

# CAPÍTULO 15

## EXAMEN AMBIENTAL INICIAL (EAI)

## 15 EXAMEN AMBIENTAL INICIAL (EAI)

En la etapa de planificación de un proyecto de desarrollo, se requiere la ejecución de un Examen Ambiental Inicial (EAI) a fin de evaluar los impactos causados en el medio ambiente por la implementación de un proyecto específico. El objetivo primordial del EAI es ver si es o no necesaria una Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) para el proyecto. El EAI, por ende, es llevado a cabo usando el siguiente procedimiento:

- 1) Determinar el alcance de la EIA si es que se considera que la misma es necesaria.
- 2) En el caso de que no se considere necesaria una EIA, examinar las contramedidas para mitigar los efectos del proyecto en cuanto al impacto sobre el medio ambiente.

### 15.1 Temas Ambientales

Los temas ambientales a ser examinados en un proyecto de desarrollo generalmente son muy amplios. Por lo tanto, los “temas ambientales” para el EAI deberán ser seleccionados a fin de analizar y resumir los aspectos y problemas ambientales de un proyecto específico.

Para este estudio y conforme a lo antes mencionado, los temas ambientales fueron seleccionados de acuerdo con el propósito del EAI, las características del área de estudio, la Ley N° 294 referente a la EIA del Paraguay, etc. La selección de los rubros se llevó a cabo en reuniones mantenidas con autoridades de la Dirección de Ordenamiento Ambiental (DOA) dependiente del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y la DMA o Dirección de Medio Ambiente (anteriormente denominada *Unidad Ambiental*) del MOPC como puede apreciarse en el Cuadro 15.1.1.

**Cuadro 15.1.1 Temas Ambientales**

<b>1. Ambiente Social</b>		
1.1 Reubicación	1.4 División de Comunidad	
1.2 Actividades Económicas	1.5 Patrimonio Cultural y Propiedades	1.7 Estado de Salud Pública
1.3 Tráfico y Facilidades Públicas	1.6 Acceso al Agua y Derechos Comunes	1.8 Desechos
		1.9 Peligros (Riesgos)
<b>2. Ambiente Natural</b>		
2.1 Topografía y geología	2.4 Situación Hidrológica	2.7 Meteorología
2.2 Erosión del Suelo	2.5 Litoral	2.8 Paisaje
2.3	2.6	
<b>3. Contaminación</b>		
3.1 Contaminación del Aire	3.3 Contaminación del Suelo	3.5 Hundimiento de Tierra
3.2 Contaminación del Agua	3.4 Ruido y Vibración	3.6 Olores Ofensivos

## 15.2 Examen de la Situación Ambiental

Tomando como base las características ambientales del área de estudio antes mencionadas y desde el punto de vista del EAI, la situación ambiental por tópicos se detalla a continuación.

### 15.2.1 Ambiente Social

#### (1) Reubicación

Se han identificado asentamientos a lo largo de las rutas 2 y 7. Especialmente en el área urbana sobre las rutas, tales como *San Lorenzo*, *Ypacaraí*, *Caacupé*, *Eusebio Ayala*, *San José*, *Cnel. Ovidio*, y *Caaguazú*, hay muchos asentamientos, comercios y restaurantes.

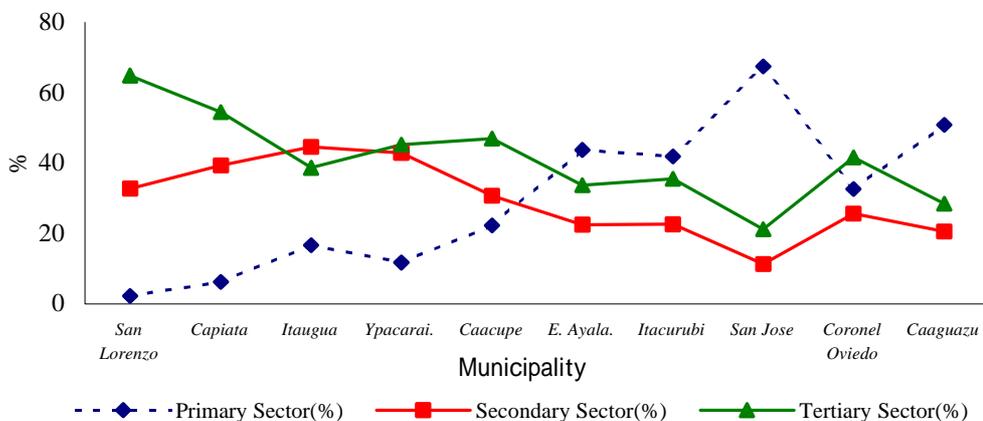
Por lo tanto se considera que existe la posibilidad de llevar a cabo trabajos de reubicación al ejecutar proyectos de construcción de carreteras de circunvalación y de ensanchamiento de las rutas durante las etapas tanto de preparación como de construcción. Por otro lado, no se han identificado asentamientos ilegales o comunidades indígenas a lo largo de las rutas dentro del área de estudio.

El número y tamaño de las casas a ser reubicadas al implementar los proyectos antes mencionados tienen que ser estudiados a fin de calcular los valores de compensación a ser otorgados para que un programa o procedimiento oficial de reubicación pueda ser efectuado, y también para buscar terrenos alternativos para la reubicación de ser necesario.

#### (2) Actividades Económicas

Habrán impactos tanto positivos como negativos en las actividades económicas durante las etapas tanto de construcción como de operación al implementarse los proyectos de mejoramiento.

Tomando como base el análisis de las actividades económicas dentro del área de estudio (punto (2) de la sección 9.2.2 y los datos del Cuadro 9.2.7), se pueden resumir las características de las actividades económicas tal como lo muestra la siguiente figura y su explicación correspondiente.



**Figura 15.2.1 Relación de Actividades Económicas por Sector dentro del Area del Estudio**

- De San Lorenzo a Caacupé, el sector secundario (industrias, construcción, etc.) y el sector terciario (servicios, etc.) son los más activos.
- De Eusebio Ayala a Caaguazú, el sector primario (agricultura, silvicultura, ganadería, etc.) prevalece.

Se supone que la construcción de carreteras de circunvalación en las áreas de los sectores secundario y terciario beneficiaría a las actividades comercial e industrial en estas zonas, y que el ensanchamiento de las rutas en las áreas del sector primario posibilitaría un aumento en el transporte de productos agrícolas y silvícolas de las zonas. Por lo tanto, se anticipa que los proyectos de construcción de carreteras de circunvalación y ensanchamiento de rutas causen varios impactos positivos en las actividades económicas.

No obstante, también se considerará la posibilidad de que al efectuar los trabajos de construcción de carreteras de circunvalación y ensanchamiento de tramos de la ruta, haya alteraciones en las estructuras económicas y en los valores de la tierra según su uso, incluyendo la producción agrícola, las actividades comerciales y las oportunidades de empleo, especialmente en las zonas del sector primario. Estas alteraciones podrían tener un impacto positivo o negativo dependiendo de las circunstancias y situaciones en las respectivas áreas. Por lo tanto, la planificación y el diseño de la construcción de las carreteras de circunvalación y del ensanchamiento de los tramos de la ruta deberán efectuarse de tal manera que se atenúen los posibles impactos negativos según los planes de uso de tierra y de desarrollo futuros.

### **(3) Tráfico e Instalaciones Públicas**

Las instalaciones públicas tales como terminales de ómnibus, cementerios, escuelas, hospitales y otras serán afectadas por la construcción de carreteras de circunvalación. Generalmente, en el Paraguay una ciudad o pueblo suele tener un núcleo conocido como el “centro”, donde hay por lo menos una iglesia cristiana.

Por ende, se prestará la necesaria atención a la ubicación de estas instalaciones antes de determinar la posición de una carretera de circunvalación en la etapa de planificación a fin de evitar impactos negativos en ellas.

A ambos lados de las rutas 2 y 7 se ven pequeños monumentos a víctimas de accidentes de tránsito. Estos monumentos, o “nichos” como se los denomina, fueron construidos por los familiares de las víctimas en memoria de los mismos y, en realidad, no son instalaciones públicas. Se opina, sin embargo, que por causas humanitarias, se debería dar especial consideración a estos monumentos durante la construcción de carreteras de circunvalación y el ensanchamiento de la ruta existente. De ser necesario, durante las etapas de preparación y construcción, estos monumentos se reubicarán en lugares adecuados conforme las tradiciones religiosas locales.

### **(4) División de Comunidades**

Dentro de los departamentos específicos del área de estudio se han identificado varias comunidades indígenas. Sin embargo, estas comunidades están ubicadas fuera de los tramos de las rutas 2 y 7 cubiertos por el estudio. Por lo tanto, no se anticipa que la construcción y operación afecte a estas comunidades. Según el registro, las

comunidades no fueron afectadas por el ensanchamiento de los tramos de la ruta existente.

De todos modos, se identificarán los límites administrativos y culturales en la etapa de planificación de la construcción de carreteras de circunvalación a fin de atenuar cualquier impacto negativo posible.

#### **(5) Patrimonio Cultural y Propiedades**

Como ya se mencionó en el punto (4) de la sección 9.2.2, todas las ciudades de San Lorenzo a Caaguazú fueron fundadas hace más de cien años, y existen muchas iglesias cristianas y construcciones antiguas, algunas de las cuales tienen valor histórico y cultural. Por ende se tomará en cuenta el posible impacto negativo sobre estas iglesias y edificios durante la etapa de construcción.

También a fin de evitar impactos negativos en estas iglesias y edificios durante las etapas de preparación y construcción, se diseñará cuidadosamente la ubicación para la construcción de las carreteras de circunvalación y para el ensanchamiento de los tramos en el área de estudio.

#### **(6) Derecho al Agua y Derechos Comunes**

Dentro del área del estudio, las rutas 2 y 7 cruzan varios ríos y arroyos. Por lo tanto, se identificarán datos específicos sobre los accesos al agua y derechos comunes en las zonas de construcción de variantes antes de ejecutar las obras.

#### **(7) Condiciones de Salud Pública**

Los desaguaderos por donde corren el agua pluvial y el agua servida serán mejorados y tapados a fin de proteger la salubridad ambiental y la higiene a los lados de la carretera.

#### **(8) Desechos**

Se anticipa la generación de un excedente de tierra, desechos de construcción y de demolición, escombros, troncos y otros durante la etapa de construcción del proyecto de mejoramiento. Por otro lado, también se anticipa un aumento en la cantidad de desechos sólidos en general en las rutas mejoradas aún después de la etapa de construcción, es decir, durante la etapa de operación, a causa del aumento en el volumen de tráfico y de población.

Por lo tanto, se requerirá un manejo adecuado de desechos sólidos durante las etapas de construcción de carreteras de circunvalación y de ensanchamiento de ruta, y durante la etapa de operación.

#### **(9) Desastres (Riesgos)**

##### 1) Inundaciones

En Ypacaráí, a 36 kilómetros de Asunción, se extiende un pantanal a ambos lados de la ruta 2. Durante épocas de alta precipitación, es común que el nivel del agua en este pantanal alcance el nivel de la ruta. Por lo tanto, se anticipan inundaciones en esta área durante épocas de lluvia o en días particularmente lluviosos.

##### 2) Desprendimientos de tierra

En el distrito de Caaguazú, entre 160 y 180 kilómetros de Asunción, existe la posibilidad de que haya desprendimientos de tierra debido a la ondulación del terreno y al uso del mismo por los pobladores de las zonas lindantes a la ruta 7, y también a la rotura del suelo para la construcción de la ruta sin que se haya instalado protección alguna.

### **15.2.2 Medio Ambiente Natural**

#### **(1) Topografía y Geología**

Para la construcción de carreteras de circunvalación y para y el ensanchamiento de la ruta, no harán falta trabajos de excavación de gran escala. Por lo tanto, no se anticipa ningún impacto en este sentido durante ni después de los trabajos de mejoramiento.

#### **(2) Erosión del Suelo**

No se harán excavaciones en gran escala para los trabajos abarcados por el proyecto de mejoramiento. Por lo tanto, no se anticipan impactos sobre la erosión del suelo.

No obstante, de ser necesaria la excavación y rotura de la pendiente durante la etapa de construcción abarcada por el proyecto de mejoramiento entre Ypacaraí y Caacupé debido al relieve relativamente alto y ondulado de la zona, será necesario tomar medidas para evitar la erosión del suelo durante la etapa de construcción.

Tanto para la construcción de carreteras de circunvalación como para el ensanchamiento de las rutas existentes se anticipa la remoción de vegetación y árboles. Por tanto, será necesario tomar medidas a fin de evitar la exposición del suelo superficial durante y después de la etapa de construcción.

#### **(3) Agua Subterránea**

Como no se harán excavaciones en gran escala ni para la construcción de carreteras de circunvalación ni para el ensanchamiento de la ruta existente, no se anticipa ningún impacto en el agua subterránea.

#### **(4) Situación Hidrológica**

Como no se harán excavaciones en gran escala ni para la construcción de carreteras de circunvalación ni para el ensanchamiento de la ruta existente, no se anticipa ningún impacto en la situación hidrológica dentro del área del estudio.

No obstante, dentro del área del estudio hay zanjas paralelas a las rutas 2 y 7 para aguas pluviales y también las rutas cruzan varios arroyos y ríos. Debido a esta circunstancia, se requiere que en la etapa de diseño y de construcción, se tomen en consideración los puentes y los canales a fin de minimizar el daño que se les pueda ocasionar por los trabajos de construcción.

#### **(5) Litoral**

Como no existe costa al mar dentro del área del estudio, no hay riesgo de impacto en este sentido.

## **(6) Fauna y Flora**

Se han identificado las especies de fauna y flora en peligro de extinción en los tres departamentos del área de estudio. Sin embargo, al revisar la literatura existente sobre el tema y al realizar un estudio de campo, no se ha identificado específicamente a las especies que necesitan ser protegidas en las zonas lindantes a las rutas 2 y 7 dentro del área de estudio. Se estima que las respectivas zonas de hábitat de las especies mencionadas quedan fuera del área de estudio. Por lo tanto, en un principio, no se esperan impactos negativos sobre una especie específica de fauna o flora durante la etapa de preparación, o de construcción, o de operación.

Por otro lado, con respecto a las reservas naturales y parques en el área de estudio, hay varios, tal como se puede observar en el Cuadro 9.2.3 y en la Figura 9.2.1. Por ende, se debe llevar a cabo un repaso de los habitantes de la fauna y flora, el territorio de las reservas nacionales y su marco legal en las áreas de construcción de carreteras de circunvalación y otros trabajos, especialmente en los alrededores de la Ruta 2 en Ypacaraí.

## **(7) Meteorología**

Como este proyecto es de mejoramiento y abarca solamente la construcción de una carretera de circunvalación corta y el ensanchamiento de la ruta existente, no se prevén excavaciones en gran escala, ni reclamos de tierra, ni construcciones de reservas o edificios altos en la implementación del mismo, por lo tanto, no habrá ningún impacto en la situación meteorológica.

## **(8) Paisaje**

Se considera que dentro del área del estudio no existen paisajes o panoramas específicos a ser protegidos. No obstante, el relieve entre Ypacaraí y Caacupé es relativamente alto y ondulante. El Lago Ypacaraí se ve de algunos puntos de la ruta entre Ypacaraí y Caacupé. También se han visto varios árboles frondosos espectaculares en diferentes puntos a lo largo de las rutas. Por lo tanto, en la etapa de diseño se prestará atención al diseño, a la alineación y a la ubicación de los sectores a ser ensanchados y a los otros de mejoramiento a fin de que armonicen con el panorama de los alrededores. Con respecto a esto, se puede lograr un impacto positivo en el paisaje mediante la ejecución del proyecto de mejoramiento.

### **15.2.3 Contaminación**

#### **(1) Contaminación del aire**

De los resultados del estudio de campo y de datos ya existentes, puede concluirse que la situación actual en cuanto a la calidad del aire no es crítica.

En el Paraguay todavía se usa en forma legal el combustible con plomo. Los resultados de un estudio sobre la contaminación del aire hecho en el año 1993 y el presente estudio sobre la contaminación del aire hecho por la JICA en el año 1999 muestran una tendencia de disminución en la concentración de plomo en el aire entre 1993 y 1999. Puede concluirse que el motivo por esta disminución sea el aumento en el uso de combustible sin plomo en el Paraguay en los últimos años. De hecho, actualmente se

dispone de poco combustible con plomo y combustible con mezcla de alcohol en el Paraguay, lo cual puede considerarse un factor positivo para el medio ambiente. A fin de reducir la contaminación del aire y el impacto negativo de los gases de escape de los vehículos sobre la salud humana, el combustible con plomo deberá ser controlado por reglamento y se deberá implementar una prohibición gradual de acuerdo con el desarrollo económico.

Con el paso del tiempo, el aumento en el número de vehículos dentro del área del estudio generará un aumento en la cantidad de gases de escape, disminuyendo así la calidad del aire en la zona.

## **(2) Contaminación del Agua**

Como las obras de construcción abarcadas por el proyecto de mejoramiento no requieren de excavaciones en gran escala, no se anticipa ningún impacto en el agua dentro del área del estudio. No obstante, existen en esta área muchos arroyos y ríos y por lo tanto, se asegurará que el excedente de suelo y los escombros de la construcción no contaminen estos arroyos y ríos durante la etapa de construcción.

## **(3) Contaminación del Suelo**

Como ya se mencionó en el punto (1) sobre la contaminación del aire, en el Paraguay se usa combustible con plomo. Como es de esperarse, en la etapa de operación del proyecto de mejoramiento los gases de escape de los vehículos que transitan la ruta se propagarán en el suelo de los lados de la carretera. Por lo tanto, se requiere una prohibición gradual del uso de combustible con plomo a fin de disminuir la contaminación del suelo por plomo de los gases de escape de los vehículos.

Por otro lado, los materiales de construcción tales como el asfalto posiblemente se dispersarán en el suelo a los lados de la ruta dentro de área del estudio durante la etapa de construcción. Por lo tanto, se requerirá un manejo apropiado de estos materiales de construcción a fin de controlar tal propagación.

## **(4) Ruido y Vibraciones**

En estudios de campo hechos en las cuatro ciudades principales sobre la ruta 2, se detectaron niveles de ruido de más de 70 dB(A) a los lados de la ruta durante el día. Este nivel de ruido se considera uno de los problemas ambientales dentro del área de estudio. La mayoría de las fuentes de ruido en los puntos de monitoreo son las siguientes:

- Motores diesel y a gasolina
- Sistemas de escape de calidad inferior o descompuestos en automóviles, ómnibus y camiones viejos y reacondicionados. (En Asunción y otras ciudades se ven muchos puntos de venta al por menor de silenciadores, pero la calidad de estos silenciadores es cuestionable si no son productos genuinos procedentes del fabricante del vehículo.)
- Bocinas de los vehículos
- Cubiertas relativamente gastadas (para lograr coeficiente de tracción alto) en la superficie del camino

Por lo tanto, la introducción de normas nacionales y un sistema obligatorio de controlar la calidad adecuada de silenciadores y bocinas apagadas en todos los vehículos serían las medidas principales a tomarse para atenuar el ruido en la carretera.

#### **(5) Hundimiento de Tierra**

Como no se propone hacer excavaciones en gran escala que afectarían el agua subterránea, no se anticipa ningún hundimiento de tierra al implementar los proyectos de mejoramiento.

