.0	-

Trinidad

(Unidad : m/s)

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
1983	6	4	4	4	5	5	6	5	8	5	5	6	5.3
1984	5	5	4	4	5	4	6	7	6	6	5	6	5.3
1985	6	4	6	6	4	4	5	7	6	7	3	3	5.1
1986	7	8	4	5	4	4	8	4	9	5	6	5	5.8
1987	6	6	6	4	5	5	6	9	5	6	5	10	6.1
1988	7	4	4	5	5	4	6	4	5	6	5	4	5.0
1989	5	4	4	3	4	4	6	5	7	5	4	5	4.7
1990	5	3	4	5	4	4	6	4	8	7	4	5	4.9
1991	5	5	6	5	4	8	6	6	6	9	7	10	6.3
1992	6	5	6	7	9	7	8	6	7	9	7	7	6.8
1993	6	6	5	5	6	6	8	7	8	6	6	8	6.3
1994	7	7	5	5	5	5	7	5	6	7	8	6	5.0
PROM	5.9	5.1	4.7	4.8	4.9	4.9	6.5	5.8	6.8	6.4	5.5	6.2	-

Nota - n.d. : No disponible
Fuente - AASANA

b) Cronograma de trabajo de la maquinaria pesada durante el mejoramiento de la carretera

Los trabajos de mejoramiento de la carretera se dividirán en ocho tramos de trabajo (I, II, III, IV, V, VI, VII and VIII). De acuerdo al cronograma de trabajo mostrado en la Figura 7-10-2, el número máximo de unidades de maquinaria pesada por tramo de trabajo será el siguiente:

Topadoras (bulldozers)	: 5
Retroexcavadoras	: 1
Palas mecánicas	: 1
Volquetas	: 28
Compactadora de rodillos	: 1
Compactadora de tambor vibratorio	: 1
Motoniveladora	: 1
Mezcladora de hormigón	: 1

Tipo de Máquina	Capacidad	No.	Primer Año	Segundo Año	Tercer Año	Cuarto Año	Max *1
Topadora	21 t	26					5
Retroexcavadora	0.6 m³	6					1
Paia mecánica	2.1 m³	4					1
Volqueta	11 t	141					28
Compactadora de rodillos		4					1
Compactadora de tambor vibratorio		2					1
Motoniveladora	3.7 m³	2					1
Mezcladora de hormigón	0.6 m³	6					1
Planta de asfalto	Unidad	1					*2
Acabadora de asfalto		1					*2
Trituradora de piedra	Unidad	1					*3

Notas - *1: Número máximo de unidades de maquinaria pesada que se pueden utilizar por tramo

*2: Tramo de trabajo No. 1

*3: Canteras

Figura 7-10-2 Cronograma de Trabajo de la Maquinaria Pesada

c) Modelo para la disposición de maquinaria pesada con el fin de minimizar la contaminación del aire

En base al número máximo de unidades de maquinaria pesada a ser utilizadas en cada tramo de trabajo, se estableció el modelo para la disposición de maquinaria de construcción pesada con el fin de minimizar la contaminación del aire. Los contaminantes generados por cada tipo de máquina se muestran a continuación:

- Listado de maquinaria pesada :

Tabla 7-10-4 Listado de la Maquinaria Pesada

Tipo de Máquina	Capacidad	Volumen del Cilindro (lt)	Consumo de Combustible (lt/h)
1. Topadora	21 t	10.5	19 - 25
2. Retroexcavadora	0.6 m ³	4.4	5.75 - 8.5
3. Pala mecánica	2.1 m ³	7.0	9.5 - 13
4. Volqueta	10 t	9.6	14 - 20
5. Compactadora de rodillos	20 t	5.7	10 - 14
7. Compactadora vibratoria	20 t	6.6	20.5 - 28
8. Motoniveladora	140 G	10.5	13 - 15

- Altura del tubo de escape : 2.5 m
- Disposición de las máquinas : Dispersas
- Topografía : Terreno plano (llanura)
- Volumen de contaminantes :

Tabla 7-10-5 Volumen de Contaminantes

Tipo de Máquina	Volumen de Emisión (Nm ³ /h)	SOx (Nm ³ /h)	NOx (Nm ³ /h)
1. Topadora	382	0.029	0.348
2. Retroexcavadora	160	0.012	0.146
3. Pala mecánica	255	0.019	0.232
4. Volqueta	336	0.022	1.043
5. Compactadora de rodillos	207	0.039	0.484
7. Compactadora vibratoria	240	0.018	0.219
8. Motoniveladora	382	0.029	0.348
9. Trafla	382	0.029	0.348

- Trabajos principales de construcción y número de maquinaria pesada a ser utilizada:

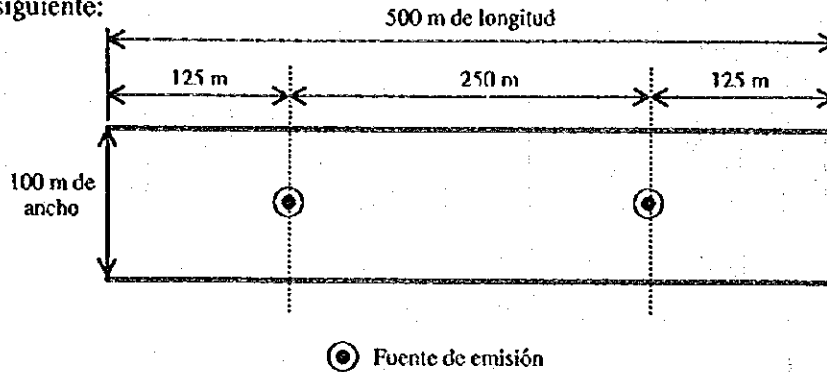
Las principales obras de construcción que utilizarán maquinaria de construcción pesada se indican a continuación. Los trabajos del cuerpo de relleno (construcción del terraplén) son los que requieren del mayor número de unidades de maquinaria pesada, por lo que el pronóstico de la calidad del aire se evalúa al momento de la construcción del cuerpo de relleno o terraplén.

Tabla 7-10-6 Tipos principales de Trabajos de Construcción que requieren Maquinaria Pesada

Trabajos de Construcción	Maquinaria Pesada	No. Unidades
1. Trabajos de instalación de caños corrugados de acero	Retroexcavadora	1
2. Trabajos de construcción del terraplén	Topadora	4
	Trafla	2
	Motoniveladora	2
	Compactadora de rodillos (Volqueta)	(5)
3. Trabajos de construcción de la subbase	Volqueta	5
	Motoniveladora	2
	Compactadora de rodillos	2

• Disposición de la maquinaria pesada:

El número de unidades de maquinaria pesada consideradas como fuentes de emisión de contaminantes son dos (2), y la disposición de dichas fuentes de emisión es la siguiente:



- Ancho de la carretera : 100 m de ancho en general
- Sitios de pronosticación : Areas urbanas:
 1. San Borja
 2. San Ignacio
 3. Trinidad

Los puntos de pronosticación en cada una de las áreas urbanas mencionadas anteriormente son cuatro (4) por área urbana, tal y como se muestra en la Figura 7-11-2.

• Fuentes de emisión en cada sitio:

Las condiciones de las fuentes de emisión en cada sitio se muestran a continuación:

Tabla 7-10-7 Fuentes de Emisión de Contaminantes en cada Sitio

Sitio ² de Pronosticación	Tipo de Maquinaria	No. Unidades	Vol. ¹ (Nm ³ /s)	SOx (Nm ³ /s)	NOx (Nm ³ /s)
1. San Borja	Topadora	1	382	0.029	0.348
	Volqueta ³	5	168	0.011	0.521
	Motoniveladora	2	764	0.058	0.696
	Compactadora de rodillos	1	240	0.018	0.219
	Total			1,554	0.116
2. San Ignacio	Topadora	2	764	0.058	0.696
	Volqueta ³	5	168	0.011	0.521
	Trafla	1	382	0.029	0.348
	Motoniveladora	1	382	0.029	0.348
	Compactadora de rodillos	1	240	0.018	0.219
Total			1,936	0.145	2.132
3. Trinidad	Topadora	2	764	0.058	0.696
	Volqueta ³	5	168	0.011	0.521
	Trafla	1	382	0.029	0.348
	Motoniveladora	1	382	0.029	0.348
	Compactadora de rodillos	1	240	0.018	0.219
Total			1,936	0.145	2.132

Nota - *1: Volumen de emisión de gas.

*2: Existen dos fuentes de emisión en un tramo de trabajo de construcción de la carretera.

*3: La tasa de operación de un volquete en el lugar de construcción es del 10%.

(2) Método de Pronósticación

El método de simulación de los modelos de Plume y Paph ha sido utilizado para pronosticar la concentración de contaminantes.

a) Tiempo ventoso (Modelo de Plume)

$$C(x, y, z) = \frac{Q_p}{2\pi \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z \cdot U} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \cdot \left\{ \exp\left[-\frac{(z-He)^2}{2\sigma_z^2}\right] + \exp\left[-\frac{(z+He)^2}{2\sigma_z^2}\right] \right\}$$

donde,

- C = Concentración (ppm)
- x = Distancia del sotavento en la dirección del viento (m)
- y = Distancia horizontal perpendicular al eje X (m)
- z = Distancia vertical perpendicular al eje X (m)
- Q_p = Volumen del gas de escape (Nm³/s)
- σ_y = Parámetro del ancho de difusión en la dirección vertical [y] (m)
- σ_z = Parámetro del ancho de difusión en la dirección horizontal [z] (m)
- U = Velocidad del viento (m/s)
- He = Altura del tubo de escape (m)

Los parámetros del ancho de difusión se calculan con las siguientes fórmulas:

$$\sigma_z = 1.5 + 0.31 \cdot L^{0.83}$$

$$\sigma_y = \frac{W}{2} + 0.46 \cdot L^{0.81}$$

donde,

- L = Distancia desde el borde de la carretera al punto de pronósticación (m)
- W = Ancho de la carretera (m)

b) Tiempo en calma (Modelo de Paph)

Este criterio se utiliza cuando la velocidad del viento es menor de 1.0 m/s.

$$C(x, y, z) = \frac{Q_p}{(2\pi)^{3/2} \cdot \alpha^2 \cdot \gamma} \cdot \left\{ \frac{1 - \exp\left(-\frac{t}{\alpha^2}\right)}{2\ell} + \frac{1 - \exp\left(-\frac{m}{\alpha^2}\right)}{2m} \right\}$$

donde,

$$l = \frac{1}{2} \left[\frac{x^2 + y^2}{\alpha^2} + \frac{(z - He)^2}{\gamma^2} \right]$$

$$m = \frac{1}{2} \left[\frac{x^2 + y^2}{\alpha^2} + \frac{(z + He)^2}{\gamma^2} \right]$$

$$t_o = \frac{W}{2\alpha}$$

α, γ = Coeficientes de los parámetros del ancho de difusión

$$\alpha = 0.3$$

$$\gamma = 0.18 \text{ (tiempo diurno)}$$

$$\gamma = 0.09 \text{ (tiempo nocturno)}$$

(3) Resultados del Pronóstico

Los resultados de la simulación de los valores de SOx y NOx en la etapa de construcción de la carretera se muestran en la Figura 7-10-3. La concentración de SOx varía de 0.00001 ppm (0.000029 mg/m³) a 0.00023 ppm (0.00066 mg/m³). Por otra parte, la concentración de NOx varía entre 0.00016 ppm (0.00031 mg/m³) y 0.00335 ppm (0.00658 mg/m³). La mayoría de los valores de concentración están por debajo de los valores de las condiciones actuales. Los valores actuales para la concentración de SOx durante la estación seca son muy similares a los valores que fueron pronosticados.

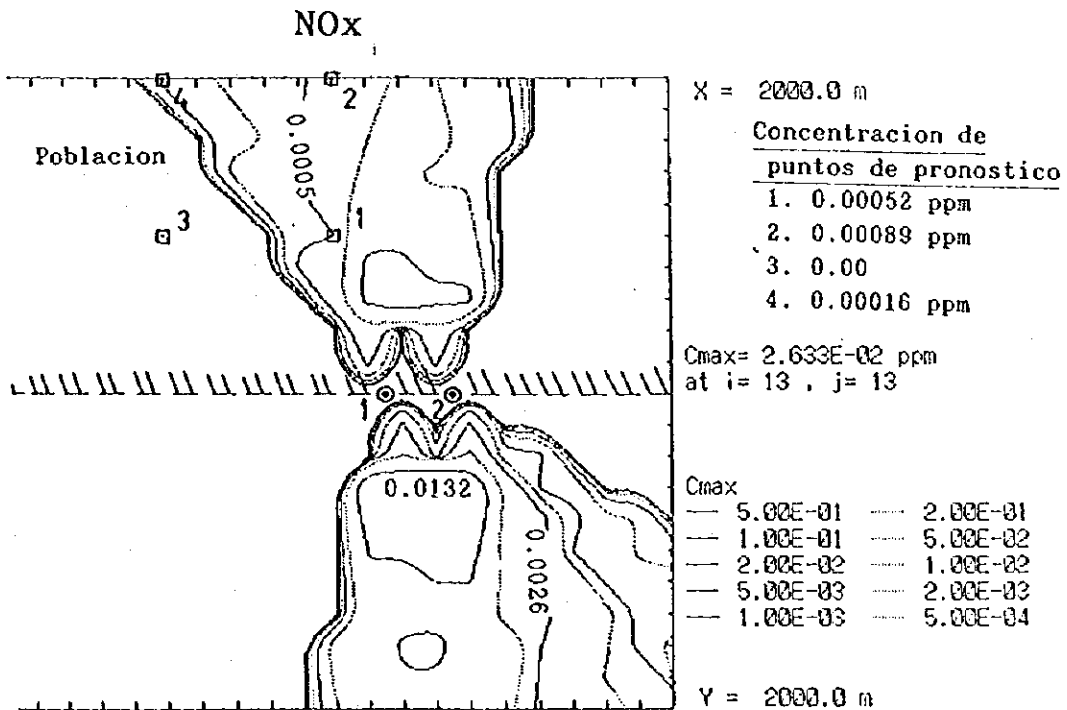
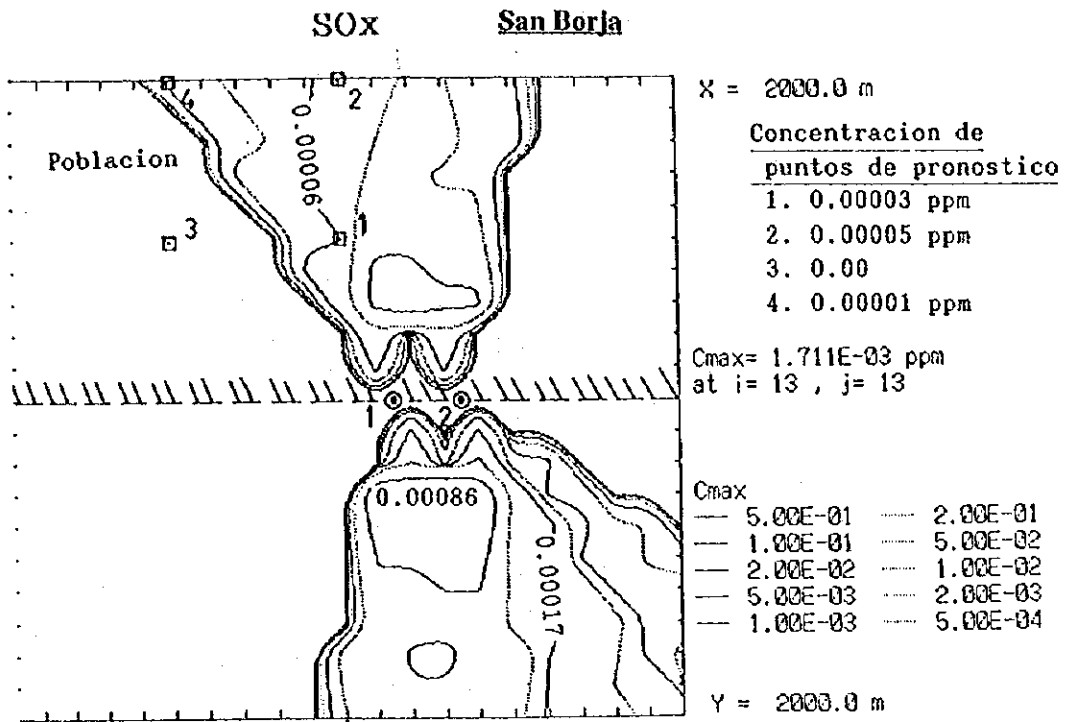
7.10.3 Impacto causado por el Tráfico

