

**AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DEL JAPÓN**

**MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES**

**REPÚBLICA DEL PARAGUAY**

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD  
PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS RUTAS NACIONALES 2 Y 7  
EN LA REPÚBLICA DEL PARAGUAY**

**INFORME FINAL ( Resumen )**



**MARZO DEL 2000**

**YACHIYO ENGINEERING CO., LTD. (JAPON)**

**AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DEL JAPÓN**

**MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES**

**REPÚBLICA DEL PARAGUAY**

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD  
PARA  
EL MEJORAMIENTO  
DE  
LAS RUTAS NACIONALES 2 Y 7  
EN  
LA REPÚBLICA DEL PARAGUAY**

**INFORME FINAL**

**( Resumen )**

**MARZO DEL 2000**

**YACHIYO ENGINEERING CO., LTD. (JAPON)**

**Tasas de Cambio: Diciembre de 1999**

**US\$ 1,00 = Guaraníes Gs 3.300**

**US\$ 1,00 = Y 105**

## **Prefacio**

En respuesta a una solicitud del Gobierno de la República del Paraguay, el Gobierno del Japón decidió llevar a cabo el Estudio de Factibilidad para el Mejoramiento de las Rutas Nacionales 2 y 7 en la República del Paraguay, y dicho estudio fue confiado a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA, por sus siglas en inglés).

La JICA seleccionó y envió al Paraguay un equipo de estudio liderado por el Ing. Toshihiro HOTTA, de la Yachiyo Engineering Co., Ltd. tres veces entre Marzo de 1999 y Enero del 2000. Además, la JICA estableció un comité asesor dirigido por el señor Hiromi SAITO, del Departamento de Construcción de la Región Tohoku del Ministerio de Construcción, entre abril de 1999 y Enero del 2000, el cual examinó el Estudio desde los puntos de vista especialista y técnico.

El equipo llevó a cabo charlas con los oficiales involucrados del Gobierno del Paraguay, y se llevó a cabo un estudio de campo en el área de estudio. Al volver al Japón, el equipo condujo otros estudios y preparó este informe final.

Espero que este informe contribuya a promover este proyecto y a acentuar la relación de amistad entre nuestros dos países.

Finalmente, deseo expresar mi sincero aprecio a los oficiales involucrados del Gobierno de la República del Paraguay por la cercana cooperación brindada al equipo.

Marzo del 2000



*Kimio FUJITA*

Presidente

Agencia de Cooperación Internacional del Japón



## Carta de Transmisión

Marzo del 2000

Sr. Kimio FUJITA  
Presidente  
Agencia de Cooperación Internacional del Japón

Querido Señor:

Es para mí un gran honor entregarle aquí los informes finales del Estudio de Factibilidad para el Mejoramiento de las Rutas Nacionales 2 y 7 de la República del Paraguay.

El equipo de estudio enviado por la Yachiyo Engineering Co., Ltd. y dirigido por mí, llevó a cabo estudios de campo, análisis de datos, y trabajos de planificación para el estudio de factibilidad en el Paraguay, basándose en las referencias de instrucción proporcionadas por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) desde marzo de 1999 hasta enero del 2000.

El equipo de estudio llevó a cabo charlas e investigaciones con los oficiales respectivos del Gobierno del Paraguay, así como varios estudios de tráfico, análisis de las condiciones actuales, el diseño de ingeniería preliminar, la evaluación de impacto ambiental, la preparación del programa de implementación, y la evaluación del proyecto. Los resultados fueron compilados en el volumen principal y en el resumen del informe final.

En nombre del equipo, deseo expresar mi aprecio de corazón a los oficiales involucrados del Gobierno del Paraguay, por su cálida amistad y cooperación que nos brindaron durante nuestra estadía en el Paraguay.

También deseo expresar mi aprecio sincero a la JICA, al Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, a la Secretaría Técnica de Cooperación Internacional, a la Embajada del Japón en el Paraguay, y a otras autoridades del gobierno relacionadas, por sus valiosos consejos y por la cooperación que nos brindaron durante el curso de este Estudio.

Sinceramente,

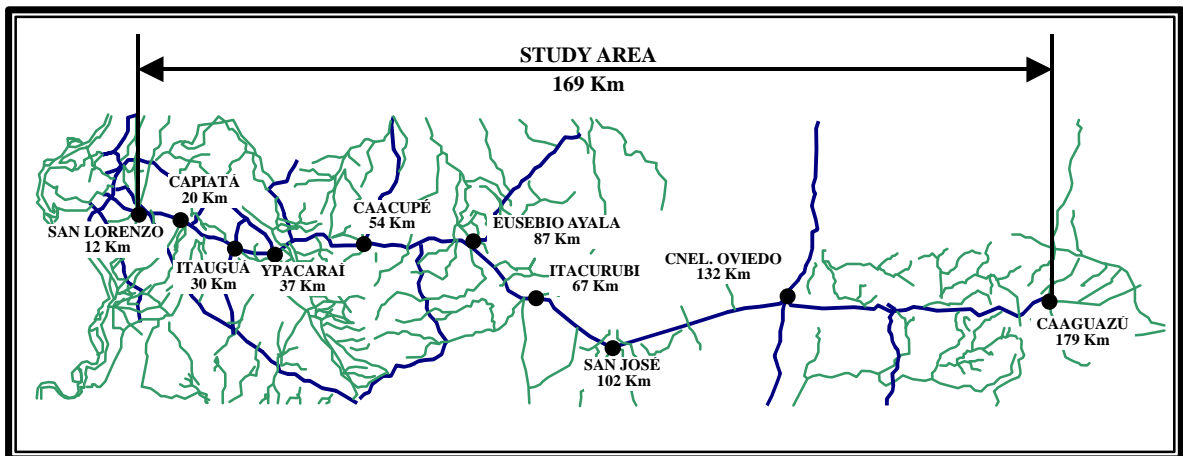


---

Toshihiro HOTTA

Líder de Equipo,  
Estudio de Factibilidad para el Mejoramiento de las  
Rutas Nacionales 2 y 7 en la República del Paraguay

Nombre del Estudio	República del Paraguay Estudio de Factibilidad para el Mejoramiento de las Rutas Nacionales 2 y 7																						
Periodo de Estudio	Marzo de 1999 a Marzo del 2000																						
Agencia Contraparte	Dirección de Vialidad, Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones																						
Objetivos del Estudio	1) llevar a cabo un estudio de factibilidad para el mejoramiento de las Rutas Nacionales 2 y 7 con año meta 2010, y 2) transferir tecnología relevante al personal del equipo de contraparte paraguayo durante el curso del estudio																						
Programa de Estudio	El Estudio en el Paraguay comenzó en marzo de 1999 y fue completado en enero del 2000. Después, el Estudio continuó en el Japón hasta marzo del 2000, cuando se entregó el Informe Final.																						
Proyectos Propuestos	<p>1) Mini-carreteras de Circunvalación La ruta existente para por las áreas edificadas de Ypacaraí, Caacupé, Itacurubí, y San José, donde a menudo vehículos pesados pasan frente a las casas. El ancho de la ruta en estas ciudades es menor que en los tramos entre ciudades, y a menudo causa accidentes como consecuencia de la mezcla de tráfico de vehículos a alta velocidad que viajan entre ciudades y el tráfico local. Como es necesario separarlos a fin de lograr la seguridad, se propone la construcción de carreteras de circunvalación que rodeen las áreas edificadas.</p> <p>2) Provisión de Carriles de Ascenso Los tramos ascendentes con un largo gradiente pronunciado desaceleran la velocidad de viaje de los vehículos pesados y como resultado reducen la capacidad de la ruta. En esos tramos ocurren muchos accidentes de tránsito, involucrando a los que tratan de adelantar a los vehículos lentos. Basándose en las normas de diseño de la AASHTO, se proveerá otro carril para que viajen los vehículos pesados lentos en tramos con un gradiente de más del 3% continuando por más de 500 metros.</p> <p>3) Intersección con Paso a Desnivel en Coronel Oviedo Se ven muchos accidentes de tránsito en la intersección existente cerca de la ciudad de Coronel Oviedo. A fin de lograr un flujo de tránsito sin obstáculos desde Coronel Oviedo, donde se está llevando a cabo una urbanización, y en las Rutas 2 y 7, la intersección con rotonda será separada de nivel, y se construirá un paso a desnivel.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>TIRE</th> <th>VPN (Gs. millones)</th> <th>B/C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Proyecto Completo</td> <td>25%</td> <td>87.069</td> <td>2,3</td> </tr> <tr> <td>Carretera de Circunvalación</td> <td>28%</td> <td>73.585</td> <td>2,5</td> </tr> <tr> <td>Carril de Ascenso (Coronel Oviedo)</td> <td>20% (8%)</td> <td>14.137 (- 2.835)</td> <td>1,8 (0,7)</td> </tr> <tr> <td>Paso a Desnivel</td> <td>9%</td> <td>- 652</td> <td>0,8</td> </tr> </tbody> </table> <p>El rápido aumento de la demanda de tráfico sobre las Rutas 2 y 7 y su creciente importancia en el MERCOSUR requerirán la provisión de cuatro carriles para todo el tramo antes del año 2020. Para el año meta de 2010, se han propuesto varias mejoras viales en este Estudio, basándose en esta presunción de una ruta completa de cuatro carriles.</p>				TIRE	VPN (Gs. millones)	B/C	Proyecto Completo	25%	87.069	2,3	Carretera de Circunvalación	28%	73.585	2,5	Carril de Ascenso (Coronel Oviedo)	20% (8%)	14.137 (- 2.835)	1,8 (0,7)	Paso a Desnivel	9%	- 652	0,8
	TIRE	VPN (Gs. millones)	B/C																				
Proyecto Completo	25%	87.069	2,3																				
Carretera de Circunvalación	28%	73.585	2,5																				
Carril de Ascenso (Coronel Oviedo)	20% (8%)	14.137 (- 2.835)	1,8 (0,7)																				
Paso a Desnivel	9%	- 652	0,8																				



**Mapa de Ubicación del Area de Estudio**

## **ESQUEMA DEL ESTUDIO**

La República del Paraguay

Estudio de Factibilidad para el Mejoramiento de las Rutas Nacionales 2 y 7

Periodo de Estudio: Marzo de 1999 hasta Marzo del 2000

Agencia Contraparte: Dirección de Vialidad  
Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones

### **1. Antecedentes del Estudio**

Las Rutas Nacionales 2 y 7 tienen una extensión de 320 kilómetros y son las principales carreteras que conectan a la capital, Asunción (con una población de aproximadamente 455.000 habitantes) con la ciudad que ocupa segundo lugar en el país, Ciudad del Este (con una población de aproximadamente 62.000 habitantes). Atravesando el país de este a oeste, esta carretera conduce al Brasil y a la Argentina, formando parte de la conexión por vía terrestre de la costa del Pacífico con la costa del Atlántico. Además, en términos de volumen de tráfico, esta es la ruta más transitada del Paraguay a la cual fue otorgado el rango de carretera principal del país en el Plan Maestro del Estudio de Transporte Nacional en el Paraguay conducido por la JICA en 1993.

Es más, desde el establecimiento del MERCOSUR (Mercado Común del Cono Sur) en enero de 1995, el tráfico de cargas entre el Paraguay y los países vecinos se ha intensificado. En años recientes, el volumen de exportación en toneladas ha aumentado en aproximadamente el 10% y se proyecta un aumento en la cantidad de automóviles desde el nivel de 1998 en 1,77 veces para el año 2010 y 2,62 veces para el 2020. Además, como el 80% del transporte nacional de cargas se hace por vía terrestre, la construcción y mejoramiento de los caminos son esenciales para el desarrollo de la industria y la promoción del comercio en el país.

Sin embargo, la mayoría de los tramos de las Rutas 2 y 7 tienen solamente dos carriles con un ancho de 6,5 m y no tienen ningún carril de giro a la izquierda ni carriles de ascenso. Es obvio que con un aumento mayor del volumen de tráfico en el futuro, será difícil que las rutas soporten el tráfico.

Dados estos antecedentes, la Dirección de Vialidad del MOPC, por medio del Gobierno del Paraguay, solicitó al Gobierno del Japón que suministre cooperación técnica para conducir un Estudio de Factibilidad para el Mejoramiento de las Rutas Nacionales 2 y 7 a fin de lograr la fluidez del tráfico en estas rutas.

### **2. Objetivos del Estudio**

Los objetivos del Estudio son:

- 1) conducir un estudio de factibilidad para el Mejoramiento de las Rutas Nacionales 2 y 7 para el año 2010; y
- 2) transferir tecnología relevante a los funcionarios de la contraparte paraguaya durante el transcurso del Estudio.

### 3. Area de Estudio

El área de estudio abarcará el tramo entre San Lorenzo (km 14) y Caaguazú (km 183) de las Rutas Nacionales 2 y 7 respectivamente (aproximadamente 169 kilómetros).

### 4. Esquema del Proyecto

El Estudio comenzó en el Paraguay en marzo de 1999 y fue completado en enero del 2000. Después, el Estudio continuó en el Japón hasta marzo del 2000, cuando el Informe Final fue entregado.

### 5. Contenidos del Estudio

El Estudio consistió principalmente en los siguientes ítems:

- 1) Recolección y análisis de los datos e información existentes
- 2) Estudios varios, incluyendo tráfico, medio ambiente, topografía, y suelos
- 3) Selección de las políticas básicas de planificación y de las normas de diseño
- 4) Pronóstico de demanda de tráfico
- 5) Diseños preliminares de los proyectos de prioridad
- 6) Evaluación de impacto ambiental
- 7) Formulación de un plan de implementación
- 8) Evaluación económica y análisis financiero
- 9) Evaluación global del proyecto

### 6. Proyectos Propuestos

#### (1) Mini-Carreteras de Circunvalación

El Cuadro 6.1 muestra el resumen de los proyectos propuestos de mini carretera de circunvalación. Se ha encontrado que todos los proyectos son factibles desde una perspectiva técnica, ambiental, y económica.

**Cuadro 6.1 Proyectos de Mini-carreteras de Circunvalación**

Items	Descripción
Clasificación	Ruta Arterial Regional
Velocidad de Diseño	60 a 80 km/hora
Volumen de Tráfico Pronosticado para el 2010	Ypacaraí 8,900 pcu/día
	Caacupé 11,200 pcu/día
	Itacurubí 13,300 pcu/día
Cantidad de Carriles	San José 13,300 pcu/día
	Cuatro: Ypacaraí y Caacupé
Estructura de la Ruta	Dos: Itacurubí y San José
	Longitud
Costo Total del Proyecto	Itacurubí: 6,120m, San José: 5,420m
	TIRE
	25%

## (2) Carriles de Ascenso

Basándose en las normas de diseño de la AASHTO, se proveerán carriles de ascenso en los tramos con un gradiente de más del 3% continuando por más de 500 metros.

**Cuadro 6.2 Proyectos de Carril de Ascenso**

Items	Descripción
Clasificación	Ruta Arterial Regional
Velocidad de Diseño	Vehículos de Pasajeros: 60 km/hora
	Vehículos Pesados: 30 a 40 km/hora
Estructura de la Ruta	Calzada: 3 m      Banquina: 1,5 m
Longitud	13,4 km en total
Costo del Proyecto	US\$ 27,9 millones en total
TIRE	20%

## (3) Separación de Nivel de las Intersecciones

La intersección en rotonda existente cerca de Coronel Oviedo causa muchos accidentes de tráfico. Por ende, se ha propuesto una separación de nivel a fin de lograr un flujo de tráfico seguro y sin obstáculos hacia y desde Coronel Oviedo, donde la urbanización está llevándose a cabo.

**Cuadro 6.3 Separación de Nivel de la Intersección**

Items	Descripción
Clasificación	Ruta Arterial Regional
Velocidad de Diseño	60 km/hora
Ancho de la Ruta	Dos carriles (1,50 + 3,65 + 3,65 + 1,50)
Estructura de la Ruta	Puente de Hormigón HP (2@25,85+35,85+2@25,85)
Longitud	500 m
Costo del Proyecto	US\$ 2,5 millones
TIRE	9%

## (4) Mantenimiento Urgente

El estudio del inventario vial identifica los puntos con una ocurrencia frecuente de accidentes de tráfico, instalaciones de tráfico inadecuadas, y una capacidad de tráfico en disminución. Basándose en estos descubrimientos, se han propuesto programas de mejoramiento a fin de aumentar la capacidad de tráfico.

### a. Mejoramiento de las Intersecciones

Muchas intersecciones a nivel existentes en el tramo de estudio no tienen carriles para giro a la izquierda y necesitan algunas mejoras. Se instalarán carriles para giro a la izquierda con sus franjas de dominio en las siguientes intersecciones a nivel a fin de aumentar la capacidad vial y reducir los riesgos potenciales para accidentes de tráfico.

- Área edificada entre San Lorenzo e Ypacaraí: 5 ubicaciones
- Caaguazú: 1 ubicación

### **b. Colocación de Instalaciones para Seguridad del Tráfico**

La reducción del ancho de la banquina antes de un puente a menudo lleva a choques contra la estructura del puente. Además, otros tramos que requieren mejorar las instalaciones de seguridad incluyen curvas cerradas e intersecciones que no tienen señales de seguridad.

Es necesario que el MOPC lance inmediatamente estos proyectos urgentes que han sido propuestos dentro de un límite presupuestario. Por ende, este plan no sugiere mejoras a gran escala en las instalaciones, lo que supondría un impedimento, sino que propone artefactos de advertencia para que los usuarios de la ruta puedan prever peligros potenciales. Dichos artefactos son los siguientes:

- Instalación de tortuguitas en la superficie de la ruta antes y después de un puente
- Instalación de señales de advertencia antes de curvas cerradas
- Mejoramiento de las intersecciones de las nuevas carreteras de circunvalación con las rutas existentes

### **c. Mantenimiento y Renovación**

El estudio del inventario de rutas y puentes muestra los puentes que requieren una renovación urgente. En particular, algunos puentes requieren un tratamiento urgente debido a su antigüedad y al alto peso que soportan repetidamente por el tráfico. El plan de mejoramiento identifica estos puntos y los programas de renovación. Se han propuesto los siguientes proyectos:

- Reparación de puentes
- Recapado

## **7. Evaluación del Proyecto**

### **7.1 Evaluación Ambiental**

#### **a. Reubicación**

Todos los proyectos de mini carretera de circunvalación y la construcción de un carril de ascenso en Coronel Oviedo requerirán la reubicación de algunos residentes. De acuerdo con la encuesta de entrevistas llevada a cabo en 266 viviendas a ser afectadas por los proyectos, la mayoría de ellas, o 265, expresaron su apoyo para la implementación de los proyectos.

#### **b. Medio Ambiente Natural**

Una carretera de circunvalación pasará cerca de un área natural protegida alrededor del Lago Ypacaraí. El diseño vial debería incluir las medidas necesarias para mitigar los impactos sobre esta área pantanosa, tales como un plan adecuado de drenaje.

## 7.2 Evaluación Económica

El costo total del proyecto es de US\$ 82 mil millones, incluyendo US\$ 73,6 millones para construcción y US\$ 8,4 para compensación y adquisición de tierra.