#### **(6) Olores Ofensivos**

La implementación de los proyectos de mejoramiento no generará ningún olor ofensivo salvo por los gases de escape de los vehículos durante las etapas de construcción y operación. Habrá un aumento en gases de escape en las zonas de las terminales de ómnibus de Caacupé y Caaguazú debido a la posibilidad de un aumento en el tránsito de ómnibus durante la etapa de operación después de los mejoramientos.

Se considera que el mantenimiento del motor de un vehículo es una medida de rutina y a la vez principal para controlar el olor del sistema de escape. Por lo tanto, junto con el sistema de inspección de vehículos ya mencionado en los puntos referentes a la Contaminación del Aire y Ruidos y Vibraciones, se tendría que introducir también un sistema obligatorio de mantenimiento de motor.

### **15.3 Resumen del EAI**

Cada punto referente al medio ambiente será evaluado desde el punto de vista de la Evaluación Ambiental Inicial (EAI). Esta evaluación puede ser efectuada conforme con el método de clasificación que usa las cuatro categorías que se aprecian en el Cuadro 15.3.1. Por este método, se considera que cada rubro ambiental que se clasifica como “A” o “B” requiere la realización de un Evaluación del Impacto Ambiental (EIA), y los que se clasifican como “C”, requieren más estudios a fin de aclarar los impactos a esperarse.

**Cuadro 15.3.1 Categorías de Evaluación**

<b>Categoría</b>	<b>Examen y Evaluación</b>	<b>Comentarios</b>
A	Impacto serio anticipado	Se requiere un EIA
B	Impacto más o menos significativo anticipado	Se requiere un EIA
C	La extensión del impacto no se sabe	Se requerirán más estudios
D	No se anticipa ningún impacto	—

Como resultado de las charlas y los exámenes conducidos en la sección 15.2, los proyectos de mejoramiento podrán ser evaluados y resumidos como se muestra en el Cuadro 15.3.2.

Además de la evaluación mencionada, aquellos tópicos ambientales que se espera tendrán un impacto positivo al ser implementados los proyectos de mejoramiento fueron marcados con una “P” en la columna “Comentarios” del cuadro.

**Cuadro 15.3.2 Resumen del EIA**

Rubro Ambiental	Evaluación	Motivos	Comentarios
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 Ypacaráí.	
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 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

P : Se anticipa un impacto positivo

B : Impacto más o menos significativo anticipado

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

D : No se anticipa ningún impacto

## **15.4 Conclusión del EAI**

### **15.4.1 Ítems Ambientales que Requieren una EIA**

Según los resultados del EAI indicados en las secciones anteriores, se considera que aquellos puntos clasificados como “B” serán afectados por la ejecución de los proyectos de mejoramiento. Consecuentemente, se requerirá una evaluación del impacto ambiental (EIA) para los puntos de “Reubicación”, “Contaminación del Aire” y “Ruido y Vibraciones” como sigue a continuación.

#### **(1) Reubicación**

El pronóstico de reubicación debería realizarse usando un plano detallado de la distribución de las casas y otros edificios en el área. Estos planos y encuestas de distribución serán necesarios para cada sección del proyecto a fin de poder identificar la población, sus condiciones económicas y otros datos relacionados.

En cuanto a la compensación por reubicación, este sistema no existe en el Paraguay actualmente. El MOPC prepararía el sistema de compensación y su reglamentación para el proyecto de acuerdo a la Constitución Nacional y otros reglamentos. Por lo tanto, se estudiarán casos anteriores de reubicación y compensación concedida a fin de evaluar su factibilidad.

También se estudiarán los posibles sitios de reubicación a fin de saber si los mismos serían apropiados como tierras alternativas desde el punto de vista del ambiente social.

#### **(2) Contaminación del Aire**

Se hará un pronóstico de la cantidad total en cuanto a emisiones de contaminantes de los caños de escape de los vehículos para el año meta. Los contaminantes más críticos provenientes del tránsito vehicular son el CO<sub>2</sub> y el NO<sub>x</sub>. Existen varios métodos de pronóstico. Entre estos, el que más se usa facilita el pronóstico mediante el uso de varios parámetros de “volumen de tráfico por tipo de vehículo”, “velocidad en km/h del vehículo”, y otros. Estos parámetros se sacarán de los datos existentes o de otros estudios en la etapa de la EIA.

#### **(3) Nivel de Ruido**

Se tiene que hacer un pronóstico del nivel de ruido para el año meta. Existen varios métodos para pronóstico del nivel de ruido a los lados de la ruta. Se elegirá un método apropiado dependiendo de la situación y del objetivo del pronóstico. Por ejemplo, el equivalente del nivel de ruido puede ser calculado mediante el uso de varios parámetros de “nivel de fuerza promedio (NFP)”, “intervalo promedio entre vehículos (m)”, “velocidad de vehículos (km/h)”, y “distancia entre fuente de ruido y posición predecible (m)”. Por lo tanto, para el pronóstico requerido, estos son los parámetros que se adquirirán de los datos existentes u otros estudios en la etapa de la EIA.

### 15.4.2 Otros Tópicos Ambientales que Requieren Estudios Más Detenidos

Como ya se mencionó, dentro de las áreas metas de los proyectos de mejoramiento, otros tópicos ambientales que fueron clasificados en la categoría “C” necesitan ser estudiados más detenidamente. En el cuadro 15.4.1 puede apreciarse los tópicos ambientales que necesitan ser estudiados más detenidamente y un resumen del plan de estudio.

**Cuadro 15.4.1 Rubros Ambientales que Requieren más Estudios y Plan de Estudio**

	<b>Rubro Ambiental</b>	<b>Plan de Estudio</b>
<b>Ambiente Social</b>	Actividades Económicas	Estudiar el plan de uso futuro de la tierra y las estructuras económicas futuras en las áreas abarcadas por el proyecto.
	Tráfico y Facilidades Públicas	Estudiar e identificar la distribución de instalaciones públicas en las áreas abarcadas por el proyecto.
	División de Comunidades	Estudiar e identificar las estructuras culturales y administrativas en las áreas abarcadas por el proyecto.
	Patrimonio Cultural	Estudiar e identificar la distribución del patrimonio cultural en las áreas abarcadas por el proyecto.
	Derechos de Agua y Derechos Comunes	Estudiar e identificar estos derechos en las áreas abarcadas por el proyecto.
	Peligros (Riesgos)	Averiguar el nivel máximo del agua y revisar los datos juntados anteriormente sobre inundaciones y hundimientos de tierra en los puntos susceptibles de las áreas abarcadas por el proyecto.
<b>Medio Ambiente Natural</b>	Erosión del Suelo	Estudiar e identificar las áreas susceptibles y revisar los datos juntados anteriormente sobre erosión del suelo específicamente en las áreas abarcadas por el proyecto.
	Fauna y Flora	Estudiar e identificar el hábitat natural de las especies de fauna y flora a ser protegidas en las áreas abarcadas por el proyecto.

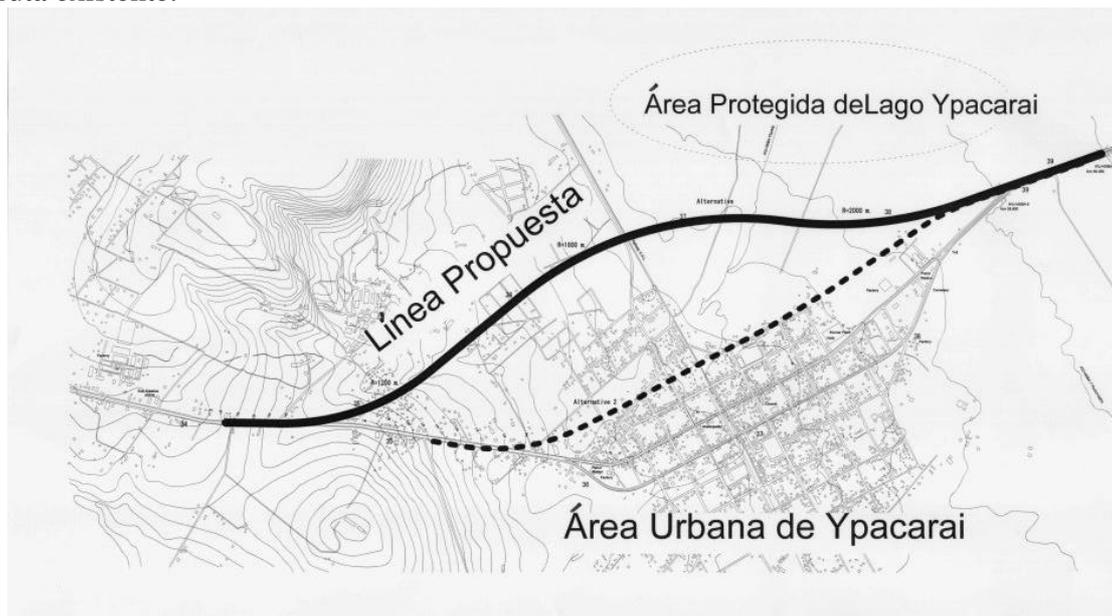
CAPÍTULO 16  
SELECCIÓN DE LA  
MEJOR RUTA DE  
ALTERNATIVA

## 16 SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA

### 16.1 Carreteras de Circunvalación

#### 16.1.1 Carretera de Circunvalación de Ypacaraí

Como la ruta principal pasa por la Ciudad de Ypacaraí, se debería mejorar la ruta mencionada en el capítulo 14.3. Se estudiaron vías alternativas que pasan al norte de la ruta existente.



**Figura 16.1.1 Mini-carretera de Circunvalación de Ypacaraí**

**Ruta Alternativa 1:** Esta ruta evita el área residencial de alta densidad y se conecta con la ruta existente a la distancia más corta.

**Ruta Alternativa 2:** Esta ruta evita el área residencial aún más que la ruta alternativa 1.

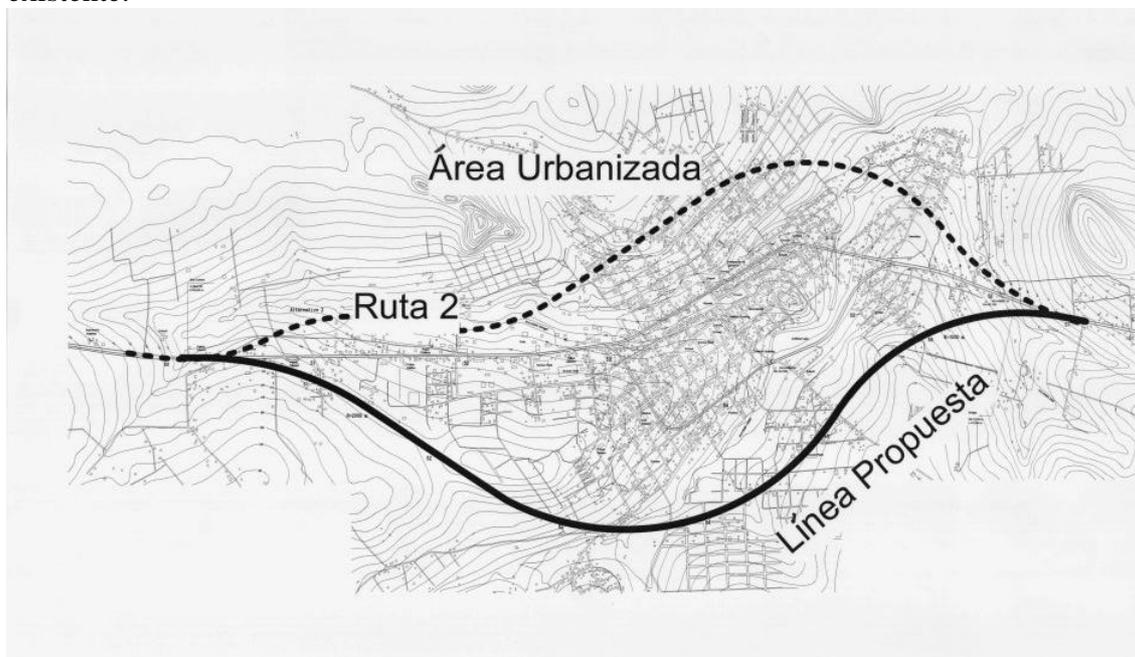
Factores	Alternativas			Notas
	Ruta 1	Ruta 2	Ruta existente	
Longitud	3.5km	4.6km	—	
1. Evaluación Técnica				
Geometría	Buena	Buena	Mala	
Accesibilidad a la ruta existente	Regular	Regular	Mala	
Dificultad de construcción	Regular	Regular	Regular	
Costo de Construcción	Regular	Regular	Alto	
2. Evaluación de Desarrollo				
Compatibilidad con los planes de desarrollo de la ciudad	Regular	Buena	Mala	
3. Evaluación Ambiental				
Medio ambiente natural existente	Regular	Regular	Regular	
Medio ambiente socioeconómico	Buena	Buena	Mala	
Número de casas	45	33	—	
Adquisición de Tierra	15 ha	17 ha		
<b>Evaluación Total</b>				

#### **Selección de la Mejor Ruta Alternativa:**

Se seleccionó la ruta alternativa 2 con el fin de evitar el área residencial.

### 16.1.2 Carretera de Circunvalación de Caacupé

Como la ruta principal atraviesa la Ciudad de Caacupé, esto debe ser mejorado. Se tomaron en consideración rutas alternativas que pasan al norte y al sur de la ruta existente.



**Figura 16.1.2 Mini-carretera de Circunvalación de Caacupé**

**Ruta Alternativa 1:** La alternativa 1 pasa a lo largo del sur de la ciudad y evita las áreas residenciales.

**Ruta Alternativa 2:** La alternativa 2 pasa por el norte de la ciudad y evita las áreas residenciales.

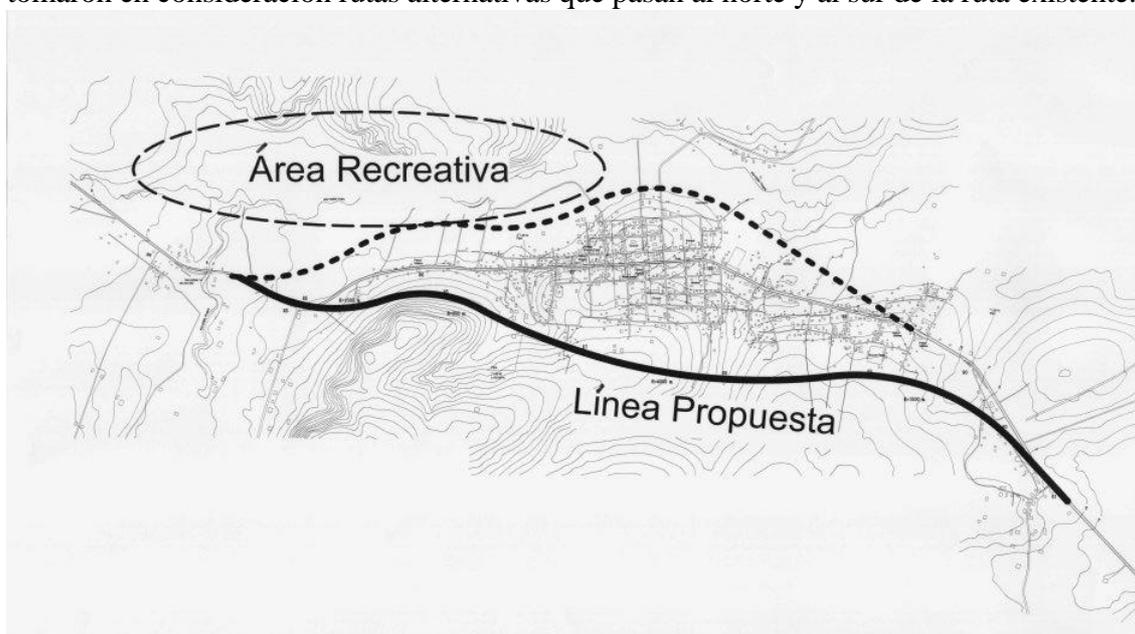
Factores	Alternativas			Notas
	Ruta 1	Ruta 2	Ruta existente	
Longitud	7.2 km	7.0 km	—	
<b>1. Evaluación Técnica</b>				
Geometría	Regular	Buena	Mala	
Accesibilidad a la ruta existente	Regular	Regular	Mala	
Dificultad de construcción	Regular	Regular	Regular	
Costo de Construcción	Regular	Regular	Alto	
<b>2. Evaluación de Desarrollo</b>				
Compatibilidad con los planes de desarrollo de la ciudad	Buena	Regular	Mala	
<b>3. Evaluación Ambiental</b>				
Medio ambiente natural existente	Regular	Regular	Regular	
Medio ambiente socioeconómico	Buena	Regular	Mala	
Número de casas	66	80	—	
Adquisición de Tierra	Regular	Difícil	—	
<b>Evaluación Total</b>				

#### **Selección de la Mejor Ruta Alternativa:**

Se seleccionó la ruta alternativa 1 con el fin de evitar el área residencial. La ruta según la planificación de la ciudad de Caacupé está expandiéndose hacia el norte.

### 16.1.3 Carretera de Circunvalación de Itacurubí

Como la ruta principal atraviesa la Ciudad de Itacurubí, esto debe ser mejorado. Se tomaron en consideración rutas alternativas que pasan al norte y al sur de la ruta existente.



**Figura 16.1.3 Mini-carretera de Circunvalación de Itacurubí**

**Ruta Alternativa 1:** La alternativa 1 pasa al norte de la ciudad y evita las áreas residenciales. Esta alternativa principalmente pasa a lo largo de la costa del río.

**Ruta Alternativa 2:** La alternativa 2 pasa por el sur de la ciudad y evita las áreas residenciales.

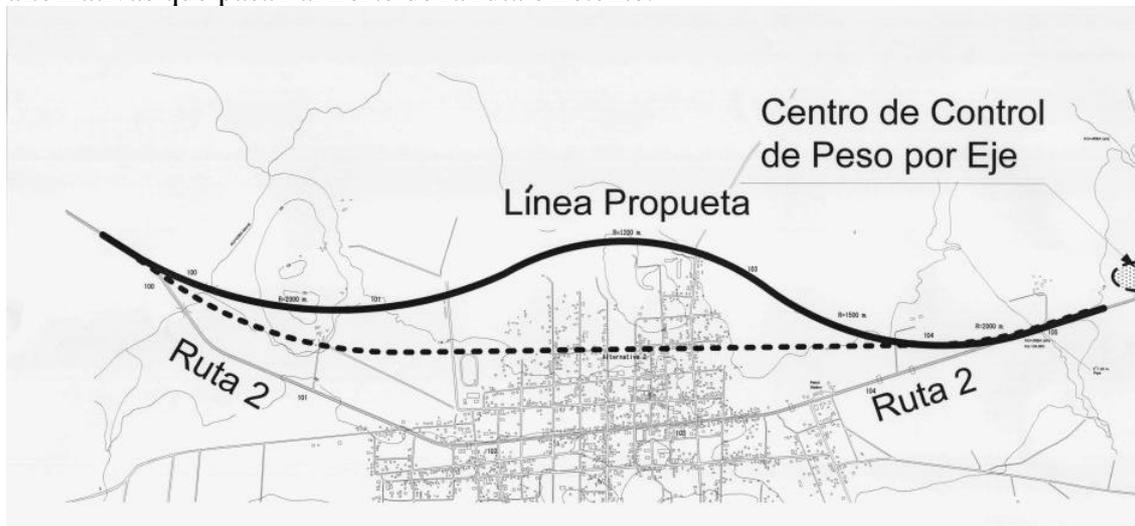
Factores	Alternativas			Notas
	Ruta 1	Ruta 2	Ruta existente	
Longitud	5.5 km	6.0 km	—	
<b>1. Evaluación Técnica</b>				
Geometría	Buena	Buena	Mala	
Accesibilidad a la ruta existente	Regular	Regular	Mala	
Dificultad de construcción	Regular	Regular	Regular	
Costo de Construcción	Regular	Regular	Alto	
<b>2. Evaluación de Desarrollo</b>				
Compatibilidad con los planes de desarrollo de la ciudad	Mala	Buena	Mala	
<b>3. Evaluación Ambiental</b>				
Medio ambiente natural existente	Malo	Regular	Regular	
Medio ambiente socioeconómico	Regular	Regular	Mala	
Número de casas	15	20	---	
Adquisición de Tierra	Difícil	Regular	---	
<b>Evaluación Total</b>				

#### **Selección de la Mejor Ruta Alternativa:**

Se seleccionó la ruta alternativa 2 con el fin de evitar el área residencial. La ruta según la planificación de la ciudad de Itacurubí está expandiéndose hacia el norte y hay áreas de recreación a lo largo de la costa del río.