Generalmente, los motores de gasolina expelen cantidades pequeñas de SO₂. Por consiguiente, únicamente se pronosticarán los valores de las concentraciones de NO₂ y CO.

(I) Condiciones del Pronóstico

a) Condiciones del viento

La Figura 7-10-1 se utiliza para pronosticar las condiciones del viento.

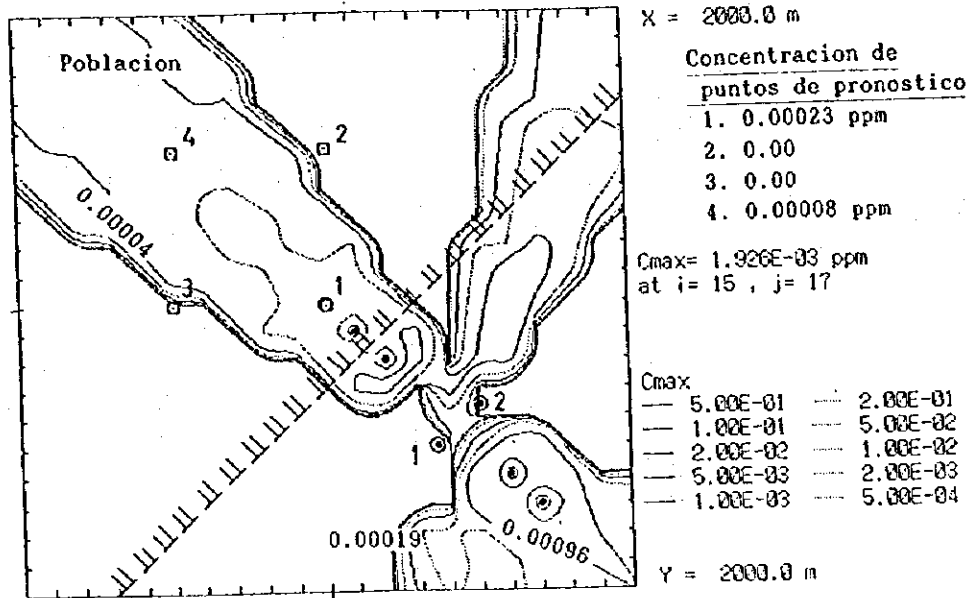


- ⊙₂ Fuentes de deslarba
- ⊠₂ Puntos de pronostico

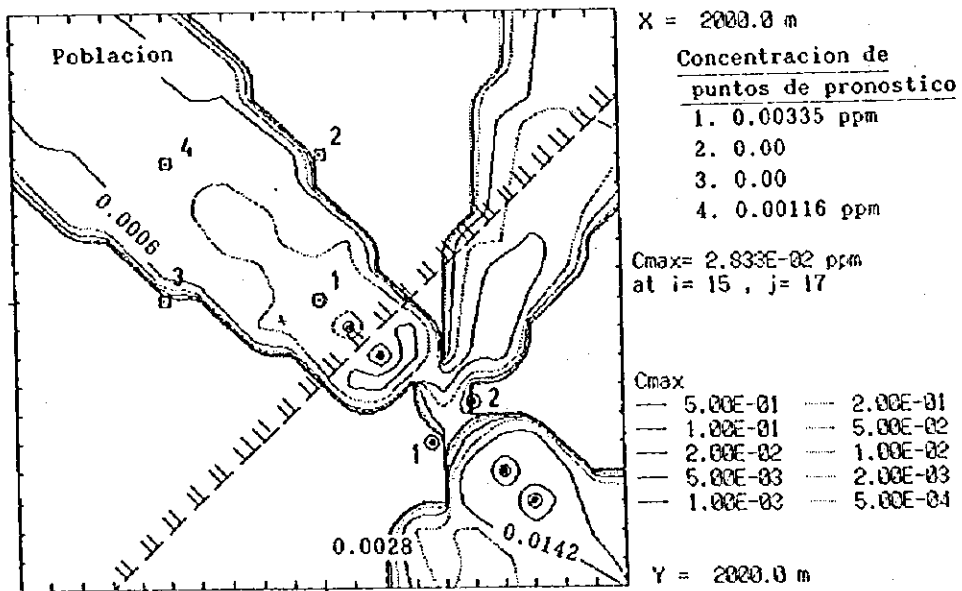
Figura 7-10-3 Resultados del Pronóstico de la Calidad del Aire en la Etapa de Construcción de la Carretera (1)

San Ignacio

SOx



NOx

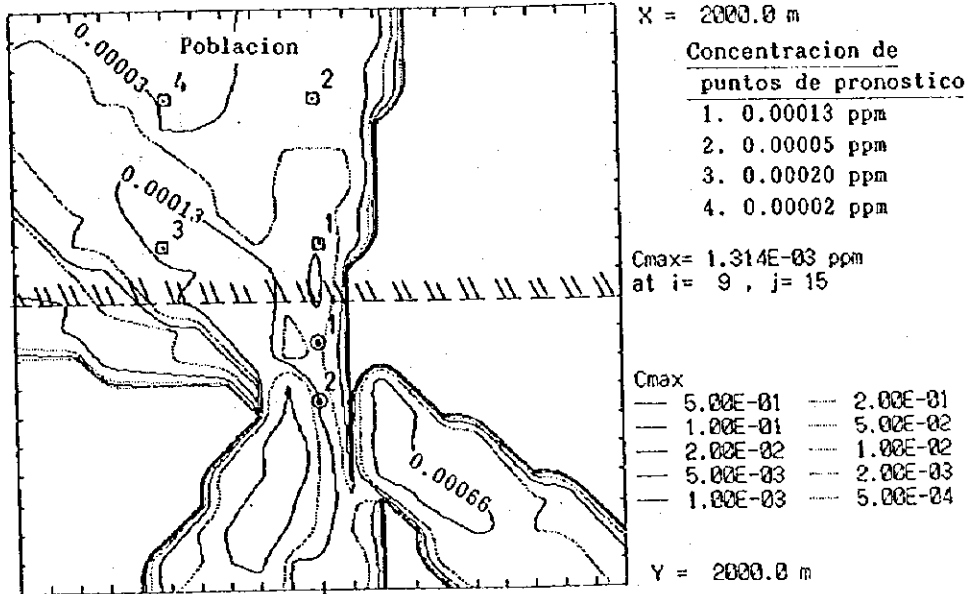


⊙₂ Fuentes de deslarba
⊠₂ Puntos de pronostico

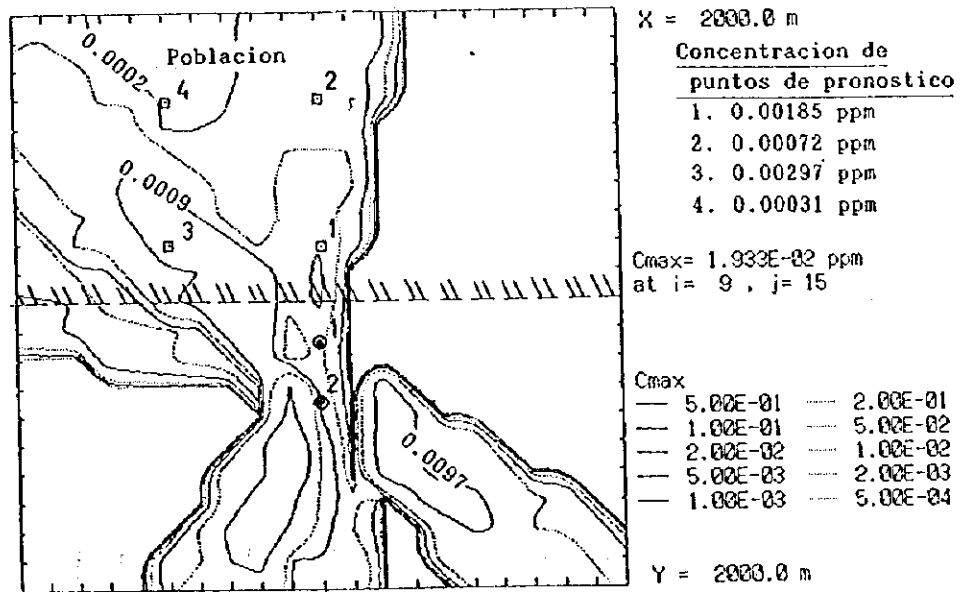
Figura 7-10-3 Resultados del Pronóstico de la Calidad del Aire en la Etapa de Construcción de la Carretera (2)

Trinidad

SOx



NOx



- ⊙₂ Fuentes de deslarba
- ₂ Puntos de pronostico

Figura 7-10-3 Resultados del Pronóstico de la Calidad del Aire en la Etapa de Construcción de la Carretera (3)

b) Otras condiciones del pronóstico

- Velocidad del vehículo : 80 km/h en promedio
- Volumen de tráfico :

Tabla 7-10-8 Volumen de Tráfico Futuro utilizado para el Pronóstico de la Calidad del Aire

(Unidad : vehículos)

Año	San Borja-San Ignacio	San Ignacio-P. Ganadero	P. Ganadero-P. Varador	P. Varador-Trinidad
1994	67	69	69	523
2001	88	91	91	686
2020	193	198	198	1,519
(RVP)	(20.6%)	(20.0%)	(20.0%)	(42.5%)

Nota - RVP : Relación de vehículos pesados

- Topografía : Terreno plano (llanura)
- Volumen de contaminantes : NOx 523 ml/g, CO 859 ml/g
- Coeficiente de emisión (g/km × vehículo) :
 - NOx Vehículo liviano : 0.266
 - Vehículo pesado : 1.850
 - CO Vehículo liviano : 0.689
 - Vehículo pesado : 1.620
- Disposición de las fuentes : 80 m de longitud e intervalos de 10 m
- Ancho de carretera : 100 m de ancho en general
- Puntos de pronosticación : 0, 5, 10, 20, 30, 50, 100 y 200m del borde de la carretera

(2) Método de Pronosticación

Se utilizaron los modelos de Plume y Paph (Fórmulas 3 y 4 mostradas anteriormente) para el pronóstico de la concentración de contaminantes.

(3) Resultados del Pronóstico

Los resultados de la simulación de los valores NOx y CO en la etapa del uso de la carretera se muestran en las Figuras 7-10-4 y 7-10-5 y en la Tabla 7-10-9. La concentración pronosticada de NOx y CO para el año 2020 varía de 0.0060 ppm a 0.0155 ppm y de 0.0000 ppm a 0.2805 ppm respectivamente. Por otro lado, la concentración pronosticada en Trinidad para el año 2020 es más alta que la de otros lugares, ya que el volumen de tráfico en el tramo de carretera entre Puerto Varador y Trinidad es mayor que el volumen de tráfico en otros tramos del proyecto.