**Cuadro 7.1 Resultados de la Evaluación Económica**

	TIRE	VPN (Gs. millones)	B/C
Proyecto completo	25%	87,069	2.3
Carreteras de Circ.	28%	73,585	2.5
Carril de Ascenso (Coronel Oviedo)	20% (8%)	14,137 (- 2,835)	1.8 (0.7)
Paso a Desnivel	9%	- 652	0.8

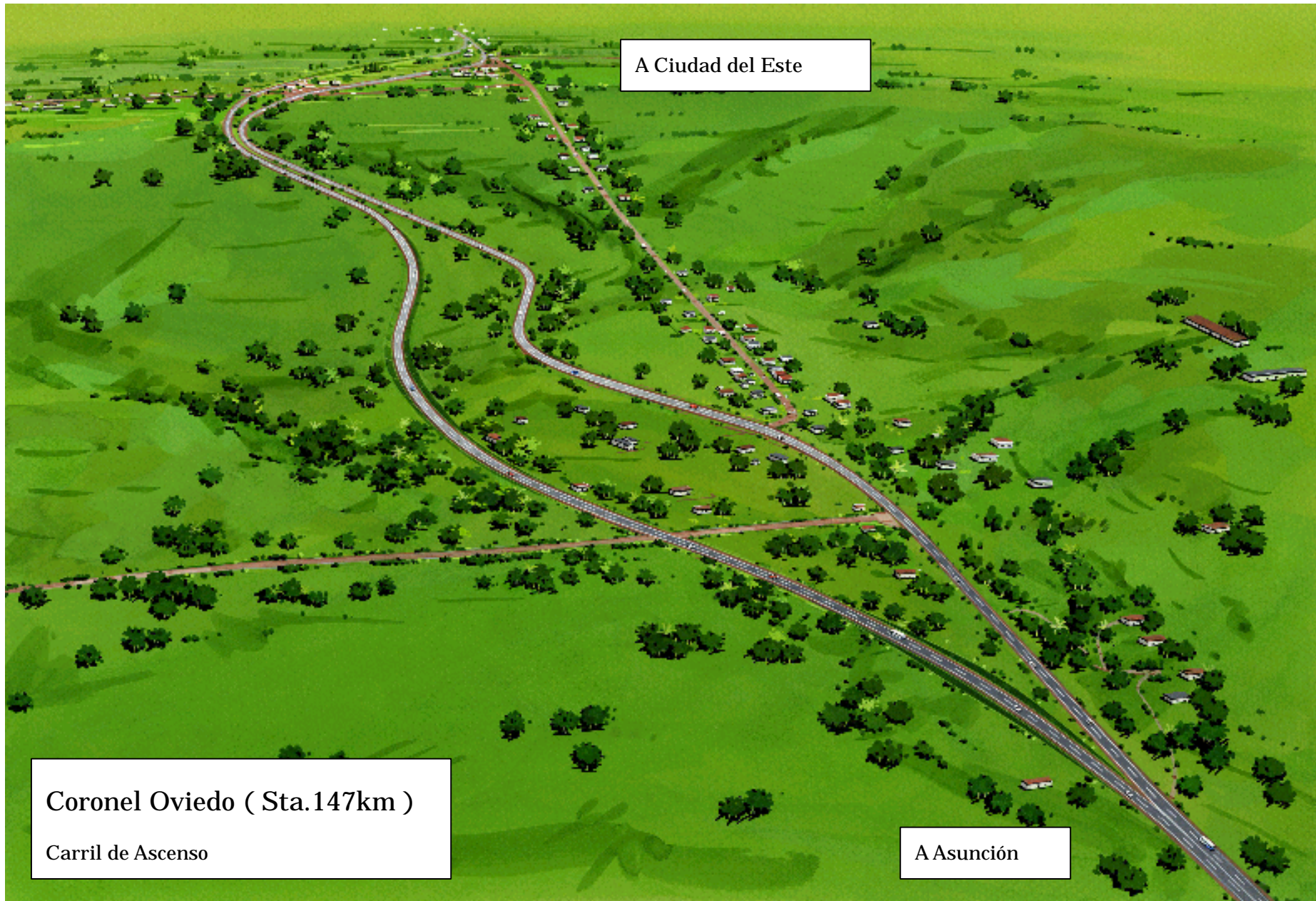
Se ha encontrado que la TIRE para todo el proyecto, sin incluir el mantenimiento urgente, es del 25%, y que la proporción beneficio – costo es del 2,3. Ambos indicadores muestran que el proyecto es económicamente factible. Para cada proyecto individual, cuando no se toman en cuenta los beneficios por reducción de accidentes, el proyecto de carril de ascenso en Coronel Oviedo y el proyecto de paso a desnivel registran una TIRE baja. Sin embargo, tomando en cuenta la importancia de la ruta y la necesidad de mantener una constante en el standard de diseño, la implementación del proyecto de mejoramiento bien vale la pena.

## 7.3 Evaluación Financiera

Basándose en la presunción de que el tramo de estudio será operado como una ruta de peaje con la misma tarifa de peaje y el mismo método de cobro usado actualmente (Gs. 5.000 para autos de pasajeros, Gs. 10.000 para autobuses, Gs. 15.000 para camiones), se ha llevado a cabo un análisis financiero para examinar la viabilidad financiera del proyecto a través del cobro de peaje. Los costos del proyecto incluyen todos los ítems de costo incluyendo los proyectos urgentes, exceptuando la adquisición de tierra y la compensación. Como resultado, se ha encontrado que la TIRF es de cerca del 15%. En caso que el peaje aumente a un nivel similar al usado actualmente en el tramo de peaje de la Ruta 7 (como ser Gs. 6.000, Gs. 12.000, y Gs. 18.000, respectivamente), la TIRF aumentaría al 20%.

Se supone que este proyecto será implementado con capital privado. La tasa de interés actual para bancas provadas promedia del 22% al 24%. Con una tasa de inflación anual del 5%, se estima que la tasa real de interés en el Paraguay es del 17% al 19%. Por lo tanto, puede que la TIRF al nivel de peaje actual no resulte tan atractiva para una compañía privada.



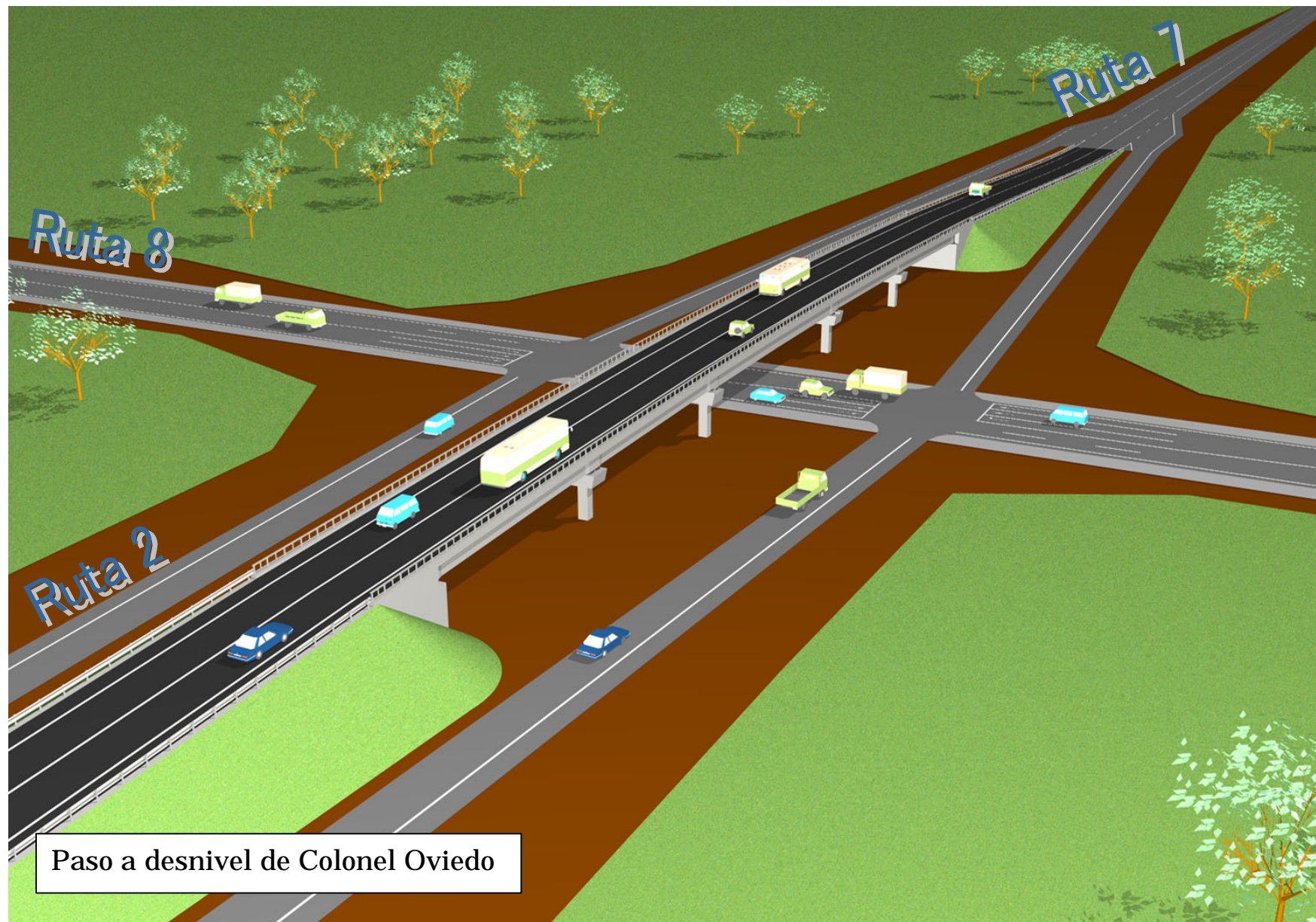


A Ciudad del Este

Coronel Oviedo ( Sta.147km )  
Carril de Ascenso

A Asunción





Paso a desnivel de Colonel Oviedo



Paso a desnivel de Colonel Oviedo

## **TABLA DE CONTENIDO**

### ***ANTECEDENTES DEL ESTUDIO***

1. INTRODUCCIÓN .....	S-1
2. TOPOGRAFÍA Y GEOLOGÍA .....	S-3
3. MARCO SOCIOECONÓMICO.....	S-4
4. USO DE SUELO EN EL ÁREA DE ESTUDIO .....	S-6
5. PLAN DE DESARROLLO URBANO DE LAS CIUDADES SOBRE LAS RUTAS 2 Y 7 .....	S-8
6. CONDICIONES DEL TRÁFICO EXISTENTE .....	S-13
7. RED VIAL .....	S-16
8. EXAMEN AMBIENTAL INICIAL .....	S-17
9. PRONÓSTICO DE LA DEMANDA DE TRÁFICO .....	S-19

### ***DISEÑO PRELIMINAR***

10. NORMAS DE DISEÑO .....	S-21
11. PLAN DE MEJORAMIENTO PROPUESTO.....	S-23

### ***EVALUACION***

12. ESTIMACIÓN DE COSTO Y PLAN DE IMPLEMENTACIÓN .....	S-32
13. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) .....	S-34
14. EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA.....	S-36
15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	S-38

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 3.1	Total de Exportaciones Estimadas para el 2010 y 2020 .....	S-5
Cuadro 3.2	Cantidad estimada de Vehículos Registrados en el Paraguay .....	S-6
Cuadro 4.1	Datos Básicos sobre los 3 Departamentos del Área de Estudio .....	S-6
Cuadro 6.1	Diferencia de proporción de tráfico entre áreas urbanas y suburbanas ...	S-13
Cuadro 6.2	Volumen de Tráfico a los lados de la Ruta en 1999.....	S-14
Cuadro 6.3	Volumen de Tráfico en Intersecciones en 1999 .....	S-14
Cuadro 6.4	Cantidad de Accidentes de Tráfico .....	S-15
Cuadro 8.1	Temas Ambientales.....	S-17
Cuadro 8.2	Descubrimientos del EAI .....	S-18
Cuadro 9.1	Volumen y Proporción de Aumento de O-D.....	S-19
Cuadro 9.2	Volumen de Tráfico Diario.....	S-19
Cuadro 9.3	Volumen de Tráfico Diario convertido en PCU.....	S-19
Cuadro 10.1	Normas de Diseño de Mejoras de las Rutas Nacionales 2 y 7.....	S-21
Cuadro 11.1	Proyectos de Mini Carreteras de Circunvalación .....	S-23
Cuadro 11.2	Alternativas de Ypacaraí.....	S-24
Cuadro 11.3	Alternativas de Caacupé .....	S-24
Cuadro 11.4	Alternativas de Itacurubí.....	S-25
Cuadro 11.5	Alternativas de San José .....	S-26
Cuadro 11.6	Proyectos de Carriles de Ascenso .....	S-26
Cuadro 11.7	Longitud de Aceleración .....	S-27
Cuadro 11.8	Tipo de Puentes Propuestos.....	S-31
Cuadro 12.1	Costo del Proyecto .....	S-32
Cuadro 12.2	Programa de Implementación del Proyecto .....	S-33
Cuadro 13.1	Evaluación de Impacto Ambiental .....	S-34
Cuadro 14.1	Resultados de la Evaluación Económica.....	S-36
Cuadro 14.2	Resultados del Análisis Económico con Costos por Accidentes.....	S-36
Cuadro 14.3	Indicadores Económicos en caso de Disminución del 10% del Volumen de Tráfico .....	S-37
Cuadro 14.4	Tasas de Peaje Aplicadas para el Análisis Financiero.....	S-37

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1	Organización del Estudio .....	S-2
Figura 1.2	Mapa de Ubicación del Área de Estudio .....	S-2
Figura 2.1	Distribución de la Precipitación Anual y de la Temperatura .....	S-3
Figura 3.1	Tendencia Poblacional Presente y Futura en el Paraguay .....	S-4
Figura 3.2	Tendencia Pasada del PIB en el Paraguay.....	S-4
Figura 4.1	Uso Actual del Suelo .....	S-7
Figura 5.1	Futuro Uso de Suelo en Ypacaraí.....	S-8
Figura 5.2	Expansión del Área Edificada de Caacupé .....	S-9
Figura 5.3	Área Recreativa y Área de Desarrollo de Itacurubí.....	S-10
Figura 5.4	Puesto de Peso de Camiones de San José .....	S-10
Figura 5.5	Plan Vial para Coronel Oviedo .....	S-11
Figura 5.6	Área del Proyecto y Ubicación de la Terminal de Ómnibus en Caaguazú .....	S-12
Figura 6.1	Volúmenes de Tráfico Anual Existentes (vehículo/día) .....	S-13
Figura 7.1	Red Vial para Análisis del Tráfico.....	S-16
Figura 9.1	Futuro Volumen de Tráfico en el 2010.....	S-20
Figura 10.1	Transversal Típica.....	S-22
Figura 11.1	Mini Carretera de Circunvalación de Ypacaraí.....	S-23
Figura 11.2	Mini Carretera de Circunvalación de Caacupé .....	S-24
Figura 11.3	Mini Carretera de Circunvalación de Itacurubí .....	S-25
Figura 11.4	Mini Carretera de Circunvalación de San José .....	S-26
Figura 11.5	Carril de Ascenso de Coronel Oviedo .....	S-27
Figura 11.6	Sección Transversal Standard de un Carril de Ascenso .....	S-27
Figura 11.7	Carril de Ascenso.....	S-28
Figura 11.8	Plan para Separación de Nivel de la Intersección en Coronel Oviedo ....	S-28
Figura 11.9	Mejoramiento de Intersecciones a Nivel en San Lorenzo, Capiatá, e Itauguá .....	S-29
Figura 11.10	Mejoramiento de Intersección a Nivel en Caaguazú.....	S-30
Figura 11.11	Colocación de Instalaciones para Seguridad del Tráfico.....	S-30
Figura 11.12	Artefactos para Guiar a los Vehículos que se acerquen a un Puente .....	S-31

## LISTA DE ABBREVIACIONES

<b>Ao</b>	<b>: Arroyo.</b>
<b>BCP</b>	<b>: Banco Central de Paraguay.</b>
<b>BIRF</b>	<b>: International Reconstruction and Development Bank.</b>
<b>Brr.</b>	<b>: Borrador.</b>
<b>CADEX</b>	<b>: Brazilian Chamber of Commerce.</b>
<b>CAF</b>	<b>: Andean Development Corporation.</b>
<b>CBC</b>	<b>: Carga de Borde de Cuchilla.</b>
<b>CDC</b>	<b>: Centro de dato para la Conservación.</b>
<b>CI</b>	<b>: Comisión Inter Institucional.</b>
<b>CITES</b>	<b>: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies amenazadas de Fauna y Flora Silvestre.</b>
<b>COC</b>	<b>: Costo de Oportunidad del Capital.</b>
<b>CONAVI</b>	<b>: Consejo Nacional de Viviendas.</b>
<b>CORPOSANA</b>	<b>: Corporación de Obras Sanitarias.</b>
<b>COV</b>	<b>: Costos de Operación del Vehículo.</b>
<b>CP</b>	<b>: Carga Puntual.</b>
<b>CPM</b>	<b>: Centro Principal de Mantenimiento.</b>
<b>CTV</b>	<b>: Costo de Tiempo de Viaje.</b>
<b>CUD</b>	<b>: Carga Uniformemente Distribuida.</b>
<b>Cnel. Oviedo</b>	<b>: Coronel Oviedo.</b>
<b>Corr. de Exportac.</b>	<b>: Corredor de Exportación.</b>
<b>Cost. Est.</b>	<b>: Costo Estimativo.</b>
<b>DINAC</b>	<b>: Dirección Nacional de Aeronáutica Civil.</b>
<b>DMA</b>	<b>: Dirección de Medio Ambiente.</b>
<b>DOA</b>	<b>: Dirección de Ordenamiento Ambiental.</b>
<b>DPNVS</b>	<b>: Dirección de Parques Nacionales y Vida Silvestre.</b>
<b>EAI</b>	<b>: Examen Ambiental Inicial.</b>
<b>EIA</b>	<b>: Evaluación de Impacto Ambiental.</b>
<b>EPEI</b>	<b>: Equivalente del Peso sobre cada Eje Individual.</b>
<b>ESAL</b>	<b>: Carga de Eje Único Equivalente.</b>
<b>ESAL</b>	<b>: Eje de Carga Simple Equivalente.</b>
<b>EST.</b>	<b>: Estación.</b>
<b>ETAG</b>	<b>: Especificaciones Técnicas Ambientales Generales.</b>
<b>Eval.</b>	<b>: Evaluación.</b>
<b>FCE</b>	<b>: Factor de Conversión Estándar.</b>
<b>FD</b>	<b>: Franjas de Dominio.</b>
<b>FOB</b>	<b>: Free on Board.</b>
<b>GSP</b>	<b>: Gross Domestic Products.</b>
<b>Ha.</b>	<b>: Hectáreas.</b>
<b>IBR</b>	<b>: Instituto de Bienestar Rural.</b>
<b>IDB</b>	<b>: Interamerican Development Bank.</b>
<b>IGM</b>	<b>: Instituto Geográfico Militar.</b>
<b>INDI</b>	<b>: Instituto Paraguayo del Indígena.</b>
<b>INF. B. FINAL</b>	<b>: Informe Borrador Final.</b>