### 16.1.4 Carretera de Circunvalación de San José

Como la ruta principal atraviesa la Ciudad de San José, esto debe ser mejorado. La alineación de la ruta existente es de tipo U. Se tomaron en consideración rutas alternativas que pasan al norte de la ruta existente.



**Figura 16.1.4 Mini-carretera de Circunvalación de San José**

**Ruta Alternativa 1:** La alternativa 1 pasa a lo largo de la ruta existente y evita las áreas residenciales.

**Ruta Alternativa 2:** La alternativa 2 evita las áreas residenciales y es la conexión más corta con la ruta existente.

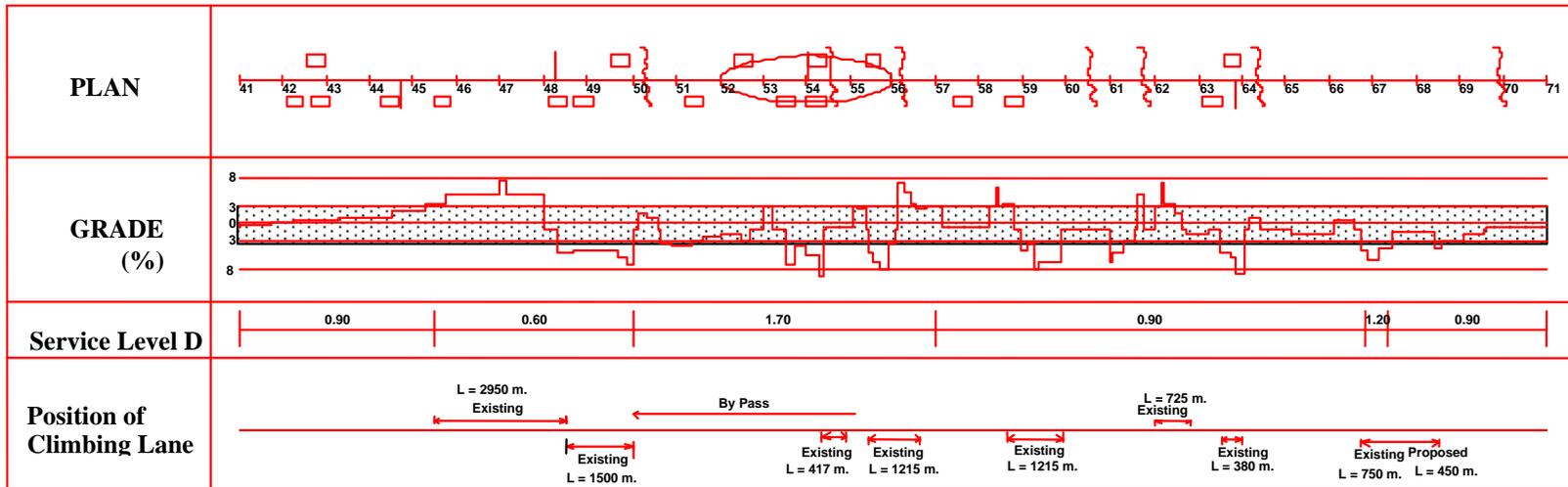
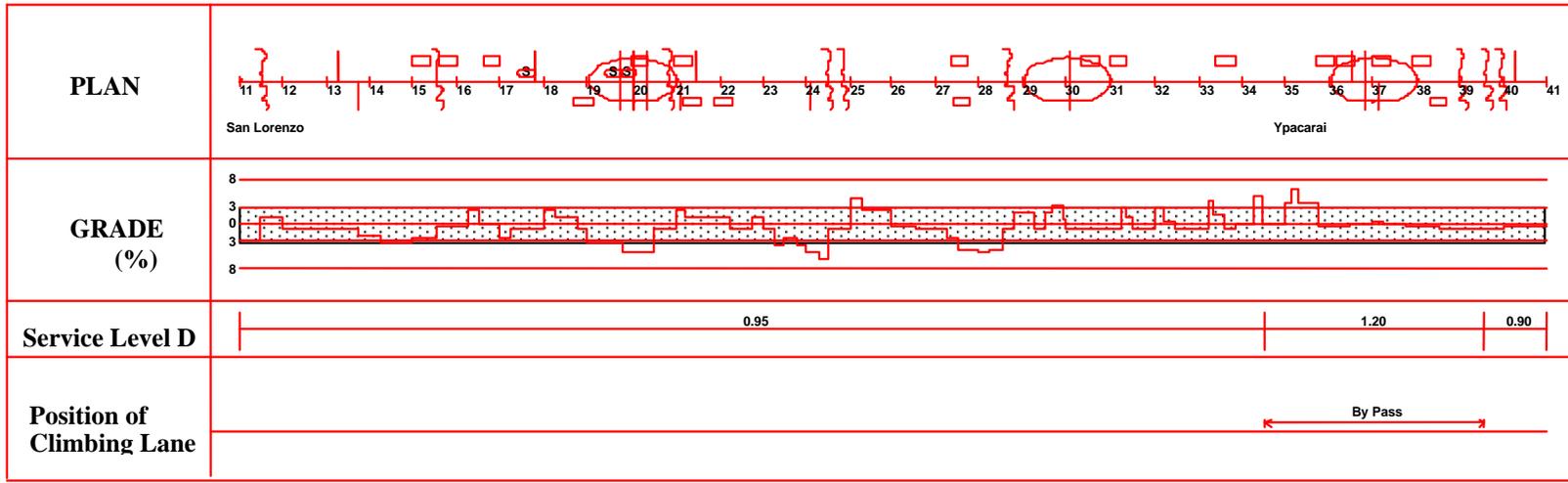
Factores	Alternativas			Notas
	Ruta 1	Ruta 2	Ruta existente	
Longitud	4.1 km	5.2 km	—	
1. Evaluación Técnica				
Geometría	Buena	Buena	Mala	
Accesibilidad a la ruta existente	Regular	Regular	Mala	
Dificultad de construcción	Regular	Regular	Regular	
Costo de Construcción	Regular	Regular	Alto	
2. Evaluación de Desarrollo				
Compatibilidad con los planes de desarrollo de la ciudad	Regular	Buena	Mala	
3. Evaluación Ambiental				
Medio ambiente natural existente	Regular	Regular	Regular	
Medio ambiente socioeconómico	Regular	Regular	Mala	
Número de casas	15	2	—	
Adquisición de Tierra	Regular	Regular	—	
<b>Evaluación Total</b>				

#### Selección de la Mejor Ruta Alternativa:

Se seleccionó la ruta alternativa 2 con el fin de evitar el área residencial.

### 16.2 Posición del Carril de Ascenso

El carril de ascenso se encuentra en los tramos con un gradiente del 3% o más, y la longitud mínima adoptada para el carril de ascenso es de 500 metros o más. La Figura 16.2.1 muestra la posición del ítem mencionado arriba.



**Figura 16.2.1 (1/3) Posición del Carril de Ascenso**

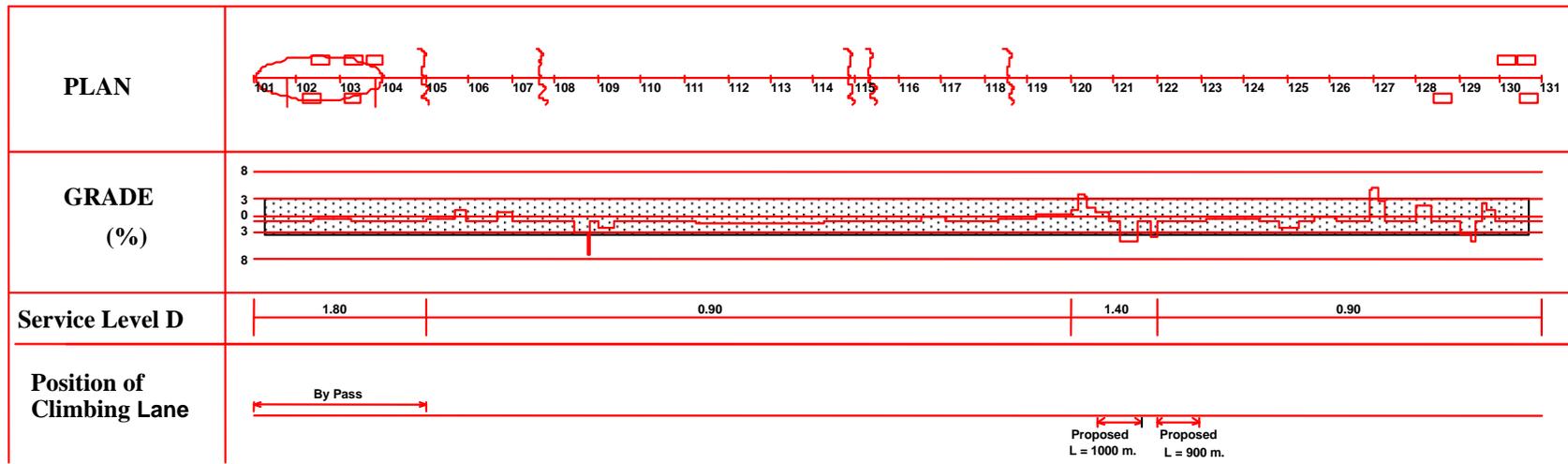
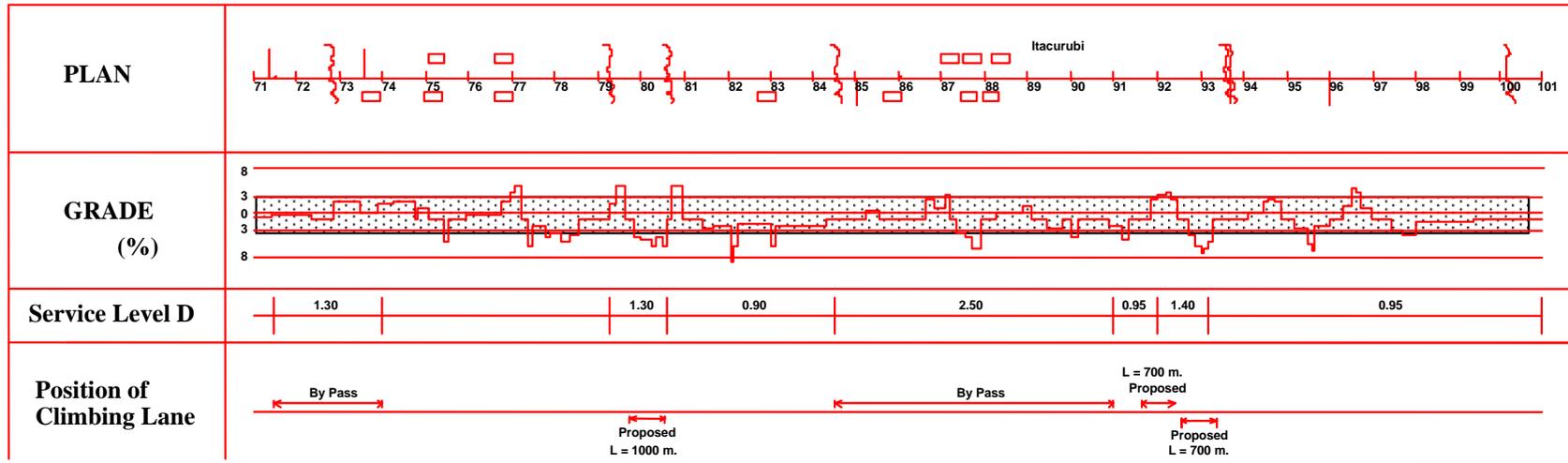


Figura 16.2.1 (2/3) Posición del Carril de Ascenso

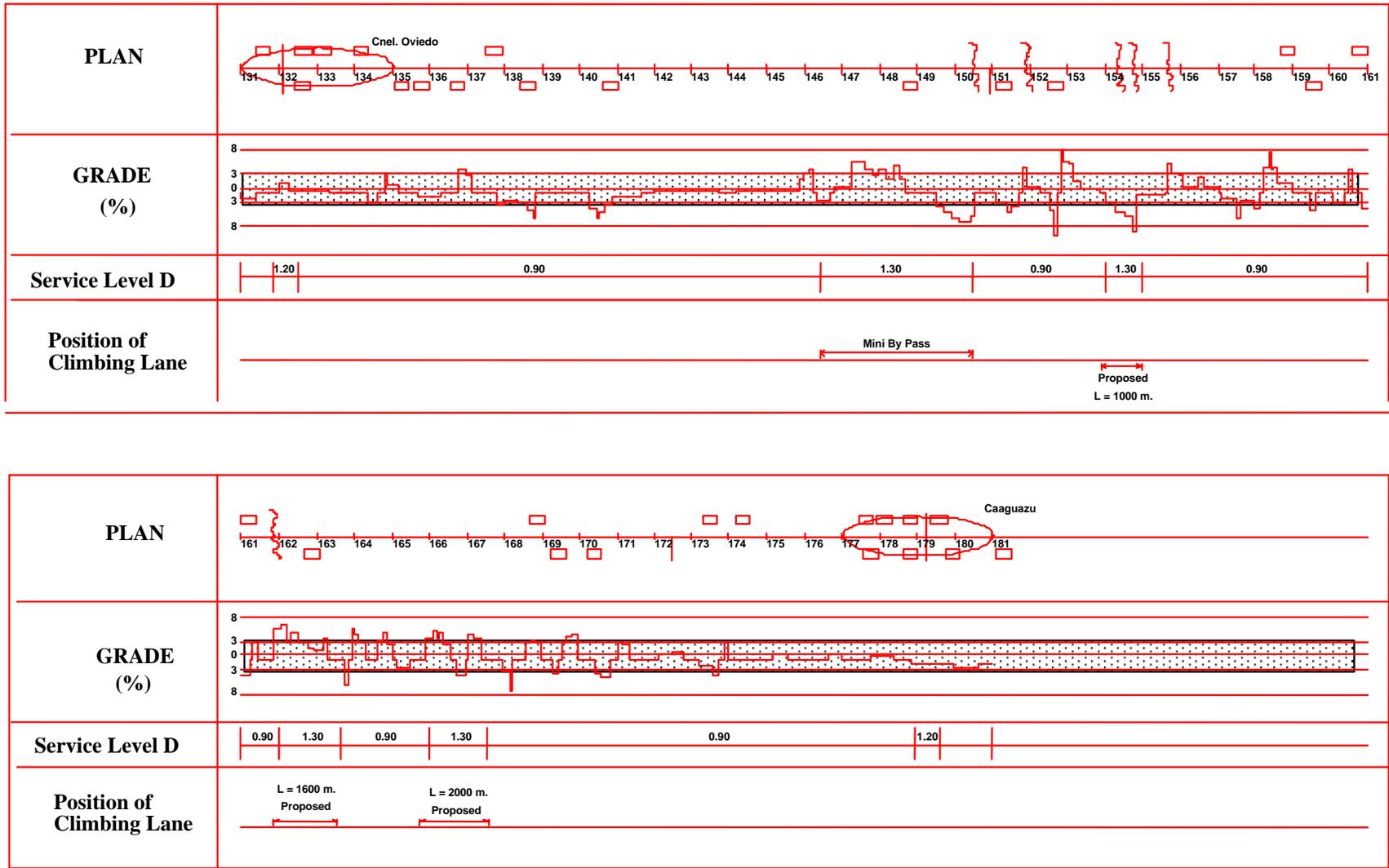


Figura 16.2.1 (3/3) Posición del Carril de Ascenso

# CAPÍTULO 17

## DISEÑO PRELIMINAR

## 17 DISEÑO PRELIMINAR

### 17.1 Condiciones Naturales

#### 17.1.1 Estudio Topográfico

##### (1) Mapa Fotográfico Aéreo

El mapa topográfico existente producido por la Dirección del Servicio Geográfico Militar (DISERGEMIL) en escala 1/20.000 y 1/5.000 (Mapa Foto Topográfico Aéreo) fue ampliado y escaneado dentro del área de estudio a fin de hacer el mapa fotográfico mosaico con datos *maestros*. Estos Datos Maestros fueron aplicados para decidir las rutas alternativas. Finalmente, se llevó a cabo un estudio topográfico detallado para las rutas óptimas decididas.

##### (2) Estudio Topográfico

Se ha llevado a cabo un estudio topográfico en la escala 1/2000 principalmente a los lados de las carreteras de circunvalación y los carriles de ascenso recién planeados a fin de obtener datos precisos de la alineación horizontal y vertical correspondientes a las carreteras de circunvalación alternativas a ser usadas en el diseño preliminar.

El trabajo consiste en un estudio de control horizontal y vertical, la corrección de los mapas topográficos en escala 1/2000 a mapas topográficos en escala 1/500, y en un estudio de línea central incluyendo el estudio de perfil y de sección transversal.

##### (3) Ubicación del Estudio Topográfico

El Área de Trabajo está ubicada a lo largo de las rutas 2 y 7, cubriendo las localidades mostradas en el Cuadro 17.1.1.

**Cuadro 17.1.1 Área de Trabajo para el Estudio Topográfico**

Localidades	Punto de Partida (km)	Punto Final (km)	Puntos de Control	
			Este	Norte
Ypacaraí	33,440	39,565	471751.59	7191144.33
Caacupé	49,060	57,065	486932.34	7192564.01
Eusebio Ayala	69,340	74,800	502766.26	7192716.21
Itacurubí de la Cordillera	83,200	92,000	517321.51	7182489.87
San José de los Arroyos	99,410	105,440	525778.40	7176212.74
Coronel Oviedo	145,160	151,160	573211.28	7182057.43

A fin de determinar las coordenadas de los puntos estudiados, se aplicaron puntos de base: un (1) punto del Control de Red Primaria, establecido por el IGM, y cuatro (4) puntos establecidos por el Servicio Catastral Nacional. Los puntos están establecidos con referencia al Sistema Geodésico Mundial 1984 (WGS84).

##### (4) Metodología de Estudio Topográfico

- 1) Se utilizó un equipo GPS como tipo decímetro navegador a fin de localizar el Punto de Partida, el Punto Final, y el IP de las carreteras de circunvalación.
- 2) Con las estaciones GPS, se obtuvo la posición exacta de los puntos, la cual se materializó con estacas cilíndricas de concreto fabricadas en el campo, de 100 mm

de diámetro y 80 cm de profundidad, sobresaliendo del terreno natural por aproximadamente 5 cm.