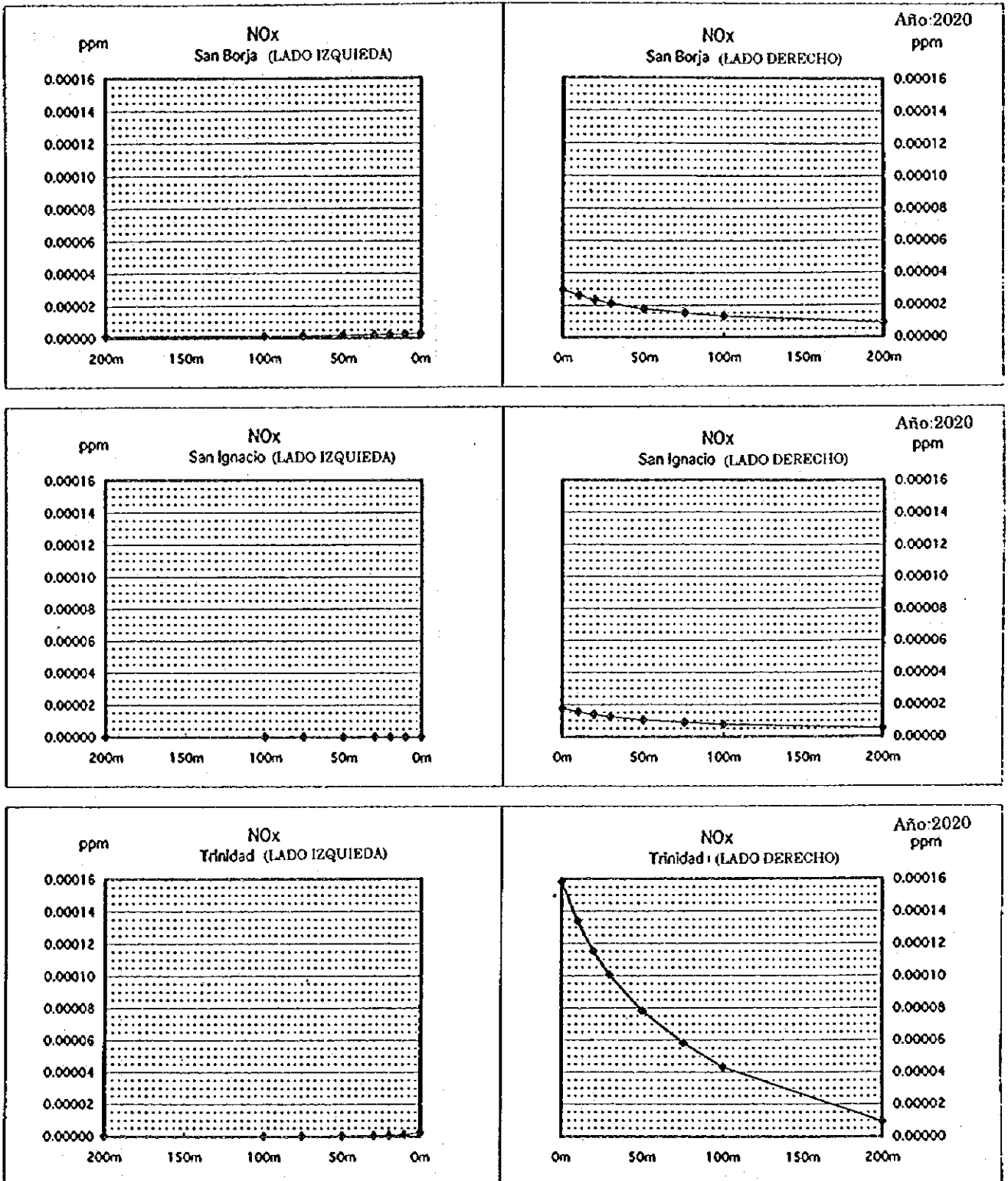


Figura 7-10-4 Resultados de la Simulación de la Concentración de NOx

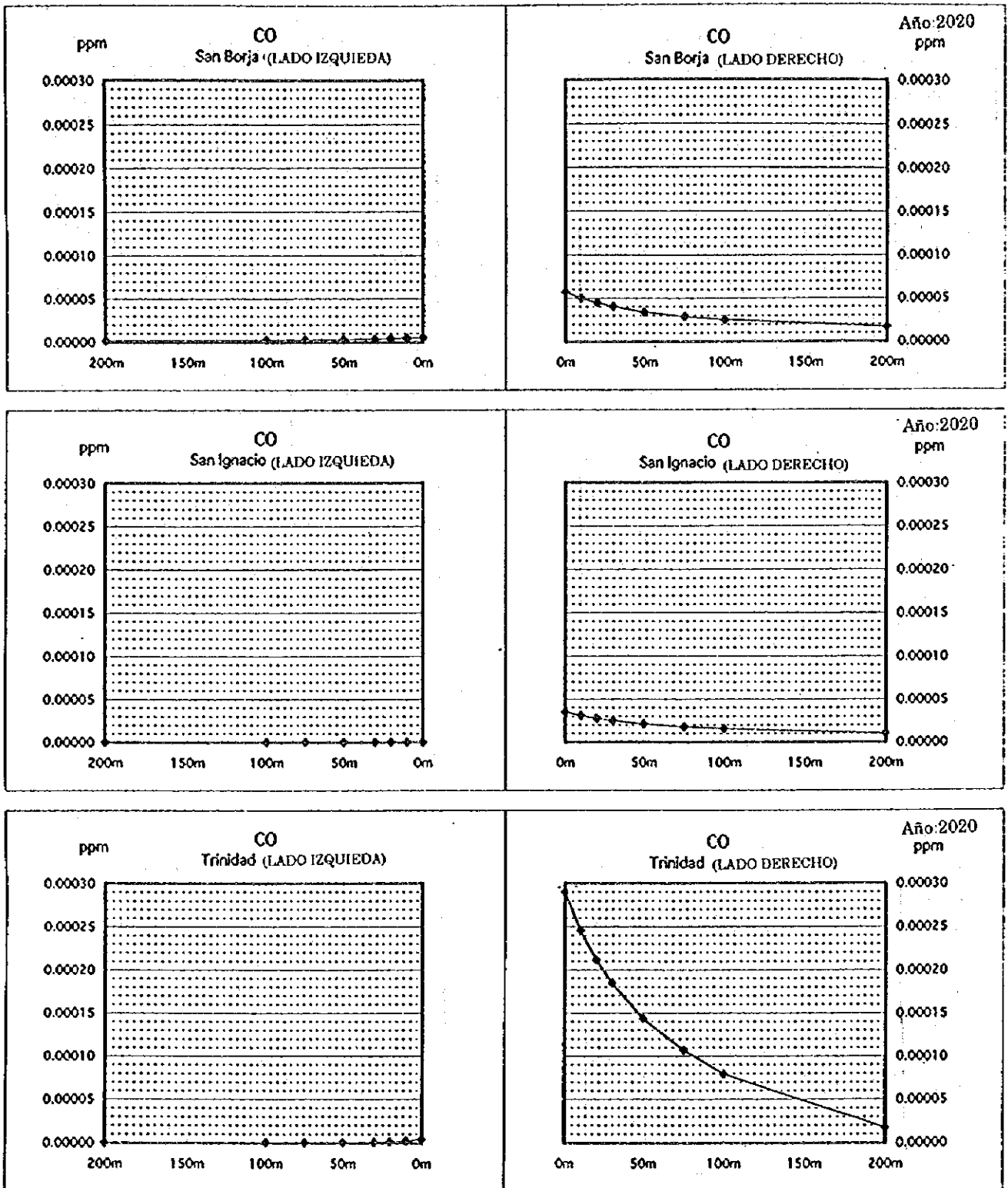


Figura 7-10-5 Resultados de la Simulación de la Concentración de CO

Tabla 7-10-9 Pronóstico de las Concentraciones de NOx y CO en la Carretera del Proyecto

NOx

(Unidad: ppm)

Ubicación	Lado	Distancia desde el Borde de la Carretera							
		0 m	10 m	20 m	30 m	50 m	75 m	100 m	200 m
San Borja	Der.	0.0000296	0.0000260	0.0000232	0.0000210	0.0000177	0.0000150	0.0000130	0.0000087
	Izq.	0.0000027	0.0000024	0.0000021	0.0000019	0.0000016	0.0000013	0.0000012	0.0000008
San Ignacio	Der.	0.0000174	0.0000153	0.0000136	0.0000123	0.0000104	0.0000088	0.0000076	0.0000051
	Izq.	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
Trinidad	Der.	0.0001582	0.0001339	0.0001153	0.0001005	0.0000781	0.0000582	0.0000432	0.0000093
	Izq.	0.0000023	0.0000013	0.0000007	0.0000005	0.0000004	0.0000002	0.0000002	0.0000001

CO

(Unidad: ppm)

Ubicación	Lado	Distancia desde el Borde de la Carretera							
		0 m	10 m	20 m	30 m	50 m	75 m	100 m	200 m
San Borja	Der.	0.0000570	0.0000500	0.0000446	0.0000404	0.0000341	0.0000288	0.0000250	0.0000167
	Izq.	0.0000052	0.0000045	0.0000040	0.0000037	0.0000031	0.0000026	0.0000023	0.0000015
San Ignacio	Der.	0.0000350	0.0000307	0.0000274	0.0000248	0.0000209	0.0000177	0.0000153	0.0000102
	Izq.	0.0000001	0.0000001	0.0000001	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
Trinidad	Der.	0.0002900	0.0002456	0.0002115	0.0001843	0.0001433	0.0001068	0.0000793	0.0000171
	Izq.	0.0000043	0.0000024	0.0000014	0.0000008	0.0000004	0.0000002	0.0000002	0.0000001

Nota - *Der. : Derecho, Izq. : Izquierdo

7.11 Contaminación del Agua

7.11.1 Impacto causado por los Trabajos del Movimiento de Tierras

De acuerdo con la planificación y diseño del proyecto, el agua de los ríos aguas arriba en la carretera del proyecto será drenada por un sinnúmero de caños corrugados (tubería acanalada) de acero y puentes, de modo que al darse un incremento del nivel de agua en el área de inundación, éste no sea mayor que el nivel de agua de las condiciones actuales. Por consiguiente, se considera que la calidad del agua, tanto para los sitios ubicados aguas arriba como para los ubicados aguas abajo en la carretera del proyecto, no será alterada por los trabajos de construcción.

Se considera que durante los trabajos de construcción para el mejoramiento de la carretera, se producirán sólidos en suspensión (SS) a partir de la tierra o suelo que se encuentren expuestos durante la estación lluviosa. Sin embargo, se ha planificado la suspensión parcial de los trabajos de construcción durante el período de lluvias fuertes, las cuales se dan entre enero y marzo. De igual manera, se tiene previsto terminar los trabajos de protección del talud del terraplén antes de que se inicie la estación lluviosa.

Así mismo, se considera que el agua turbia que contiene sólidos en suspensión que se formaron a partir del suelo que se encuentra expuesto contra la acción de la lluvia antes y después de la estación lluviosa (noviembre, diciembre, abril y mayo), fluirá en su mayoría a los bancos y zanjas de préstamo formando un embalse de tratamiento, por lo que la mayor parte de los sólidos en suspensión se asentará en las zanjas y bancos de préstamo sin ser arrastrados a los cursos de agua existentes.

7.11.2 Impacto causado por la Utilización de Maquinaria Pesada y Volquetas

Existe la posibilidad que el agua subterránea, pozos de agua o agua de los ríos, sea contaminada por la gasolina, aceites, etc., utilizados por la maquinaria pesada y las volquetas durante los trabajos de mejoramiento de la carretera.

7.11.3 Impacto causado por las Instalaciones de Drenaje

El suelo en las cercanías de la entrada y salida de las alcantarillas puede sufrir erosión, lo que conllevará a un incremento en la cantidad de sólidos suspendidos en el agua de los ríos.

7.11.4 Impacto causado por los Desechos y Basura

El aceite de desecho descargado por la maquinaria pesada y las volquetas durante los trabajos de mejoramiento de la carretera, puede permearse en el subsuelo o fluir hacia los ríos, por lo que se contaminará el agua subterránea o el agua de los ríos.

7.11.5 Impacto causado por las Facilidades para los Trabajadores

El agua negra descargada de los campos de trabajo instalados para los trabajadores u obreros puede contaminar el agua de los ríos.

7.12 Ruido

7.12.1 Pronóstico de las Condiciones del Ruido durante la Etapa del Uso de la Carretera

Los niveles de ruido fueron pronosticados para el año 2020 en puntos que coincidieron con los mayores centros urbanos (San Borja, San Ignacio y Trinidad).

(1) Condiciones del Pronóstico

Las condiciones del pronóstico del ruido son las siguientes:

- Altura del tubo de escape : 0.3 m
- Velocidad de vehículos : 80 km/h
- Topografía : Terreno plano
- Nivel medio de potencia (L_w) en {dB(A)}:

$$L_w = 86 + 0.2V + 10\log(a^1 + 8a^2)$$

donde,

V = Velocidad media (km/h)

a^1, a^2 = Proporción de vehículos mixtos (%)

1 : Vehículo liviano

2 : Vehículo pesado

- Ancho de la carretera : 100 m en general
- Puntos de pronosticación : 0, 5, 10, 20, 30, 50, 100 y 200m del borde de la carretera
- Volumen de tráfico :

Tabla 7-12-1 Volumen de Tráfico Futuro utilizado para el Pronóstico del Ruido

Año	San Borja-San Ignacio	San Ignacio-P. Ganadero	P. Ganadero-P. Varador	P. Varador-Trinidad
1994	67	69	69	523
2001	88	91	91	686
2020	193	198	198	1,519
(RVP)	(20.6%)	(20.0%)	(20.0%)	(42.5%)

Nota - RVP : Relación de vehículos pesados

(2) Método de Pronosticación

La fórmula utilizada para la simulación de ruido es la siguiente:

$$L_{50} = L_w - 8 - 20 \log \ell + 10 \log \left(p \cdot \frac{\ell}{d} \cdot \tanh \frac{2p\ell}{d} \right) + a_i$$

donde,

L_{50} = Valor central de ruido {dB(A)}

L_w = Nivel medio de potencia por vehículo {dB(A)}

ℓ = Distancia entre la fuente de ruido y el punto de medición (m)

a_i = Factor revisado

p = Constante circular

(3) Nivel Compuesto del Ruido con Ruido de Fondo

El nivel compuesto del ruido o ruido mixto, que es equivalente al ruido en el punto de pronóstico y al ruido pronosticado por año, se calculó utilizando la fórmula siguiente:

$$L_{f50} = 10 \times \log \left(10^{L_B/10} + 10^{L_{50}/10} \right)$$

donde,

L_{f50} = Nivel de ruido {dB(A)} en el punto de pronóstico

L_B = Nivel actual de ruido {dB(A)} en el punto de pronóstico

L_{50} = Pronóstico del nivel de ruido {dB(A)} causado únicamente por vehículos

7.12.2 Resultados del Pronóstico

Los niveles de ruido pronosticados para el año 2020 se muestran en la Figura 7-12-1 y en la Tabla 7-12-2. Los niveles compuestos del ruido en los puntos de pronóstico calculados para el año 2020 se muestran en la Tabla 7-12-3.