<b>INF. FIN.</b>	<b>: Informe Final.</b>
<b>INF. INCL.</b>	<b>: Informe Inicial.</b>
<b>INF. INT.</b>	<b>: Informe Intermedio.</b>
<b>INF. PROG.</b>	<b>: Informe Progreso.</b>
<b>Incre.</b>	<b>: Incremento.</b>
<b>JICA</b>	<b>: Japan International Cooperation Agency.</b>
<b>Kg.</b>	<b>: Kilogramo.</b>
<b>MAG</b>	<b>: Ministerio de Agricultura y Ganaduría.</b>
<b>MERCOSUR</b>	<b>: Mercado Común del Cono Sur. (South American Common Market)</b>
<b>MIC</b>	<b>: Ministerio de Industria y Comercio.</b>
<b>MOPC</b>	<b>: Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones.</b>
<b>MSPBS</b>	<b>: Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social.</b>
<b>NS</b>	<b>: Nivel de Servicio.</b>
<b>NTA</b>	<b>: Normas Técnicas Ambientales.</b>
<b>Nº</b>	<b>: Número.</b>
<b>OD</b>	<b>: Origen - Destino.</b>
<b>OECE</b>	<b>: Oversea of Economic Cooperation Found of Japan.</b>
<b>OM</b>	<b>: Oficina de Mantenimiento.</b>
<b>ONG</b>	<b>: Organizaciones no Gubernamentales.</b>
<b>OPIT</b>	<b>: Oficina de Planificación Integral de Transporte.</b>
<b>Org. de la Impl. del Plan:</b>	<b>Organización de la Implementación del Plan.</b>
<b>PIB</b>	<b>: Producto Bruto Interno.</b>
<b>PRODEP</b>	<b>: Proyecto de Descentralización del Paraguay.</b>
<b>Pav. Ruta 3</b>	<b>: Pavimentación Ruta 3.</b>
<b>Res. Alt.</b>	<b>: Resultado Alternativo.</b>
<b>S. Estanislao</b>	<b>: San Estanislao.</b>
<b>S.A.</b>	<b>: Sociedad Anónima.</b>
<b>SAP</b>	<b>: Sistema de Administración de Pavimento.</b>
<b>SENASA</b>	<b>: Servicio Nacional de Saneamiento Ambiental.</b>
<b>SFN</b>	<b>: Servicio Forestal Nacional.</b>
<b>SIAMV</b>	<b>: Sistema Integral de Mantenimiento Vial.</b>
<b>SIG</b>	<b>: Sistema de Información Geográfica.</b>
<b>SMA</b>	<b>: Sistema de Mantenimiento y Administración de Tráfico.</b>
<b>SNF</b>	<b>: Servicio Nacional Forestal.</b>
<b>SPM</b>	<b>: Materia de Partícula Suspendida.</b>
<b>STP</b>	<b>: Secretaría Técnica de Planificación.</b>
<b>TIRE</b>	<b>: Tasa Interna de Retorno Económico.</b>
<b>TIRF</b>	<b>: Tasa Interna de Retorno Financiero.</b>
<b>TTC</b>	<b>: Costo de Tiempo de Viaje.</b>
<b>Ton.</b>	<b>: Tonelada.</b>
<b>USAID</b>	<b>: Agencia Estadounidense para el Desarrollo Internacional.</b>
<b>VCN</b>	<b>: Valor Corriente Neto.</b>
<b>VOC</b>	<b>: Costos Operativos de Vehículos.</b>



## **1. INTRODUCCIÓN**

### **(1) Antecedentes del Estudio**

Las Rutas Nacionales 2 y 7 tienen una extensión de 320 km y son las carreteras arteriales principales que conectan a la ciudad capital, Asunción (población aproximada: 455.000 habitantes) con la segunda ciudad más importante del país, Ciudad del Este (población aproximada: 62.000). Recorriendo el país de este a oeste, esta ruta lleva al Brasil y a la Argentina, ayudando a conectar los lados sobre el Atlántico y el Pacífico del continente. Además, esta es la ruta más transitada del Paraguay en términos de volumen de tráfico, y fue designada la principal arteria del país en el Estudio del Plan Maestro de Transporte Nacional en el Paraguay, conducido por la JICA en 1993.

Es más, desde el establecimiento del MERCOSUR (Mercado Común del Cono Sur) en enero de 1995, el tráfico de cargas entre el Paraguay y sus países vecinos se ha intensificado. En años recientes, el volumen de exportación en toneladas ha tenido un crecimiento de aproximadamente un 10%, y se proyecta que la cantidad de automóviles aumente del nivel de 1998 a 1,77 veces en el 2010 y en 2,62 veces en el 2020. Además, como el 80% del transporte de cargas nacionales se hace por las rutas, la construcción y el mejoramiento de rutas son esenciales para el desarrollo de la industria y para promover el comercio en el país.

La mayoría de los tramos de las rutas 2 y 7 tienen solamente dos carriles con un ancho de 6,5 metros, y no tienen ningún carril de para giro a la izquierda, ni carriles de ascenso. Un mayor aumento del volumen de tráfico en el futuro hará que sea difícil para las rutas acomodar el tráfico.

En este contexto, la Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) actuando por medio del Gobierno del Paraguay, solicitó al Gobierno del Japón que proveyera cooperación técnica para conducir un estudio de factibilidad para un plan de mejoramiento de las Rutas Nacionales 2 y 7, de tal forma que el flujo de tráfico sobre las rutas no tenga obstáculos.

### **(2) Objetivos del Estudio**

Los objetivos del Estudio son los siguientes:

- 1) Conducir un estudio de factibilidad para el mejoramiento de las Rutas Nacionales 2 y 7 (aproximadamente 169 km).
- 2) Transferir tecnología relevante al personal de contraparte paraguaya durante el curso del Estudio.

### **(3) Área de Estudio**

El área de estudio cubre los tramos entre San Lorenzo y Caaguazú con una extensión de aproximadamente 169 km. El Estudio ha tomado como año meta el 2010, y ha formulado un plan de mejoramiento. Sin embargo, el plan cubre también los mejoramientos viales necesarios para el año 2020.

#### (4) Organización del Estudio

El Equipo de Estudio de la JICA está formado por diez expertos, y se organizó un Comité Asesor para supervisar el Estudio. Del lado paraguayo, se formó un equipo de contraparte bajo el MOPC que condice el Estudio en forma conjunta. Los dos equipos forman un equipo de estudio y discuten los temas más importantes con las instituciones relevantes, llevando a cabo talleres por medio de un Grupo de Trabajos Técnicos. El MOPC también ha organizado un Comité Directivo, el cual está formado por representantes de instituciones relevantes para una implementación sin problemas del Estudio.

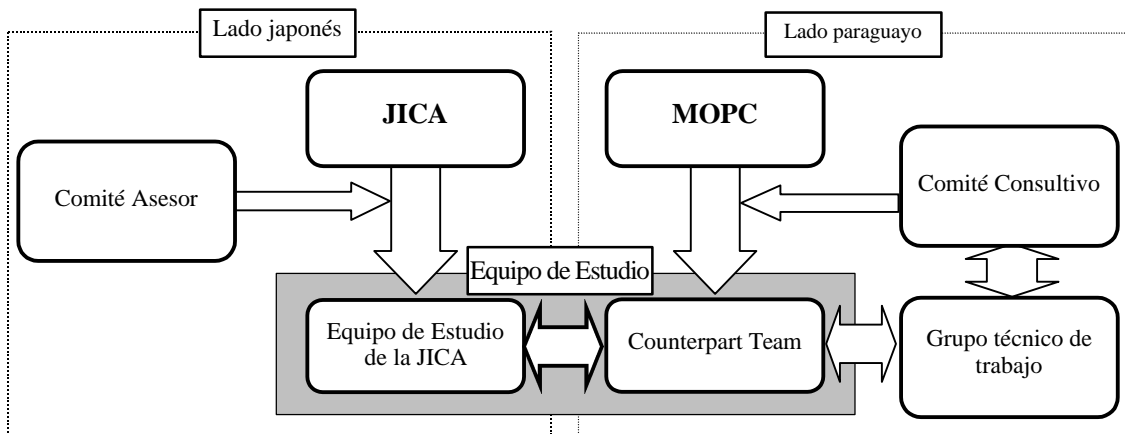


Figura 1.1 Organización del Estudio

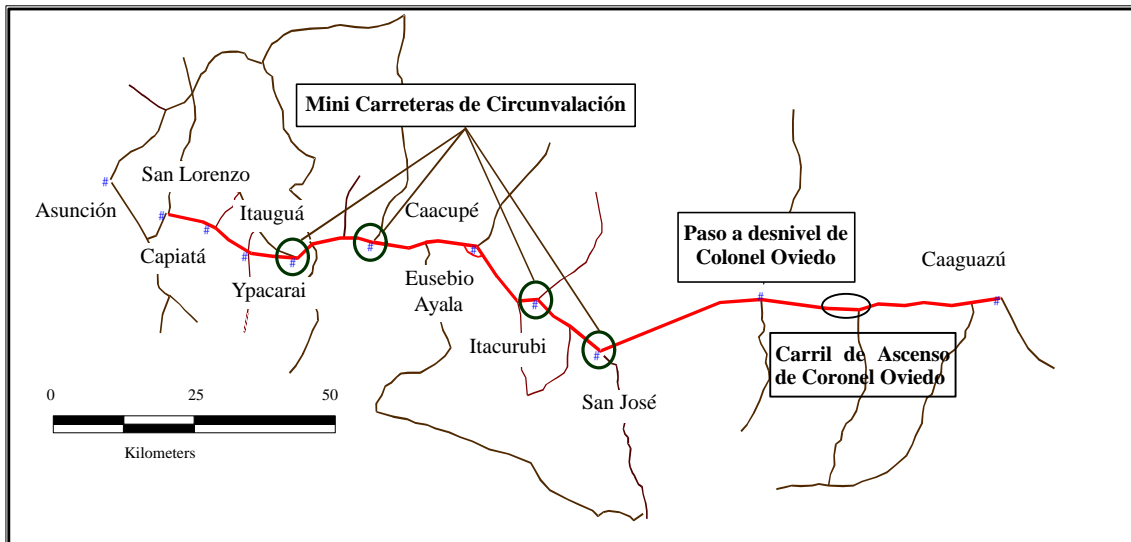


Figura 1.2 Mapa de Ubicación del Área de Estudio

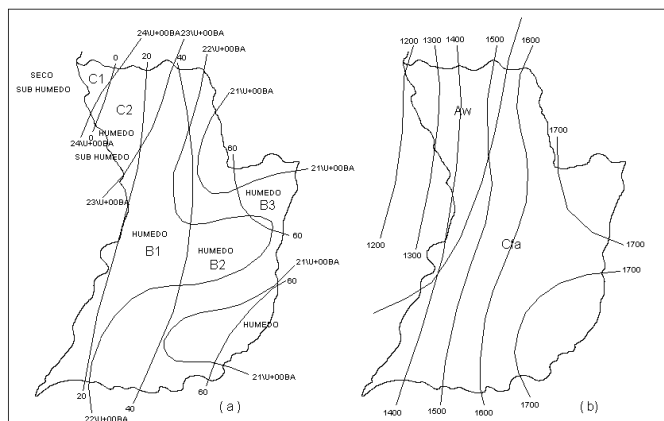
## 2. TOPOGRAFÍA Y GEOLOGÍA

### (1) Descripción General

La República del Paraguay limita con el Brasil, Argentina, y Bolivia, y cubre un área de tierra de aproximadamente 406.750 km<sup>2</sup>, con una población de aproximadamente 5,08 millones de habitantes (en 1997). El río Paraguay divide el país en dos grandes regiones, la Occidental y la Oriental. En cuanto al tamaño del área, la región Occidental equivale al 61% (247.000 km<sup>2</sup>) del país, pero solamente el 2% de la población vive en esta región. La región Oriental está rodeada por el río Paraguay al oeste, el río Paraná el este y al sur, y Brasil al norte. Las Rutas Nacionales 2 y 7 cruzan esta región de oeste a este, un poco hacia el sur desde el medio. Tres millones y medio (70%) de la población nacional residen en el área al sur de las rutas, y solamente 14 millones viven al norte. Asunción, la ciudad capital, está ubicada a lo largo del río Paraguay, y Ciudad del Este, la segunda ciudad en orden de importancia, a lo largo del Río Paraná. La topografía entre estas dos ciudades es generalmente plana, y la altitud no excede los 600 metros.

### (2) Clima

El clima del área de estudio se caracteriza como subtropical. En julio, el mes más frío del año, la temperatura promedio permanece en cerca de 22° C, mientras que de diciembre a febrero, la estación más cálida, excede los 35° C. La precipitación permanece casi sin cambios a lo largo de todo el año, aunque disminuye un poco entre junio y setiembre. Ciudad del Este tiene una mayor precipitación, o 1800 mm al año, y el volumen generalmente decrece hacia el oeste, o 1400 mm en Asunción.



**Figura 2.1 Distribución de la Precipitación Anual y de la Temperatura**

### (3) Geología

Las condiciones geológicas en la región oriental del río Paraguay se basan en el periodo carbonífero de la era Paleozoica, basalto, arenisca, caliza, granito, y formaciones de los periodos jurásico y triásico. Los suelos de origen de basalto contiene suelo fértil de color rojo llamado *tierra Rusia*, y están distribuidos a lo largo del río Paraná. Este es considerado uno de los mejores suelos en las regiones tropicales y subtropicales de América del Sur. El suelo amarillo rojizo originado de la caliza, es llamado *suelo Asunción* y tiene las características de permeabilidad pobre y una tendencia a desprendimientos de tierra y erosión hondonada debido a la erosión de la superficie.

### 3. MARCO SOCIOECONÓMICO

#### (1) Población

En el Paraguay, la población creció de 4,45 millones en 1992 a 5,08 millones en 1995, o sea a una tasa de crecimiento anual de 2,7%. Más adelante en el futuro se espera que aumente anualmente en un 2,5%, o sea que alcance los 6,98 millones para el año 2010. Después de eso, hasta el año 2020, el crecimiento bajará un poco, pero aún aumentará en un 2,0% por año, y alcanzará los 8,57 millones, lo cual es 1,69 veces más que la población de 1997. Se proyecta que la fuerza de mano de obra entre los 15 y 65 años de edad crecerá en un 2,9% desde 1995, y en el 2020 será 1,92 veces mayor que la cifra de 1997, o sea 5,34 millones.

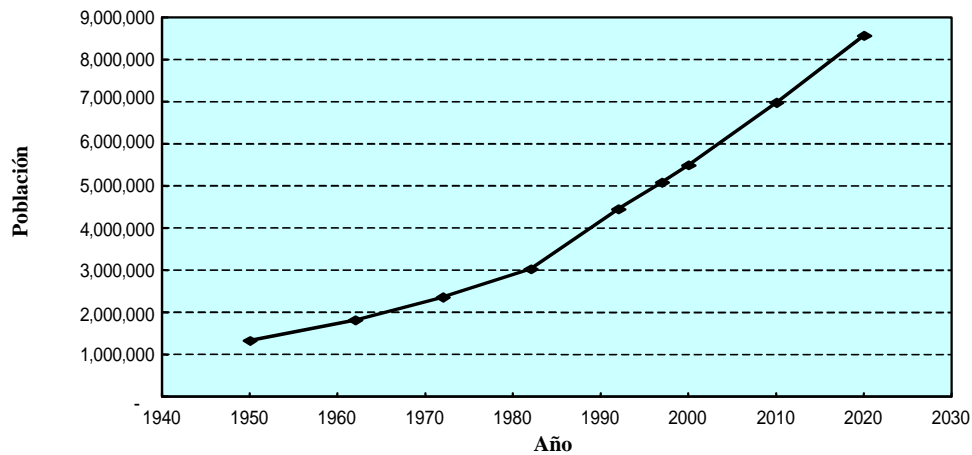


Figura 3.1 Tendencia Poblacional Presente y Futura en el Paraguay

#### (2) PIB

La tendencia de crecimiento del PIB desde 1982, en términos del precio fijado en 1982, aumenta casi linealmente hasta 1997 en un 3,5% anual. Asumiendo que la productividad de mano de obra aumenta 0,6% anualmente, el PIB registrará Gs. 1.805.000 millones en el 2010 y Gs. 2.547.000 millones en el 2020.

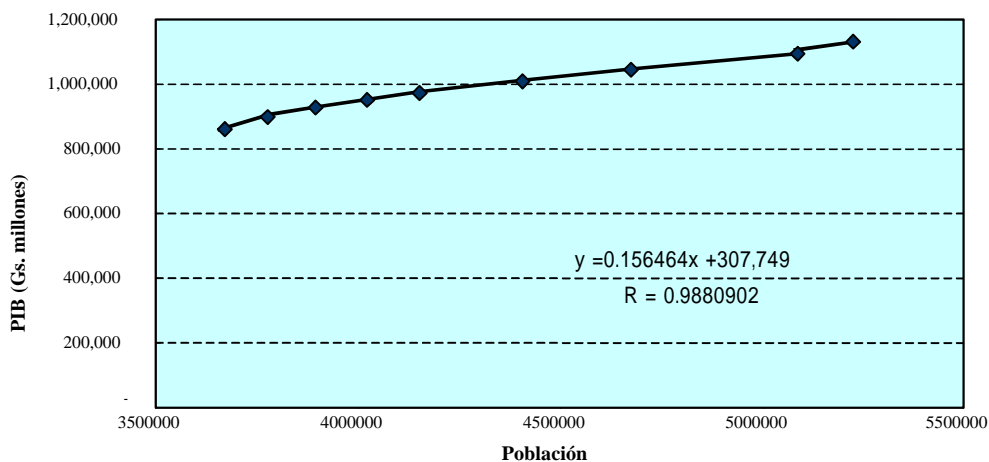


Figura 3.2 Tendencia Pasada del PIB en el Paraguay

### (3) **Industria**

La industria más importante en el Paraguay es la agricultura, y los productos principales incluyen algodón, soja, mandioca, caña de azúcar, maíz, y trigo. Aunque el crecimiento de producción de algodón ha disminuido, su producción total todavía aumenta en un 4,1% anualmente y registró 7,74 millones de toneladas en 1991, y 10,21 millones de toneladas en 1997. La producción total ha sido extrapolada tomando en cuenta cada tipo de los productos mencionados arriba. Como resultado, la tasa anual de crecimiento hasta el 2020 se estima en un promedio de 2,3%, y la producción del 2010 será de 13,71 millones de toneladas, o 1,34 veces mayor que la de 1997; y en el 2020 será de 17,09 millones de toneladas, o 1,67 veces más.

### (4) **Exportación e Importación**

#### a. **Exportación**

Aunque la exportación de algodón ha disminuido sustancialmente, la de cereal ha aumentado bruscamente. El volumen total de las exportaciones en toneladas ha crecido con una tasa de aumento de alrededor del 10% durante el periodo 1993 – 1997. Tomando en cuenta los datos sobre exportaciones en los últimos siete años, se proyecta que las exportaciones totales en el año 2010 serán 7,52 millones de toneladas, o 1,98 veces más que las de 1998, y 10,52 millones de toneladas o 2,77 veces más en el 2020.

**Cuadro 3.1 Total de Exportaciones Estimadas para el 2010 y 2020**  
(Unidad: toneladas)

Año	Exportaciones	Comentarios
1998	3.802.705	(cifra real)
1999	4.226.151	
2010	7.521.070	(1,98 veces la cantidad exportada en 1998)
2020	10.516.450	(2,77 veces la cantidad exportada en 1998)

#### b. **Importaciones**

Se ha pronosticado que las importaciones totales aumentarán a 3,49 millones de toneladas en el 2010, o 1,36 veces más que las de 1997, y a 4,2 millones de toneladas en el 2020, o 1,64 veces más.

#### c. **Importaciones y Exportaciones en Asunción y Ciudad del Este**

Para el cálculo del futuro volumen de exportación e importación a través del área capitalina (cerca de Asunción) y Ciudad del Este, se analizó la tendencia porcentual de cada área con respecto al total. Como resultado, el volumen de exportación a través de las dos ciudades alcanzará los 6,24 millones de toneladas en el 2010, y 9,15 millones de toneladas en el 2020. El volumen de importaciones estimado es de 2,93 millones de toneladas en el 2010 y 3,53 millones de toneladas en el 2020.