- 3) Los datos de campo fueron ajustados para el diseño de alternativas según su disposición en el campo y por el estudio de la alineación horizontal y vertical.
- 4) Para el procesamiento de los datos de campo, se aplicó el siguiente software: GPSurvey LISCAD, Auto Cad R14 y Auto Cad 2000, instalados en 4 computadoras.
- 5) La proyección cartográfica usada para el mapeo es la UTM (Universal Transversal Mercator) con origen en la zona 21, lo cual es la norma para el Paraguay.
- 6) Los datos de elevación están referidos a una base de control en el Río Paraguay (Puerto de Asunción).

## (5) Dibujos

Los dibujos finales fueron completados en Auto Cad y dispuestos de la siguiente manera:

### Plan General

Localidad	Tamaño del Dibujo	Escala
Ypacaraí	A1	1/7.500
Caacupé	A1	1/10.000
Eusebio Ayala	A1	1/7.500
Itacurubí de la Cordillera	A1	1/10.000
San José de los Arroyos	A1	1/7.500
Coronel Oviedo	A1	1/7.500

### Alineación Vertical y Horizontal

Tipo	Tamaño del Dibujo	Escala
Horizontal	A1	1/2000
Vertical	A1	1/200

### Secciones Transversales

Tipo	Tamaño del Dibujo	Escala
Horizontal	A1	1/200
Vertical	A1	1/200

## 17.1.2 Estudio Geológico

El estudio geológico se llevó a cabo después de tomar la decisión sobre el trazado de la ruta. El estudio se llevó a cabo principalmente en los lugares donde se localizarían estructuras tales como puentes, a fin de investigar y decidir la capacidad de los asientos, del material de terraplenado, y del material de subgrado.

### (1) Estudio de Perforación

#### a. Propósito del Estudio de Perforación

El estudio de perforación se llevó a cabo en el área de estudio. La cantidad total de perforaciones fue de veinte (20). El propósito del estudio de perforación es

obtener información sobre las condiciones geológicas para los puentes propuestos.

#### **b. Localización del Estudio de Perforación**

La localización del Estudio de Perforación se muestra en la Figura 17.1.1, y el esquema del Estudio se muestra en el Cuadro 17.1.2.

**Cuadro 17.1.2 Esquema de Perforación**

No	Prof. (m)	Propósito	No	Prof. (m)	Propósito	No	Prof. (m)	Propósito
S1	6.72	Cimiento de puente	S8	1.40	Cimiento de puente	S15	14.00	Cimiento de puente
S2	8.69	Cimiento de puente	S9	15.00	Cimiento de puente	S16	13.55	Cimiento de puente
S3	10.40	Cimiento de puente	S10	12.00	Cimiento de puente	S17	10.00	Cimiento de puente
S4	6.70	Cimiento de puente	S11	8.70	Cimiento de puente	S18	10.00	Cimiento de puente
S5	6.40	Cimiento de puente	S12	4.81	Cimiento de puente	S19	8.00	Cimiento de puente
S6	1.60	Cimiento de puente	S13	10.40	Cimiento de puente	S20	6.00	Cimiento de puente
S7	1.50	Cimiento de puente	S14	4.67	Cimiento de puente			

Fuente: Equipo de Estudio

#### **c. Resultado del Estudio de Perforación para los Puentes Propuestos**

El propósito del estudio de perforación es confirmar la profundidad y la fuerza del estrato de asiento para los cimientos del puente propuesto. El estudio de perforación en el sitio se concluyó después de confirmar el estrato con valor N de 30 y con grosor de 5 metros. Basándose en el estudio de perforación, las condiciones geológicas del sitio como resultado de la investigación son las siguientes:

##### **i Sitio en Ypacaraí**

Las ubicaciones de perforación S1, S2, S3, y S4 aclararon la existencia en el subsuelo de arena arcillosa (AA) con un grosor promedio de 4,00 metros. Está por encima de un nivel de arena cenagosa (AC) de cieno de graduación muy pobre (SP – AC) ( $10 < N < 30$ ) con un grosor de 3,25 metros. Bajo este tipo de arena, hay un suelo de arenisca que contiene cieno principal de grano fino friable. En términos de características geológicas, se podría considerar que esto es parte de la Formación Paraguari del Grupo Caacupé (ORUE 1996). Esta estructura tiene una capacidad bastante buena para el apoyo de los cimientos de los puentes.

##### **ii Sitio en Caacupé**

En las ubicaciones de perforación S5, S6, S7, y S8, se encontraron afloramientos rocosos en las cuencas de los riachuelos. Este suelo tiene pequeñas capas de 0,40 metros encontradas en la ubicación S5, que se vuelven de 0,60 metros de grosor en las ubicaciones S6 y S7. El suelo contiene arena cenagosa y arcillosa (AC – AA). La línea estructural está reforzada por arena cuarziferosa de granos muy finos. Es muy friable y quebradizo con color rosado blancuzco. Como resultado de la investigación, se aclaró que el suelo pertenece a la Formación Tobatí del Grupo Caacupé. Aunque parece ser quebradizo por la estructura, tiene una muy buena capacidad de soporte para cimientos directos de puentes.

##### **iii Sitio en Eusebio Ayala**

Las ubicaciones S9 y S10 revelan que el suelo consiste en dos líneas estructurales

muy bien definidas:

- Es arena limpia, de graduación pobre, cenagosa (SM) y (SP – SM) que varía de “suelta” ( $4 < N < 10$ ) en los primeros metros de profundidad, a “compacta” ( $10 < N < 30$ ) cerca de la segunda formación. Tiene un grosor de 7,50 metros y cubre a la siguiente formación:
- Es arcillosa de baja compresibilidad (CL) de color gris y verde con manchas amarillas. Su consistencia va de “muy rígida” ( $15 < N < 30$ ) a dura ( $N > 30$ ) cerca del final de la perforación. Este estrato consiste en suelo arcilloso fuertemente preconsolidado con muy buena capacidad de soporte. Los cimientos podrían ser soportados por esta formación a través de un cimiento indirecto. Se detectó agua subterránea a una profundidad de 3,00 metros del nivel del suelo, muy cerca del nivel del agua del riachuelo.

#### **iv Sitio en Itacurubí de la Cordillera**

- Ubicación de S11 y S12:  
el subsuelo contiene arena cenagosa (SM) con 4,50 metros de grosor. Su propiedad varía de “muy floja” a “floja” ( $4 < N < 10$ ) en el lado superior con una inserción de una capa de cieno de baja amplitud (ML) que contiene arcilla de consistencia “muy rígida” ( $10 < N < 30$ ) que en la ubicación S12 tiene un grosor de 3,00 metros. Debido a estas características, se considera que es un suelo “duro”. En la ubicación S11, se encontró el mismo material, sin embargo, con un grosor menor hasta la arena cenagosa sin una plasticidad natural “muy densa ( $N > 50$ )”.  
Debido a las características del material descripto, la alta densidad del suelo en la ubicación S11, se continuó la perforación desde los 2,70 metros con una máquina giratoria. Pero a pesar de esto, no se pudieron obtener muestras. Por lo tanto, se llevó a cabo un S.T.P. cada 1,5 metros. El resultado obtenido fue ( $N > 50$ ) lo que indica la continuidad de la capa de soporte. Se recomienda un cimiento directo en este estrato.
- Ubicación de S13 y S14:  
el subsuelo consiste en cieno (SM) de 4,50 metros de grosor. El suelo es muy variable y va de “flojo” ( $4 < N < 10$ ) en la ubicación S13 a “denso” ( $10 < N < 10$ ) en la ubicación S14. La formación está ubicada antes del suelo duro de 1,5 metros de grosor. Es muy densa al principio ( $N > 50$ ) y se vuelve suelo arenoso con granos muy finos a mayor profundidad. Es el suelo micáceo que pertenece a la formación Eusebio Ayala del Grupo Caacupé. Este material fue investigado hasta una profundidad de 10,40 metros en la ubicación S13. Se usó una máquina giratoria con elementos especiales y corona de diamante para la investigación.
- S15 y S16:  
están localizados en el área de inundación. No se detectó materiales rocosos en las ubicaciones. El subsuelo contiene arcilla de muy baja compresión (CL). Varía de consistencia rígida ( $8 < N < 15$ ) a consistencia preconsolidada muy rígida. Es claro que más debajo de los 4 metros de profundidad hay arcilla de baja compresión (ML). Es similar a la arcilla del nivel superior. Después de esto se encontró arcilla de alta compresión (MH). Perforando 12 metros más abajo se encontró una consistencia “dura” ( $N > 30$ ). Esto indica que el suelo tiene un alto grado de consolidación. Estas características continúan hasta 14

metros más abajo, lo que hace una formación con una capacidad de carga muy buena. Por lo tanto, no habrá ninguna deformación grande bajo la presión de preconsolidación. En la ubicación S16, a fin de obtener más información sobre los materiales (CL) y (MH), se usaron cápsulas de PVC. Se tomaron muestras desde los 3,55 metros a 4,00 metros, y desde 10,55 a 11,00 metros. Se aplicaron pruebas triaxiales a las muestras. Con los resultados de las pruebas, se aclaró que  $C$  y  $\phi$  son  $C = 0,36 \text{ kg/cm}^2$  y  $\phi = 4,5^\circ$ .

#### v **Sitio de san José de los Arroyos**

El área de S17 y S18 consiste en dos formaciones:

- Hasta 5 metros de profundidad, es arcilla de baja compresión (CL) de consistencia rígida ( $8 < N < 15$ ) de color gris, con humedad natural, lo que le da estabilidad bajo la influencia de agua debido a cambios climáticos.
- Hay suelo arcilloso (SC) en esta formación. Tiene una densidad natural ( $10 < N < 30$ ) hasta los 4,50 metros de profundidad. Después, se vuelve muy denso ( $N > 50$ ) hasta los 10 metros de profundidad. Se recomienda un cimiento indirecto en esta área. La formación tiene una muy buena capacidad de soporte empezando desde la interface.

En el sitio de S17, se obtuvieron muestras a fin de averiguar la contribución de fricción del primer nivel (CL). Las muestras obtenidas fueron a los 3,55 a 4,00 metros bajo el nivel del suelo. Los tests aplicados fueron los mismos que se usaron para el S15. Los parámetros obtenidos son los siguientes:

$$C = 1.05 \text{ kg/cm}^2 \text{ y } \phi = 8.0^\circ$$

#### vi **Sitio en Coronel Oviedo**

El área de S19 y S20: Esta es solamente una formación a lo largo de la profundidad investigada. Es suelo arcilloso de baja compresión (CL). Su consistencia va de media ( $4 < N < 8$ ) a dura ( $N > 30$ ) a los 6,00 metros bajo el nivel del suelo.

La arcilla observada tiene una fuerte preconsolidación con buena capacidad de soporte a los 3,00 metros de profundidad, lo cual es lo apropiado para los cimientos. Esto puede observarse en los resultados de las pruebas de S.P.T. y en la prueba triaxial llevada a cabo con muestras obtenidas del nivel mencionado (2,55 a 3,00 metros) en S20.

### (2) **Canteras de Préstamo (Materiales de Excavación)**

Como ya se explicó en la sección II 1b, el método a ser usado en la investigación de estas excavaciones (materiales locales) consistirá básicamente en el resumen de los resultados. La información sobre Canteras de Préstamo proviene de lo siguiente:

- disponibilidad de volumen en cada cantera de préstamo
- propietario
- área de disponibilidad
- volumen
- coordenadas de ubicación indicadas en los planos viales y en la distribución de perforaciones de rocas y canteras de prueba.

El Cuadro 17.1.3 muestra el resumen de la investigación de las Canteras de Préstamo.

**Cuadro 17.1.3 Resumen de la Investigación de Canteras de Préstamo**

Localidad	Propiedades	Coordenadas	Área aprox. (ha)	Prof. de perf. Rocosa (m)	Volumen disponible (m <sup>3</sup> )	Diseño de CBR (%)
Ypacaraí	Sra. Librada Britez de Vera	487734 7180310	2.00	0.80	10,000	-
Ypacaraí	Sr.Delfio Bento	465514 7195668	4.00	2.00	68,000	16.2 4.8
Caacupé	Sr.Tolentino Aquino	483450 7189746	4.50	1.35	47,250	26.5
E. Ayala	Sr.Leoncio Gonzáles	503812 7190432	10.00	2.00	170,000	11.9
E. Ayala	Sr.Marcos Aguilera	503812 7190432	5.00	2.00	85,000	15.6
Itacurubí	Sr.Pedro León	514981 7183161	2.00	1.08	15,600	11.8
San José	I.B.R	526626 7172314	9.00	2.00	153,000	3.6
Cnl.Oviedo	Sr.Sixto Mendoza	569534 7183471	3.00	2.00	51,000	5.0
Cnl.Oviedo	Sra. Reinolda Mendoza	571625 7184671	5.00	2.00	85,000	5.7

Se calculó el volumen con la profundidad promedio de las perforaciones rocosas de 0,30 metros de descubierto. Los suelos mostrados en el Cuadro 17.1.3 se obtuvieron de las canteras de prueba. El CBR corresponde al 95% de la densidad máxima y normalmente se adoptan al Diseño. En el área ubicada en la tierra de la Sra. Librada Britez de Vera, no se pudo obtener muestras para el CBR, porque la mayor parte de las tierras contiene arcilla a una profundidad muy baja localizada a alrededor de 30 a 40 cm. Cerca de las tierras del Sr. Pedro León, es posible obtener materiales de construcción. Están ubicados en las tierras del Sr. Villanti, las cuales son un área de 2,00 acres. Se tomaron canteras de prueba en el lugar (C6).

### 17.1.3 Hidrología

Hay 21 áreas de drenaje divididas en el Paraguay. El área de estudio pertenece a 4 áreas de drenaje. El sentido del flujo de las aguas subterráneas es de oeste a este, o al sudeste cuando el sentido hacia el área este parece ser más complicado. Ya se ha informado que la punta del talud de la ruta en el área de estudio de las rutas 2 y 7 fue sumergida. Sin embargo, el pavimento todavía no ha sido inundado.

De acuerdo con los Datos Hidrológicos de las estaciones de observación de Asunción y Villarrica, el tamaño de la estructura de drenaje se calculó usando una estimación de la intensidad de precipitación tomando en cuenta el área de captación.

#### (1) Estudio de las Áreas de Captación

Las áreas de captación fueron identificadas en el área de estudio. El área de captación para la instalación de drenaje se muestra en el Cuadro 17.1.6.

Las áreas son drenadas por los ríos. Estos son ríos perennes. Durante las épocas

lluviosas, las corrientes fluyen por el recorrido completo.

Estos ríos son ríos trenzados. La altura de los bancos del río varían de 2 a 3 a lo largo del curso, por lo tanto el ancho del canal depende de la morfología del canal, del talud, y de la naturaleza de la formación. Las corrientes representan el patrón de anatomización típica, un patrón característico de la llanura. El canal del río serpentea con numerosos cortes y curvas. La mayoría de la captación es principalmente para granjas.

## (2) **Recolección de Datos Climatológicos e Hidrológicos**

### a. **Precipitación**

La precipitación anual en el Paraguay aumenta de oeste a este, promediando cerca de 1.400 mm a 1.600 mm anualmente. Desde octubre a junio hay lluvias, mientras que los otros meses son secos. Durante la época de sequía, la precipitación mensual promedio es de cerca de 100 mm. La precipitación promedio en el área del proyecto es de 1.400 a 1.600 mm. Los datos recolectados de precipitación mensual durante las dos estaciones en el área del proyecto durante el periodo 1940 – 1999 son los siguientes:

### b. **Profundidad de Precipitación**

Durante el tiempo de inundación en noviembre de 1994, el excedente pluviométrico en Villarrica fue de 368,5 mm. La profundidad de precipitación causó una inundación en Villarrica, como muestra el Cuadro 17.1.4.

**Cuadro 17.1.4 Profundidad de Precipitación durante la Inundación en Nov. 1994 en Villarrica**

Día	Estación de Villarrica
1	0.0
2	0.0
3	0.0
4	0.0
5	180.0
6	71.0
7	70.0
8	45.0
9	0.0
10	0.0
Total	366.0

Fuente: Dirección de Meteorología e Hidrología

### c. **Análisis Hidráulico**

#### i **Cálculo de Escorrentía**

##### – Método

Hay varios métodos para calcular la descarga de escorrentía. Estos incluyen la fórmula racional, el método de hidrología unitaria, el método triangular, y el método de función de depósito. La fórmula racional puede proporcionar solamente la descarga pico. Sin embargo, las otras proporcionan hidrogramas de inundación. El MOPC recomienda usar la fórmula racional para escorrentías pequeñas de menos de 10 km<sup>2</sup>, y el método triangular para escorrentías de más de 10 km<sup>2</sup>.

- Método Racional

$$Q = \frac{CiA}{6}$$

Donde

Q = descarga (m<sup>3</sup>/segundo)

C = coeficiente de escorrentía

i = intensidad de precipitación en tiempo de concentración (mm/min)

A = área de captación (ha)

- Método Hidrográfico Triangular (THM por sus siglas en inglés)  
Este método fue desarrollado y recomendado por el Servicio de Conservación de suelo de los Estados Unidos. El MOPC recomienda usarlo para el cálculo de escorrentía.

### Fórmulas

$$qp = \frac{2.08 \times A}{tp}$$

Donde

qp = pico máximo de flujo (para THM)

A = área de cuenca en km<sup>2</sup>

tp = tiempo pico

$$tp = \frac{\Delta t}{2} + 0.6tc$$

tc = tiempo de concentración, en horas (\*)

$$\Delta t = \frac{tc}{5} \text{ UnitaryTime(hour)}$$

tr = 1,67 tp = tiempo de receso (hora)

tb = 2,67 tp = tiempo base (hora)

\* el tiempo de concentración fue calculado por la misma fórmula usada por la fórmula racional.

$$tc = \frac{10 \times A^{0.3} \times L^{0.2}}{K \times i^{0.4}}$$

### Precipitación Efectiva

A fin de establecer la precipitación efectiva (Pe) se usa la precipitación total (P) de acuerdo con el Servicio de Conservación de Suelo de los Estados Unidos.

$$CN = \frac{1000}{10 + S}$$

Donde

CN = cantidad de curvas de la cuenca

S = retención e infiltración para la cuenca de estudio

$$Pe = \frac{(P' - 0.2S)^2}{P' + 0.8S}$$

Donde

Pe = precipitación efectiva en pulgadas

P' = precipitación total en pulgadas

\* se obtuvo la precipitación total (P) usando la fórmula  $h = a \log nt + b$  y P'

$$P' = \frac{P \times (1 - 0.1 \times \log A)}{25}$$

P' es usada solamente para áreas de más de 25 km<sup>2</sup>.

Si  $A < 25 \text{ km}^2$   $P = P'$

### **Hidrografía**

Además de la precipitación efectiva para cada .T, se calcula la descarga por intervalos multiplicando el orden de THM por el 1pe (cm). Estos valores para la hidrografía proyectada son:

$$Q_i = P_{e_i} \cdot q_1 + P_{e_{i-1}} \cdot q_2 + P_{e_{i-2}} \cdot q_3 + \dots + P_{e_1} \cdot q_1$$

#### – Valores de Intensidad de Precipitación

Los valores de intensidad de precipitación en Villarrica basados en un largo periodo de tiempo (1964 – 1994) se encuentran disponibles. El Cuadro 17.1.5 indica los valores en varias frecuencias.