San Borja

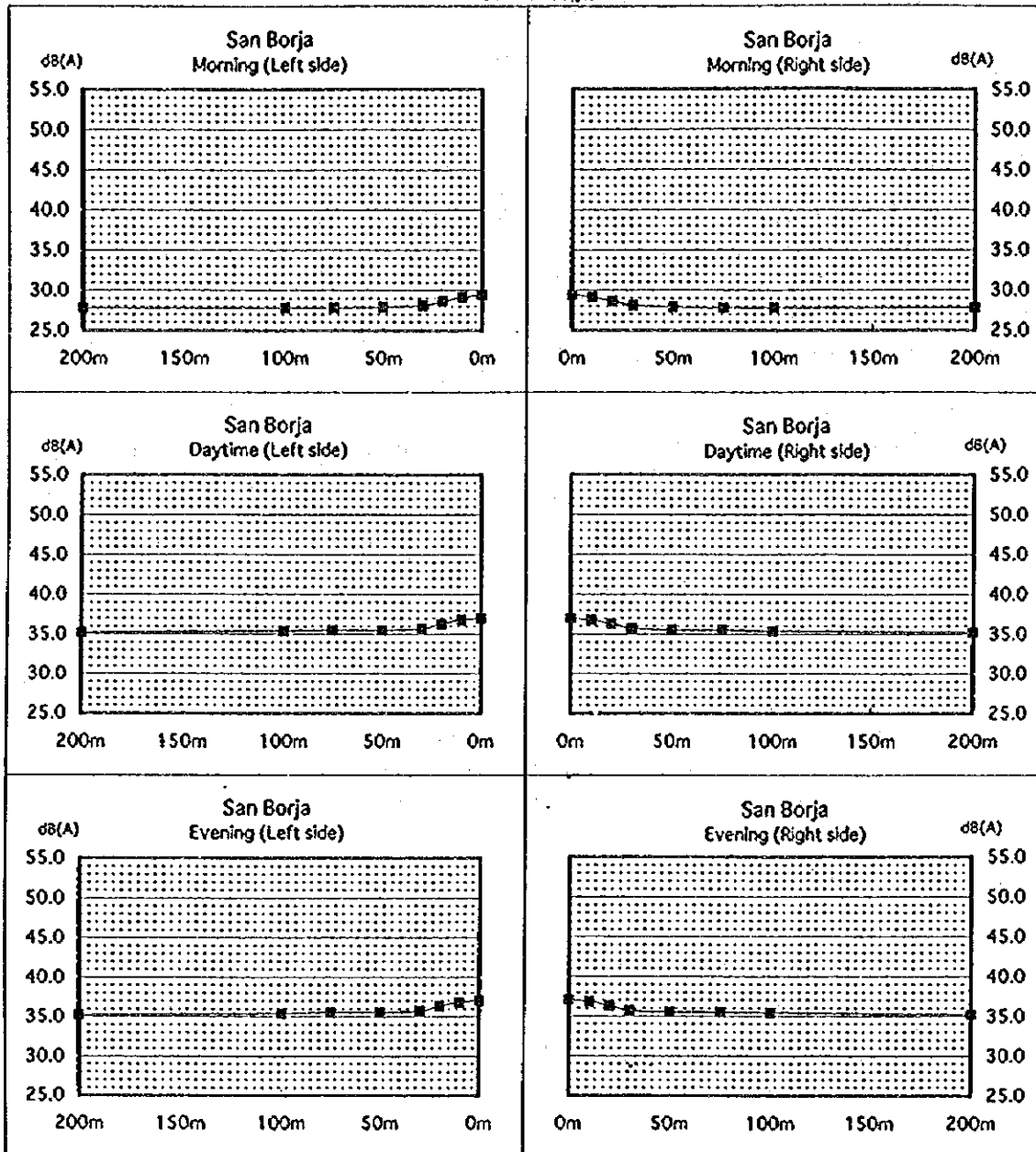


Figura 7-12-1 Pronóstico del Nivel de Ruido para el Año 2020 (1)

San Ignacio

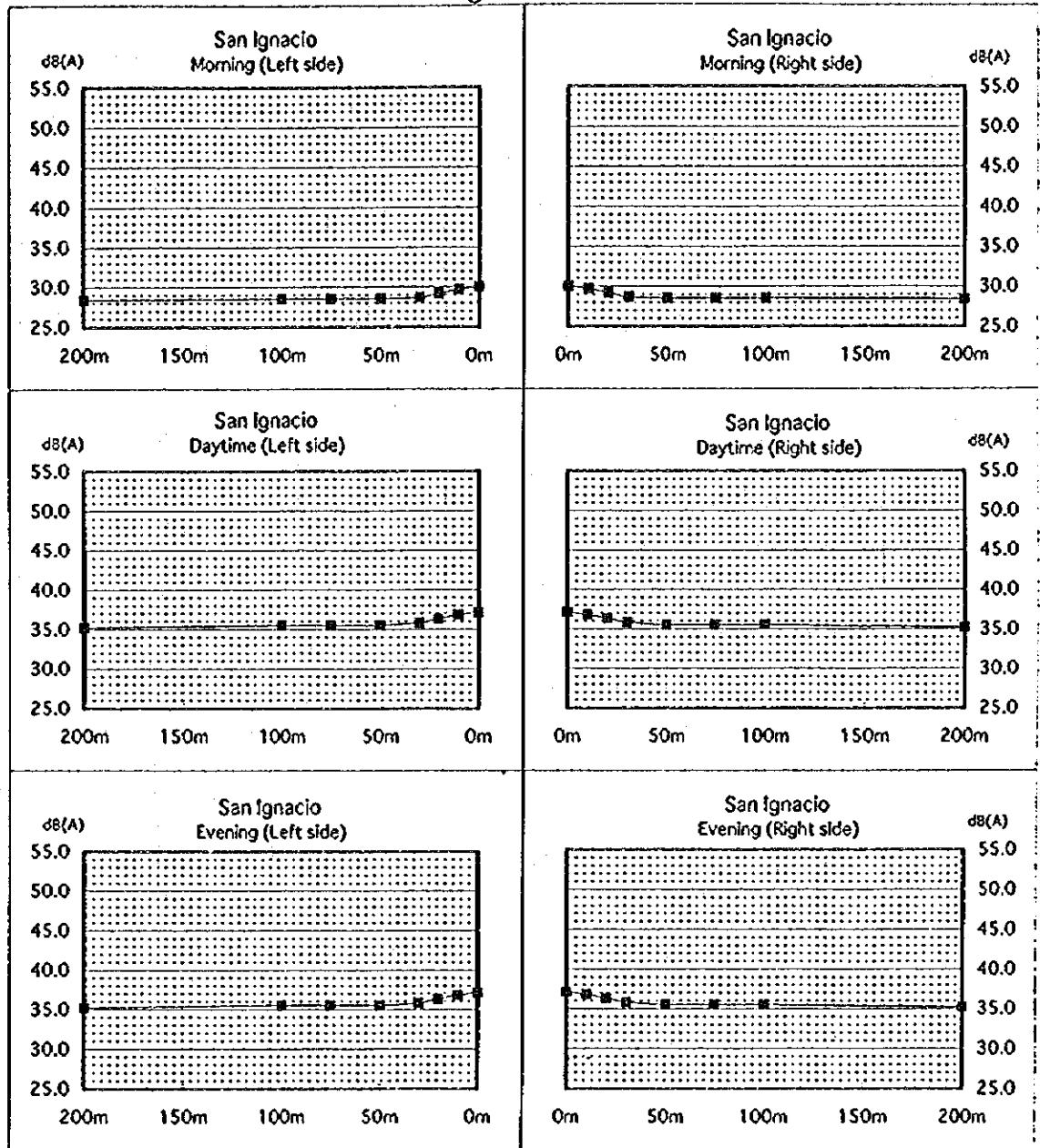


Figura 7-12-1 Pronóstico del Nivel de Ruido para el Año 2020 (2)

Trinidad

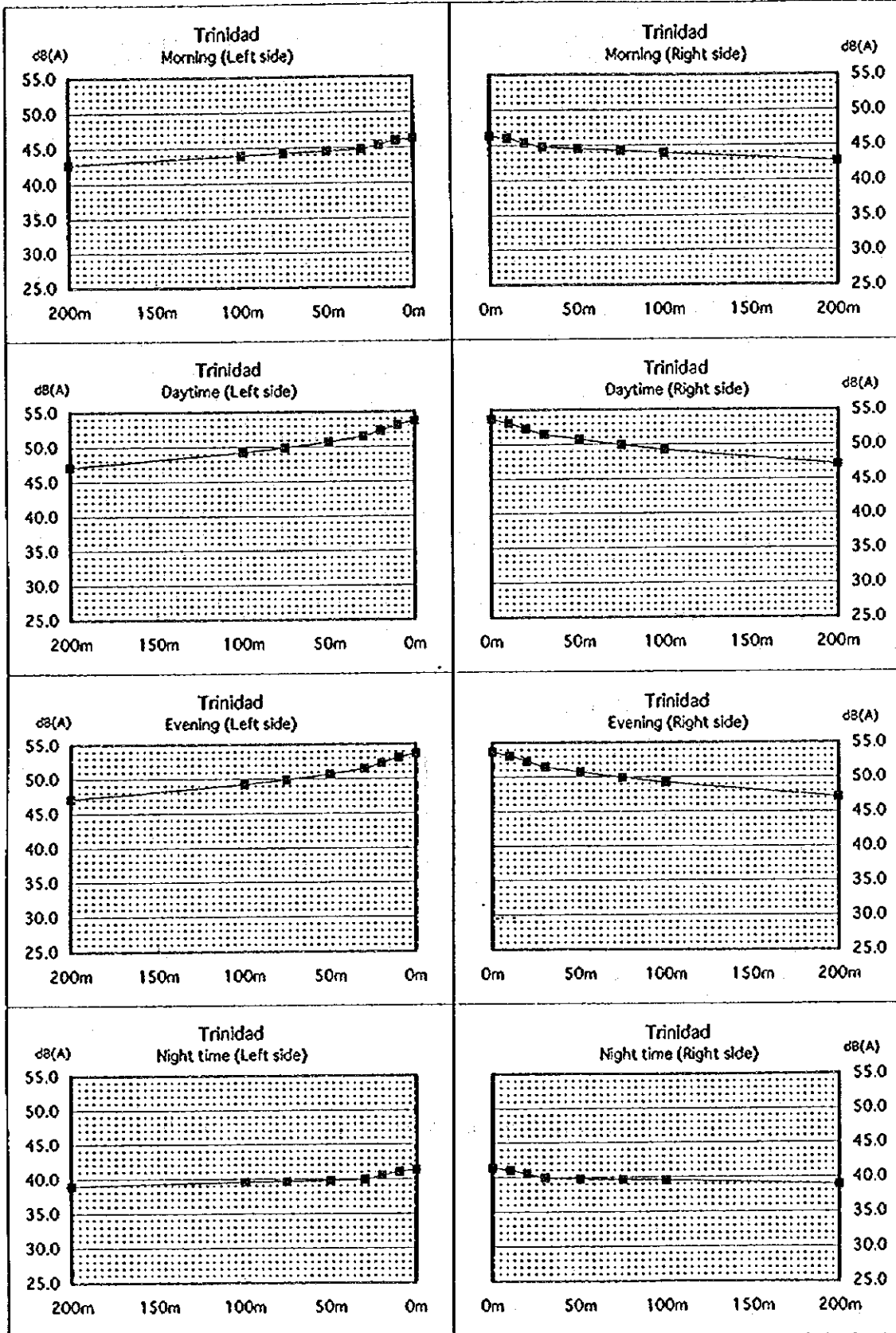


Figura 7-12-1 Pronóstico del Nivel de Ruido para el Año 2020 (3)

**Tabla 7-12-2 Pronóstico del Nivel de Ruido para el Año 2020
San Borja**

(Unidad: dB(A))

Tiempo	Lado	Distancia desde el Borde de la Carretera							
		0 m	10 m	20 m	30 m	50 m	75 m	100 m	200 m
Mañana	Der.	29.4	29.1	28.6	28.1	27.9	27.8	27.8	27.8
	Izq.	29.4	29.1	28.6	28.1	27.9	27.8	27.8	27.8
Durante el día	Der.	37.0	36.8	36.3	35.7	35.5	35.5	35.4	35.2
	Izq.	37.0	36.8	36.3	35.7	35.5	35.5	35.4	35.2
Atardecer	Der.	37.0	36.8	36.3	35.7	35.5	35.5	35.4	35.2
	Izq.	37.0	36.8	36.3	35.7	35.5	35.5	35.4	35.2

San Ignacio

Tiempo	Lado	Distancia desde el Borde de la Carretera							
		0 m	10 m	20 m	30 m	50 m	75 m	100 m	200 m
Mañana	Der.	30.0	29.7	29.2	28.7	28.5	28.5	28.5	28.4
	Izq.	30.0	29.7	29.2	28.7	28.5	28.5	28.5	28.4
Durante el día	Der.	37.1	36.8	36.3	35.8	35.5	35.5	35.5	35.2
	Izq.	37.1	36.8	36.3	35.8	35.5	35.5	35.5	35.2
Atardecer	Der.	37.1	36.8	36.3	35.8	35.5	35.5	35.5	35.2
	Izq.	37.1	36.8	36.3	35.8	35.5	35.5	35.5	35.2

Trinidad

Tiempo	Lado	Distancia desde el Borde de la Carretera							
		0 m	10 m	20 m	30 m	50 m	75 m	100 m	200 m
Mañana 53.7	Der.	46.3	46.0	45.4	44.8	44.5	44.2	43.9	42.7
	Izq.	46.3	46.0	45.4	44.8	44.5	44.2	43.9	42.7
Durante el día	Der.	53.7	53.1	52.3	51.5	50.7	49.9	49.2	47.1
	Izq.	53.7	53.1	52.3	51.5	50.7	49.9	49.2	47.1
Atardecer	Der.	53.7	53.1	52.3	51.5	50.7	49.9	49.2	47.1
	Izq.	53.7	53.1	52.3	51.5	50.7	49.9	49.2	47.1
Noche	Der.	41.3	41.0	40.5	39.9	39.7	39.6	39.5	38.9
	Izq.	41.3	41.0	40.5	39.9	39.7	39.6	39.5	38.9

Nota - *Der. : Derecho, Izq. : Izquierdo

**Tabla 7-12-3 Nivel Compuesto del Ruido en los Puntos de Pronosticación
Estación Lluviosa**

(Unidad: dB(A))

Ubicación	Tiempo	Nivel Actual del Ruido	Pronóstico del Nivel de Ruido por Vehículos	Pronóstico del Nivel Compuesto de Ruido
San Borja	Mañana	44.2	29.4	44.3
	Durante día	46.4	37.0	46.9
	Atardecer	48.1	37.0	48.4
San Ignacio	Mañana	54.2	30.0	54.2
	Durante día	45.9	37.1	46.4
	Atardecer	49.5	37.1	49.7
Trinidad	Mañana	50.4	46.3	51.8
	Durante día	55.4	53.7	57.6
	Atardecer	60.5	53.7	61.3

Estación Seca

(Unidad: dB(A))

Ubicación	Tiempo	Nivel Actual del Ruido	Pronóstico del Nivel de Ruido por Vehículos	Pronóstico del Nivel Compuesto de Ruido
San Borja	Mañana	44.7	29.4	44.8
	Durante día	45.2	37.0	45.8
	Atardecer	48.8	37.0	49.0
San Ignacio	Mañana	47.6	30.0	47.7
	Durante día	46.0	37.1	46.5
	Atardecer	40.7	37.1	42.2
Trinidad	Mañana	46.7	46.3	49.5
	Durante día	47.2	53.7	54.6
	Atardecer	53.8	53.7	56.7

CAPITULO 8

OBJETIVOS DE LA CONSERVACION AMBIENTAL Y SU EVALUACION

CAPITULO 8 OBJETIVOS DE LA CONSERVACION AMBIENTAL Y SU EVALUACION

8.1 Objetivos de la Conservación Ambiental

(1) Topografía y Geología

Evitar cambios substanciales en las condiciones actuales de la topografía y geología, así como prevenir desastres naturales relacionados con las mismas, tales como derrumbes y fallas del talud.