### (5) **Posesión de Automóvil**

La cantidad de automóviles con dueño en el Paraguay para los 10 años pasados tiene una fuerte correlación con la población y con el PIB, y aumenta en un 8,7% cada año. Se ha estimado que la cantidad de vehículos en el 2010 será de 700.000, o 1,77 veces más que la cifra actual, y 1,03 millones en el 2020, o 2,62 veces más. En el 2020, la posesión de autos por cada mil habitantes en el Paraguay será de 121 vehículos, casi igual a la cifra de 1999 en el área metropolitana de Asunción y en el Departamento Central.

**Cuadro 3.2 Cantidad estimada de Vehículos Registrados en el Paraguay**

Año	2010	2020
Auto y coche utilitarios	619,000 veh.	912,000 veh.
Camión	60,000	87,000
Autobús	22,000	35,000
Total	701,000	1,034,000
Tasa de crecimiento hasta 1998	1.77 veces	2.62 veces
Posesión de auto (por 1000 habitantes)	100	121

#### 4. USO DE SUELO EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Se espera que las áreas urbanas existentes sigan creciendo hacia las afueras exceptuando las áreas de terreno húmedo que presenten obstáculos físicos para el desarrollo urbano. También se pronostica que las tierras agrícolas serán usadas de una forma más eficiente, se introducirán más máquinas, y habrá poca tierra para cultivo.

**Cuadro 4.1 Datos Básicos sobre los 3 Departamentos del Área de Estudio**

Rubro	Dpto. Central	Dpto. Cordillera	Dpto. Caaguazú
Ciudades Relevantes (en Rutas Nacionales 2 y 7)	- San Lorenzo - Capiata - Itaugua - Ypacarai	- Caacupe - Eusebio Ayala - Itacurubí	- San Jose - Cnel. Oviedo - Caaguazu
Superficie	258,200 ha	494,800 ha	1,147,400 ha
Población	1,174,212	215,663	442,161
Capital del Departamento	Jurisdicción de Asunción	Caacupé	Cnel. Oviedo
Clima	Temperatura Annual : 22.5°C Precipitación Annual : 1,400 mm	: 22.5°C : 1,400 – 1,500 mm	: 22°C : 1,600 mm
Cuenca	Río Paraguay	Río Paraguay	Ríos Paraguay y Paraná
Uso de la Tierra	Bosque: 5.431 ha (2%) Agricultura: 122.056 ha (47%) Campos pastorales: 116.088 ha (45%) - Alto 24% - Bajo 76%	Bosque: 25.999 ha (5%) Agricultura: 213.867 ha (43%) Campos pastorales: 252.526 ha (51%) - Alto 48% - Bajo 52%	Bosque: 234.461 ha (20%) Agricultura: 698.410 ha (61%) Campos pastorales: 182.037 ha (16%) - Alto 51% - Bajo 49%



S - 7

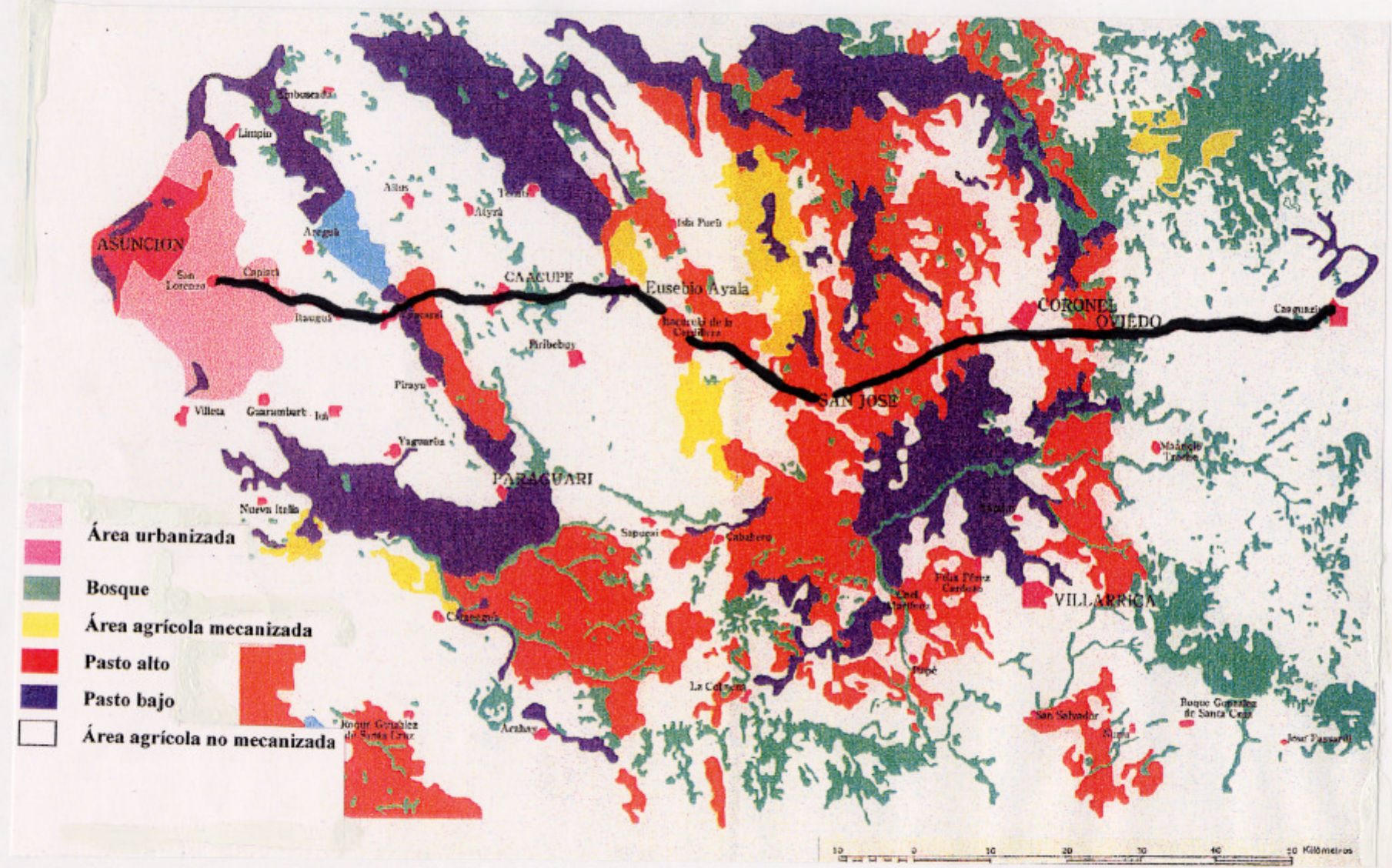


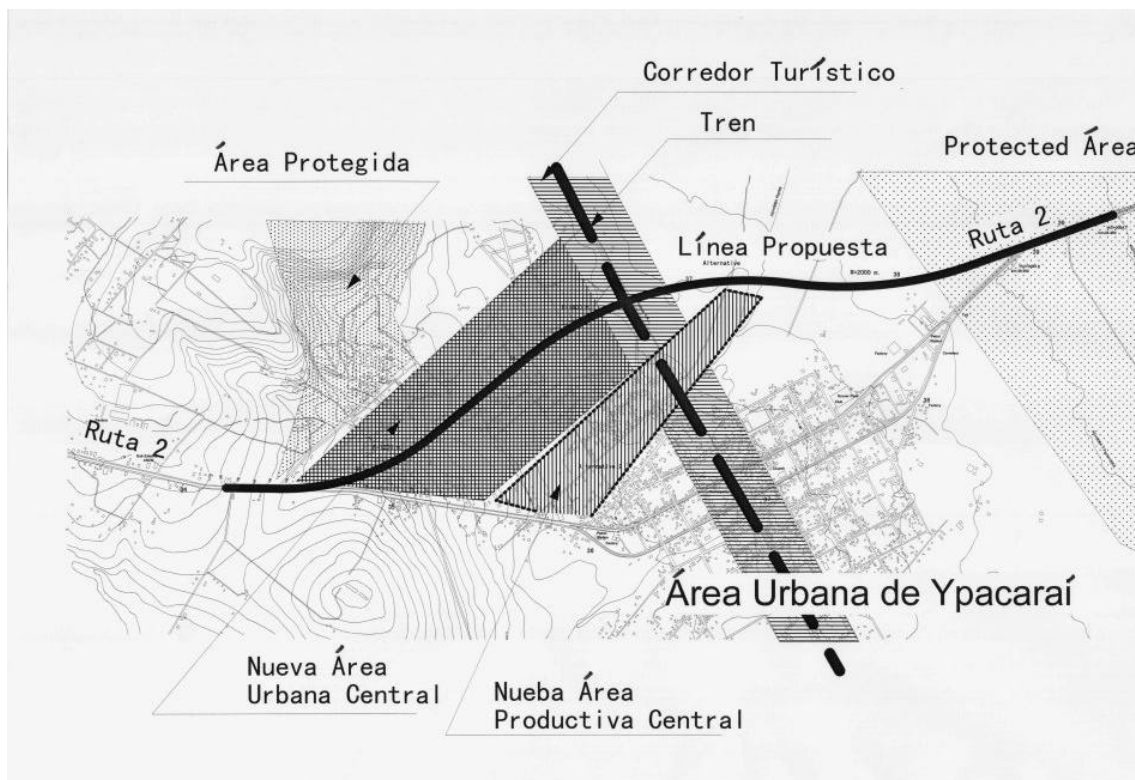
Figura 4.1 Uso Actual del Suelo



## 5. PLAN DE DESARROLLO URBANO DE LAS CIUDADES SOBRE LAS RUTAS 2 Y 7

### (1) Ypacaraí

Ypacaraí está ubicada dentro de la distancia de viaje al trabajo a Asunción, y está experimentando un rápido desarrollo urbano. Tiene un buen acceso al Lago Ypacaraí y a los cerros cercanos, y se presenta como un centro para desarrollo turístico. A fin de evitar las áreas pantanosas del Lago Ypacaraí, los nuevos centros urbanos están planeados hacia el sur y al lado este de los pantanos alrededor de los cursos de agua que fluyen hacia el lago. La zona nordeste limita con un área de protección natural y está localizada dentro de una cuenca de inundación.



**Figura 5.1** Futuro Uso de Suelo en Ypacaraí

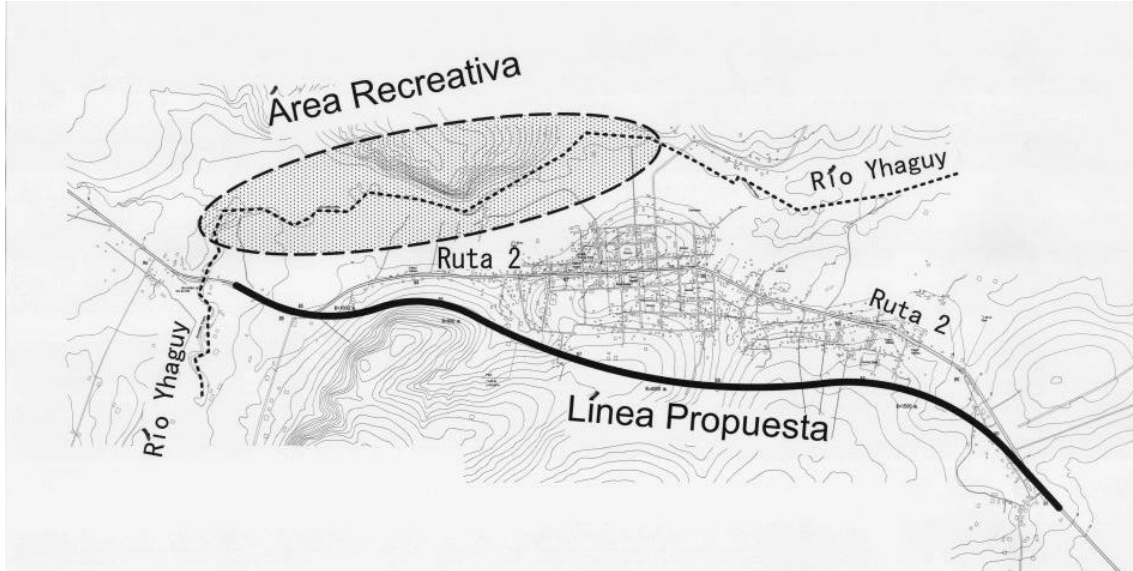






**(3) Itacurubí**

Es una pequeña ciudad con 8.000 residentes, pero recibe muchos turistas que visitan el Río Yhacuí al norte para nadar y andar en bote. La municipalidad está intentando desarrollar el turismo y al mismo tiempo proteger los bosques naturales a lo largo del río.



**Figura 5.3** Área Recreativa y Área de Desarrollo de Itacurubí

**(4) San José**

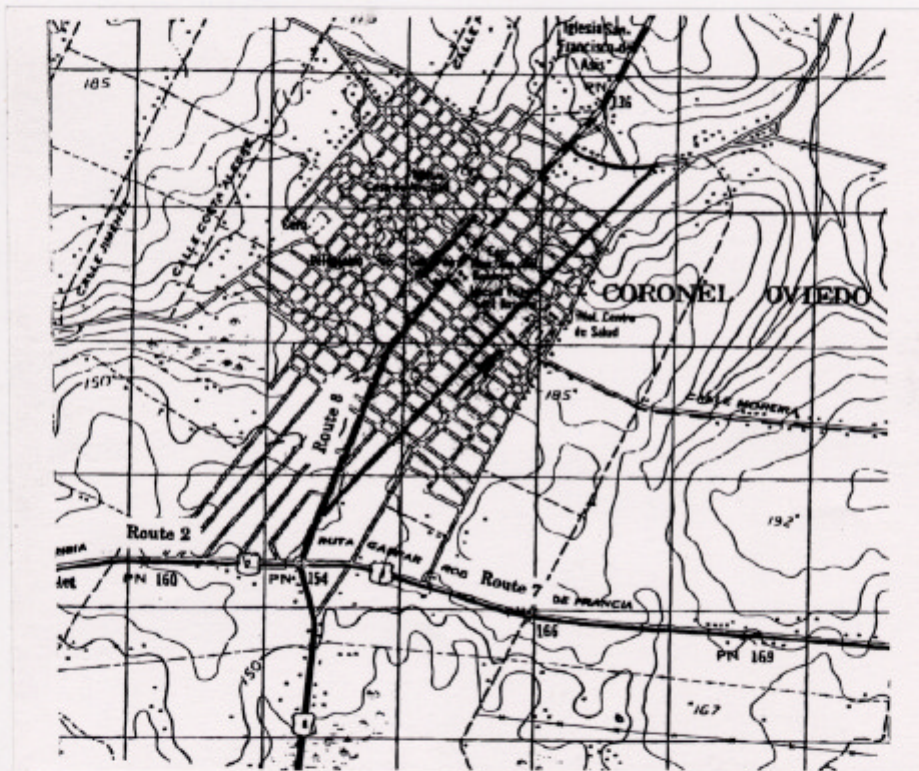
Hay tierras húmedas bajas ubicadas al norte y al sur de San José. La ruta 2 no pasa por la tierra húmeda, sino que corre hacia el sur. Se pronostica que la urbanización futura ocurrirá en las tierras altas del sur y evitará las tierras húmedas. Hay un centro del control de peso del MOPC bajo construcción fuera del pueblo, por lo que el desarrollo vial debería tomarlo en cuenta.



**Figura 5.4** Puesto de Peso de Camiones de San José

**(5) Coronel Oviedo**

La ciudad se desarrolla en el área hacia el norte de la intersección de las rutas 2 y 7. Aunque existen planes para algunas rutas de acceso desde la ciudad conectándose con la intersección de las Rutas 2 y 7, la importancia de esta intersección como nudo para Coronel Oviedo permanece sin cambio. Por ende, se propone que la intersección sea mejorada para mantener la funcionabilidad de las Rutas 2 y 7 como una importante ruta arterial.



**Figura 5.5 Plan Vial para Coronel Oviedo**

**(6) Caaguazú**

A ambos lados de la ruta 7, la ciudad desarrolla calles en una estructura cuadriculada. El área urbana al sur es un poco más extensa que en el norte. Se espera que la urbanización futura se expanda hacia las afueras. La franja de dominio de la ruta 7 está reservada en 100 metros. La Municipalidad de Caaguazú está planeando la construcción de una terminal de ómnibus en el centro del área edificada.

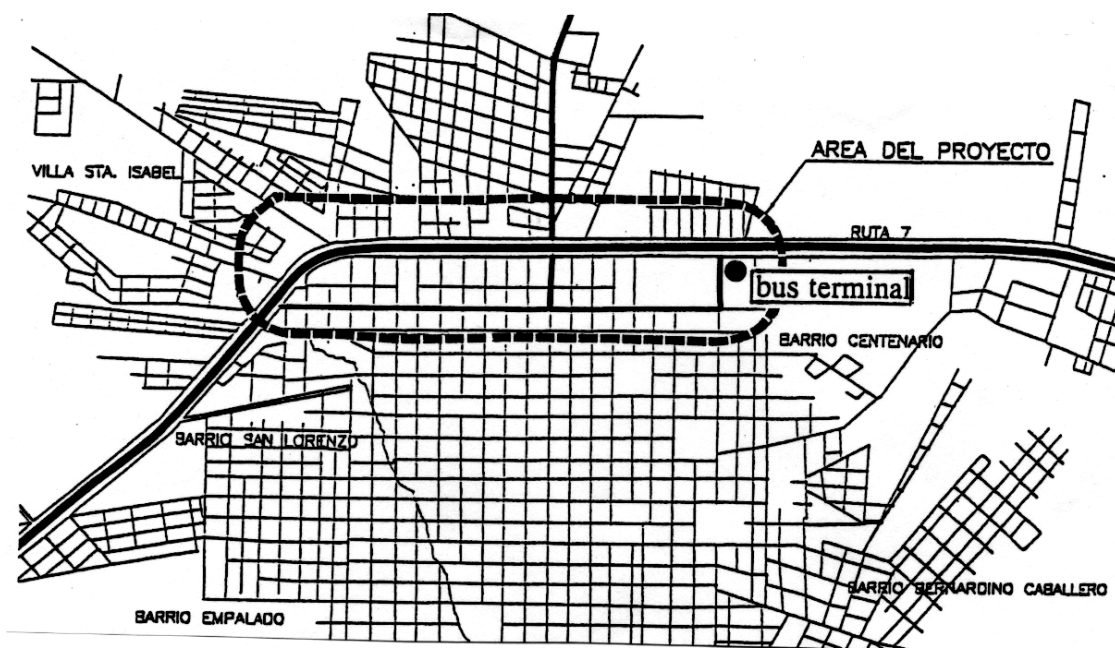


Figura 5.6 Área del Proyecto y Ubicación de la Terminal de Ómnibus en Caaguazú



## 6. CONDICIONES DEL TRÁFICO EXISTENTE

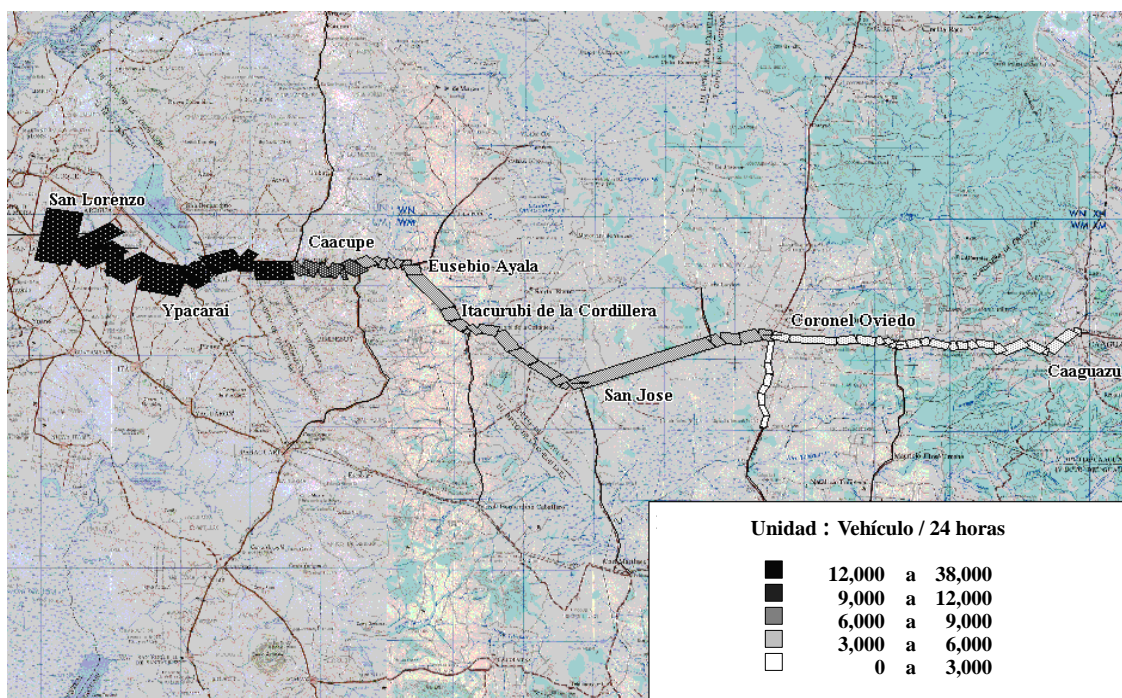
### (1) Estudios de Tráfico

Se han conducido estudios de tráfico en ocho localidades para tráfico interurbano y también en ocho intersecciones. Los resultados de los estudios se describen abajo:

- Las áreas a los lados de la ruta en el tramo entre San Lorenzo e Ypacaraí están altamente urbanizadas, y el volumen de tráfico de ida y vuelta es alto. Hay 38.000 vehículos por día, en comparación con menos de 10.000 al este de Itacurubí.
- La cantidad de vehículos contados en las intersecciones urbanas es más alta que la del tráfico entre ciudades, y la diferencia promedio entre 1,2 y 1,75 veces.
- La proporción de camiones para el tráfico entre ciudades es significativa, entre el 30 y el 58%. Aún en el tramo entre San Lorenzo e Ypacaraí, la proporción excede el 30%.
- La proporción pico promedio de 6,0 a 7,7% en los puntos de estudio urbanos, y 5,8 a 7,1% en los puntos de estudio entre ciudades, lo que indica que el volumen de tráfico varía poco durante el día.
- El volumen de tráfico nocturno es significativo. El 90% del volumen de tráfico diurno todavía se observa durante la noche.