**Cuadro 17.1.5 Valores de Intensidad de Precipitación en Varias Frecuencias**

Año	t = 6 min	t = 60 min	24 horas
5	1.60	5.99	14.25
10	1.82	6.75	16.22
23	2.09	7.69	18.70
50	2.30	8.36	20.55

Fuente : MOPC

La intensidad del tiempo de concentración se calculó usando la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{a}{T^n}$$

Donde

Rd = intensidad de precipitación

a = constante

n = constante

T = tiempo de concentración

#### – Resultados del Cálculo

Las áreas de captación fueron medidas en base al mapa topográfico. Luego se obtuvo la descarga probable por el método racional y el método de hidrografía triangular, lo que se muestra en el Cuadro 17.1.6.

**Cuadro 17.1.6 Descarga Probable en el Sitio**

Cuenca No.	Nombre de Variante	Estación	Área de captación (ha)	Descarga Pico (m <sup>3</sup> /s)		
				10	25	50
1	Ypacaraí	37+200	1,200	38	44	48
2	Caacupé	50+100	600	35	41	43
3		56+600	1,500	48	55	60
4	Itacurubí	86+600	250	15	17	18
5		88+100	400	23	27	29
6		89+600	150	9	10	11
7		90+400	150	9	10	11
8	San José	100+900	900	53	62	64
9		102+800	400	23	27	29
10		103+300	300	18	21	21
11		103+700	200	12	14	14
12		103+900	100	6	7	7
13		104+600	1,200	38	44	48
14	Coronel Oviedo	146+700	50	3	3	4
15		147+100	400	23	27	29
16		147+200	50	3	3	4
17		147+500	50	3	3	4
18		148+000	50	3	3	4
19		148+300	50	3	3	4

Fuente : Equipo de Estudio

**Cuadro 17.1.7 Instalaciones de Drenaje**

Nombre de Variante	Estación	Área de captación (km <sup>2</sup> )	Tamaño del alcantarillado De caja (m)	Tamaño de la tubería de la alcantarilla (m)
Ypacaraí	37+200	12.0	2.00x2.00	
Caacupé	50+100	6.0	2.00x2.00	
	56+600	15.0	3.00x3.00x3	
Itacurubí	86+600	2.5		D=1.60
	88+100	4.0	2.0x2.0	
	89+600	1.5		D=1.20
	90+400	1.5		D=1.20
San José	100+900	9.0	2.0x2.0	
	102+800	4.0		D=1.20
	103+300	3.0		D=1.20
	103+700	2.0		D=1.20
	103+900	1.0		D=1.20
	104+600	12.0		D=1.20x3
Coronel Oviedo	146+700	0.5		D=1.00
	147+100	4.0	2.0x2.0	
	147+200	0.5		D=1.00
	147+500	0.5		D=1.00
	148+000	0.5		D=1.00
	148+300	0.5		D=1.00

Fuente: Equipo de Estudio

## 17.2 Diseño de Mini – Carreteras de Circunvalación

Se han adoptado las Normas de Diseño de la AASHTO para la construcción de las mini-carreteras de circunvalación. Estas vías deberán ser diseñadas de acuerdo con las normas para rutas principales.

### 17.2.1 Mini-carretera de Circunvalación de Ypacaraí

#### (1) Sección Transversal Típica

Se han adoptado cuatro carriles a fin de adaptarse al número existente de carriles. Para la sección transversal típica, por favor refiérase al Capítulo 13.

#### (2) Diseño del Trazado Horizontal

el diseño de trazado evita los puntos de control mostrados abajo:

- 1) el diseño del trazado evita la iglesia en el km 34 al norte de la ruta nacional 2
- 2) la nueva carretera de circunvalación fue separada del plan de urbanización de la ciudad de Ypacaraí
- 3) la ruta pasa a lo largo del área pantanosa del Lago Ypacaraí
- 4) el área urbana no tiene acceso a la estructura vial a fin de prevenir la extensión de la ciudad hacia el área pantanosa
- 5) el radio curvilíneo mínimo se ha hecho de acuerdo con el valor standard de la velocidad de diseño de 80 km/h (mínimo  $R = 280 \text{ m} < R$ )

#### (3) Diseño del Trazado Vertical

- 1) la ruta fue diseñada de acuerdo con la geografía actual
- 2) se diseño un área pantanosa a una altura de 2 m sobre el nivel del suelo actual

#### (4) Otros

- 1) parte de una intersección con la vía férrea fue diseñada como intersección a nivel ya que la vía férrea es de poca operación
- 2) Las vías de la ciudad de Ypacaraí no tienen acceso a la nueva ruta
- 3) Una parte del área pantanosa funciona como drenaje a ambos lados de la nueva estructura vial
- 4) Se ha preparado un alcantarillado celular a fin de no interceptar el flujo natural
- 5) El puesto de peaje existente se mudará a la nueva carretera de circunvalación

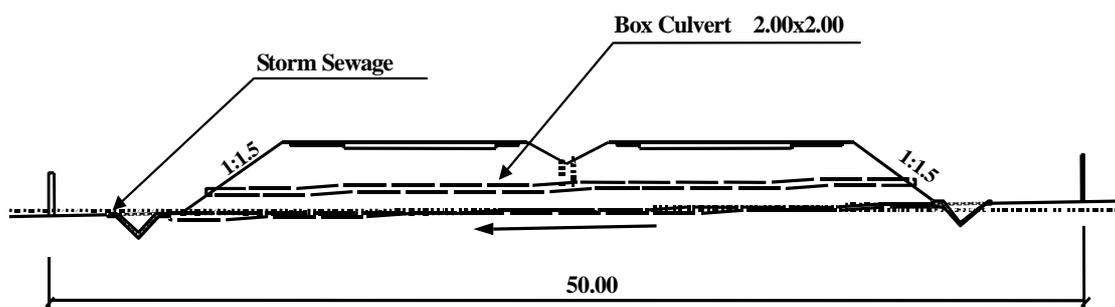


Figura 17.2.1 Sección Transversal Típica de la Carretera de Circunv. de Ypacaraí

### **17.2.2 Carretera de Circunvalación de Caacupé**

Sección Transversal Típica: Se han adoptado cuatro carriles a fin de satisfacer la expansión de urbanización desde la ciudad de Asunción, ya que Caacupé es parte del área del corredor de viaje hacia y de Asunción. Para el diseño de la sección transversal típica, refiérase al Capítulo 13.

#### **(1) Diseño del Trazado Horizontal**

El diseño de trazado horizontal evitó los puntos de control mostrados abajo:

- 1) el diseño del trazado no pasará por la zona urbana futura la ciudad de Caacupé
- 2) el diseño del trazado para al sur de Caacupé a lo largo del río
- 3) la estructura vial ha sido diseñada principalmente como estructura de corte para material del terraplén de la mini-carretera de circunvalación de Ypacaraí
- 4) el radio curvilíneo mínimo está diseñado de acuerdo con el valor standard de velocidad de diseño de 80 km/h (mínimo  $R = 280 \text{ m} < R$ )

#### **(2) Diseño del Trazado Vertical**

- 1) la vía fue diseñada a lo largo de la geografía actual. Como la carretera de circunvalación pasa a lo largo de un área montañosa, la pendiente máxima del 3% continúa

#### **(3) Otros**

- 1) en parte del tramo de 55 km, se requiere un ensanchamiento de 10 m como franja de dominio para la estructura de corte
- 2) se ha preparado un alcantarillado celular a lo largo del área montañosa

### **17.2.3 Mini-carretera de Circunvalación de Itacurubí**

#### **(1) Sección Transversal Típica**

Se han adoptado dos carriles a fin de mantener el número existente de carriles. Para el diseño de la sección transversal típica, por favor refiérase al Capítulo 13. Diseño del Trazado Horizontal: el trazado horizontal evitó los puntos de control mostrados abajo:

- 1) el diseño del trazado evitó el lado norte de la ciudad donde hay áreas de recreación a lo largo del río
- 2) la carretera de circunvalación fue separada del plan de urbanización de la ciudad de Itacurubí
- 3) la ruta pasa a lo largo de un área montañosa

#### **(2) Diseño del Trazado Vertical**

- 1) la ruta fue diseñada de acuerdo con la geografía actual, como la carretera de circunvalación pasa a lo largo del área montañosa, la pendiente máxima del 3% continúa

#### **(3) Otros**

- 1) las vías urbanas de Itacurubí no tienen acceso a la nueva ruta
- 2) se ha preparado un alcantarillado celular a lo largo del área montañosa

### 17.2.4 Mini-carretera de Circunvalación de San José

#### (1) Sección Transversal Típica

Se han adoptado dos carriles a fin de mantener el número existente de carriles. Para el diseño de la sección transversal típica, por favor refiérase al Capítulo 13.

Diseño del Trazado Horizontal: el trazado horizontal evitó los puntos de control mostrados abajo:

- 1) el diseño del trazado evitó las áreas residenciales
- 2) la mini-carretera de circunvalación se construye desde una oficina de control de peso del MOPC

#### (2) Diseño del Trazado Vertical

- 1) la ruta fue diseñada de acuerdo con la geografía actual
- 2) se diseñó un área pantanosa a una altura de cerca de dos metros sobre el nivel actual del suelo

#### (3) Otros

- 1) una parte del área pantanosa sirve como drenaje a ambos lados de la nueva estructura vial
- 2) la oficina de control de peso existente no será cambiada de lugar

### 17.3 Diseño de Carril de Ascenso

Se proveerán carriles de ascenso en las secciones verticales con pendientes del 3% o más mencionadas en el capítulo 14.

#### 1) Longitud Mínima

La longitud mínima para el carril de ascenso a ser adoptada es de 500 m o más tal como lo muestra la Figura 14.2.3.

#### 2) Ancho de Carril

El ancho standard del carril a ser adoptado es de 3,0 m.

#### 3) Espesor del Pavimento

El pavimento adoptará el espesor correspondiente al calculado para el volumen de tráfico para el año 2020.

#### 4) Longitud de Aceleración

La longitud de aceleración se estableció en el Cuadro 17.3.1 basándose en lo que muestra la Figura 14.2.3.

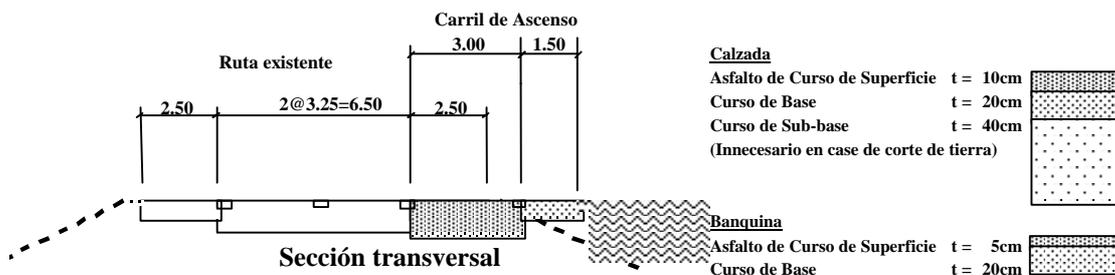
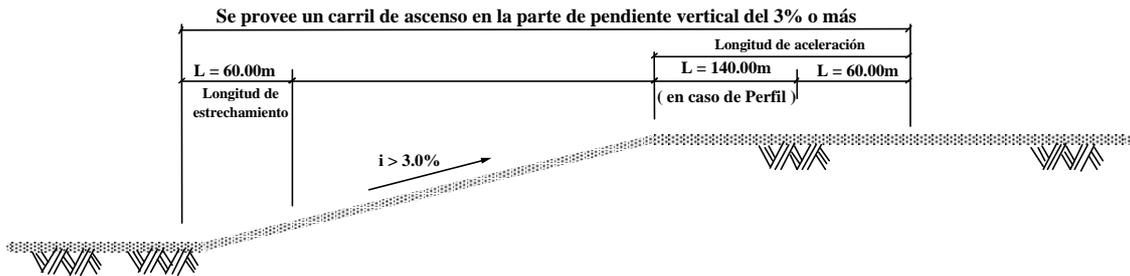


Figura 17.3.1 Sección Transversal Típica de Carril de Ascenso

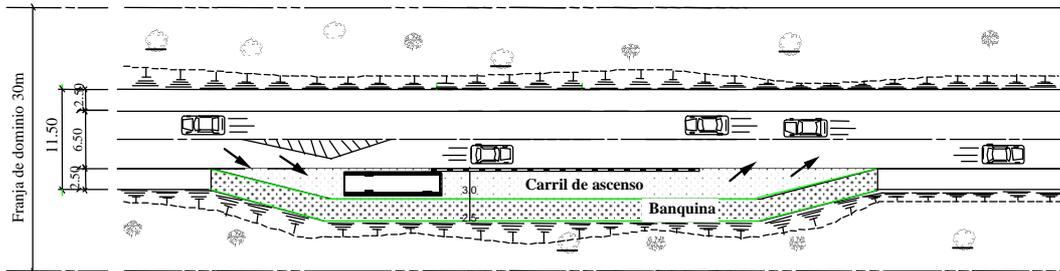
La longitud del Carril de Aceleración se basa en el Cuadro 17.3.1

**Cuadro 17.3.1 Longitud del Carril 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 17.3.2 Perfil del Carril de Ascenso**



**Figura 17.3.3 Plano del Carril de Ascenso**

### 17.4 Diseño de Instalaciones de Seguridad

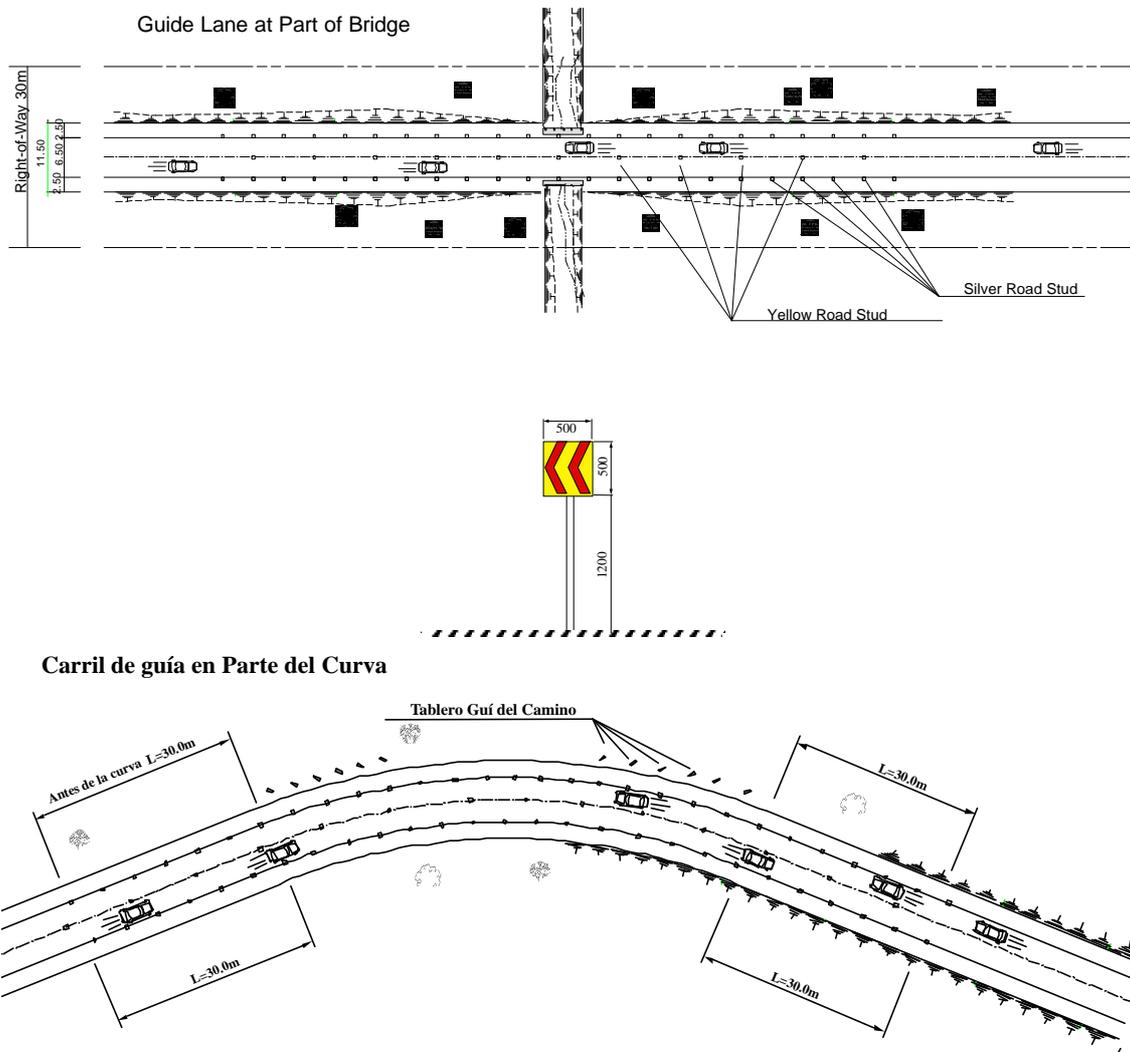
Basados en los resultados de la investigación vial para las rutas nacionales 2 y 7, se proveerán instalaciones de seguridad en los puntos con alta frecuencia de accidentes de tráfico.

1) Choques en Puentes

Los accidentes de choques en los puentes ocurren principalmente debido a un ancho de banquina reducido y a marcas de carril y señales viales poco claras. El método para evitar accidentes de tráfico es extender la banquina del puente. Sin embargo, la construcción es difícil y de alto costo. En este Estudio se proponen varios métodos para indicar al conductor que hay un puente delante.

2) Tramos con curvas cerradas

Frecuentemente ocurren accidentes en el tramo desde el km 146.5 hasta el km 149.5 de la ruta nacional 7.



**Figura 17.4.1 Instalación de Seguridad**

## 17.5 Diseño del Pavimento

La estructura del pavimento fue diseñada de acuerdo con la “Guía para el Diseño de Estructura de Pavimento AASHTO (1986)”.

### 17.5.1 ESAL de 15 Años

#### (1) Periodo de Análisis

El periodo de análisis para el diseño de la estructura del pavimento se considera de 15 años a partir de la apertura al tráfico.

#### (2) Tráfico de Diseño

El tráfico de diseño es el volumen acumulativo de tráfico durante el periodo de análisis. Se expresa por tipo de vehículo. El tráfico de diseño calculado, basado en el volumen de tráfico calculado para los años 2010 y 2020 está resumido en el Cuadro 12.6.1 y se muestra en el Cuadro 17.5.1.

**Cuadro 17.5.1 Tráfico de Diseño**

Tramo	Año	Volumen de tráfico (vehículo/día)	
		Auto	Camión
Ypacaráí	2010	2044	5764
	2020	2240	6153
Factor E0SAL2005-2020		19.6	17.6
Caacupé	2010	5845	5287
	2020	7010	5960
Factor ESAL2005-2020		29.8	22.1
E. Ayala	2010	9112	8653
	2020	10682	10225
Factor ESAL2005-2020		26.6	27.7
Itacurubí	2010	8187	8633
	2020	9583	10221
Factor ESAL2005-2020		26.4	27.9
San José	2010	8193	8624
	2020	9591	10206
Factor ESAL2005-2020		26.4	27.9
Cnel. Oviedo	2010	8268	8624
	2020	9682	10206
Factor ESAL2005-2020		26.5	27.9

#### (3) Carga de Eje Único Equivalente (ESAL por sus siglas en inglés) Acumulativa de 18 kips

Se calculó el factor ESAL para cada tipo de vehículo tal como lo muestra el Cuadro 8.5.2. Los factores ESAL del eje en la quinta columna provienen del cuadro d.1 a d.3 de la “Guía para Diseño de Estructura de Pavimento AASHTO (1986)”, asumiendo que el servicio y los números estructurales son de 2,0 respectivamente. En la mayoría de los casos, de acuerdo con la guía, dicha presunción provee información lo suficientemente exacta para el diseño. Kips = kilo libras.