(2) Suelo

Prevenir la erosión del suelo y sus desprendimientos, así como preservar las condiciones actuales del mismo.

(3) Hidrología

Evitar cambios hidrológicos substanciales en ríos, agua subterránea o áreas de inundación.

(4) Flora

Evitar afectar substancialmente la flora existente.

(5) Fauna

Evitar afectar substancialmente el hábitat de la fauna existente.

(6) Paisaje

Conservar un paisaje bello y adecuado sin crear incongruencias en el área.

(7) Comunidad

Asistir en la formación de comunidades armoniosas y pacíficas, sin afectar adversamente las condiciones ambientales de la vida de dichas comunidades.

(8) Actividad Económica

Promover un desarrollo sólido de las actividades económicas de las sociedades locales, sin afectar adversamente su desarrollo sostenible.

(9) Ruinas y Propiedades Culturales

Evitar los daños a las ruinas y propiedades culturales existentes en el área.

(10) Calidad del Aire

Evitar exceder los estándares y los niveles actuales de la calidad del aire, así como preservar la salud de los habitantes del área a través del seguimiento de los Estándares de la Calidad del Aire del Ambiente Nacional de los Estados Unidos [National Ambient Air Quality Standards of USA (ver Tabla-8-1-1)].

Tabla-8-1-1 Estándares de la Calidad del Aire

Hems	Valor Estándar
CO	10mg/m ³ /8 horas (9 ppm) 40mg/m ³ /1 hora (35 ppm)
SO ₂	80ug/m ³ /día (0.03 ppm) 365ug/m ³ /24 horas (0.14 ppm)
NO _x	100ug/m ³ /año (0.05 ppm) Variable en 24 horas con NO ₂
HIC	160mg/m ³ /3 horas (0.24 ppm)
Macro-Particular	25mg/m ³ /año ó 260g/m ³ /24 horas
Suspended Particulate Matter	260mg/m ³ /día 75mg/m ³ *1
O ₃	235mg/m ³ /horas (0.12 ppm)
Pb-Ps	1.5mg/m ³ /3 meses

Nota - *1 : Media aritmética anual

Fuente - National Ambient Air Quality Standards of USA

(11) Calidad del Agua

Evitar exceder los niveles actuales de la calidad del agua o los estándares de la calidad del agua del Ministerio de Asuntos Urbanos (MAU). Los estándares de la calidad del agua para cuerpos de agua y efluentes de aguas negras han sido establecidos y puestos en vigor bajo los estatutos del Artículo 80 de la Ley No. 13333 y del Decreto Supremo No. 22965 del MAU en 1985.

Las regulaciones establecen valores específicos de la calidad del agua como valores máximos permisibles para los cuerpos de agua ambientales y el agua residual industrial. Los valores del primer grupo se muestran en la Tabla-8-1-2.

En esta Tabla, la Clase C se subdivide en cinco clases, las cuales son: agua utilizada para el abastecimiento público después de ser tratada, agua para riego o irrigación, agua para la armonía de paisajes y para propósitos de navegación, y por último, agua utilizada para la generación de energía eléctrica.

El agua del área del proyecto está clasificada como agua del tipo Clase C. Por lo tanto, se utilizó la Clase C para propósitos de evaluación.

(12) Ruido

No exceder los niveles actuales de ruido.

Tabla-8-1-2 Estándares de la Calidad del Agua

Parámetro	Unidad	Clase Especial	Clase A	Clase B	Clase C	Clase D
Parámetros físico-biológicos						
DOB	mg/l	<2	<5	<10	<50	<300
DO	mg/l	80% sat.	70% sat.	60% sat.	50% sat.	2
Sólidos flotantes	mg/l	ausente	ausente	ausente	*1	*1
Sólidos en suspensión	mg/l	500	1000	1500	2000	5000
Grasa y aceites	mg/l	ausente	0.8	1	10	20
Bacterias coliformes (en 80% de muestras)	NMP/100 ml	<500	<5000	<10000	<20000	
pH		6.5-9.0	6.0-9.5	5.5-9.5	5.0-10.0	4.5-10.0
Color (color unidad)		<20	<50	<100	<200	<1000
Parámetros químicos						
As	mg/l	0.05	0.05	0.05	0.1	0.1
Ba	mg/l	1	1	2	5	10
B	mg/l	0.1	0.1	0.5	2	5
Cd	mg/l	0.01	0.05	0.2	0.5	1
Cu	mg/l	1	1.5	2	3	5
Cr6+	mg/l	0.05	0.05	0.1	1	5
Hg	mg/l	0.001	0.005	0.01	0.02	0.05
Pb	mg/l	0.05	0.1	0.1	0.2	2
Se	mg/l	0.01	0.01	0.05	0.1	0.5
Cianuro	mg/l	0.05	0.05	0.1	0.2	1
Fenoles	mg/l	0.001	0.002	0.005	0.01	0.1
Detergentes	mg/l	0.15	0.5	1	2	5
Total-NO ₃	mg/l	45	50	60	80	100
Zn	mg/l	5	10	15	20	50
Mn	mg/l	0.5	1	2	5	10
Fe	mg/l	0.5	1	2	5	10
Mg	mg/l	100	200	300	400	500
Ca	mg/l	200	300	400	500	700
F	mg/l	0.6-1.7	0.6-1.7	2	3	5
Cloruros	mg/l	500	500	700	1000	5000
Sulfatos	mg/l	400	400	600	1000	8000
Herbicidas e Insecticidas						
Aldrin	mg/l	0.017	0.017			
Chlordane	mg/l	0.003	0.003			
D.D.T	mg/l	0.042	0.042			
Dieldrin	mg/l	0.017	0.017			
Endrin	mg/l	0.001	0.001			
Heptacloro	mg/l	0.018	0.018			
Epoxiclora	mg/l	0.018	0.018			
Lindano	mg/l	0.056	0.056			
Metoxicloro	mg/l	0.035	0.035			
Fosfatos orgánicos con carbonatos	mg/l	0.1	0.1			
Foxatene	mg/l	0.005	0.005			
Total de herbicidas	mg/l	0.1	0.1			

Nota: *1 : No incluye partículas que pudieran ser retenidas en el tamiz de 2 mm
NMP : Número más probable

8.2 Evaluación Ambiental

8.2.1 Topografía y Geología

(1) Impacto por la Tala de Árboles

Si el área de tala se restringe dentro del área del derecho de vía, no cambiarán substancialmente las condiciones actuales de la topografía ni de la geología.

(2) Impacto por los Trabajos del Movimiento de Tierras

Ni la topografía ni la geología se alterarán considerablemente por los trabajos del movimiento de tierras, tales como la construcción de terraplenes y los cortes de préstamo lateral. Sin embargo, debido a que la superficie del terraplén estará al descubierto, existe la posibilidad que el talud sufra erosión por la corriente del agua producida por la lluvia.

Así mismo, se puede enunciar lo siguiente:

- El talud del terraplén es estable
- Como se mencionó anteriormente, existe la posibilidad que el talud sufra erosión por la corriente del agua producida por la lluvia
- La erosión en la entrada y salida de los caños corrugados estará limitada debido a los trabajos de protección de los mismos
- Las zanjas o bancos de préstamo están limitados dentro del área del proyecto carretero
- Media vez se mantengan dentro de los límites permitidos la pendiente de corte en las canteras, la pendiente de las mismas será estable
- La influencia debida al cambio parcial del alineamiento del canal es mínima

8.2.2 Suelo

(1) Impacto por la Tala de Árboles

No existe la posibilidad de una erosión del suelo en gran escala debido a la tala de árboles dentro del área del derecho de vía.

(2) Impacto por los Trabajos del Movimiento de Tierras y las Instalaciones de Drenaje

Ya que el agua producto de la inundación será drenada por un sinnúmero de alcantarillas colocadas por debajo del terraplén de la carretera del proyecto, el área de inundación no se expandirá más allá del área actual de la misma. Por consiguiente, la influencia al suelo (área que comprende hasta aguas río arriba del proyecto de la carretera) causada por este fenómeno, será minimizada.

La superficie del suelo del terraplén y el suelo en el lado río abajo de los caños corrugados pueden sufrir erosión.

8.2.3 Hidrología

(1) Impacto por la Tala de Arboles

La tala de árboles no provocarán cambios substanciales en la hidrología del lugar, tal como la expansión del área de inundación de los ríos Tijamuchi, Mamoré e Ibare.

(2) Impacto por los Trabajos del Movimiento de Tierras y las Instalaciones de Drenaje

Ya que el agua producto de la inundación será drenada por un sinnúmero de alcantarillas colocadas por debajo del terraplén de la carretera del proyecto, el área de inundación no se expandirá más allá del área actual de la misma. Es decir, que la hidrología del área no cambiará considerablemente. Sin embargo, la madera flotante y otros pueden bloquear los caños de drenaje, por lo que será necesario llevar a cabo chequeos de mantenimiento rutinarios.

8.2.4 Flora

(1) Impacto por la Tala de Arboles

La tala de bosques en el área del derecho de vía (con un ancho de 100 m), de acuerdo a la planificación, conllevará un impacto negativo considerable en las condiciones actuales de la flora. Por lo tanto, será necesario evitar la tala de bosques entre los ríos Maniqui y Apere, los cuales incluyen el Bosque de la BBB, el Bosque de Chimanes, los bosques del

Parque Regional Yacuma, etc.

(2) Impacto Debido a los Desechos y Basura

Tanto el volumen de desechos producto de los trabajos de mejoramiento de la carretera como el incremento de desechos tirados desde los vehículos no tendrá un impacto negativo muy grande en la flora cercana a la carretera.

8.2.5 Fauna

(1) Impacto por la Tala de Arboles

Si se talan los bosques existentes a lo largo de la carretera del proyecto, los cuales juegan un papel muy importante en la movilización de animales, se provocará un impacto negativo considerable en la ecología de la fauna existente.

(2) Impacto por los Trabajos del Movimiento de Tierras

a) Terraplén

El terraplén de la carretera será un obstáculo para el cruce de la carretera por parte de animales pequeños que habitan en las cercanías.

b) Bancos o zanjas de préstamos laterales

Los estanques o lagunas artificiales formados por las zanjas de préstamo servirán como hábitat de animales salvajes, por lo que los mismos deberán mantenerse en buenas condiciones.

(3) Impacto Debido a los Desechos y Basura

Con el aumento del volumen de tráfico, animales tales como monos y venados tendrán oportunidad de comer los desechos y basura tirados desde los vehículos que circulan por la carretera. En este caso, la basura tirada puede provocar un impacto negativo a la fauna del lugar.

(4) Impacto Debido al Tráfico

Un incremento en el número de accidentes de tráfico que involucren animales producirá un efecto negativo a la fauna del área.

8.2.6 Paisaje

(1) Impacto por la Tala de Árboles

La tala de árboles provocará un impacto muy negativo y destructivo en el paisaje existente, por lo que deberá ser evitada en la mayor medida de lo posible.

(2) Impacto por los Trabajos del Movimiento de Tierras

La formación de nuevos estanques o lagunas artificiales por la construcción de la carretera, así como los estanques ya existentes, estarán en armonía con los alrededores y conllevarán un impacto positivo. Por esta razón, los mismos deberán ser conservados después de mejorada la carretera.

(3) Impacto Debido a los Desechos y Basura

El incremento de desechos y basura tirados desde vehículos tendrá un impacto negativo y destructor sobre el paisaje existente. Sin embargo, se considera que no será un problema tan serio.

(4) Impacto de las Facilidades en la Carretera

Las estructuras artificiales y otras instalaciones tales como puentes, pueden alterar los alrededores, por lo que conllevará a un impacto negativo. Por consiguiente, se deberán tomar medidas para que estas estructuras e instalaciones jueguen con los alrededores.

8.2.7 Comunidad

El mejoramiento de la carretera entre San Borja y Trinidad agilizará la movilización e intercambio, tanto de personas como de productos, entre las comunidades que habitan en los alrededores de la misma, creando un mutuo entendimiento entre las mismas. Así mismo, en el caso de la educación, los estudiantes tendrán oportunidad de estudiar en instituciones de educación superior por el mejoramiento del acceso a dichas facilidades. Por lo tanto, el mejoramiento de la carretera contribuirá a la formación de comunidades armoniosas y pacíficas. En especial, aquellos habitantes que no poseen un vehículo para moverse, podrán moverse entre las comunidades del área de una manera más fácil por el mejoramiento de los servicios de autobús.

Sin embargo, como se describe en la Sección 7.8.2, aumentarán los conflictos y rivalidades entre los pueblos nativos, inmigrantes y propietarios de estancias ganaderas debido a la falta de títulos de propiedad, así como se dará un incremento en el antagonismo existente entre los nativos e inmigrantes por la invasión ilegal de éstos a la propiedad privada o áreas de preservación, etc. Es más, una vez finalizados los trabajos de mejoramiento de la carretera, aumentarán los accidentes de tráfico debido al incremento del volumen de tráfico y de la velocidad del viaje. Estos factores no son nada favorables para la sociedad y los habitantes del área.

8.2.8 Actividad Económica

Como se describió en la Sección 7.8, el mejoramiento de la carretera entre San Borja y Trinidad contribuirá al desarrollo de la economía regional del área ya que se reducirá el tiempo del viaje entre estas comunidades y el área de mayor consumo del país, es decir, La Paz. Teniendo como meta el mejoramiento de la actividad económica del área, se promoverá la inmigración, y por lo tanto, aumentará la población. Este incremento en la población promoverá la aglomeración comercial entre las comunidades centrales ubicadas a lo largo de la carretera, lo que contribuirá al desarrollo futuro de la economía del área. El fenómeno anterior estimulará la demanda de tierra para vivienda y actividades económicas. Como resultado, el precio de la tierra aumentará gradualmente. Todos estos factores influyen favorablemente la economía local.