**Cuadro 6.1 Diferencia de proporción de tráfico entre áreas urbanas y suburbanas**

Área	Proporción
San Lorenzo	1.75
Itacurubí	1.21
Coronel Oviedo	1.39
Caaguazú	1.58



**Figura 6.1 Volúmenes de Tráfico Anual Existentes (vehículo/día)**

**Cuadro 6.2 Volumen de Tráfico a los lados de la Ruta en 1999**

Nombre de la Localidad	Volumen de Tráfico (veh/día)	Proporción de Camiones (%)	Proporción Pico (%)	Distribución por sentido
1 Tramo San Lorenzo – Capiatá	38,131	30.9	6.3	55/45
2 Tramo Capiatá – Itaguá	23,274	34.8	5.8	52/48
3 Tramo Ypacaraí – Caacupé	13,276	46.7	6.2	53/47
4 Tramo E. Ayala – Itacurubí	10,279	48.1	5.8	56/44
5 Tramo Caacupé – Desvío Piribebuy	7,086	49.6	5.9	53/47
6 Tramo San José – Coronel Oviedo	8,271	50.9	6.6	61/39
7 Tramo Coronel Oviedo – Caaguazú	5,638	57.9	6.7	52/48
8 Tramo Villarrica – Coronel Oviedo	2,759	40.5	7.1	54/46

**Cuadro 6.3 Volumen de Tráfico en Intersecciones en 1999**

Nombre de la Localidad	Volumen de Tráfico (veh/día)	Proporción de Camiones (%)	Proporción Pico (%)
1 1 San Lorenzo – I/C de las rutas 1 y 2	28,313	28.3	4.8
2 2 Capiatá – Desvío a Areguá	28,400	36.9	4.9
3 3 Ypacaraí – Desvío a San Bernardino	8,717	44.5	5.0
4 4 Caacupé – Desvío a Piribebuy	10,268	49.5	6.0
5 5 Eusebio Ayala – Entrada a la Ciudad	8,735	42.4	6.8
6 6 Itacurubí – Desvío a Valenzuela	7,045	46.7	5.5
7 7 Coronel Oviedo – Rotonda de ruta 7	14,391	35.2	5.4
8 8 Caaguazú – I/C de la Ruta a Yhu	10,879	43.7	5.6

## (2) Inventario de las Rutas Existentes

Entre San Lorenzo e Ypacaraí, la ruta nacional tiene cuatro carriles con un paseo central de 1,5 metros, mientras que en el resto del tramo de estudio, tiene solamente dos carriles. En Ypacaraí y en Caacupé, la vieja ruta es usada solamente para tráfico de sentido único, y se ha proveído otra ruta de dos carriles pasando por las ciudades para el otro sentido. En Eusebio Ayala, el tráfico a Asunción pasa por la ciudad, y se ha proporcionado otra ruta para el otro sentido fuera de la ciudad. Hay carriles de ascenso en dos lugares sobre el tramo entre Ypacaraí y Caacupé, y seis entre Caacupé y Eusebio Ayala.

El ancho de la franja de dominio existente se describe a continuación:

- San Lorenzo – Ypacaraí: 30,0 m
- Ypacaraí – Caacupé: 30,0 m
- Caacupé – Itacurubí – San José: 20,0 – 16,0 m
- Caacupé – Coronel Oviedo: 50,0 m
- Coronel Oviedo – Caaguazú: 100,0 m

El ancho de cada carril es de 3,25 m, y el de la banquina es 2,50 m.

Las rutas nacionales 2 y 7 tienen un volumen mayor de tráfico, y la cantidad de accidentes es también mucho mayor que en otras rutas. El plan de mejoramiento vial ha tomado en cuenta este aspecto.

**Cuadro 6.4 Cantidad de Accidentes de Tráfico**

Ruta Nacional	Extensión (km)	1995		1996	
		Cantidad	Por km	Cantidad	Por km
1	370	509	1.37	506	1.37
2	134	1,474	11.00	1,457	10.87
3	452	29	0.06	50	0.11
4	206	5	0.02	4	0.02
5	215	22	0.10	25	0.12
6	250	159	0.64	105	0.42
7	193	254	0.32	419	2.17
8	202	24	0.12	16	0.08
9	776	67	0.09	66	0.08
10	396	13	0.03	34	0.09
11	88	-	-	-	-
12	162	6	0.04	-	-
Total	3,444	2,562	0.74	2,683	0.78



## 7. RED VIAL

### (1) Rutas en Competencia con las Rutas 2 y 7

- La ruta nacional 3 que se origina en Asunción hacia el nordeste. Esta ruta nacional mejorará la accesibilidad a la parte norte de la región Occidental.
- La ruta Paraguairí – Villarrica, que se origina en Asunción, más o menos paralela a la ruta 2. Una vez completa, esta ruta proveerá un mejor acceso a la parte central de la región Oriental.

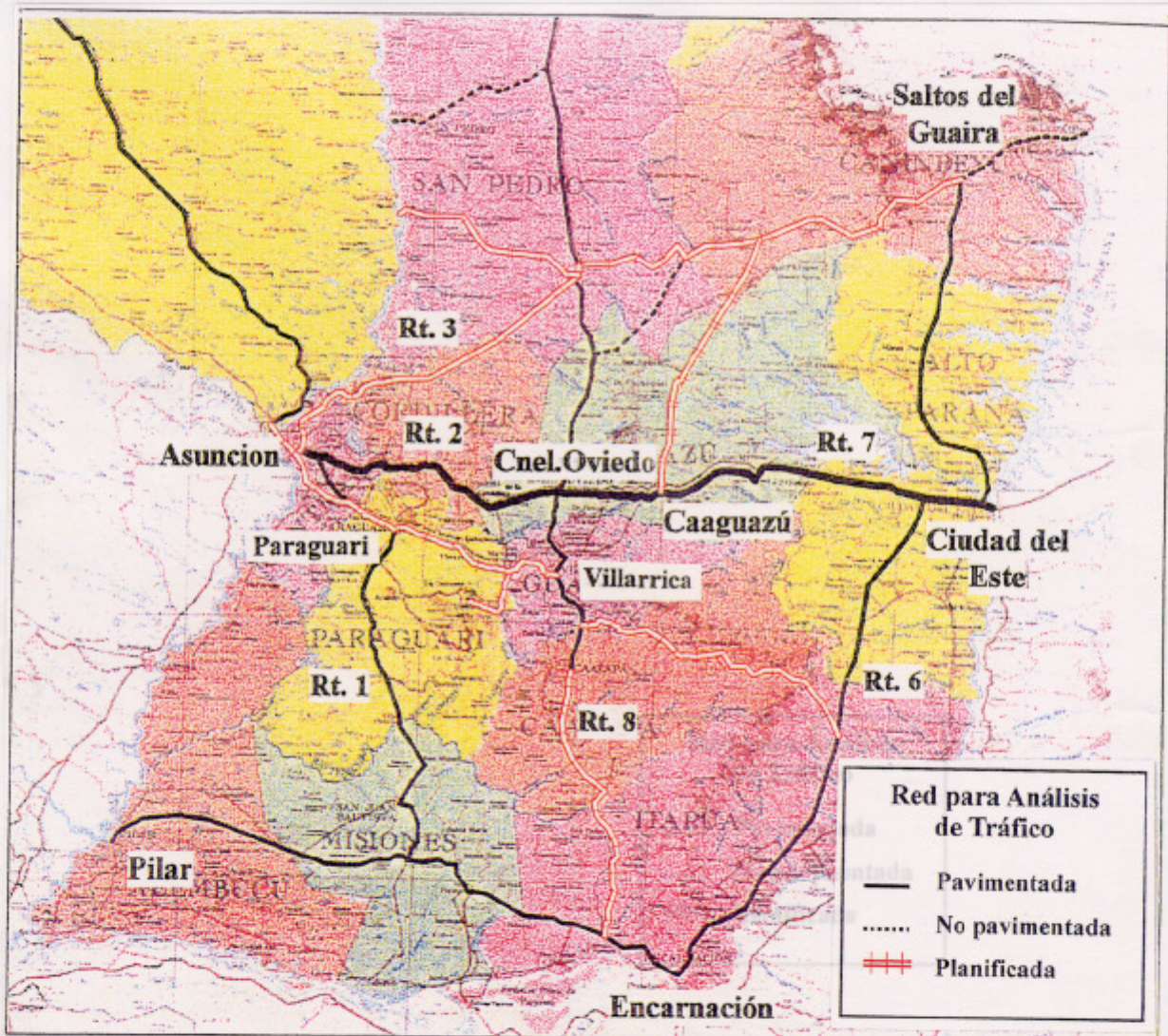


Figura 7.1 Red Vial para Análisis del Tráfico



## 8. EXAMEN AMBIENTAL INICIAL

### (1) Temas Ambientales

Los temas ambientales a ser examinados han sido seleccionados de acuerdo con el propósito del Examen Ambiental Inicial (EAI), las características del área de estudio, y la Ley N° 294 relacionada con el EIA (evaluación de impacto ambiental) en el Paraguay. Durante el proceso de selección, el equipo de estudio tuvo charlas con los oficiales de la Dirección de Ordenamiento Ambiental (DOA) del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), y con la Dirección de Medio Ambiente (DMA, la cual anteriormente era conocida como Unidad Ambiental) del MOPC, tal como puede observarse en el Cuadro 8.1.

**Cuadro 8.1 Temas Ambientales**

1. Medio Ambiente Social		
1.1 Reubicación	1.4 Separación de la comunidad	1.7 Condición de la Salud Pública
1.2 Actividades económicas	1.5 Herencia y propiedades culturales	1.8 Desperdicios
1.3 Tráfico e instalaciones públicas	1.6 derecho de Agua y derechos comunes	1.9 Desastres (riesgos)
2. Medio Ambiente Natural		
2.1 Topografía y geología	2.4 Situación hidrológica	2.7 Meteorología
2.2 Erosión del suelo	2.5 Zona costera	2.8 Paisaje
2.3 Aguas subterráneas	2.6 Fauna y Flora	
3. Contaminación		
3.1 Contaminación del aire	3.3 Contaminación del suelo	3.5 Hundimiento de suelo
3.2 Contaminación del agua	3.4 Ruido y vibraciones	3.6 Olores ofensivos

### (2) Evaluación

Como resultado del EAI, cada tema ha sido evaluado de acuerdo con el método de graduación usando cuatro categorías, como se describe en el Cuadro 8.2 a continuación.

### (3) Descubrimientos del EAI

Los resultados del análisis de arriba se muestran en el Cuadro 8.3. En caso de que los mejoramientos viales propuestos en este Estudio tengan un impacto positivo, se indica usando una “P” en la columna de “Comentarios”.

**Cuadro 8.2 Descubrimientos del EAI**

Rubro Ambiental	Evaluación	Motivos	Comentarios	
Ambiente Social	Reubicación	B	Se prevé reubicación como resultado de la construcción de variantes y el ensanchamiento de la ruta existente.	
	Actividades Económicas	C	Modificación de las estructuras económicas y fluctuaciones en los precios de bienes inmobiliarios se prevén por la construcción de variantes.	P
	Tránsito y Facilidades Públicas	C	Facilidades públicas incluyendo las religiosas serán afectadas por las variantes.	
	División de Comunidades	C	No existen comunidades indígenas. Sin embargo, en el área de la construcción de variantes, se identificarán a los límites administrativos y culturales.	
	Patrimonio Cultural	C	En algunas ciudades existen edificios e iglesias antiguos.	
	Derechos de Agua y Derechos Comunes	C	Los datos se averiguarán en las áreas de construcción de variantes antes de ejecutar las obras.	
	Condiciones de Salud Pública	D	Las zanjas para aguas pluviales y servidas serán mejoradas y tapadas.	
	Desechos	D	El manejo apropiado de desechos sólidos se requerirá durante las etapas de construcción de variantes y ensanchamiento de la ruta.	
	Peligros (Riesgos)	C	Existe la posibilidad de inundaciones en la cuenca del Lago Ypacaraí.	
Ambiente Natural	Topografía y Geología	D	No se harán excavaciones en gran escala para la construcción de variantes y ensanchamiento de la ruta existente.	
	Erosión de Suelo	C	No se harán excavaciones en gran escala para la construcción de variantes y ensanchamiento de la ruta existente.	
	Agua Subterránea	D	No se harán excavaciones en gran escala para la construcción de variantes y ensanchamiento de la ruta existente.	
	Situación Hidrológica	D	No se harán excavaciones en gran escala para la construcción de variantes y ensanchamiento de la ruta existente.	
	Litoral	D	No existe costa al mar dentro del área de estudio.	
	Fauna y Flora	C	Se han identificado las especies en peligro de extinción dentro del área de estudio. Es necesario estudiar a la fauna y flora en general en las áreas de construcción de variantes y ensanchamiento de la ruta existente.	
	Meteorología	D	No se ejecutarán construcciones en gran escala ni modificaciones del relieve del terreno.	
	Paisajes	D	La construcción de variantes, el ensanchamiento de la ruta existente y otros mejoramientos se ejecutarán de tal manera que estos armonicen con el paisaje de los alrededores.	P
Contaminación	Contaminación del Aire	B	Después de los mejoramientos, se aumentará la contaminación por el aumento en el volumen de tráfico.	
	Contaminación del Agua	D	No se anticipa ningún impacto directo en el agua al ejecutarse los mejoramientos.	
	Contaminación del Suelo	D	Después de los mejoramientos, se aumentará la contaminación por el aumento en el volumen de tráfico.	
	Ruido y Vibraciones	B	Después de los mejoramientos, se aumentará la contaminación por el aumento en el volumen de tráfico.	
	Hundimiento de Tierras	D	No se harán excavaciones ni construcciones que podrían afectar el agua subterránea.	
	Olores Ofensivos	D	Después de los mejoramientos, se aumentará la contaminación por el aumento en el volumen de tráfico.	

Nota:

A : Impacto serio anticipado

B : Impacto más o menos significativo anticipado

C : Alcance del impacto no se conoce (Se requerirán más estudios)

D : No se anticipa ningún impacto

P : Se anticipa un impacto positivo

## 9. PRONÓSTICO DE LA DEMANDA DE TRÁFICO

El modelo de generación de viajes se basa en la población por zona, la tasa de posesión de vehículos, y la producción agrícola, de donde se calcula la cantidad de generación y atracción de viajes. Los viajes se distribuyen de acuerdo con el patrón actual. Como las rutas 2 y 7 reciben un impacto directo del transporte de cargas internacionales, se ha formulado una matriz O-D tomando en cuenta un aumento futuro en el transporte de cargas inducido por el comercio del MERCOSUR.

**Cuadro 9.1 Volumen y Proporción de Aumento de O-D**

Año	Item	Auto	Autobús	Camión	Total
1999	Vehículo/día	26,176	3,494	24,502	54,172
	% de 1999	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
2010	Vehículo/día	46,123	6,242	44,965	97,330
	% de 1999	176.2%	178.6%	183.5%	179.7%
2010	Vehículo/día	55,376	7,485	54,625	117,486
	% de 1999	211.6%	214.2%	222.9%	216.9%

Con la matriz de O-D futura, los viajes son asignados a los itinerarios con el menor tiempo de viaje, y luego se calcula el volumen en cada itinerario.

**Cuadro 9.2 Volumen de Tráfico Diario**

Tramo	2010	2020
San Lorenzo – Ypacaraí	23,221	25,483
Ypacaraí – Caacupé	16,836	18,930
Caacupé – Eusebio Ayala	17,765	20,907
Eusebio Ayala – Itacurubí	17,021	20,045
Itacurubí – San José	16,890	19,891
San José – Coronel Oviedo	16,892	19,888
Coronel Oviedo - Caaguazú	12,315	13,173

El siguiente cuadro muestra los tramos con el nivel de servicio de la infraestructura existente que exceden D con el volumen de tráfico diario del tramo (PCU/día) modificado tomando en consideración el tráfico local en el 2010.