Usando el factor ESAL total calculado arriba, el ESAL de diseño y el ESAL acumulativo de 18 kips para cada tramo de la ruta se obtuvieron de la siguiente manera: Tomando en consideración la seguridad, se adoptó un ESAL acumulativo máximo en este diseño.

**Cuadro 17.5.2 ESAL de Diseño y ESAL Acumulativo de 18 kips**

Tramo	Tipo de Vehículo	Tráfico de Diseño (A)	Factor ESAL (B)	ESAL de Diseño (A*B)	ESAL Acumulativo de 18 kips
Ypacaraí	Auto	40,062	0.0004	16	7
	Camión	101,446	1.443	146,387	65,874
ESAL de 18 kips de 15 años					65,881
Caacupé	Auto	174,181	0.0004	70	31
	Camión	116,202	1.443	167,679	75,456
ESAL de 18 kips de 15 años					75,487
E. Ayala	Auto	242,379	0.0004	97	44
	Camión	239,688	1.443	345,870	155,641
ESAL de 18 kips de 15 años					155,685
Itacurubí	Auto	216,137	0.0004	86	39
	Camión	240,861	2.34	563,614	253,626
ESAL de 18 kips de 15 años					253,665
San José	Auto	216,295	0.0004	87	39
	Camión	240,610	2.34	563,026	253,362
ESAL de 18 kips de 15 años					253,401
Cnel. Oviedo	Auto	219,102	0.0004	88	39
	Camión	240,610	2.34	563,026	253,362
ESAL de 18 kips de 15 años					253,401

Nota: ESAL Acumulativo de 18 kips = ESAL de Diseño \* DD \* DL

Donde DD = Factor de Distribución Direccional = 0,5; DL = Factor de Distribución de Carril = 0,9

### 17.5.2 Número Pronosticado para Aplicaciones de ESAL de 18 kips

#### (1) CBR o Sub-rasante

Se adopta un valor CBR de 6 en este diseño, ya que ese es el valor generalmente adoptado para rutas principales.

#### (2) Módulo de Resiliencia (psi) : $M_R$

La Guía AASHTO recomienda calcular el Módulo de Resiliencia de la sub-rasante ( $M_R$ ) de acuerdo con la siguiente fórmula y cuadros:

$$M_R = 1.500 * \text{CBR (psi)}$$

Donde CBR = valor CBR de suelo de infraestructura vial (%)

En este Diseño

$$M_R = 1.500 * 6 = 9.000 \text{ (psi)}$$

#### (3) Confiabilidad (C)

La Guía AASHTO recomienda que el valor de confiabilidad para una ruta principal en un área rural tal como la ruta de estudio sea del 75% al 95%. En este caso, se aplicó un valor del 90%.

**Cuadro 17.5.3 Niveles Sugeridos de Confiabilidad para Clasificaciones Funcionales**

Clasificación Funcional	Nivel de Confiabilidad Recomendado	
	Urbano	Rural
Interdepartamental y otras carreteras	85-99.9	80-99.9
Arterias Principales	80-99	75-95
Colectoras	80-95	75-95
Locales	50-80	50-80

**(4) Error Standard Combinado : (So)**

En el diseño de pavimento flexible, el error standard combinado de pronóstico de tráfico y pronóstico de funcionamiento puede considerarse de 0,44.

**(5) Pérdida de Funcionabilidad de Diseño : (1PSI)**

La pérdida de funcionabilidad de diseño puede obtenerse por la siguiente fórmula:

$$1PSI = P_o - P_t$$

Donde  $P_o$  = Funcionabilidad inicial

(la Guía AASHTO recomienda 4,2 para pavimento flexible).

$P_t$  = Funcionabilidad terminal

(la Guía AASHTO recomienda 2,5 para una ruta arterial principal).

Así que  $1PSI = 4,2 - 2,5 = 1,7$

**(6) Número Estructural (SIn)**

Basado en los valores de ESAL acumulativo de 18 kips, Módulo de Resiliencia Elástica, Confiabilidad, Desviación Standard, y Pérdida de Funcionabilidad de Diseño, se puede obtener el número estructural usando un nomograma preparado en la Guía. Los números estructurales obtenidos por tramo vial y por capa están resumidos en el Cuadro 17.5.4.

**Cuadro 17.5.4 Número Estructural (SIn)**

Tramo	Ypacaraí	Coronel Oviedo
Sin	4.7	4.9

**(7) Coeficiente de Capa i° (ai)**

El coeficiente de una capa se determina según las características de los materiales de la capa. De acuerdo con la descripción de la Guía, se han asumido los siguientes valores para este caso:

**Cuadro 17.5.5 Coeficientes de Capa**

Componente del Pavimento	Método, Material	Descripción	SN
Curso de Superficie	Asfalto de mezcla caliente		0.44
Curso de Base	Piedra triturada para estabilización mecánica	CBR modificado (más de 80)	0.14
	Cemento bituminoso tratado	Estabilidad de mezcla caliente (más de 350 kg/cm <sup>2</sup> )	0.31
	Cemento tratado	Fuerza compresora de 7 días (30 kg/cm <sup>2</sup> )	0.22
	Cal Tratada	Fuerza compresora de 10 días (10 kg/cm <sup>2</sup> )	0.18
Curso de Sub-base	Piedra Triturada	CBR modificado (más de 30)	0.10
		CBR modificado (más de 20)	0.08
	Cemento Tratado	Fuerza compresora de 7 días (10 kg/cm <sup>2</sup> )	0.10

**(8) Espesor de cada Capa**

Basado en los valores del Número Estructural (SIn) y del Coeficiente de Capa (ai) obtenidos hasta ahora, se puede obtener el espesor de cada capa usando la siguiente fórmula:

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3 + \dots$$

Donde

$a_1, a_2, a_3 \dots$  = coeficientes de las capas representativas de la superficie, base, y sub-base, respectivamente.

$D_1, D_2, D_3 \dots$  = espesor actual (en pulgadas) de los cursos de superficie, base, y sub-base respectivamente.

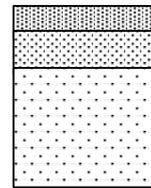
Calzada

Asfalto de Curso de Superficie  $t = 10\text{cm}$

Curso de Base  $t = 20\text{cm}$

Curso de Sub-base  $t = 40\text{cm}$

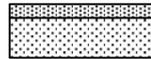
(Innecesario en case de corte de tierra)



Banquina

Asfalto de Curso de Superficie  $t = 5\text{cm}$

Curso de Base  $t = 20\text{cm}$



**17.6 Diseño del Puente**

**17.6.1 Códigos y Normas de Diseño**

**(1) General**

Las normas de diseño para estructuras de puente en el Paraguay se han llevado a cabo de acuerdo con las normas para cada proyecto siguiendo las normas del Brasil o de los Estados Unidos, etc. El diseño de ingeniería en este estudio no tiene como objetivo determinar detalles estructurales. Aunque los trabajos principales de diseño serán hechos de acuerdo con las normas del Brasil, se aplicarán las normas de los Estados Unidos y del Japón si es necesario. No hace falta tomar en cuenta coeficientes sísmicos para el diseño de puentes en el Paraguay.

**(2) Resistencia del Material**

Se ha decidido la resistencia del concreto de acuerdo con las condiciones actuales del Paraguay y la resistencia del acero se basa en las normas ASTM. La resistencia de los materiales principales se muestra en el Cuadro 17.6.1.

**Cuadro 17.6.1 Resistencia de los Materiales**

Material	Item	Resistencia
Concreto	Superestructura de hormigón armado	$f_c = 280 \text{ kg/m}^2$
	Pilar	$f_c = 240 \text{ kg/m}^2$
	Cimientos	$f_c = 210 \text{ kg/m}^2$
	Hormigón pretensado	$f_c = 350 \text{ kg/m}^2$
Hierro de refuerzo	Grado 40	$f_y = 2.800 \text{ kg/cm}^2$
Cable pretensado	Grado 270	$f_y = 161 \text{ kg/mm}^2$

Nota:  $f_c$ ; fuerza global especificada del concreto a los 28 días  
 $f_y$ ; límite de elasticidad especificado del material de acero

### 17.6.2 Tipo de Puente

#### (1) Superestructura

##### 1) Concepto General del Puente Propuesto

En general, el tipo de puente se determina basándose en las condiciones que lo rodean, tales como alineación vial, cruce del río, requisitos ambientales, y propiedades económicas. En especial, se debería tomar en cuenta la planificación de la ruta y las condiciones del río para determinar la longitud de los segmentos del puente. La proporción general entre longitud de segmento y tipo de puente de concreto se muestra en el Cuadro 17.6.2. El tipo de superestructura en este estudio se determina en base a la descripción de arriba y también tomando en cuenta los registros anteriores sobre construcción de puentes y condiciones de los lugares en el Paraguay. En este estudio, los puentes propuestos han sido clasificados en tres categorías basándose en la longitud de segmento, para usarse en la estimación de los costos. Las dimensiones generales de estos puentes clasificados se muestran en los dibujos en un volumen separado. Se ha asumido que los tipos de superestructura dependen de la longitud de segmento, tal como sigue:

Puente (Segmento = 10 m)	Viga T de hormigón armado
Puente (Segmento = 20 – 30 m)	Viga T de hormigón pretensado
Paso a desnivel (Segmento = 25 - 35 m)	Viga T de hormigón pretensado

Hay cinco puentes en nuevas carreteras de circunvalación y dos puentes en reconstrucción en la ruta existente. La longitud de los segmentos de los puentes será de 10 m a 35 m incluyendo el paso a desnivel de Coronel Oviedo. Los puentes propuestos de tipo superestructura adoptado se muestran en el Cuadro 17.6.3.

**Cuadro 17.6.2 Tipos de Puentes de Hormigón y Longitud de Segmento Standard**

Materiales	Tipo de estructura	Longitud de Segmento (m)															
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	200
Hormigón armado	Viga T simple	█															
	Losa hueca	█	█														
	Marco rígido	█															
Hormigón pretensado	Losa hueca			█	█												
	Viga I simple				█	█											
	Viga T simple				█	█	█										
	Viga de Caja simple					█	█	█	█								
	Viga de Caja continua						█	█	█	█	█						
	Viga de Caja con bisagra												█	█	█	█	█
	Viga rígida continua									█	█	█	█	█	█	█	█

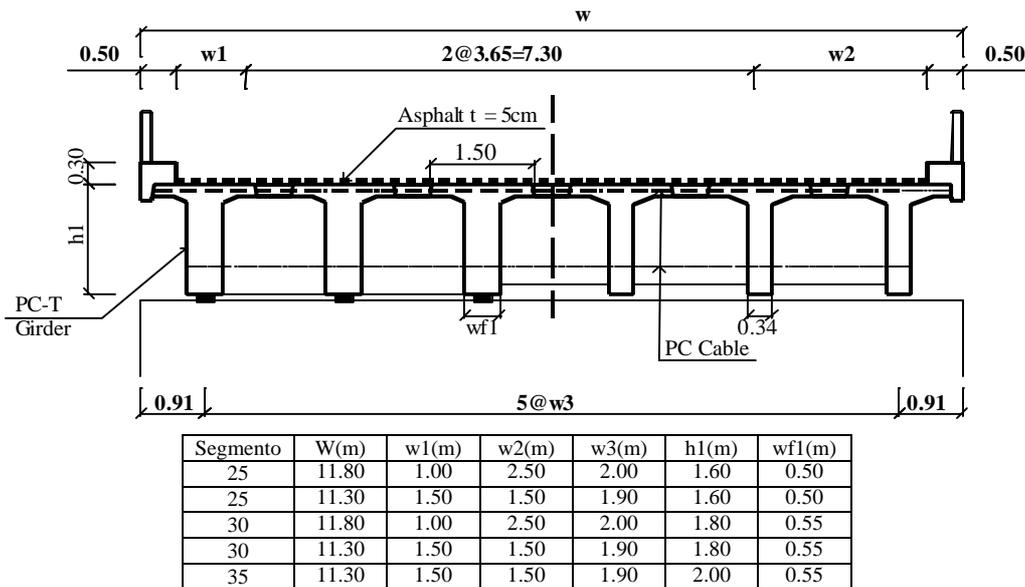
**Cuadro 17.6.3 Tipo de Superestructura para los Puentes Propuestos**

Puente N°	Estación	Ancho de Puente (m)	Tipo de super estructura	Longitud de puente	Nombre de variante	Comentarios
NB-1	38 + 600	11.80	Viga T HP	25.80	Ypacaraí	
NB-2	38 + 600	11.80	Viga T HP	25.80	Ypacaraí	
NB-3	53 + 400	11.80	Viga T HP	30.80	Caacupé	
NB-4	53 + 400	11.80	Viga T HP	30.80	Caacupé	
NB-5	100+200	11.30	Viga T HP	30.80	San José	
NB-6	154+400	11.30	Viga T HA	10.80	-	Reconstrucción del puente existente N° 21
NB-7	154+700	11.30	Viga T HA	10.80	-	Reconstrucción del puente

						existente N° 21
Paso a desnivel	132+040	11.30	Viga T HP	139.25	Paso a desnivel de Cnel. Oviedo	Segmento = 25.0 x 4 + 35.0

2) Altura y Cantidad de Vigas

La sección transversal de un puente puede observarse en la Figura 17.6.1. La viga pretensada compuesta simple con altura de 1/17 a 1/20 de la longitud del segmento es la más económica. En este estudio, se adoptarán alturas de viga de 1,50 m, 1,80 m, y 2,00 m correspondiendo a la longitud de segmento de 25,0 m, 30,0 m, y 35,0 m respectivamente. La cantidad de vigas es de 6 vigas principales para las vías de dos carriles (ancho 11,3 m y 11,8 m) con un espacio de 1,9 m y 2,0 m entre vigas.



**Figura 17.6.1 Sección Transversal del Puente**

(2) **Subestructura**

1) Características del Subsuelo

El subsuelo en el sitio planeado para el puente consiste en una capa de arena de tipo cieno a arcilloso. La capa de soporte para los cimientos está planeada en base a la capa de suelo a una profundidad de 1 a 9 metros desde el suelo de superficie, con un valor “N” de más de 30, de acuerdo con la prueba de penetración standard.

2) Tipo de Cimiento

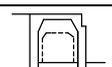
Con respecto a la determinación del tipo de cimiento, las condiciones de superestructura, subsuelo, método de construcción, etc., deberían ser analizados con exactitud a fin de seleccionar el más económico y confiable.

Actualmente, se ha tomado un estrato de suelo con valor “N” de más de 30 como estrato de soporte, teniendo en cuenta los aspectos económicos, la facilidad de construcción, el nivel de la capa de agua, el ancho de la construcción, etc. Se usarán cimientos extensos cuando el estrato sólido alcance cerca de 4 metros de profundidad, y en caso de que sea más profundo, se usará un cimiento de pilotes. Tomando en cuenta la experiencia pasada en el Paraguay, se usarán pilotes de hormigón armado de 800 mm moldeado en el lugar.

3) Empalme

El tipo de empalme estará sujeto a sus alturas aplicables, tal como muestra el Cuadro 17.6.4. El tipo de empalme escogido para un puente varía dependiendo de la condición del subsuelo de soporte del sitio, de la altura del empalme, y de las prioridades económicas. Las alturas planeadas para los empalmes son de 7 a 8 metros, y se adoptará un empalme de tipo cantilever.

**Cuadro 17.6.4 Tipos de Empalme y Altura Standard**

Tipo de empalme	Altura (m)			Comentarios
	10	20	30	
Tipo de Gravedad	■			
Tipo de Semi-gravedad	■			
Tipo Cantilever	■	■		
Tipo Empalme		■		
Tipo de Marco Rígido		■		

**(3) Tipo de Pilar**

El uso de pilares se proveerá solamente para el paso a desnivel en este estudio. Como el Paraguay no sufre efectos sísmicos, se puede adoptar el uso de pilares más pequeños. Con respecto al tipo de pilar, este debería también ser estéticamente agradable y economizar el uso de materiales hasta donde sea posible. Además, los pilares deberían estar ubicados de tal forma que produzcan el mínimo de interferencia con el tráfico que pase bajo la estructura. El tipo estructural de pilar debería ser determinado para satisfacer las condiciones circundantes y los requisitos estructurales. Se determinó el tipo de pilar en este estudio de acuerdo con la descripción de arriba. Tomando en cuenta el registro pasado de construcciones y condiciones del lugar, se adoptará un pilar de tipo marco rígido, como puede observarse en la Figura 17.6.2.

CAPÍTULO 18  
ESTIMACIÓN DEL  
COSTO DEL  
PROYECTO

## **18 ESTIMACIÓN DEL COSTO DEL PROYECTO**

### **18.1 Condición para la Estimación de Costos**

#### **18.1.1 Impuestos y Tasas de Cambio**

La investigación y análisis de los costos de equipo, materiales, y mano de obra son pre-requisitos para la estimación de los costos por unidad de obras civiles de gran envergadura. También se han investigado los costos de construcción de proyectos similares en el Paraguay y en América del Sur. Las condiciones básicas para la estimación de costos de construcción son las siguientes:

- 1) Tasa de cambio de las monedas: US\$ 1,0 = Gs. 3.300 = ¥ 105
- 2) Impuesto a las Ventas 10%
- 3) El impuesto a la importación de compra de materiales es 5% en los países de América Latina y 10% en otros países tales como los Estados Unidos de Norte América.

#### **18.1.2 Costos Directos**

Los costos directos de construcción básicamente consisten en lo siguiente:

- Costo de mano de obra
- Costo de materiales
- Costo de Equipo

La recolección de datos en la investigación primaria es como sigue:

##### **(1) Costo de Mano de Obra**

Los salarios mínimos prescritos por el Ministerio de Justicia y Trabajo son de Gs. 591.445 mensuales y Gs. 19.714 diarios. Los costos de mano de obra mostrados abajo están basados en los costos por hora, los que incluyen los factores sociales. El desglose de los factores sociales es el siguiente:

##### **Factores sociales y Programa de Trabajo**

- Feriados legales: 12 días
- Ausencia pagada: 12 días
- Días no laborables: 30 por año
- Horas laborables: 40 por semana
- Horas extra: 30 por mes
- Trece meses pagados, un mes de aguinaldo
- Seguro social: 16,5% del salario (IPS, seguro de salud, jubilación)

**Cuadro 18.1.1 Salario**

Mano de Obra	Salario por hora (Gs.)
Capataz	11,377
Asistente de capataz	7,500
Mano de obra calificada	6,820
Mano de obra no calificada	5,560
Chofer	7,964
Operador de maquinaria pesada	9,100

**(2) Costo de Material**

Los actuales costos de mercado para materiales de construcción pueden encontrarse en CONSTRUCCIÓN, un estudio de precios de mercado y en proyectos similares del MOPC. Los materiales aplicados al proyecto están divididos en materiales comerciales y materiales procesados por los contratistas. El resultado de la investigación sobre precios de materiales es el siguiente:

**Cuadro 18.1.2 Costo de Materiales**

Materiales Principales	unidad	Precio (Gs)	Porción de moneda nacional	
Cemento Portland tipo-1 (50 kg)	Bolsa	14,330	60	40
Asfalto bituminoso de penetración 60/80	Tonelada	1,017,000	80	20
Asfalto bituminoso de penetración 85/100	Tonelada	1,017,000	80	20
Agregado grueso para curso de base	m <sup>3</sup>	25,630	<sup>1)</sup>	
Agregado grueso para curso de sub-base	m <sup>3</sup>	26,975	<sup>1)</sup>	
Agregado para hormigón cemento	m <sup>3</sup>	28,600	<sup>1)</sup>	
Madera contrachapada de ½" x 4' x 8'	Pcs	56,000	60	40
Madera contrachapada de ¾" x 4' x 8'	Pcs	75,900	60	40
Gasolina	Litros	1,540	80	20
Diesel	Litros	680	80	20
Aceite de motor (lubricante)	Litros	540	0	100
Acero reforzado de 60 grados	Kg	1,500	60	40
Acero reforzado de 40 grados	Kg	2,500	80	20
Acero pretensado de 270 grados	Kg	3,500	80	20
Acero estructural	Kg	1,580	60	40
Agregado fino	m <sup>3</sup>	23,000	40	60

Fuentes: "Construcción", Revista de la Cámara Paraguaya de la Industria de la Construcción, Octubre 1999; "Costos", Revista Especializada en Análisis de Costos de la Construcción, Octubre 1999; "Proyectos Similares del MOPC".