Como se describió en la Sección 7.9 y juzgando por el incremento reciente en la

demanda de madera en los mercados doméstico y extranjero, existe la posibilidad que se incremente la deforestación en el área a raíz del mejoramiento de la carretera. Sin embargo, de acuerdo con el CDF, el volumen de deforestación por año dentro de las concesiones otorgadas, está regulado dentro de un período específico de concesión. Así mismo, después de que se cortan los árboles, existe la obligación de reforestar el área talada. Por lo tanto, si se mantiene y respeta estas regulaciones, el impacto a los bosques existentes dentro de los límites establecidos por las concesiones, será muy pequeño. No obstante, existe la posibilidad que la deforestación en áreas privadas y la deforestación ilegal se promuevan por el fácil acceso a los bosques y la conveniencia del transporte una vez mejorada la carretera. Por consiguiente, se debe considerar que este tipo de deforestación causará problemas en el futuro.

Por otro lado, el incremento en el precio de la tierra provocará ciertos problemas complicados. Generalmente, el incremento en el precio de la tierra se considera como un beneficio producido por el mejoramiento de la carretera. Sin embargo, en el área objeto abarcada por este Estudio, los nativos del lugar no poseen títulos de propiedad y por el contrario, los finqueros y ganaderos del área si cuentan con los mismos. Por consiguiente, todo aquel ganadero que posea su título de propiedad podrá beneficiarse por el aumento en el precio de la tierra, caso que no se dará para los nativos, ya que no poseen títulos de propiedad. El problema es que actualmente los ganaderos y finqueros son mucho más ricos que los nativos del lugar, y como resultado, la diferencia del nivel de riqueza entre ricos y pobres aumentará.

8.2.9 Ruinas, Propiedades y Bienes Culturales

Desde que se construyó la carretera entre San Borja y Trinidad, la misma se ha utilizado para realizar investigaciones del complejo arqueológico existente cortado por la carretera. Por consiguiente, se han descubierto varias ruinas arqueológicas hasta el momento. Estos descubrimientos han proveído información sobre ruinas que eran desconocidas hasta ahora, no sólo para los bolivianos, sino que también para los arqueólogos extranjeros. Sin embargo, recientemente se han descubierto nuevas ruinas utilizando fotografías aéreas, razón por la cual está muy claro que es necesario estudiar e investigar el área boscosa y el área plana existente con el fin de hacer un cálculo más exacto del terraplén artificial (camellones) existente en el área. El cálculo actual del terraplén artificial existente parece ser una estimación conservativa ya que existe la posibilidad que ciertas

áreas estén completamente cubiertas por sedimentos y bosques. Durante los trabajos de mejoramiento de la carretera entre San Borja y Trinidad, existe la posibilidad que se descubran nuevas ruinas arqueológicas, especialmente, dentro del área planificada para ser utilizada como bancos de préstamo. Por esta razón, se considera que el riesgo de destruir ruinas arqueológicas es alto. Así mismo, la destrucción de ruinas se puede dar durante la construcción de caminos privados y viviendas particulares, y durante el arado de campos de cultivo.

8.2.10 Calidad del Aire

(1) Impacto por los Trabajos del Movimiento de Tierras

El polvo producido en los trabajos del movimiento de tierras puede constituirse en un problema durante la estación seca. Por lo tanto, se deberán tomar contramedidas adecuadas al respecto.

(2) Impacto por la Utilización de Maquinaria Pesada y Volquetas

Los estándares de calidad ambiental para el SO₂ (24 horas) y el NO (1 hora) son ambos de 0.05 ppm. Las concentraciones pronosticadas a partir de la maquinaria pesada durante la etapa de construcción de la carretera para SO₂ y NO son de 0.0 a 0.00014 ppm y de 0.0 a 0.00026 ppm respectivamente, cantidades que están por debajo de los límites de los estándares ambientales. Por consiguiente, la influencia del proyecto en la calidad del aire (haciendo a un lado la debida al polvo) se considera que es muy pequeña. El polvo se levantará de la superficie de la carretera del proyecto.

(3) Impacto Debido al Tráfico

Los estándares de calidad ambiental para el NO₂ (1 hora) y el CO (1 hora) son de 0.05 y 35 ppm, respectivamente. Las concentraciones de NO₂ y CO pronosticadas que fueron generadas por vehículos para el año 2020 son de 0.0011 a 0.0029 ppm y de 0.000 a 0.055 ppm respectivamente, cantidades que están por debajo de los límites de los estándares ambientales. Por lo tanto, la influencia del proyecto en la calidad del aire (haciendo a un lado la debida al polvo) se considera que es muy pequeña. El polvo se levantará de la superficie de la carretera del proyecto.

8.2.11 Calidad del Agua

(1) Impacto por los Trabajos del Movimiento de Tierras

Los trabajos del movimiento de tierras producirán un aumento de la cantidad de sólidos suspendidos en el agua de los ríos. Por lo tanto, se deberán tomar contramedidas adecuadas durante los trabajos de mejoramiento de la carretera.

(2) Impacto por la Utilización de Maquinaria Pesada y Volquetas

La finalidad de la conservación ambiental, como se muestra en la Tabla-8-1-1, ha sido establecida en base a las condiciones naturales y sociales del área del proyecto.

(3) Impacto de las Instalaciones de Drenaje

El suelo en las cercanías de la salida de los caños corrugados puede provocar un aumento en la cantidad de sólidos suspendidos en el agua de los ríos. Por lo tanto, se deberán tomar contramedidas adecuadas durante los trabajos de mejoramiento de la carretera.

(4) Impacto Debidos a los Desechos y Basura

El aceite de desecho descargado por la maquinaria pesada y las volquetas puede contaminar el agua subterránea, el agua de pozos o el agua de los ríos. Por lo tanto, se deberán tomar contramedidas apropiadas durante el mejoramiento de la carretera.

(5) Impacto de las Facilidades para Trabajadores u Obreros

Las aguas negras descargadas de los campos o talleres de trabajo de los obreros pueden contaminar localmente el agua de los ríos, pero no en un grado considerable. Por lo tanto, será suficiente seguir los estándares de SENAC.

8.2.12 Ruido

(1) Impacto Debido al Tráfico

Los niveles de ruido pronosticados en San Borja, San Ignacio y Trinidad son solamente un máximo de 3 dB(A) mayores que los niveles de ruido actuales. Por consiguiente, se espera que el impacto del ruido sea muy pequeño.

CAPITULO 9

PLAN DE ADMINISTRACION AMBIENTAL

CAPITULO 9 PLAN DE ADMINISTRACION AMBIENTAL

9.1 Plan de Administración Ambiental

9.1.1 Contramedidas para la Tala de Arboles

No deben talarse los árboles de los bosques localizados entre los ríos Maniquí y Apere, incluyendo el bosque de la Estación Biológica del Beni (EBB), el bosque del Parque Regional de Yacuma, el bosque de Chimanes y otros bosques de galería (Figura 9-1-1). Por consiguiente, deberá cambiarse el plan original de talar y descortezar los árboles localizados dentro del área del derecho de vía (100m de ancho) durante el mejoramiento de la carretera.

9.1.2 Contramedidas para el Movimiento de Tierras

(1) Protección del Talud de los Terraplenes

El flujograma de la ejecución de los trabajos de protección de taludes se muestra en la Figura 9-1-2.

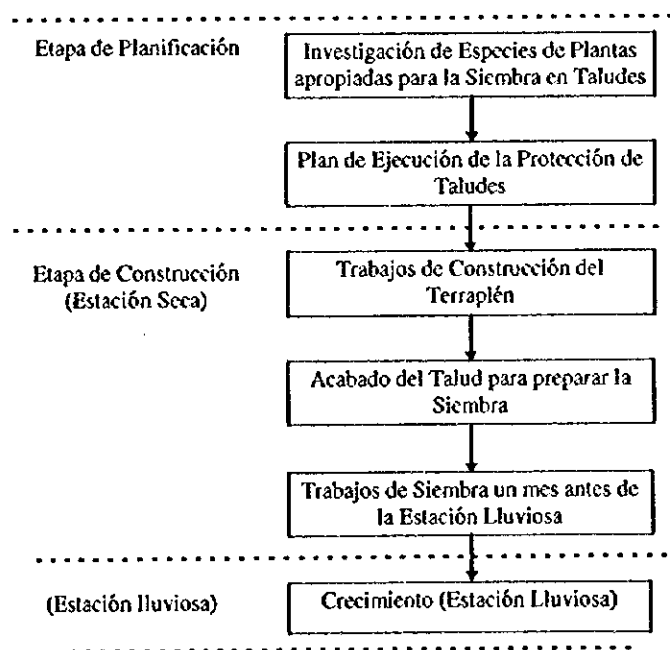
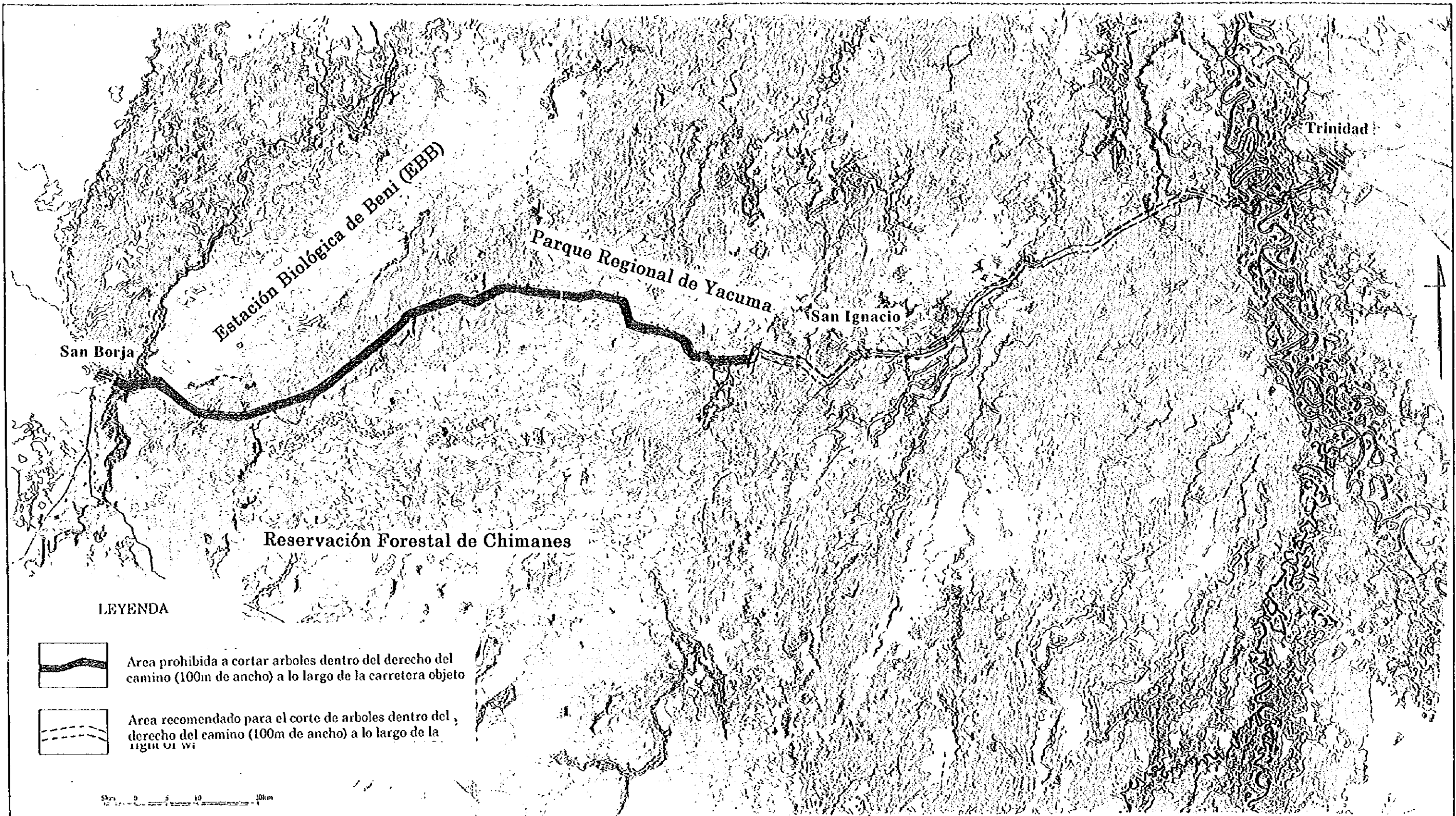
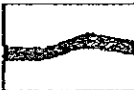
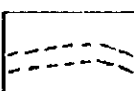


Figura 9-1-2 Flujograma de los Trabajos de Protección de Taludes



LEYENDA

-  Area prohibida a cortar arboles dentro del derecho del camino (100m de ancho) a lo largo de la carretera objeto
-  Area recomendado para el corte de arboles dentro del derecho del camino (100m de ancho) a lo largo de la carretera

0 5 10 20km













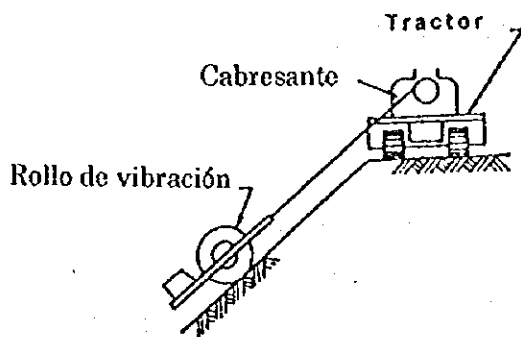
- | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  Ciudad |  Lago |  Rio y arroyo |  Pampa inundada y pantano |  Ts Bosque aluvial fragmental y inundado |  Ti Isla de bosque inundado temporalmente |
|  Carretera Principal |  Rio |  A Pampa inundada temporalmente con drenaje eficiente |  i Bosque inundado temporalmente de plano aluvial |  Tu Bosque de Galeria |  S Vegetacion secundaria y antropologica (incluido cosecha, pastura, y bosque secundario del camino) |

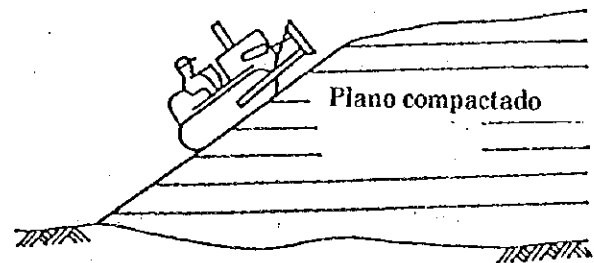
Figura 9-1-1 Area Restringida a la Tala de Arboles

La protección del talud del terraplén debe realizarse por medio de dos tipos de trabajos: a) compactar adecuadamente el talud del terraplén y b) sembrar pastos y maleza en el talud después de efectuar los trabajos del terraplén. Existen dos formas para compactar adecuadamente el talud, las cuales se detallan a continuación (Figura 9-1-3).