**Cuadro 9.3 Volumen de Tráfico Diario convertido en PCU**

Localidades	Capacidad vial (c)	Volumen Est. (V)	V/C
Intersección en el área edificada de Capiatá	45,000	47,000	1.04
Intersección en el área edificada de Itaguá	45,000	47,000	1.04
Centro de Ypacaraí	32,000	42,220	1.31
Centro de Caacupé	32,000	42,220	1.32
Punto de gradiente empinado en la Estación 68	24,000	35,000	1.45
Punto de gradiente empinado en la Estación 80	24,000	31,900	1.32
Centro de Itacurubí	20,000	29,300	1.47
Punto de gradiente empinado en la Estación 92	24,000	31,500	1.31
Centro de San José	20,000	30,600	1.50
Punto de gradiente empinado en la estación 120	24,000	34,100	1.42
Intersección de Coronel Oviedo	25,000	31,400	1.25
Puntos de gradiente empinado en E. 146,154,162,166	24,000	27,600	1.15
Intersección en el área edificada de Caaguazú	25,000	27,900	1.16

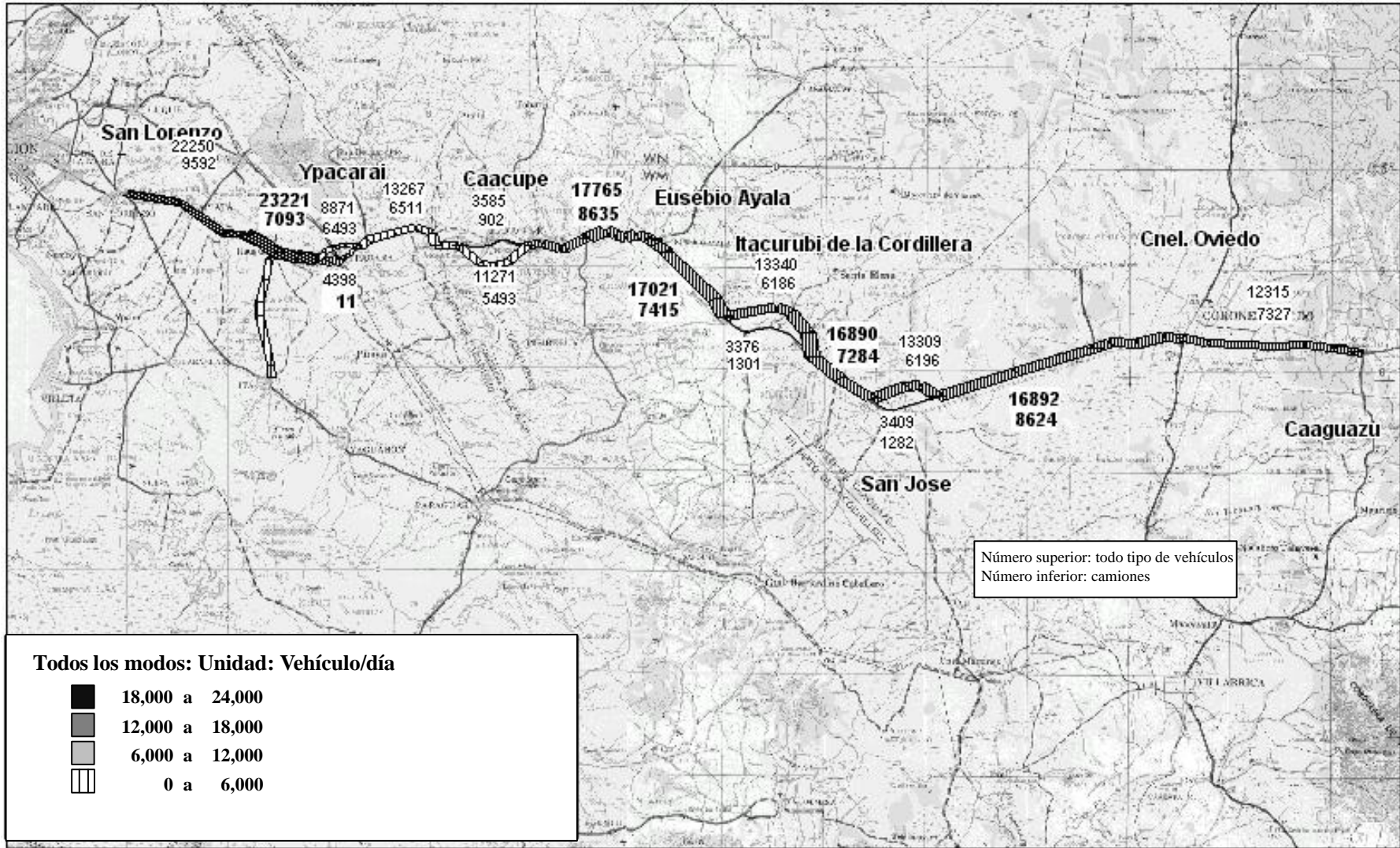


Figura 9.1 Futuro Volumen de Tráfico en el 2010

## 10. NORMAS DE DISEÑO

### (1) Normas de Diseño Geométrico

El Paraguay no tiene normas de diseño geométrico. Estas se deciden para cada proyecto y para cada ruta principal. En este Estudio, las normas de diseño adoptadas son las Normas Viales Principales de la AASHTO teniendo en cuenta las siguientes condiciones:

- Las rutas 2 y 7 son las rutas principales que conectan Asunción y Ciudad del Este.
- Muchas vías colectoras se conectan a las rutas 2 y 7 y sirven como ejes de desarrollo a lo largo de las rutas.
- Las rutas 2 y 7 forman un importante corredor de exportación al Brasil y constituyen una carretera internacional que sirve al comercio del MERCOSUR.
- El volumen de vehículos pesados es alto.
- Para el volumen de tráfico proyectado para el 2020, se debe ensanchar las rutas principales a cuatro carriles.
- En las áreas urbanas sobre la ruta, se debe proveer de pantallas de protección contra ruidos y contaminación para las casa.

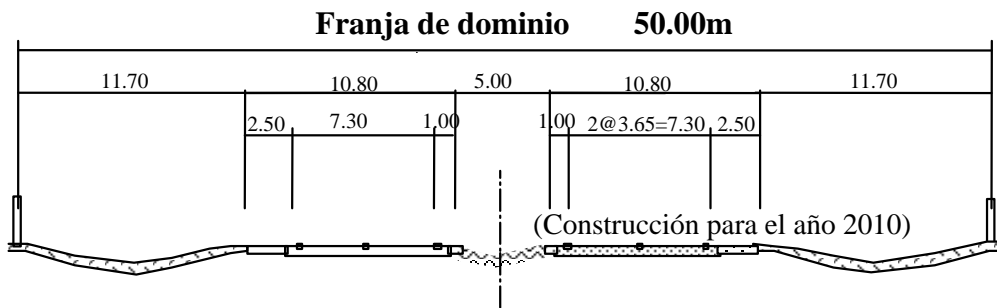
**Cuadro 10.1 Normas de Diseño de Mejoras de las Rutas Nacionales 2 y 7**

Trabajo	Este Estudio		
	Plano	Ondulado	Montañoso
Terreno	Plano	Ondulado	Montañoso
Velocidad de diseño (km/h)	60-80	60-80	50-60
Ancho de calzada (carril/m)	3.65	3.65	3.65
Ancho de banquina (m)	2.5	2.5	2.5
Franja de dominio (m)	50.0	50.0	50.0
Radio (m)	200-400	200-400	150-200
Grado (%)	3-4	3-4	4-6
Distancia de visión para adelantamiento (m)	350-550	350-550	250-550

**(2) Transversal Típica**

La sección transversal de una ruta en este Estudio deberá estar de acuerdo con las siguientes reglas:

- La transversal debe ser suficiente para la velocidad de diseño alta y para los vehículos pesados.
- La transversal debe ser suficiente para el pronóstico de tráfico del año objetivo.
- La transversal y la alineación deben ayudar a la preservación de un buen medio ambiente de vida de acuerdo con la ubicación de las residencias y con el plan de uso de suelo.
- Para un fácil mantenimiento y administración vial, la transversal debe seguir hasta donde sea posible un tipo standard.



**Figura 10.1 Transversal Típica**

## 11. PLAN DE MEJORAMIENTO PROPUESTO

### (1) Mini Carreteras de Circunvalación

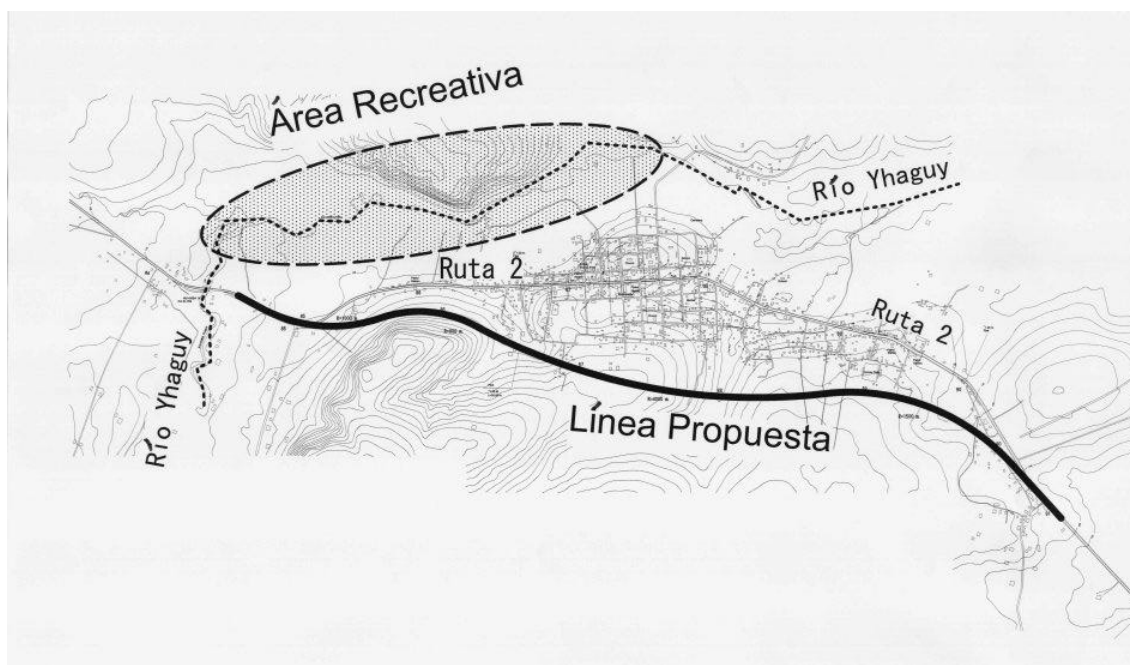
La ruta actual atraviesa las áreas edificadas de Ypacaraí, Caacupé, Itacurubí, y San José, donde a menudo vehículos pesados pasan frente a las casas. El ancho de la ruta en estas ciudades es más angosto que en los tramos entre ciudades y a menudo causa accidentes como resultado de la mezcla de tráfico de paso a alta velocidad y tráfico local. Como es necesario separarlos para promover la seguridad, se propone la construcción de carreteras de circunvalación para rodear las áreas edificadas.

**Cuadro 11.1 Proyectos de Mini Carreteras de Circunvalación**

Ubicación	Mejoras	Largo (m)
Ypacaraí	Cuatro carriles	5,175
Caacupé	Cuatro carriles	7,000
Itacurubí	Dos carriles (a ser ensanchados a 4 en el futuro)	6,120
San José	Dos carriles (a ser ensanchados a 4 en el futuro)	5,420

#### a. Ypacaraí

Se ha diseñado una nueva carretera de circunvalación como ruta de cuatro carriles cruzando la parte norte de la ciudad, donde ha habido poco desarrollo hasta la fecha. El diseño también intenta limitar el impacto ambiental sobre el Lago Ypacaraí al mínimo posible.



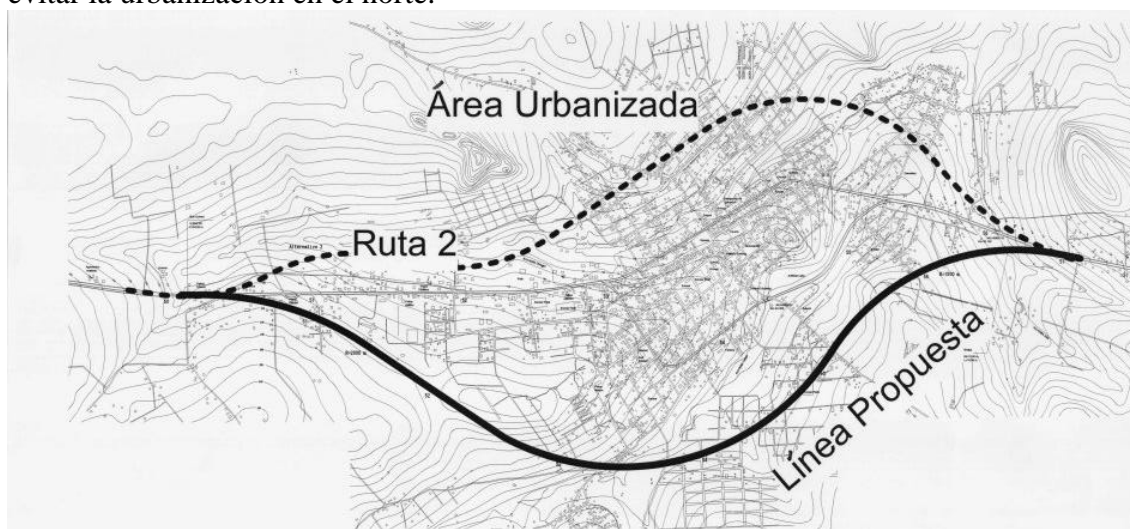
**Figura 11.1 Mini Carretera de Circunvalación de Ypacaraí**

**Cuadro 11.2 Alternativas de Ypacaraí**

Factores	Alternativas		
	Ruta 1	Ruta 2	Ruta existente
Longitud de las Rutas	3.5km	4.6km	—
1. Evaluación Técnica			
Geometría	buena	buena	Mala
Accesibilidad a la ruta existente	regular	regular	Mala
Dificultad de construcción	regular	regular	Regular
Costo de construcción	regular	regular	Alto
2. Evaluación del Desarrollo			
Compatibilidad con el Plan de Desarrollo de la Ciudad	regular	buena	Mala
3. Evaluación Ambiental			
Medio ambiente natural existente	regular	regular	Regular
Medio Ambiente Socio-Económico	bueno	bueno	Malo
Nº de casas	45	33	—
Adquisición de tierra	15ha	17ha	—
<b>Evaluación Total</b>			

**b. Caacupé**

Se proveerá una carretera de circunvalación de cuatro carriles en el área sur a fin de evitar la urbanización en el norte.



**Figura 11.2 Mini Carretera de Circunvalación de Caacupé**

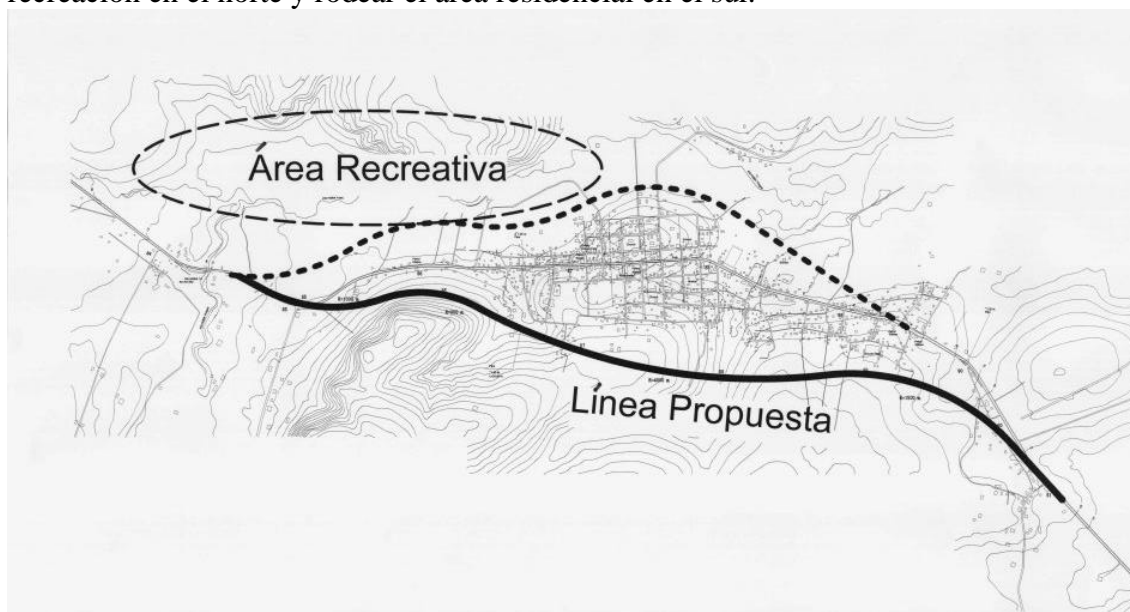
**Cuadro 11.3 Alternativas de Caacupé**

Factores	Alternativas		
	Ruta 1	Ruta 2	Ruta existente
Longitud de las Rutas	7.2km	7.0km	—
1. Evaluación Técnica			
Geometría	Regular	Buena	Mala
Accesibilidad a la ruta existente	Regular	Regular	Mala
Dificultad de construcción	Regular	Regular	Regular
Costo de construcción	Regular	Regular	Alto
2. Evaluación del Desarrollo	Regular		
Compatibilidad con el Plan de Desarrollo de la Ciudad	Buena	Regular	Mala
3. Evaluación Ambiental			
Medio ambiente natural existente	Regular	Regular	Regular
Medio Ambiente Socio-Económico	Bueno	Regular	Malo
Nº de casas	66	80	—
Adquisición de tierra	Regular	Diffcil	—
<b>Evaluación Total</b>			



**c. Itacurubí**

Se ha diseñado una mini carretera de circunvalación para evitar pasar cerca del área de recreación en el norte y rodear el área residencial en el sur.



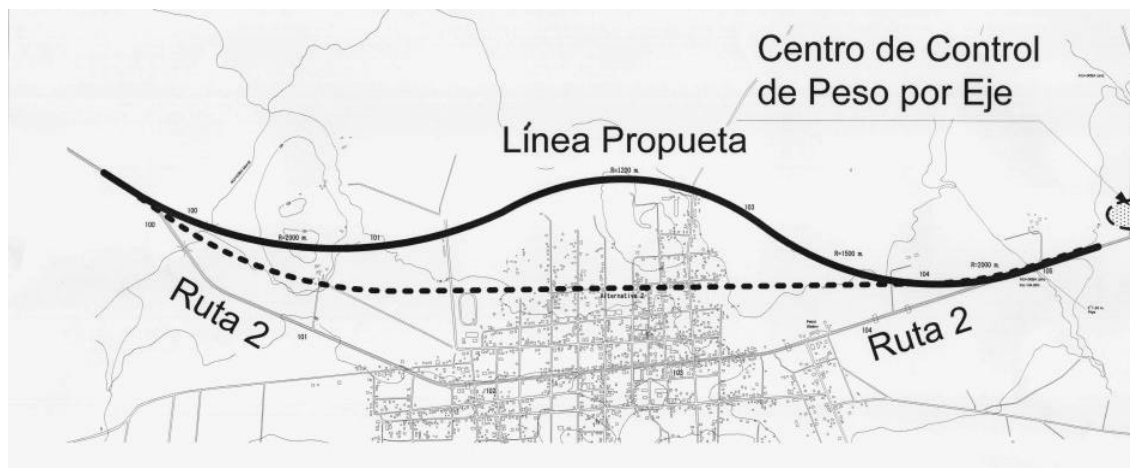
**Figura 11.3 Mini Carretera de Circunvalación de Itacurubí**

**Cuadro 11.4 Alternativas de Itacurubí**

Factores	Alternativas		
	Ruta 1	Ruta 2	Ruta existente
Longitud de las Rutas	5.5km	6.0km	—
<b>1. Evaluación Técnica</b>			
Geometría	Buena	Buena	Mala
Accesibilidad a la ruta existente	Regular	Regular	Mala
Dificultad de construcción	Regular	Regular	Regular
Costo de construcción	Regular	Regular	Alto
<b>2. Evaluación del Desarrollo</b>			
Compatibilidad con el Plan de Desarrollo de la Ciudad	Mala	Buena	Mala
<b>3. Evaluación Ambiental</b>			
Medio ambiente natural existente	Malo	Regular	Regular
Medio Ambiente Socio-Económico	Regular	Regular	Malo
Nº de casas	15	20	—
Adquisición de tierra	Difícil	Regular	—
<b>Evaluación Total</b>			

**d. San José**

Entre las dos rutas alternativas tomadas en consideración, se ha seleccionado una ruta al norte ya que entonces el proyecto afectará a una cantidad menor de casas, y ya que la ruta permitirá usar la instalación de control de peso existente.