Nota: <sup>1)</sup> indica precios de procedencia

**(3) Costo del Equipo**

Los costos de operación por hora del equipo de construcción normalmente se calculan en base a los costos fijos y a los costos de operación. Los costos fijos consisten en el costo de depreciación y otros costos tales como repuestos anuales, costos de administración, y salarios. Los costos de operación consisten en el combustible y el lubricante. Las siguientes figuras fueron aplicadas al proyecto:

Valor de salvataje	:	10% del precio básico
Vida operativa del equipo	:	3-8 años dependiendo del equipo
Costo de operación anual	:	2,0%
Costo de mantenimiento	:	20 – 100%

### 18.1.3 Composición de los Costos del Proyecto

Los costos del proyecto comprenden los costos directos de construcción, gastos generales, costos de adquisición de tierra, reubicación, compensación, contingencia física, impuesto al valor agregado, impuesto a la importación, y costos de ingeniería. El Cuadro 18.1.3 muestra la composición de los Costos del Proyecto.

**Cuadro 18.1.3 Composición de los Costos del Proyecto**

A.	Costos Directos de Construcción <sup>1)</sup>	Estimado
B.	Gastos Generales (movilización y administración)	30% de A
C.	Ganancia del Contratista	15% de A
D.	Total	A + B + C
E.	Costos Indirectos	
	1) Costos de Ingeniería	7% of D
	2) Contingencia Física	10% of D + E1
	3) Adquisición de Tierra	Estimado
	4) Costo de Reubicación/Compensación	Estimado
	5) Total de E	
F.	Costo del Proyecto	D + E5

Note: <sup>1)</sup> incluye impuestos a la venta y aduaneros

### 18.1.4 Componentes de Costo de Moneda Local y Extranjera

El costo unitario de la moneda local y extranjera se dividirá en proporciones adecuadas.

### 18.1.5 Método de Precio de Costo Unitario

El método de precio unitario ha sido autorizado internacionalmente para calcular los costos de construcción y será el usado en este proyecto. El análisis de precios unitarios para los ítems mayores se llevará a cabo combinando las tasas por mano de obra, los costos de materiales, y los costos de equipo descriptos arriba.

### 18.1.6 Resumen de las Cantidades

Las cantidades de los materiales principales para el paquete 1 y para el paquete 2 están resumidas en el Cuadro 18.1.4 y en el Cuadro 18.1.5, respectivamente.

## 1) Paquete 1 – Mejoramiento Vial

El proyecto está dividido en proyecto de mejoramiento vial (Paquete 1) y proyecto de carretera de circunvalación (Paquete 2). El Paquete 1 comprende el carril de ascenso en Coronel Oviedo, otros carriles de ascenso, mantenimiento urgente, y el paso a desnivel de Coronel Oviedo. El Paquete 2 comprende las cuatro carreteras de circunvalación de Ypacaraí, Caacupé, Itacurubí, y San José. El Paquete 1 y el Paquete 2 están programados para ser implementados para el año 2005 y 2009, respectivamente.

Cuadro 18.1.4 Resumen de Cantidades para el Paquete 1

Descripción	Unidad	Carril de ascenso de C. Oviedo	Otros carriles de ascenso	Paso a desnivel de C. Oviedo	Total
1. Trabajos de Preparación					
1.01 Desmonte y Limpieza	0	136,000.00	30,000.00	10,000	176,000
1.02 Trabajos de Demolición	Cada uno	100.00	0.00	100	200
2. Trabajos de Tierra					
2.01 Excavación	m <sup>3</sup>	266,000.00	0.00	1,400	267,400
2.02 Terraplén	m <sup>3</sup>	124,800.00	173,000.00	12,300	310,100
2.03 Protección de pendiente para terraplén	m <sup>2</sup>	18,000.00	30,000.00	2,700	50,700
2.04 Evacuación	m <sup>3</sup>	127,080.00	0.00	0	0
3. Pavimento					
3.01 Pavimento asfalto 1 (65 cm de grosor)	m <sup>2</sup>	8,881.00	36,500.00	4,938	50,319
3.02 Pavimento asfalto 2 (25 cm de grosor)	m <sup>2</sup>	19,090.00	0.00	0	19,090
3.03 Pavimento asfalto 3 (35 cm de grosor)	m <sup>2</sup>	20,500.00	15,000.00	2,380	37,880
3.04 Pavimento asfalto 4 (5 cm de grosor)	m <sup>2</sup>	9,466.16	402,700.00	1,120	1,413,286
3.05 P. asfalto 5 (27 cm grosor. ancho 4 m)	m <sup>2</sup>	0.00	0.00	4,570	4,570
4. Estructuras					
4.01 Excavación estructural	m <sup>3</sup>	546.92	497.20	645	1,689
4.02 Concreto estructural A (210 kg/cm <sup>2</sup> )	m <sup>3</sup>	197.40	216.00	428	841
4.03 Concreto estructural B (240 kg/cm <sup>2</sup> )	m <sup>3</sup>	421.55	601.95	510	1,533
4.04 Concreto estructural C (350 kg/cm <sup>2</sup> )	m <sup>3</sup>	0.00	0.00	0	0
4.05 Refuerzo	tonelada	49.54	55.40	74	179
4.06 Cable pretensado	tonelada	7.91	0.00	11	19
4.07 Viga T de HP 1= 20 m	pcs	0.00	0.00	0	0
4.08 Viga T de HP 1= 25 m	pcs	24.00			
4.09 Viga T de HP 1= 30 m	pcs	0.00	0.00	24	24
4.10 Viga T de HP 1= 35 m	pcs	0.00	0.00	6	6
4.11 Capa de soporte elastomérico 40 x 40	pcs	24.00	36.00	60	120
4.12 Junta de expansión	m	24.00	41.20	62	127
4.13 Pilotes ccp d= 80 cm	m	0.00	0.00	201,106	201,106
5. Drenaje					
5.01 Tubería de HA d= 100 cm	m	76.00	0.00	76	152
5.02 Tubería de HA d= 120 cm	m	0.00	0.00	0	0
5.03 Tubería de HA d= 200 cm	m	0.00	0.00	0	0
5.04 Tubería de HA d= 60 cm	m	0.00	0.00	0	0
5.05 Alcantarilla celular de HA 2.0m x 2.0m	m	0.00	0.00	0	0
5.06 Alcantarilla celular de HA 3.0m x 3.0m	m	0.00	0.00	0	0
5.07 Cuneta para sección de corte	m	4,600.00	0.00	4,600	9,200
6. Instalaciones					
6.01 Plantación del paseo central	m	0.00	0.00	0	0
6.02 Baranda de protección de vehículos	m	1,000.00	0.00	1,000	2,000
6.03 Iluminación Vial	set	0.00	0.00	0	0
6.04 Marcación de carril	m	7,000.00	172,600.00	7,000	186,600
6.05 Señales de tránsito de 1.2m x 2.4m	set	0.00	0.00	0	0
6.06 Señales de tránsito de 0.75m x 1.0m	set	10.00	18.00	10	38
6.07 Tortuguitas viales amarillas	set	0.00	264.00	0	264
6.08 Tortuguitas viales plateadas	set	0.00	1,200.00	0	1,200
6.09 Semáforos (vehículos)	set	0.00	0.00	0	0
6.10 Señalización en las intersecciones	lote	0.00	0.00	2	2

## 2) Paquete 2 – Construcción de Carretera de Circunvalación

Cuadro 18.1.5 Resumen de Cantidades para el Paquete 2

Descripción	Unidad	Variante de pacarái	Variante de Caacupé	Variante de Itacurubí	Variante de San José	Total
1. Trabajos de Preparación						
1.01 Desmonte y Limpieza	0	170,000	180,000	110,000	83,000	543,000.00
1.02 Trabajos de Demolición	c/u	33	66	42	25	166.00
2. Trabajos de Tierra						
2.01 Excavación	m <sup>3</sup>	14,300	692,200	71,130	27,700	805,330.00
2.02 Terraplén	m <sup>3</sup>	160,000	407,340	284,000	153,000	1,004,340.00
2.03 Protección de pendiente para terraplén	m <sup>2</sup>	13,388	31,200	34,500	31,500	110,588.00
2.04 Evacuación	m <sup>3</sup>	0	256,374	0	0	256,374.00
3. Pavimento						
3.01 Pavimento asfalto 1 (65 cm de grosor)	m <sup>2</sup>	49,800	48,970	16,600	35,690	151,060.00
3.02 Pavimento asfalto 2 (25 cm de grosor)	m <sup>2</sup>	18,260	62,250	29,631	2,905	113,046.00
3.03 Pavimento asfalto 3 (35 cm de grosor)	m <sup>2</sup>	20,500	33,500	22,280	18,600	94,880.00
3.04 Pavimento asfalto 4 (5 cm de grosor)	m <sup>2</sup>	9,466	6,640	4,150	4,150	24,406.00
3.05 P. asfalto 5 (27 cm grosor, ancho 4 m)	m <sup>2</sup>	0	0	0	0	0.00
4. Estructuras						
4.01 Excavación estructural	m <sup>3</sup>	546.9	547	0	273	1,366.90
4.02 Concreto estructural A (210 kg/cm <sup>2</sup> )	m <sup>3</sup>	197.4	197	0	99	493.40
4.03 Concreto estructural B (240 kg/cm <sup>2</sup> )	m <sup>3</sup>	421.5	501	0	212	1,134.50
4.04 Concreto estructural C (350 kg/cm <sup>2</sup> )	m <sup>3</sup>	0.0	0	0	0	0.00
4.05 Refuerzo	tonelada	49.5	54	0	24	127.50
4.06 Cable pretensado	tonelada	7.9	9	0	2	18.90
4.07 Viga T de HP 1= 20 m	pcs	0.0	0	0	0	0.00
4.08 Viga T de HP 1= 25 m	pcs	24.0	0	0	0	24.00
4.09 Viga T de HP 1= 30 m	pcs	0.0	24	0	6	30.00
4.10 Viga T de HP 1= 35 m	pcs	0.0	0	0	0	0.00
4.11 Capa de soporte elastomérico 40 x 40	pcs	24.0	48	0	12	84.00
4.12 Junta de expansión	m	33.2	41	0	21	95.20
4.13 Pilotes ccp d= 80 cm	m	140.0	0	0	0	140.00
5. Drenaje						
5.01 Tubería de HA d= 100 cm	m	820.0	1,340	0	0	2,160.00
5.02 Tubería de HA d= 120 cm	m	0.0	0	62	95	157.00
5.03 Tubería de HA d= 200 cm	m	0.0	0	30	0	30.00
5.04 Tubería de HA d= 60 cm	m	68.0	68	0	0	136.00
5.05 Alcantarilla celular de HA 2.0m x 2.0m	m	0.0	36	40	0	76.00
5.06 Alcantarilla celular de HA 3.0m x 3.0m	m	38.0	270	0	0	308.00
5.07 Cuneta para sección de corte	m	4,400.0	11,800	5,500	800	22,500.00
6. Instalaciones						
6.01 Plantación del paseo central	m	4,400	6,800	0	0	11,200.00
6.02 Baranda de protección de vehículos	m	1,000	600	400	0	2,000.00
6.03 Iluminación Vial	set	400	450	30	0	880.00
6.04 Marcación de carril	m	10,400	27,000	300	10,000	47,700.00
6.05 Señales de tránsito de 1.2m x 2.4m	set	2	2	2	2	8.00
6.06 Señales de tránsito de 0.75m x 1.0m	set	0	10	8	4	22.00
6.07 Tortuguitas viales amarillas	set	600	900	0	0	1,500.00
6.08 Tortuguitas viales plateadas	set	0	0	0	0	0.00
6.09 Semáforos (vehículos)	set					0.00
6.10 Señalización en las intersecciones	lote					0.00

## 18.2 Costo de Construcción

La estimación de los costos de construcción se hace de acuerdo con las condiciones de las estimaciones de costo mencionadas para cada paquete. Los costos de construcción y de las obras se describen a continuación:

**Cuadro 18.2.1 Costos de Construcción**

	Financiero (millones de Gs.)	Económico (millones de Gs.)
<b>1. Paquete 1</b>		
1) Carril de ascenso de Coronel Oviedo Construcción de 4.0 km de carril de ascenso	17,096	15,368
2) Otros carriles de ascenso y mantenimiento urgente Construcción de nueve (9) carriles de ascenso Recapado de las rutas nacionales 2 y 7 existentes. 169 km Reconstrucción de dos (2) puentes existentes Mejoramiento de las instalaciones de seguridad de tráfico	60,874	52,783
3) Paso a desnivel de Coronel Oviedo Construcción de un paso a desnivel de 570 m	7,051	6,203
<b>Total del Paquete 1</b>	<b>85,027</b>	<b>74,335</b>
<b>2 Paquete 2</b>		
1) Carretera de Circunvalación de Ypacaraí Construcción de variante 4.6 km Construcción de dos (2) puentes	25,681	22,742
2) Carretera de Circunvalación de Caacupé Construcción de variante de 7.2 km de largo Construcción de un (1) puente	58,330	52,144
3) Carretera de Circunvalación de Itacurubí Construcción de variante de 6.07 km de largo	20,217	18,098
4) Carretera de Circunvalación de San José Construcción de variante de 5.15 km de largo Construcción de un (1) puente	17,052	15,158
<b>Total Paquete 2</b>	<b>121,280</b>	<b>108,143</b>
<b>3. Total de Paquete 1 + 2</b>	206,307	182,488
<b>4. Costo de Ingeniería</b>	14,442	12,775
<b>5. Contingencia</b>	22,075	1,952
<b>6. Total de Costo de Construcción</b>	<b>242,824</b>	<b>214,800</b>

## 18.3 Costos de Adquisición de Tierra y Compensación

Se necesita adquirir tierra para la construcción de las carreteras de circunvalación, y estas se hallan ubicadas casi fuera del área residencial de las ciudades de Ypacaraí, Caacupé, Itacurubí, y San José. or lo tanto, se ha usado el precio unitario de Gs. 25.000 por m<sup>2</sup> como precio promedio para el área residencial y las otras áreas. El precio de compensación por reubicación de hogar se ha estimado en Gs. 20.000.000 por casa.

	Cantidad (ha)	Precio unitario (Gs. millones)	Costo (Gs. millones)
Costo de adquisición de tierra	98.28	250	24,570
Costo de compensación	154.00	20	3,080

## 18.4 Costo del Proyecto

El costo del proyecto comprende los costos de construcción, costos de adquisición de tierra, y costos de compensación.

**Cuadro 18.4.1 Resumen de Costos 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							
1.0 Carril de ascenso de Coronel Oviedo	4.00	2,807	7,833	6,105	17,096	15,368	Ancho: 5.15m
1.1 Otros carriles de ascenso y mantenimiento urgente							Ancho: 5.15m
a. Otros Carriles de Ascenso	10	2,439	5,314	3,662	13,362	11,586	
b. Puentes	2 No	120	261	180	657	570	
c. Instalaciones de Seguridad		34	75	52	189	164	
d. Recapado	169	8,518	18,558	12,791	46,666	40,463	
1.2 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	25,041	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)		20,431	51,544	40,719	121,280	108,143	
Total de A = (1) + (2)		35,547	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>38,035</b>	<b>92,758</b>	<b>70,363</b>	<b>220,749</b>	<b>195,271</b>	
<b>D. Contingencia 10% de C</b>					<b>22,075</b>	<b>19,527</b>	
<b>E. Costo Total de Construcción</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

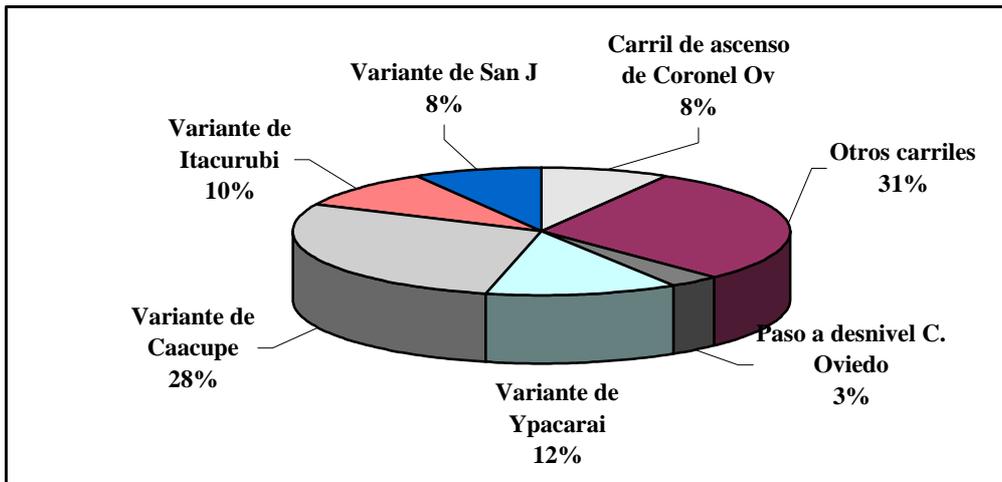


Figura 18.4.1 Proporción de Componentes de Costo por Proyecto

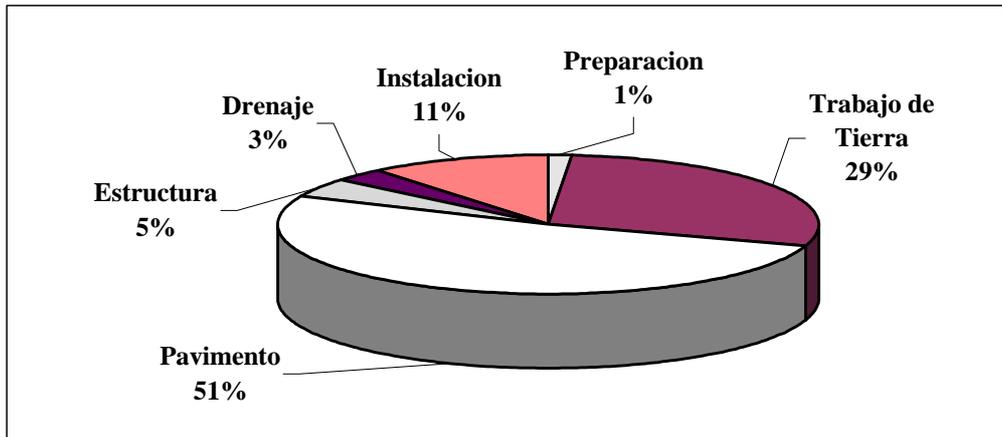


Figura 18.4.2 Proporción de Componentes de Costo por Proyecto

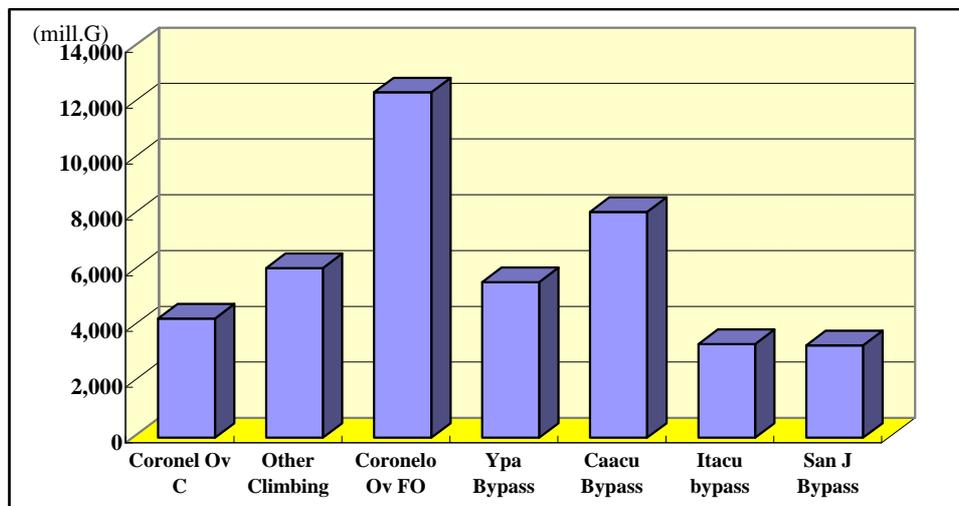


Figura 18.4.3 Comparación de la Construcción por Kilómetro

## 18.5 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 18.5.1 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

## **18.6 Plan de Operación y Mantenimiento**

### **18.6.1 Plan de Operación**

#### **(1) Concepto Básico**

La organización del Sistema de Mantenimiento y Administración de Tráfico (SMA) comprende el Centro Principal de Mantenimiento (CPM), la Oficina de Mantenimiento (OM), y la Oficina de Cobro de Peaje tal como puede observarse en la Figura 18.6.1. Los edificios comprenden la Oficina de Cobro de Peaje y el Centro de Operación y Mantenimiento, el cual cumple las funciones del CPM y OM.