- ① Compactación del talud desde el tope del mismo utilizando un güinche (cigüeña) y una compactadora vibratoria de rodillos de 3 toneladas después de efectuar trabajos preliminares del terraplén.
- ② Compactación del talud utilizando una topadora (bulldozer) después de efectuar trabajos preliminares del terraplén, en caso de que existan buenas condiciones de calidad del suelo.



Compactación por rolo de vibración y cabresante



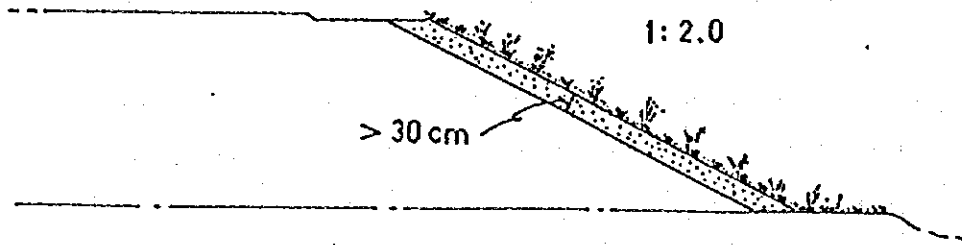
Compactación por topadora

Fuente - "Estudio de Mejoramiento de la Carretera Entre San Borja y Trinidad en la República de Bolivia (Fase II)", Informe Final, 1989, JICA

Figura 9-1-3 Compactación del Talud del Terraplén

A pesar que un tipo de gramínea podría ser adecuada para sembrar en el talud del terraplén, no se conoce una especie específica, por lo que previo a efectuar los trabajos del terraplén es necesario realizar un estudio para determinar el tipo de especie más apropiada a sembrar en el mismo.

La siembra de pasto y maleza en el talud debe realizarse un mes antes de la estación lluviosa y durante el proceso de los trabajos del terraplén utilizando las especies de plantas seleccionadas en el estudio. El material sobrante de los trabajos de limpieza y desmonte deberá utilizarse como suelo superficial para la siembra de taludes. Esta capa de suelo superficial deberá tener por lo menos 30cm de espesor (Figura 9-1-4).



Fuente - "Estudio de Mejoramiento de la Carretera Entre San Borja y Trinidad en la República de Bolivia (Fase II)", Informe Final, 1989, JICA

Figura 9-1-4 Siembra del Talud del Terraplén

(2) Conservación de las Zanjas de Préstamo Lateral

Las lagunas o estanques formados por las zanjas de préstamo lateral deben conservarse en la medida que sea posible, para los hábitats y como puntos de alimentación de animales, especialmente animales acuáticos. Las zanjas de préstamo lateral deben restringirse dentro del área del derecho de vía.

(3) Tratamiento Apropiado de los Sólidos en Suspensión Provenientes del Movimiento de Tierras

El agua drenada que contiene sólidos en suspensión debe descargarse a los cursos de agua existentes por medio de las zanjas de préstamo. En este caso, las zanjas de préstamo se utilizan como estanques de sedimentación.

9.1.3 Contramedidas para la Utilización de Maquinaria Pesada y Volquetas

(1) Uso Apropiado de Maquinaria Pesada y Volquetas

Al utilizar maquinaria pesada y volquetas, éstos deberán utilizarse adecuadamente para evitar la contaminación ambiental y el ruido.

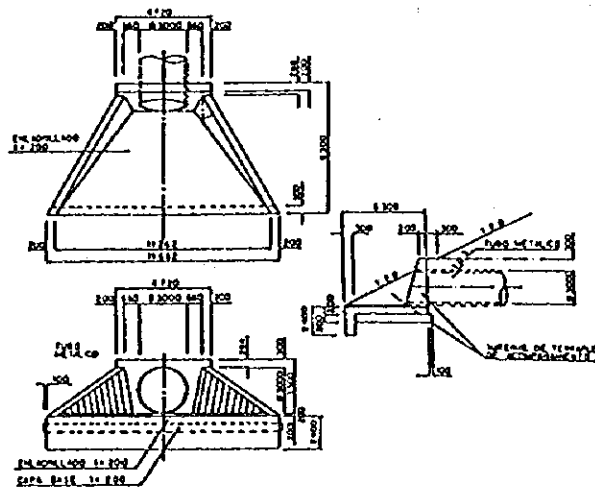
(2) Control Apropiado del Aceite y Grasa Utilizados por la Maquinaria Pesada

Durante los trabajos de mejoramiento de la carretera, la gasolina, lubricantes, etc., utilizados por la maquinaria pesada y volquetas deberá manejarse adecuadamente para no contaminar el agua subterránea o el agua de los ríos.

9.1.4 Contramedidas para las Facilidades de Drenaje

(1) Trabajos de Protección en Ambos Lados de la Alcantarilla

Según el plan original (Figura 9-1-5), ambos lados de las alcantarillas (caños corrugados de acero) deben protegerse con concreto para evitar la erosión.



Fuente - "Estudio de Mejoramiento de la Carretera Entre San Borja y Trinidad en la República de Bolivia (Fase II)", Informe Final, 1989, JICA

Figura 9-1-5 Trabajos de Protección Estándar en Ambos Lados de la Alcantarilla

9.1.5 Contramedidas para el Impacto ocasionado por Desechos y Basura

(1) Manejo de los Desechos de Aceite

Durante los trabajos de mejoramiento de la carretera, los desechos de aceite provenientes de la maquinaria pesada y volquetas deben manejarse adecuadamente para no contaminar el agua subterránea y el agua de los ríos.

9.1.6 Contramedidas para las Facilidades de los Trabajadores

(1) Tratamiento de Aguas Negras

Las aguas negras provenientes de los campos de trabajo, trabajadores u obreros y del taller deben drenarse adecuadamente, de acuerdo a los estándares del SENAC.

9.1.7 Contramedidas para las Facilidades de la Carretera

(1) Restricción del Color de la Pintura del Puente

Las vigas y pilares del puente no deben pintarse con un color incompatible con los alrededores.

9.1.8 Contramedidas para el Tráfico

(1) Instalación de Señales de Tráfico y Túneles para Animales Pequeños

Las siguientes contramedidas deben efectuarse para evitar accidentes de tráfico de los animales salvajes que cruzan la carretera del proyecto y de los animales domésticos que pasan por la misma:

- Instalación de señales de tráfico que adviertan a los conductores del cruce de animales salvajes.
- Instalación de caños corrugados, los cuales funcionarán como carreteras ecológicas ("eco-road", túneles), debajo de los puntos donde el terraplén es mayor de dos metros de altura. La carretera ecológica ("eco-road", túneles) es un túnel instalado para que los animales pequeños puedan cruzar la carretera con facilidad y seguridad. El plano de las carreteras ecológicas se muestra en la Figura 9-1-6 y los puntos de ubicación de las mismas se muestran en la Tabla 9-1-1. Se recomienda colocar carreteras ecológicas en por lo menos 36 puntos de la carretera.

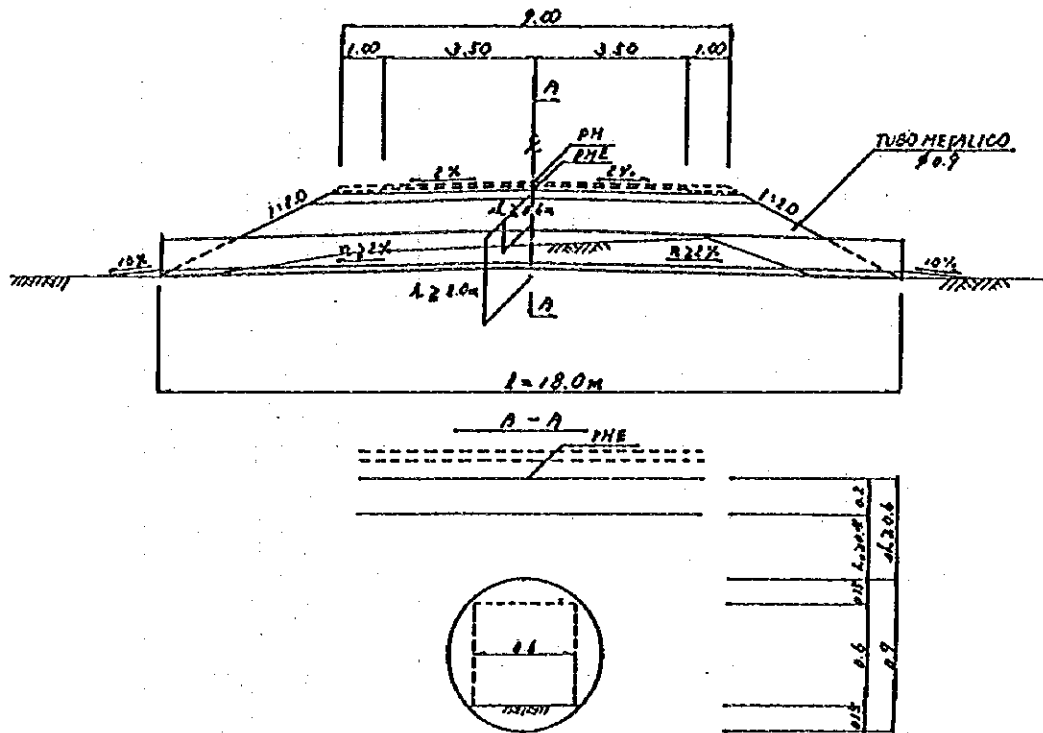


Figura 9-1-6 Plano de las Carreteras Ecológicas ("Eco-road", túneles)

(2) Prevención Contra la Dispersión de Polvo

Deben construirse carreteras de asfalto o se debe rociar agua periódicamente para evitar la dispersión de polvo alrededor de las poblaciones.

Tabla 9-1-1 Ubicación de las Carreteras Ecológicas

Ubicación y distribución de los caños corrugados de acero

Tramo	Puente	Ubicación de caños (m)
10+400 - 11+300 h > 2.0 m		11+100
	Tijamuchi	
	Sicuri	
37+800 - 40+200 h > 2.0 m		38+800
40+700 - 41+400 h < 2.0 m		
42+600 - 47+800		43+000
		44+000
		45+000
50+200 - 51+200 h > 2.0 m		
51+800 - 54+200 h < 2.0 m		
72+600 - 82+800 h > 2.0 m		75+200
		78+000
88+400 - 91+600 h < 2.0 m		
96+000 - 96+800 h > 2.0 m		96+600
97+600 - 100+400		97+600
102+800 - 105+200	Apere	103+000
		104+100
		104+400
106+400 - 108+000	Los Tajibos	107+400
		107+800
110+200 - 112+800	Cuberene	110+200
		110+500
		112+000
113+600 - 116+800		114+200
	Mururita	116+200
		116+400
118+200 - 120+400	Museruna	118+600
121+800 - 123+400 h < 2.0 m		
127+200 - 130+800 h < 2.0 m	Chevejecure	128+200
133+800 - 134+000		134+000
136+000 - 136+700 h < 2.0 m		
139+600 - 140+400		140+200
155+800 - 156+800 h < 2.0 m		
159+600 - 160+000		159+800
162+600 - 165+000	Matos	163+000
		163+200
172+200 - 172+600 h < 2.0 m		
183+000 - 183+400 h < 2.0 m		
203+200 - 203+600	Curirabita	203+400
		203+500
207+800 - 210+200	Curiraba	208+700
		208+900
711+000 - 212+400 h < 2.0 m		
214+800 - 215+200 h < 2.0 m		
218+000 - 220+600	Maniqui	218+600
		219+000
		219+400
		220+000
		220+400
Total		36 Caños

9.1.9 Comunidad

Se realizó una evaluación ambiental a la Comunidad en la Sección 8.2.6. A continuación se describen las medidas necesarias para apoyar el impacto positivo y mitigar el impacto negativo.

(1) Apoyar Una Fácil Movilización entre Comunidades

La mayor parte de la sección de carretera entre San Borja y Trinidad está formada por terraplenes para evitar su inundación durante la estación lluviosa. Por lo tanto, la cota de nivel de altura de los caminos de acceso a las comunidades son menores que la de los de la carretera mejorada San Borja~Trinidad, lo cual vuelve muy inconveniente el paso por las intersecciones. Es necesario construir terraplenes en por lo menos 50m del camino de acceso desde la intersección en los puntos de entrada a las comunidades desde la carretera San Borja~Trinidad. Los 15 lugares donde es necesario construir terraplenes se muestran en la Figura 9-1-7. El diseño del terraplén se muestra en la Figura 9-1-8. El costo necesario para este terraplén se estimó en US\$16,000 (US\$1,067 \times 15 = US\$16,000).