**Figura 11.4 Mini Carretera de Circunvalación de San José**  
**Cuadro 11.5 Alternativas de San José**

Factores	Alternativas		
	Ruta 1	Ruta 2	Ruta existente
Longitud de las Rutas	4.1km	5.2km	—
1. Evaluación Técnica			
Geometría	Buena	Buena	Mala
Accesibilidad a la ruta existente	Regular	Regular	Mala
Dificultad de construcción	Regular	Regular	Regular
Costo de construcción	Regular	Regular	Malo
2. Evaluación del Desarrollo			
Compatibilidad con el Plan de Desarrollo de la Ciudad	Regular	Buena	Mala
3. Evaluación Ambiental			
Medio ambiente natural existente	Regular	Regular	Regular
Medio Ambiente Socio-Económico	Regular	Regular	Malo
Nº de casas	15	2	—
Adquisición de tierra	Regular	Regular	—
<b>Evaluación Total</b>			

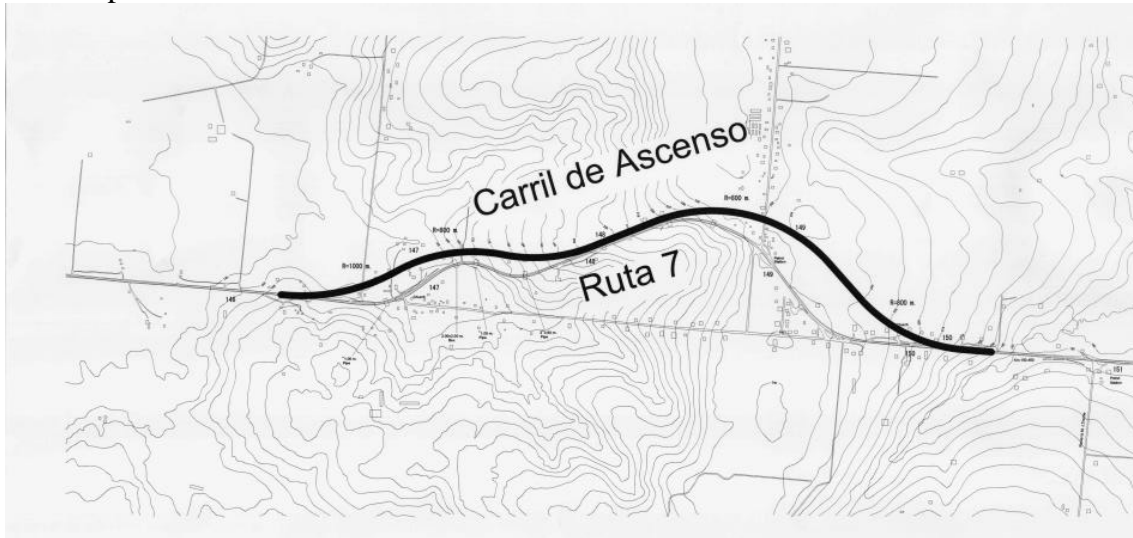
**(2) Provisión de Carriles de Ascenso**

Los tramos ascendentes con un gradiente largo y pronunciado disminuyen la velocidad de viaje de los vehículos pesados y como resultado reducen la capacidad de la ruta. En tales tramos ocurren muchos accidentes de tráfico involucrando a aquellos que tratan de adelantar vehículos pesados. Basándose en las normas de diseño de la AASHTO, se proveerá otro carril para que los vehículos pesados viajen en tramos con un gradiente de más del 3% continuando por más de 500 metros.

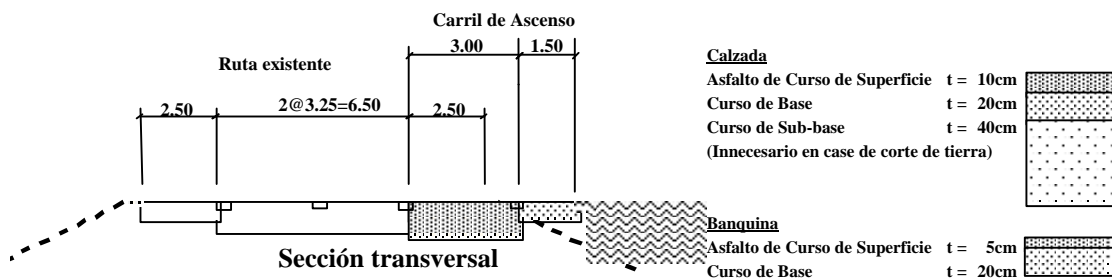
**Cuadro 11.6 Proyectos de Carriles de Ascenso**

Ubicación	Mejoras a ser hechas	Largo (m)
Cerca de EST 68	Extender el carril de ascenso existente	450
Cerca de EST 79	Carril de ascenso hacia Asunción	1,000
EST 91-93	Carriles de ascenso en ambos sentidos	1,400
EST 119-123	Carriles de ascenso en ambos sentidos	1,900
EST 146-150	Mantener la ruta existente para Asunción y construir una nueva ruta para Caaguazú	3,985
EST 154	Carril de ascenso hacia Asunción	1,000
EST 162	Carril de ascenso hacia Caaguazú	1,600
EST 166	Carril de ascenso hacia Caaguazú	2,000

En un tramo cerca de Coronel Oviedo (EST 147 – 150) se propone una ruta de dos carriles para el sentido descendente, mientras que se usará la ruta existente de dos carriles para el sentido ascendente.



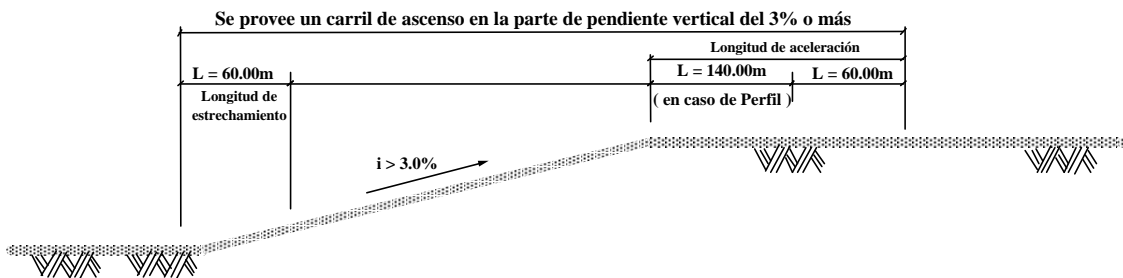
**Figura 11.5 Carril de Ascenso de Coronel Oviedo**

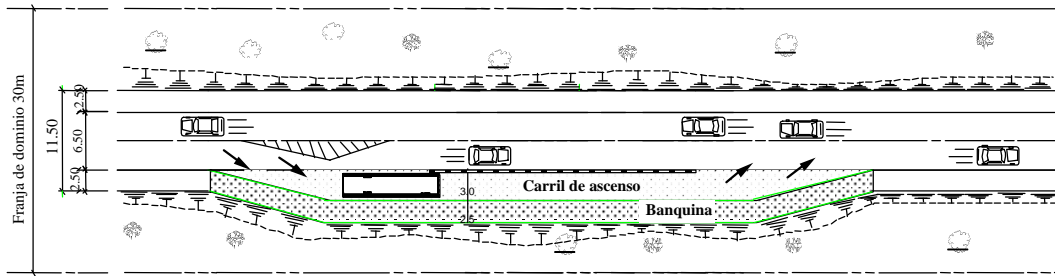


**Figura 11.6 Sección Transversal Standard de un Carril de Ascenso**

**Cuadro 11.7 Longitud de Aceleración**

Perfil (%)	-0.5	0	0.5	1.0	1.5	2.0
Longitud de aceleración (m)	150	200	250	300	350	400

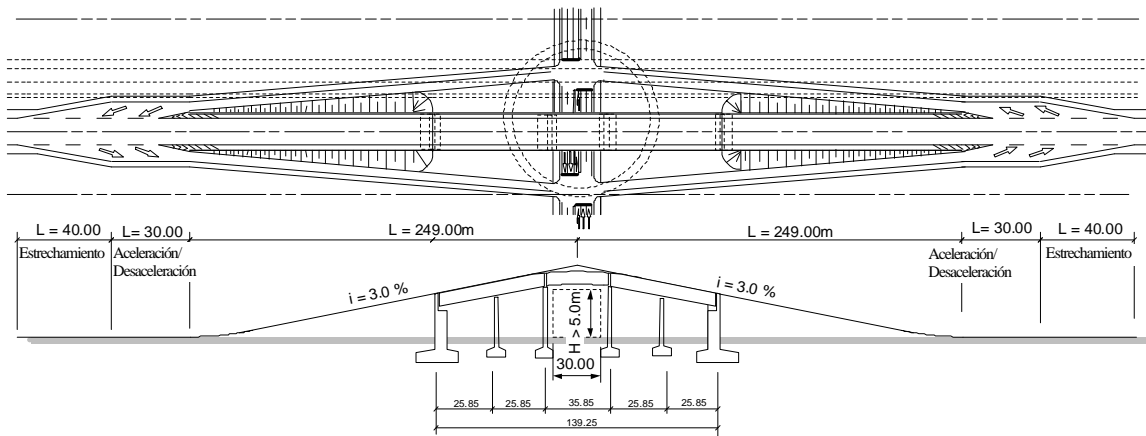




**Figura 11.7 Carril de Ascenso**

**(3) Intersección a Desnivel en Coronel Oviedo**

Ocurren muchos accidentes de tráfico en la intersección existente cerca del pueblo de Coronel Oviedo. A fin de lograr que el tráfico fluya sin obstáculos desde Coronel Oviedo - donde la urbanización se está llevando a cabo - y las Rutas 2 y 7, la intersección en rotonda será separada de nivel y se construirá un paso a desnivel.



**Figura 11.8 Plan para Separación de Nivel de la Intersección en Coronel Oviedo**

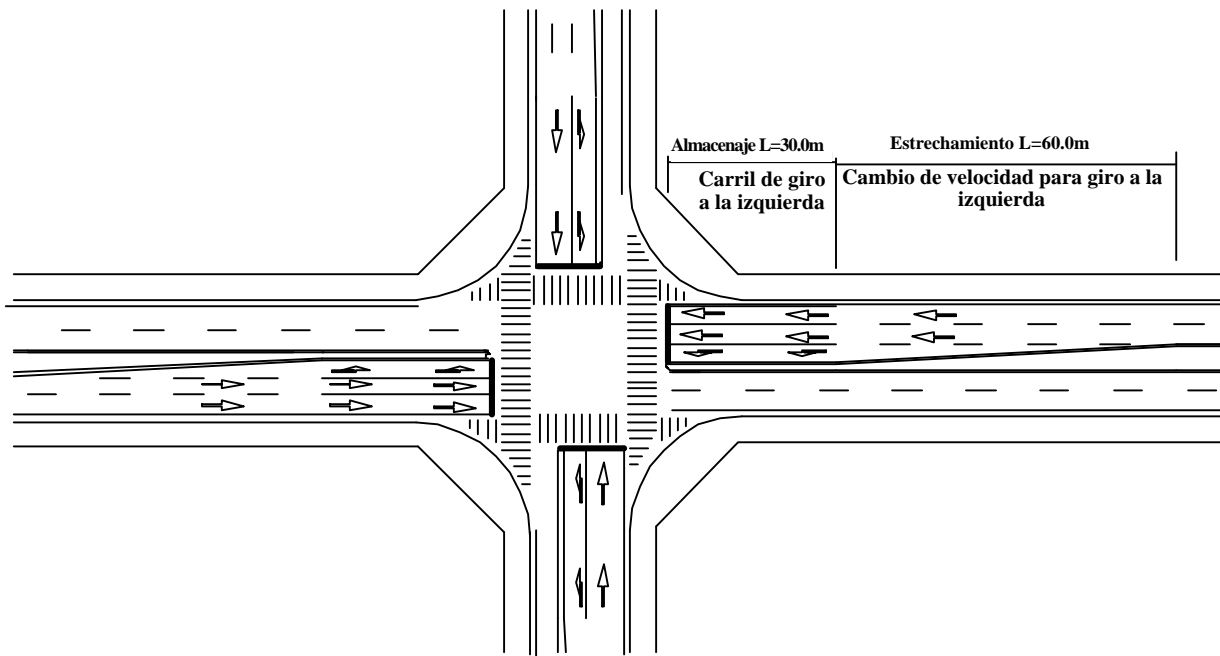
**(4) Mantenimiento Urgente**

El estudio de inventario de rutas identifica los puntos con una ocurrencia frecuente de accidentes de tráfico, instalaciones de tráfico inadecuadas, y una capacidad de tráfico en disminución. Basándose en estos descubrimientos, se han propuesto programas de mejoramiento para aumentar la capacidad vial.

**a. Mejoramiento de las Intersecciones a Nivel**

Muchas de las intersecciones a nivel del tramo de estudio no tienen carriles para giro a la izquierda y necesitan algunas mejoras. Se instalarán carriles para giro a la izquierda en las siguientes intersecciones, dentro de sus franjas de dominio, a fin de aumentar la capacidad de la ruta y reducir el riesgo potencial de accidentes de tráfico.

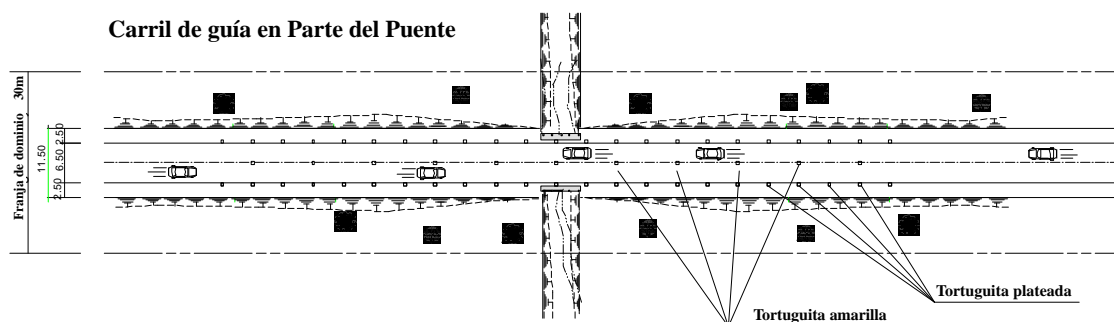
- Área edificada entre San Lorenzo-Ypacaraí : 5 ubicaciones
- Caaguazú : 1 ubicación



**Figura 11.9** Mejoramiento de Intersecciones a Nivel en San Lorenzo, Capiatá, e Itauguá







**Figura 11.12** Artefactos para Guiar a los Vehículos que se acerquen a un Puente

## (6) Mantenimiento y Reparación

El estudio del inventario de rutas y puentes muestra los puentes que requieren una renovación urgente. En particular, algunos puentes requieren un tratamiento urgente debido a su antigüedad y al alto peso que soportan repetidamente por el tráfico. El plan de mejoramiento identifica estos puntos y los programas de renovación. Se han propuesto los siguientes proyectos:

- Reparación de puentes
- Recapado

## (7) Diseño Preliminar de Puentes

### a. Códigos y Normas de Diseño

Las normas de diseño aplicadas para las estructuras de puentes en este Estudio son principalmente las del Brasil, y se han aplicado en forma complementaria las de los Estados Unidos y el Japón. En el Paraguay no es necesario tomar en cuenta un coeficiente sísmico para el diseño de puentes.

### b. Plan para Nuevos Puentes

Hay cinco nuevos puentes para las nuevas carreteras de circunvalación y dos puentes de la ruta existente para reconstrucción. La longitud de tramo y el tipo de puente se han determinado basándose en las condiciones de la planificación de la ruta, el cruce de ríos, los requisitos ambientales, y los costos. También se ha tomado en cuenta las experiencias en construcción y las técnicas disponibles en el Paraguay. El tipo standard se muestra en la Figura 11.4.

**Cuadro 11.8** Tipo de Puentes Propuestos

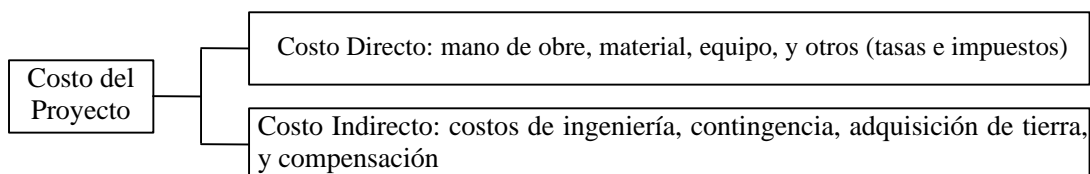
Puente N	Estación	Ancho de puente (m)	Tipo de Superestructura	Largo de Puente (m)	Tipo de Empalme	Tipo de Cimiento	Nombre de Variante	Comentarios
NB-1	38+600	11.80	Viga T - HP	25.80	Cantilever	Extenso	Ypacaraí	
NB-2	38+600	11.80	Viga T - HP	25.80	Cantilever	Extenso	Ypacaraí	
NB-3	53+400	11.80	Viga T - HP	30.80	Cantilever	Extenso	Caacupé	
NB-4	53+400	11.80	Viga T - HP	30.80	Cantilever	Extenso	Caacupé	
NB-5	100+200	11.30	Viga T - HP	30.80	Cantilever	Pilar	San José	
NB-6	154+400	11.30	Viga T - HA	10.80	Cantilever	Extenso	-	Reconstrucción
NB-7	154+700	11.30	Viga T - HA	10.80	Cantilever	Extenso	-	Reconstrucción

Nota: Viga T HP (Viga T de Hormigón Pretensado)  
 Viga T HA (Viga T de Hormigón Armado)

## 12. ESTIMACIÓN DE COSTO Y PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

### (1) Componentes de Costo

El costo del proyecto total consiste en los costos de construcción directos e indirectos, y cada componente de costo ha sido estimado para los precios financieros y económicos. Los precios económicos no incluyen impuestos aduaneros o impuestos de consumo.



Costo Indirecto : Diseño detallado, supervisión (costo de ingeniería, 7% del costo directo)  
 Contingencia : (10% del costo directo y del diseño detallado y de la supervisión)  
 Adquisición de tierra : Gs. 25.000 por m<sup>2</sup>  
 Compensación : Gs. 20 millones por unidad habitacional

**Cuadro 12.1 Costo del Proyecto**

Item	Largo (km)	Extranjero (US\$ x 1000)	Local		Total		Notas
			Financiero	Económico	Financiero	Económico	
			(Gs. millón)	(Gs. millón)	(Gs. millón)	(Gs. millón)	
<b>A. Costos de Construcción</b>							
(1) Mejoramiento Vial							
1.1 Carril de ascenso de Coronel Oviedo	4.00	2,807	7,833	6,105	17,096	15,368	Ancho: 5.15m
1.2 Otros carriles de ascenso y mantenimiento urgente	10	11,111	24,208	16,685	60,874	52,783	Ancho: 5.15m
1.3 Paso a desnivel de Coronel Oviedo	0.57	1,198	3,104	2,250	7,057	6,203	A: 12.3m terr A: 10.4m paso
Sub-total (1)		15,116	35,145	25,040	85,027	74,355	A: 5.15m
(2) Carreteras de Circunvalación (variantes)							
2.1 Variante de Ypacaraí	4.60	4,395	8,865	8,239	25,681	22,742	A: 2 x 10.8m
2.2 Variante de Caacupé	7.20	9,761	26,121	19,935	58,330	52,144	A: 2 x 10.8m
2.3 Variante de Itacurubí	6.02	3,378	9,069	6,950	20,217	18,098	A: 12.3m
2.4 Variante de San José	5.15	2,898	7,490	5,596	17,052	15,158	A: 12.3m
Sub-total (2)		20,432	51,545	40,720	121,280	108,143	
Total de A = (1) + (2)		35,548	86,690	65,760	206,307	182,498	
<b>B. Costo de Ingeniería 7% del total de A.</b>	<b>total</b>	<b>2,488</b>	<b>6,068</b>	<b>4,603</b>	<b>14,442</b>	<b>12,775</b>	
<b>C. Costo de Construcción Total (A) + (B)</b>		<b>38,036</b>	<b>92,758</b>	<b>70,363</b>	<b>220,749</b>	<b>195,272</b>	
<b>D. Contingencia 10% de C</b>		<b>3,804</b>	<b>9,276</b>	<b>7,036</b>	<b>22,075</b>	<b>19,527</b>	
<b>E. Costo Total de Construcción</b>		<b>41,840</b>	<b>102,034</b>	<b>77,400</b>	<b>242,824</b>	<b>214,800</b>	
<b>F. Costo de Adquisición de Tierra</b>	<b>total</b>				<b>24,570</b>	<b>11,940</b>	
<b>G. Costo de Compensación</b>	<b>total</b>				<b>3,080</b>	<b>3,080</b>	
<b>H. Costo del Proyecto</b>	<b>total</b>	<b>38,035</b>			<b>270,474</b>	<b>229,820</b>	
Equivalente en US\$ millones					82.0		1US\$: Gs. 3300

**(2) Implementación del Proyecto**

El proyecto se divide en proyecto de mejoramiento vial (Paquete 1) y proyecto de carretera de circunvalación (Paquete 2). El paquete 1 comprende el carril de ascenso de Coronel Oviedo, otros carriles de ascenso y mantenimiento urgente, y el paso a desnivel de Coronel Oviedo. El paquete 2 comprende la construcción de cuatro (4) carreteras de circunvalación: la variante de Ypacaraí, la variante de Caacupé, variante de Itacurubí, y variante de San José. Se ha programado que los paquetes 1 y 2 estén implementados para los años 2005 y 2010 respectivamente. El desembolso anual se muestra en el Cuadro 18.5.1 de acuerdo con el programa de construcción.

**Cuadro 12.2 Programa de Implementación del Proyecto**

Item	Unidad	Cant	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Costo de Const.		
												Financ.	Económ	
													(millones de Gs.)	
<b>1 Preparación del Proyecto</b>		total												
<b>2 Estudio y Diseño</b>		total											15,886	14,052
<b>3 Construcción</b>														
<b>A Paquete 1</b>														
<b>Mejoramiento Vial. Mantenimiento Urgente</b>														
1. Carril de Ascenso de Coronel Oviedo	km	3.87											18,805	16,905
2 Otros carriles de ascenso y mantenim. urgente	km	10.0											66,961	58,062
3 Paso a desnivel de Coronel Oviedo	km	0.57											7,763	6,824
<b>B Paquete 2</b>														
<b>Construcción de Carreteras de Circunvalación</b>														
1 Ypacaraí	km	4.60											28,249	25,016
2 Caacupé	km	7.20											64,163	57,359
3 Itacurubí	km	6.07											22,239	19,908
4 San José	km	5.15											18,758	16,674
<b>C Costo Financiero</b>			0	7,943	50,826	64,771	46,206		43,201	20,498	9,379		242,824	
<b>D Costo Económico</b>			0	7,026	44,510	56,815	41,187		38,633	18,291	8,337			214,800

### 13. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA)

De acuerdo con los rubros ambientales que fueron resumidos en el Examen Ambiental Inicial (EAI), se llevaron a cabo estudios relacionados y evaluaciones de impacto ambiental para los proyectos de mejoramiento tal como se explica a continuación.

**Cuadro 13.1 Evaluación de Impacto Ambiental**

Estudio	Rubros ambientales que requieren un EIA	Otros rubros ambientales que requieren más estudios
Estudio de Ambiente Social	- reubicación	- actividades económicas - tráfico e instalaciones públicas - separación de comunidades - propiedad cultural - derecho al agua y derechos comunes - peligros (riesgos)
Estudio de Ambiente Natural	—	- erosión del suelo - fauna y flora
Contaminación del Aire y Ruido	- contaminación del Aire (pronóstico de NOx y CO2) - pronóstico de nivel de ruido	—
Encuesta de Opinión de Vivienda	Como seguimiento del estudio de ambiente social, se llevó a cabo una encuesta de opinión de vivienda en cada área de proyecto de carretera de circunvalación.	

#### (1) Ambiente Social

##### a. Reubicación

Será necesario efectuar reubicaciones para la construcción de los proyectos de mini-carreteras de circunvalación en Ypacarái, Caacupé, Itacurubí, y San José. Sin embargo, cada alineación fue diseñada para mitigar los impactos ambientales. Se deberían seguir teniendo consideraciones especiales durante las etapas posteriores a fin de minimizar el número de reubicaciones en cada área de mini-carretera de circunvalación. Como resultado de la encuesta de opinión de vivienda con una muestra total de 266 casas entre siete ciudades a lo largo de las rutas 2 y 7 en el área de estudio, indica que hay objeciones a la implementación del proyecto en solamente una vivienda de todas las viviendas entrevistadas en las áreas de proyecto de instalación de mini-carreteras de circunvalación. Las otras viviendas entrevistadas lo aprobaron. En cuanto a la compensación por reubicación, hay muchas opiniones sobre el dinero de indemnización que equivaldrá al precio real de cada bien inmueble. Todos los carriles de ascenso del proyecto serán ejecutados con las franjas de dominio (FD) actuales. Por lo tanto, no se espera que sea necesario efectuar reubicaciones por la ejecución de los proyectos de carriles de ascenso.

##### b. Tráfico e Instalaciones Públicas

Se considera que no habrá impactos negativos sobre el tráfico existente y las instalaciones públicas por la instalación de los proyectos. Sin embargo, existen muchos monumentos llamados “Nichos”, construidos por los familiares de víctimas de accidentes de tráfico para enduchar su muerte. La mayoría de los nichos fueron construidos en el borde de la FD, por lo tanto no se esperan impactos por los proyectos. Sin embargo, se prestará una atención especial a estos monumentos durante la construcción de las carreteras de circunvalación y el ensanchamiento de la ruta existente. En caso de ser necesario, estos



monumentos serán cambiados a lugares apropiados de acuerdo con las prácticas religiosas locales durante el periodo de preparación y construcción.

**c. Peligros (Riesgos)**

Aparentemente, no habrá impactos negativos de accidentes de tráfico causados por la construcción de las carreteras de circunvalación ya que cada una de ellas ha sido diseñada para rodear el área urbana existente. Sin embargo, en consideración a la futura expansión de cada área urbana, es recomendable construir instalaciones de tráfico para reducir los accidentes de tránsito, tales como cruces para peatones, cercas de seguridad, y señales de tráfico. Hay registros de inundaciones en el pasado en las áreas de construcción de la carretera de circunvalación alrededor del Lago Ypacaraí y de San José. Por lo tanto, es necesario tomar contramedidas adecuadas tales como estructuras de terraplén y construcción de alcantarillas a fin de mitigar las inundaciones.

**(2) Medio Ambiente Natural**

**a. Fauna y Flora**

No se ha identificado ninguna especie rara o en peligro de extinción en el área del proyecto. Sin embargo, se estableció la Administración de Recursos de la Reserva de Ypacaraí alrededor del Lago Ypacaraí. Especialmente, es necesario prestar atención al área pantanosa entre el sur del Lago Ypacaraí y la ruta 2. Como la carretera de circunvalación fue diseñada para atravesar parte de esta área pantanosa, es importante proporcionar un diseño que pueda minimizar el impacto y también tomar las medidas necesarias para tener un mejor drenaje, tal como un alcantarillado. Además, estas áreas están protegidas por una ONG (organización no gubernamental) local. Por ello, se requerirá llevar a cabo negociaciones y comunicaciones para formar una buena relación con la ONG al principio de la etapa de implementación del proyecto.

**(3) Contaminación del Aire y Ruidos**

**a. Contaminación del Aire**

Con la implementación de los proyectos de mejoramiento (“con proyecto”), la velocidad de viaje promedio aumentará en los tramos de los proyectos de mini-carretera de circunvalación y de carril de ascenso en el año objetivo 2010, en comparación con el caso “sin proyecto”. Por ello, se espera que la emisión de NO<sub>x</sub> y CO<sub>2</sub> de los vehículos disminuya de acuerdo con un aumento de la velocidad de viaje por la implementación de los proyectos, y los beneficios para el medio ambiente también aumentarán.

**b. Ruido**

Se espera un aumento en el nivel de ruido proveniente de los vehículos de acuerdo con el aumento de velocidad de viaje promedio causado por la implementación de los proyectos. Sin embargo, cada carretera de circunvalación ha sido diseñada para rodear el área urbana existente. Por lo tanto, se considera que habrá un impacto directo menor en cuanto al aumento del nivel de ruido en el área urbana. Sin embargo, en consideración a la futura expansión de cada área urbana, se espera construir instalaciones para mitigar el problema de nivel de ruido en el futuro, tales como área plantada, cinturón verde, etc., en el lado urbano de cada carretera de circunvalación.

## 14. EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA

### (1) Evaluación Económica

#### a. Metodología

La evaluación económica toma en cuenta solamente los mejoramientos propuestos y el mantenimiento de estos trabajos. El mejoramiento de las rutas nacionales 2 y 7 generará varios tipos de beneficios. Entre ellos, los siguientes beneficios directos han sido tomados en cuenta en este análisis.

- Ahorro en el Costo de Operación de Vehículo (COV)
- Ahorro en el Costo de Tiempo de Viaje (CTV)

Además de los beneficios tomados en cuenta convencionalmente, el siguiente análisis también se incluye:

- Reducción en el Costo por Accidente de Tráfico
- Mejoramiento Ambiental

En el Paraguay, la Oficina de Planificación Integral del Transporte (OPIT) en el MOPC ha estado actualizando periódicamente los datos de COV y CTV a fin de usarlos como información para el Modelo HDM. La estimación del COV y del CTV unitarios se llevó a cabo con los datos proporcionados por la OPIT. Sin embargo, se ha tomado en cuenta el factor velocidad en la estimación del COV en referencia a un informe del IBRD.

#### b. Resultados de la Evaluación

Los indicadores económicos tales como la TIR, B/C, y VPN de los proyectos propuestos se muestran en el Cuadro 17.1. Aunque hay algunos tramos con una TIR baja, el proyecto completo es bastante factible en términos económicos.

**Cuadro 14.1 Resultados de la Evaluación Económica**

	TIRE	VPN (Gs. millones)	B/C
Proyecto completo	25%	87,069	2.3
Carretera de circunvalación	28%	73,585	2.5
Carril de ascenso (C. Oviedo)	20% (8%)	14,137 (- 2,835)	1.8 (0.7)
Paso a desnivel	9%	- 652	0.8

Se ha hecho un análisis económico tomando en cuenta la reducción de costos por accidentes para el carril de ascenso de Coronel Oviedo y para el paso a desnivel de Coronel Oviedo. Los resultados del análisis pueden apreciarse en el Cuadro a continuación. El tomar en cuenta los beneficios del mejoramiento del medio ambiente tiene poca influencia en los indicadores económicos

**Cuadro 14.2 Resultados del Análisis Económico con Costos por Accidentes**

	TIRE	VPN	B/C
Carril de Ascenso de Coronel Oviedo	9.1%	-2,294	0.76
Paso a desnivel	11.7%	-70	0.98

Se hicieron tests de sensibilidad en casos con un 10% de disminución del nivel de tráfico y un 10% de aumento de los costos. Los indicadores económicos en caso de la

disminución del 10% del nivel de tráfico se calcularon como se muestra en el siguiente cuadro. El proyecto total todavía es económicamente factible. La carretera de circunvalación de Caacupé está cerca del límite de factibilidad económica.

**Cuadro 14.3 Indicadores Económicos en caso de Disminución del 10% del Volumen de Tráfico**

	TIRE	VPN (Gs. millones)	B/C
Proyecto completo	18%	39,202	1.5
Carretera de circunvalación	22%	42,496	1.7
Carril de ascenso	10%	-2,132	0.9
Paso a desnivel	6%	-1,162	0.7

El aumento de costos en un 10%, incluyendo los costos de construcción, operación, y mantenimiento, resultarán en una disminución de la TIRE en alrededor del 10%. La sensibilidad a los costos es relativamente baja en comparación con la de volumen de tráfico.

## (2) Análisis Financiero

Se llevó a cabo un análisis financiero para examinar la viabilidad financiera del mejoramiento y mantenimiento del área de estudio (rutas nacionales 2 y 7), incluyendo los proyectos de mantenimiento urgente y el recapado y mantenimiento de todo el tramo, por medio del cobro de peaje.

En la estimación de los ingresos por peaje, se estudiaron dos casos con tasas de peaje diferentes, como lo muestra el Cuadro 14.4. Otras presunciones para el análisis financiero también se describen a continuación.

**Cuadro 14.4 Tasas de Peaje Aplicadas para el Análisis Financiero**

	Auto de pasajeros	Autobús	Camión
Caso 1	5,000	10,000	15,000
Caso 2	6,000	12,000	18,000

- Los peajes se cobran en dos puestos, cerca de las plazas de peaje actuales.
- En cada puesto, el peaje se cobra solamente en un sentido.
- Se presume que el cobro de peaje para mejoramiento y mantenimiento comience en el 2006.
- Se asume que el volumen de tráfico anual en el puesto de peaje es de 300 veces el volumen de tráfico diario estimado para el tramo cerca del puesto.

La TIRF es del 15% (caso 1) y del 20% (caso 2), respectivamente. En caso de una disminución del 10% del volumen de tráfico en ambas plazas, un 10% menos de ingresos por peaje reducirá la TIRF en un 3% en ambos casos 1 y 2. Los resultados muestran que es posible lograr una recuperación total de los costos, incluyendo los costos de inversión y de financiación, mediante el cobro de peaje.

En el mercado financiero actual del Paraguay, las tasas de interés de la moneda nacional, el Guaraní, de bancos comerciales a una buena compañía privada son del 22% al 24%. Asumiendo un 5% de inflación anual, la tasa de interés comercial en términos reales sería del 17% al 19%, y por ello la TIRF del Caso 1 no sería tan atractiva para el sector privado.

## **15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

1. Un rápido aumento de la demanda de tráfico en la Ruta Nacional 2 y 7 y su creciente importancia en el MERCOSUR requerirán la provisión de cuatro carriles para todo el tramo antes del año 2020. Para el año meta, 2010, se han propuesto varias mejoras viales en este Estudio basándose en lo antes expuesto con respecto a una ruta entera de cuatro carriles.
2. Se propone la construcción de mini carreteras de circunvalación para el segundo periodo del proyecto. Las mismas son de importancia crítica para aumentar la capacidad del tráfico y para la seguridad del tráfico al mantener a los camiones pesados lejos de las áreas edificadas.
3. Se han propuesto proyectos urgentes para renovar las instalaciones caducas y proveer artefactos para la seguridad del tráfico, a ser implementados para el año 2005. Los riesgos asociados a instalaciones caducas son fatales. Dichos accidentes, tales como colapsos de puentes, producen tremendos daños tales como daños directos y costos económicos y sociales al bloquear el tráfico en esta importante carretera nacional.
4. También se recomienda firmemente establecer un sistema de operación y mantenimiento para preservar la funcionabilidad de la ruta y proveer un servicio vial confiable. Es imperativo estudiar las condiciones actuales de las instalaciones y estructuras de la ruta, usar esos datos, y construir un sistema de operación y mantenimiento eficiente. La importancia de la operación y mantenimiento es proporcionar un servicio confiable a los usuarios de la ruta y prevenir una negatividad económica como resultado de una disminución de la capacidad de transporte.

## **Miembros del Estudio**

### **(1) Miembros del Comité Directivo**

Ing. Ramón MALLEN OLMEDO	Vice Ministro Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones
Ing. Félix ZELAYA MENDEZ	Director de la Dirección de Vialidad Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones
Dr. Mario RUIZ DIAZ	Director de Cooperación Internacional Secretaría Técnica de Planificación
Ing. Celso AYALA MARTINEZ	Sector de Infraestructura Secretaría Técnica de Planificación
Ing. Tomoaki NAKAI	Secretario, Embajada del Japón
Ing. Kaoru YANAGIDA	Embajada del Japón
Ing. Satoshi MUROSAWA	Representante Residente Adjunto, Oficina Paraguaya de la JICA
Ing. Yoji OZAKI	Coordinador de Cooperación Técnica, Oficina Paraguaya de la JICA

### **(2) Contraparte del MOPC (Funcionarios Claves solamente)**

Ing. Reinaldo MACCHI	Jefe, Departamento de Planificación y Proyectos
Ing. José Ramón GOMEZ	Jefe, División Planes y Programas (DPP)
Lic. José Luis ARGAÑA	Director, Oficina de Plan. Integral del Transporte (OPIT)
Econ. Manuel AQUINO	Jefe, Dep. de Planeamiento y Programación (OPIT)
Ing. Genaro PAREDES	Jefe, Dep. de Ingeniería de Transporte (OPIT)
Ing. Federico GANDOLFO	Ingeniero, Estudio Hidrológico
Ing. Luis CABALLERO	Jefe, Unidad Ambiental (UA)
Ing. Juan Carlos BALBUENA	Jefe, División Estudios y Proyectos (DPP)
Ing. Yoshihiro WADA	Experto en JICA

### **(3) Grupo de Trabajo Técnico**

Sr. Fermín LUJAN	Secretario General, Ypacaraí
Sr. Renán YEGROS	Intendente, San José
Dr. Guillermo AMARILLA	Intendente, Caaguazú
Ing. Celso AYALA	Secretario de Infraestructura, STP



**(4) Comité de Asesoría de la JICA**

Ing. Hiromi SAITO	Presidente Dirección de Construcción Regional de Tohoku Ministerio de Construcción
Ing. Yoshiaki YATSUHASHI	Comité Dirección de Construcción Regional de Hokuriku Ministerio de Construcción
Ing. Susumu YUZURIO	División Primera del Estudio de Desarrollo, Departamento del Estudio de Desarrollo Social

**(5) Equipo de Estudio de la JICA**

Ing. Toshihiro HOTTA	Líder del Equipo / Planificación Vial
Ing. Mamoru SHIBATA	Planificación Regional y de Transporte
Ing. Tetsuo HORIE	Medición de Tráfico / Pronóstico de Demanda
Ing. Yoshiaki NISHIKATSU	Diseño Vial
Ing. Masashi BESSHO	Diseño Estructural
Ing. Yoshinori TANAKA	Plan de Implementación / Estimaciones de Costos
Ing. Sanggyoon LEE	Medición de Condiciones Naturales
Ing. Kenji IGARASHI	Asesoría de Impacto en el Medio Ambiente
Econ. Naoki HARA	Análisis Económico / Financiero
Ing. Hiroyuki AKASO	Coordinación del Proyecto / Estudio de Operación de Rutas con Peaje