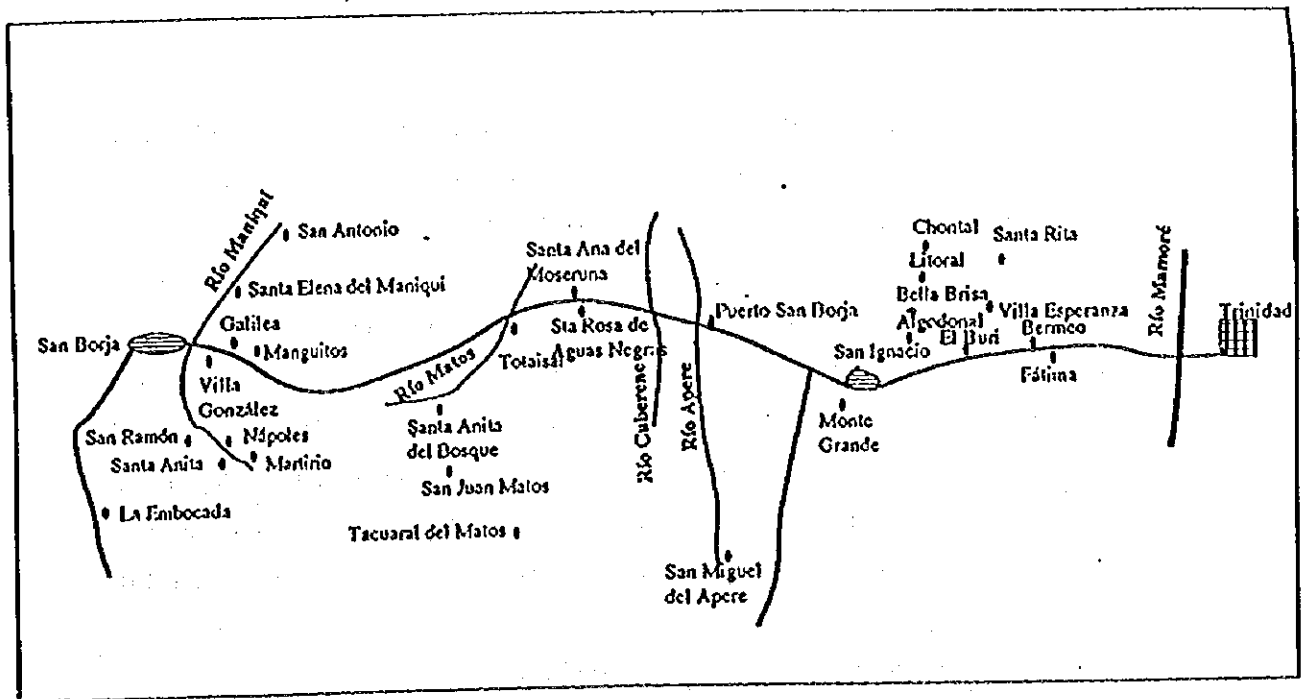


Figure 9-1-7 Ubicación de Caminos de Acceso construidos sobre Terraplén

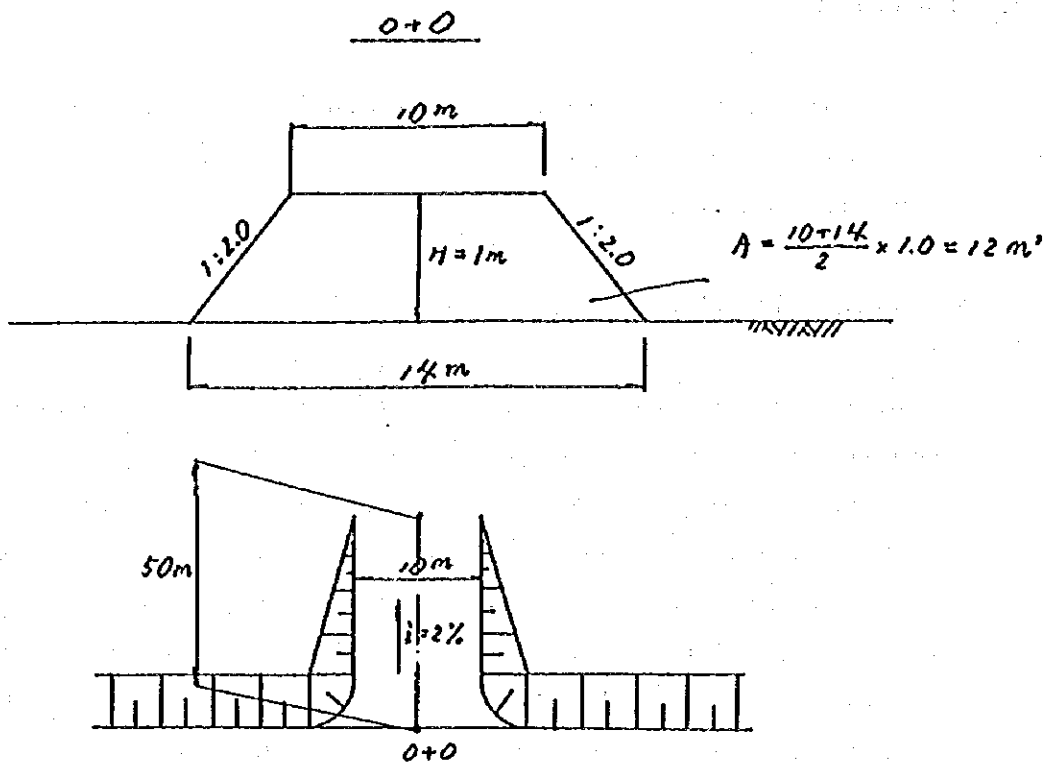


Figure 9-1-8 Diseño de Caminos de Acceso construídos sobre Terraplén

(2) Ayuda en Caso de Emergencia

La medida más importante y factible es la de establecer un sistema que traslade los casos de emergencia a hospitales o clínicas médicas. A la fecha, no se ha facilitado este sistema ni en las comunidades más importantes ubicadas a lo largo de la carretera. Por lo tanto, debe proporcionarse facilidades médicas, incluyendo personal médico, ambulancia, instrumentos médicos como camilla, máscara de oxígeno, etc., a por lo menos estas comunidades más importantes. A la fecha, se recomienda asignar una ambulancia con los instrumentos médicos necesarios a la comunidad de San Ignacio. A continuación se detalla el costo necesario para implantar este sistema (excluyendo el costo de la construcción de un hospital y el salario de su personal como médico, enfermera, piloto, etc. Estos costos deben asignarse en base a la política nacional de salud):

Una ambulancia	: US\$70,000
Set de instrumentos médicos	: US\$10,000
Total	: US\$80,000

(3) Promover la Educación de Nivel Superior

En Bolivia la educación obligatoria está dispersa a lo largo de pequeñas comunidades, aun en la zona rural. Por lo tanto, las facilidades educativas para el nivel primario se proveen en todos lados. Sin embargo, en el área rural no es fácil para los niños recibir educación superior debido a que no existen escuelas cerca de sus comunidades. Esta situación es parecida en la mayoría de las comunidades ubicadas a lo largo de la carretera San Borja-Trinidad. Después del mejoramiento de la carretera, se les facilitará a los niños asistir a las escuelas de educación superior ya que se les facilitará el traslado de sus casas a las escuelas. Por lo tanto, las facilidades de educación superior, incluyendo maestros serán beneficiados, por lo menos en San Ignacio. Durante la etapa inicial, no es necesario incluir un costo para este rubro ya que el mismo puede ahorrarse mediante un uso más eficiente de las facilidades existentes.

(4) Ayuda a los Usuarios de Autobuses

Los autobuses funcionarán puntualmente mediante el mejoramiento de la carretera, por lo que aumentará el número de pasajeros. Si se construyen paradas de buses techadas con su respectiva bahía y superficie de concreto para una mejor comodidad y seguridad, se incrementará el número de usuarios y los mismos utilizarán dicho servicio de transporte con más frecuencia. Esto mejorará la comodidad de la movilización de las personas locales. Se recomienda que se instalen las paradas de buses arriba mencionadas en los lugares que se muestran en la Figura 9-1-3 (13 lugares, 2 paradas de buses en cada lugar). El costo necesario para instalar las paradas de buses es de US\$6,500 (US\$250/parada de buses \times 26 paradas = US\$6,500). Los materiales a utilizarse en las paradas de buses son los siguientes:

Techo	: Hojas de Palma
Pilares y Pared	: Madera
Piso	: Concreto
Silla	: Madera
Tamaño	: 2m \times 6m

(5) Disminución de Conflictos y Rivalidades

Tal y como se mencionó en la Sección 8.2.7, las causas de los conflictos y rivalidades entre comunidades son las siguientes:

- Existencia de nativos sin contar con su respectivo título de propiedad de tierra.
- Asentamientos ilegales y actividades económicas ilegales de los inmigrantes.

La primera causa se da entre los nativos sin título de propiedad de tierra y los ganaderos que poseen dichos títulos. Para solucionar este problema, deberán otorgarse los títulos de propiedad a los nativos a la mayor brevedad posible. Para solucionar la última causa, sectores autorizados deberán supervisar estrictamente las actividades económicas ilegales. Otra medida indispensable es la de establecer entidades públicas, tales como un centro jurídico para solucionar los dos problemas antes mencionados que surgen entre los habitantes. Para este fin deberá contratarse un abogado y un asesor legal para el centro jurídico. El costo necesario para evitar estos conflictos y rivalidades se describe en la Sección 10.1.4 como costo necesario para el plan de administración ambiental.

(6) Instalación de Señales de Tráfico

Después de mejorar la carretera, ambos el volumen de tráfico y la velocidad del viaje aumentarán considerablemente. Adicionalmente, la población también aumentará. Por lo tanto, deberán instalarse señales de tráfico en los alrededores de las entradas a las comunidades que adviertan a los conductores de la entrada a las mismas. El costo de estas señales de tráfico se estima en aproximadamente US\$3,000.

9.1.10 Actividades Económicas

Se realizó una evaluación ambiental de las actividades económicas en la Sección 8.2.6. A continuación se describen las medidas necesarias para apoyar el impacto positivo y mitigar el impacto negativo.

(1) Promover las Actividades Económicas

Se recomienda mejorar la infraestructura relacionada con las actividades económicas para poder desarrollar la economía regional. A la medida que las transacciones de mercancías se vuelve más activa en el área objeto del proyecto, el mercado y las facilidades de despacho de las mismas deben ser mejoradas gradualmente.

Por otro lado, se recomienda volver más activas las industrias existentes e introducir nuevas industrias a la región para poder desarrollar la economía del área objeto del estudio. Ambas son importantes para incrementar las oportunidades de empleo de personas locales. Para este fin, es necesario prohibir la extracción de leña y troncos de los bosques y, por el contrario, crear fábricas tales como aserraderos que empleen más habitantes locales para aserrar madera en tablonés, lo cual eleva el valor agregado de la región.

Con relación a la creación de industrias nuevas, la industria del ecoturismo tiene un futuro prometedor. En este caso, los recursos turísticos están conformados por el vasto bosque natural ubicado alrededor de la EBB y el espléndido espectáculo de la tremenda inundación que ocurre desde cerca de Fátima hasta Trinidad durante la estación lluviosa. Para poder fomentar la industria del ecoturismo es necesario mejorar el acceso de La Paz a San Borja y construir facilidades de alojamiento y restaurantes a lo largo de la carretera. Se recomienda establecer la organización preparatoria y promover un plan detallado de industria ecoturística para este fin.

(2) Prohibir la Deforestación

La gran deforestación que se da a lo largo de la carretera se describió en la Sección 8.2.8. Existe un problema de debilidad en la organización para prohibir la deforestación. A la fecha, la administración forestal está formada por el CDF (Centro de Desarrollo Forestal), sin embargo, el CDF no ha obtenido datos ni información del área objeto del estudio. Adicionalmente, ni el CDF Regional Norte (sucursal del CDF en el área objeto del estudio) funciona eficientemente. Por lo tanto, la implementación de una nueva organización relacionada con la administración forestal se está discutiendo actualmente en la Asamblea Nacional. Si esta organización es aprobada por la Asamblea Nacional, el actual CDF se convertiría en una nueva organización, es decir el Servicio Forestal de la Nación (SERFOR). De acuerdo con esta nueva organización, las siguientes medidas deberán tomarse en cuenta para prohibir la deforestación:

- Se contratarán 16 ingenieros forestales en cada provincia para evaluar, controlar y supervisar los bosques.
- El BID proporcionará US\$30 millones para comprar equipo como helicóptero, jeep, motocicleta, sistema GP, etc.

- ♦ Se asumen que el sueldo de los ingenieros forestales será de US\$700 para evitar la corrupción.

Si se establece esta nueva organización, la deforestación ilegal desaparecerá en un futuro cercano. Con referencia a la deforestación ilegal, es necesario el establecimiento de un comité que coordine el Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, la Secretaría Nacional de Asuntos Etnicos de Genero y Generacionales y el Instituto Nacional de Colonización a la mayor brevedad posible. Actualmente estas organizaciones trabajan separadamente, por lo que no existe una política sistemática en la administración forestal. Lo más importante es incrementar el número de guardabosques inmediatamente.

Se recomienda establecer un sistema de depósito para la repoblación forestal para promover la misma. Según la legislación actual, la empresa maderera debe plantar cinco árboles por cada árbol derribado. Sin embargo, en el área forestal privada no existe ninguna garantía que se esté cumpliendo dicha regulación. Por lo tanto, se puede asegurar el costo de la repoblación forestal cobrando un determinado porcentaje del valor correspondiente a la extracción de madera.

(3) Disminuir la Diferencia del Ingreso entre Ricos y Pobres

Tal como se describió en la Sección 8.2.8, el incremento del precio de la tierra podría aumentar la diferencia entre ricos y pobres. El proyecto de mejoramiento de la carretera no es favorable si los ricos se enriquecen más al aumentar el precio de la tierra. Si este fenómeno ocurriera, deberá implementarse un impuesto apropiado que grave las ganancias de capital obtenido por los propietarios de tierras.

9.1.11 Ruinas y Bienes Culturales

Las siguientes medidas son necesarias para poder promover la protección de las ruinas arqueológicas y para rescatarlas de una posible destrucción:

(1) Supervisar el Area de Zanjas de Préstamo Durante la Etapa de Construcción

Es necesario que por lo menos un arqueólogo permanezca en el lugar de la construcción y supervise si algunas ruinas arqueológicas están siendo derribadas en el área de zanjas de préstamo, durante la etapa de construcción. Si se descubren más ruinas arqueológicas, él deberá interrumpir la construcción de las zanjas de préstamo y deberá examinarlas más detalladamente. Obviamente, esta área no podrá utilizarse como zanja de préstamo hasta que se verifique si las ruinas no son importantes. El costo de esta actividad es de US\$28,800 (US\$1,200/person × 24 meses).

(2) Seguimiento de los Trabajos de Investigación

Tal como se indicó anteriormente, los trabajos de investigación deberán continuarse aún en el futuro porque todas las ruinas arqueológicas no han sido descubiertas en el área objeto del estudio. Específicamente, se recomienda que se efectúen los trabajos de investigación antes de iniciar los trabajos de construcción.

a) Objetivo

- Elaborar un inventario arqueológico dentro de un perímetro de 50m a ambos lados de la carretera San Borja~Trinidad.
- Determinar el impacto negativo y el riesgo de las unidades arqueológicas.
- Examinar las medidas protectoras y facilidades necesarias para la protección.

b) Presupuesto

Table 9-1-2 Presupuesto para la Protección de las Ruinas Arqueológica

Item	Presupuesto	Nota
1 Arqueólogo - Jefe	US\$ 1,320.-	US\$660 × 2 meses
2 Arqueólogos - Asistentes	US\$ 2,200.-	US\$550 × 2 × 2 meses
Equipo (1 vehículo, aceite, etc.)	US\$ 3,000.-	
Elaboración del Reporte	US\$ 600.-	
Otros (Salario del piloto, costo preliminar)	US\$ 10,000.-	
Total	US\$ 17,120.-	

Nota : El costo preliminar se utiliza cuando se descubren algunas ruinas importantes.