Los roles funcionales del SMA en cuanto a peaje vial se indican en las siguientes siete funciones:

- Planeamiento y programación
- Ingeniería y seguridad del tráfico
- Administración y operación de tráfico
- Mantenimiento y operación
- Cobro de peaje
- Coordinación y relaciones públicas
- Administración

La definición y las funciones del SMA de peaje vial se muestran en la Figura 18.6.2.

#### **(2) Administración y Operación del Tráfico**

##### 1) Función de la Administración y Operación del Tráfico

- Mantener un flujo de tráfico seguro y sin obstáculos en la vía de peaje
- Prevenir condiciones adversas tales como accidentes de tráfico y congestamiento de tráfico, los cuales tienen efectos sobre el flujo de tráfico
- Restaurar el flujo normal de tráfico tan pronto como sea posible después de accidentes de tráfico y de congestamiento

##### 2) Tareas

La función de administración y operación del tráfico tiene cuatro componentes como sigue:

- Cobro de peaje
- Vigilancia del tráfico
- Control del tráfico
- Regulación del tráfico

##### 3) Contenido de las Tareas

###### a) Cobro de Peaje

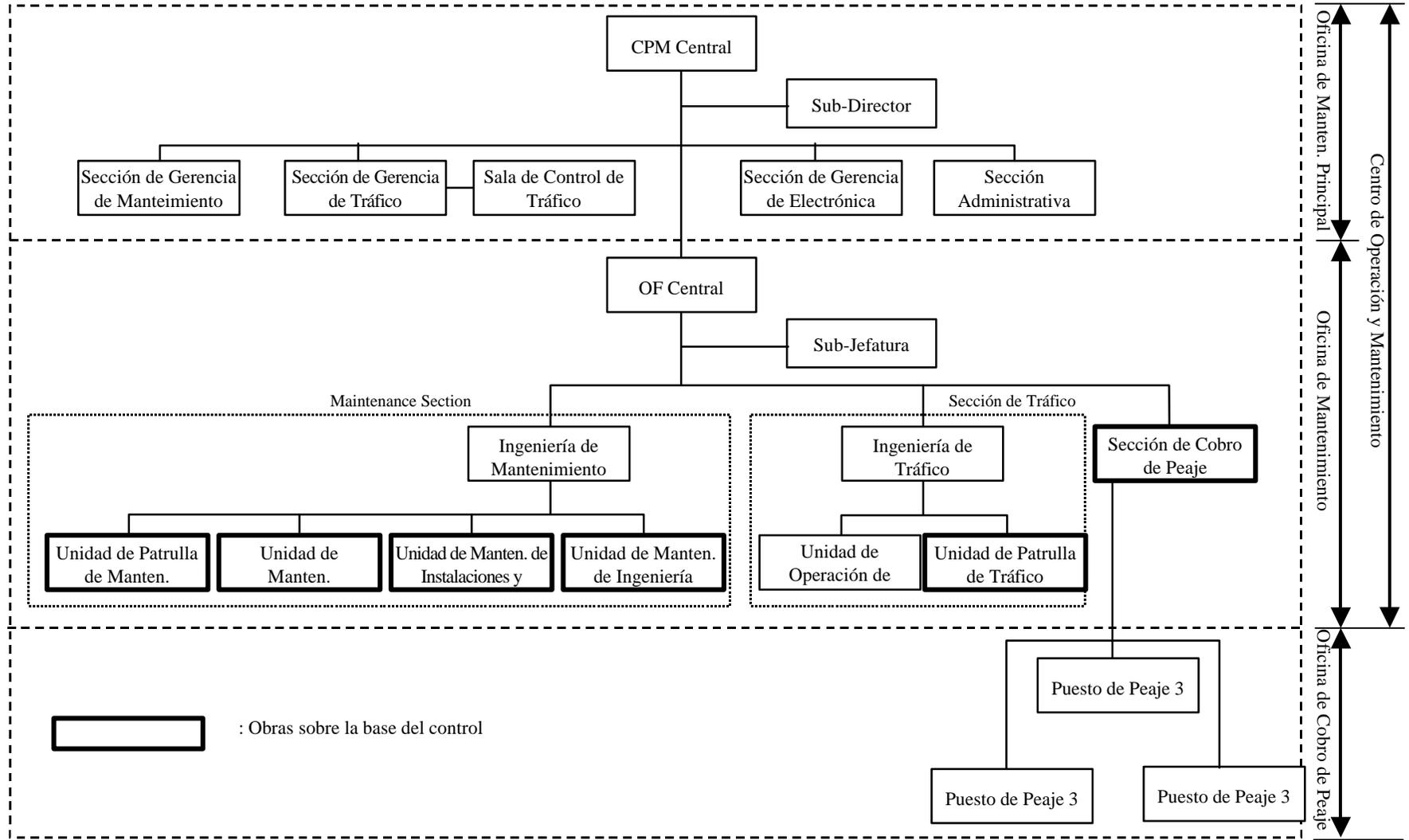
Los ingresos por peaje son muy importantes para la operación y administración vial. Por lo tanto se necesita un sistema de cobro de peaje y se requiere una estricta administración y operación. El componente de cobro de peaje es el cobro de peaje en los puestos de cobro o en la barrera de peaje a los vehículos usando la ruta.

- Función del Puesto de Cobro de Peaje  
No solamente es cobrar el peaje sino también recolectar datos sobre el volumen de tráfico y evitar la entrada de vehículos demasiado grandes o de mayor peso a fin de preservar la estructura del peaje vial.

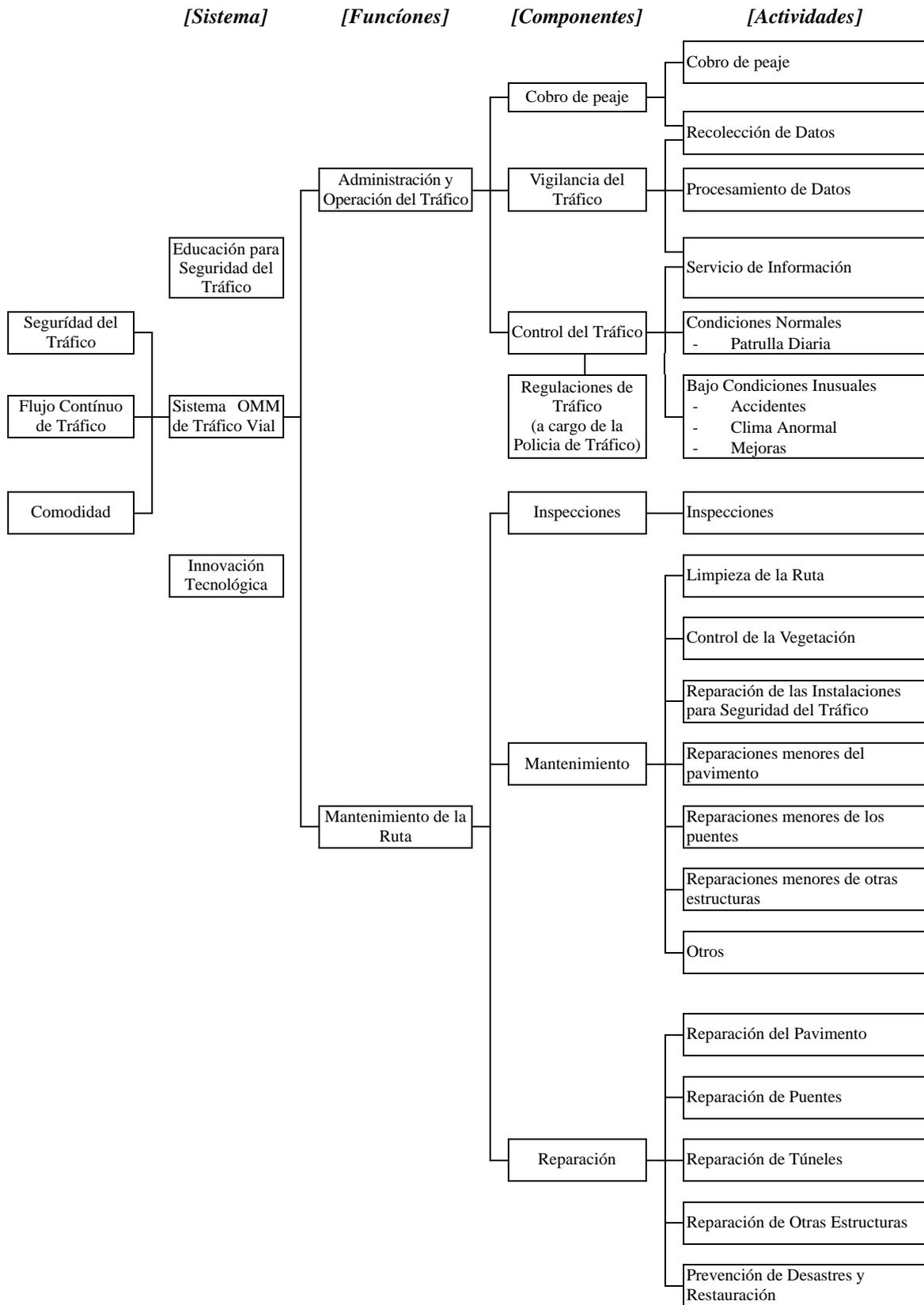
El método de recolección de datos y medición es el siguiente:

- Conteo manual de tipo de vehículo y registro automático. y señal de muestra
  - Peso de los vehículos de mayor tamaño usando una escala de peso por eje y muestra de información
  - Control de altura de los vehículos a la entrada antes del puesto de cobro
  - Conteo automático de vehículos y registro automático para comparar con el conteo manual de vehículos
- Sistema de Cobro de Peaje
  - El método de cobro de peaje aplica el sistema abierto para tarifas uniformes de peaje en consideración a la longitud de la ruta de peaje y de la administración del cobro de peaje. La ubicación de los puestos de cobro son la entrada a las vías de peaje tomando en cuenta la administración de la operación de tráfico y el flujo de tráfico en la barrera.
- Puestos de Peajes
  - El cobro de peaje se lleva a cabo en las dos localidades siguientes:
    - Primer Puesto de Peaje (Ypacaraí)
    - Segundo Puesto de Peaje (Coronel Oviedo)
- b) Vigilancia del Tráfico
  - La vigilancia del tráfico es el proceso para obtener información sobre el desempeño del tráfico en la ruta de peaje y para determinar las condiciones del tráfico existente usando un equipo especial y otros medios. tales como autos patrulla, motoristas cooperadores, etc. La información del tráfico es analizada por un ingeniero de tráfico y es transmitida a la patrulla de tráfico o a la policía caminera para controlar el tráfico.
  - Instalaciones para la Vigilancia del Tráfico
    - Sala de Vigilancia de Tráfico
    - Equipo de Vigilancia de Tráfico
    - Sistema Detector de Tráfico
    - Sistema de Vídeo a Control Remoto
    - Sistemas de Comunicación
    - (sistema de teléfono de emergencia. sistema de radio)
    - Sistemas de Información
- c) Control de Tráfico
  - El control del Tráfico incluye no solamente un control general del tráfico sobre la ruta de peaje bajo condiciones normales (tal como lo hace la patrulla caminera). sino también medidas de emergencia tomadas con el fin de tener diariamente un control de tráfico bajo condiciones inusuales. Las condiciones de tráfico o la información sobre el clima recogida en las salas de control de tráfico en el centro de mantenimiento principal son transmitidos a otras unidades de oficinas patrulleras por radio. o por teléfono público o privado. o por señales variables de mensaje, etc., y a otros servicios de información al aire.
  - Instalaciones de Control de Tráfico
    - Sala de Control de Tráfico
    - Sala de unidades patrulleras de tráfico
    - Control de Tráfico
    - Sistemas de comunicación
    - Sistemas de información
    - Vehículos y artículos para controlar el tráfico

18 - 12



**Figura 18.6.1 Centro de Mantenimiento Principal. Oficina de Mantenimiento. y Oficina de Cobro de Peaje**



**Figura 18.6.2 Definición y Funciones del Sistema SMA de Peaje Vial**

**18.6.2 Plan de Mantenimiento****(1) Mantenimiento y Operación Vial**

El propósito del mantenimiento y la operación del peaje vial es el siguiente:

- Alcanzar un tráfico seguro, un flujo de tráfico sin obstáculos, y la comodidad de viaje en las vías de peaje
- Mantener la estructura vial y las instalaciones tal como fueron originalmente construidas o proporcionadas
- Restaurar la operación normal de la ruta de peaje después de daños por efectos del clima, crecimiento de la vegetación, deterioro, desgaste por tráfico, accidentes de tránsito, y desastres

**(2) Componentes de las Obras**

El mantenimiento de la ruta de peaje tiene los tres componentes siguientes:

- Inspección
- Mantenimiento
- Reparación

**(3) Contenido de las Obras****1) Inspección**

Todas las obras, exceptuando inspecciones urgente, básicamente se llevan a cabo de acuerdo con el contrato.

- La inspección de las condiciones de la ruta existente que se lleva a cabo a fin de identificar la escala de necesidades y los plazos para reparación.
- Los trabajos de inspección se dividen en tres tipos: rutina, periódico, y especial.
- La inspección de rutina principalmente es para determinar las acciones apropiadas para los trabajos de mantenimiento y reparación necesarios, para verificar las condiciones de la superficie del pavimento, los lados de la ruta, y la seguridad del tráfico.
- La inspección periódica principalmente es para proponer contramedidas efectivas después de investigar el daño a las instalaciones principales.
- La inspección especial es para proponer contramedidas efectivas de acuerdo con el daño a las instalaciones por accidentes o desastres.
- El plan de instalación consiste en vehículos de patrulla y aparatos de control urgente de tráfico en la oficina de patrullas.

**2) Mantenimiento**

Los tipos de trabajo de mantenimiento son los siguientes:

- Limpieza de la ruta
- Control de vegetación
- Reparación de las instalaciones de seguridad y mantenimiento del tráfico
- Reparaciones menores del pavimento
- Reparaciones menores de puentes
- Otros

**3) Reparaciones**

Los tipos de trabajo de mantenimiento son los siguientes:

- Reparación del pavimento

Se requiere un recapado de asfalto o el reemplazo del asfalto debido a la presencia de grietas y baches causados por tráfico pesado y deterioro del asfalto. El recapado y el reemplazo pueden incluir áreas donde ya existan parches y reparaciones de baches. Se deberá establecer un método de evaluación para determinar el espesor requerido para el recapado, basándose en un estudio y análisis de la rugosidad del pavimento, la proporción de grietas, y la profundidad de los baches. En este plan, se estima el costo de recapado para reemplazar la superficie del pavimento hasta una profundidad de 5 cm cada 7 años.

- Reparación de puentes  
Se necesita realizar trabajos de reparación de superestructuras y subestructuras debido a daños causados por tráfico pesado, accidentes, la acción del clima, la erosión, etc. También se necesita reemplazar y reforzar las losas del puente, las juntas de expansión, y los soportes basándose en la identificación y evaluación de las causas y defectos debido a daños causados por tráfico pesado, accidentes, etc.
- Reparación de otras estructuras  
Se necesita realizar la reparación de las estructuras de drenaje, las instalaciones de drenaje, y los edificios de oficinas para mantener la ruta de peaje.
- Prevención de desastres y restauración de daños causados por desastres naturales no previstos.  
Precipitaciones abundantes de lluvia pueden causar daños al pavimento y a las estructuras. Los trabajos incluyen trabajos de prevención y de restauración.

### **18.6.3 Costo de Operación y Mantenimiento**

#### **(1) Costo de Operación**

- La inversión inicial para la administración y operación del tráfico es en estructuras, lo que incluye todos los gastos de construcción e instalación del equipo para establecer un sistema de administración y operación para la ruta de peaje. Las estructuras consisten en puestos de peaje, oficinas de cobro de peaje, oficina de operaciones de mantenimiento, e instalaciones incidentales.
- Los costos de operación y mantenimiento se calculan anualmente según el costo de mantenimiento y operación de las instalaciones de administración de tráfico y los gastos de personal.
- Se calcula el costo del cobro de peaje y de la operación de mantenimiento en base al contrato de acuerdo con el volumen de tráfico anual.
- Se calculan los costos de vigilancia del flujo de tráfico sobre la ruta y de la patrulla de tráfico en base al contrato.
- El personal total del OMC es 40 personas. Los gastos de personal incluyen el seguro social, vacaciones y pagos, de acuerdo con la ley del Paraguay. Sin embargo, no se ha tomado en cuenta un aumento del salario anual.
- Los trabajos basados en el contrato incluyen impuestos de consumo del 10%.

#### **(2) Costo de Mantenimiento**

- Todos los trabajos de mantenimiento se llevan a cabo de acuerdo con el contrato.
- Los gastos del personal de administración para mantenimiento están incluidos en los costos de operación.
- El recapado del pavimento se lleva a cabo cada 7 años.
- Los trabajos de acuerdo con el contrato incluyen impuestos de consumo del 10%.

- No se ha tomado en cuenta una escalada de precios.
- El costo de restauración por daño vial debido a calamidades naturales o más allá de las expectativas normales se considera costo de seguro.

**Cuadro 18.6.1 Costos de Mantenimiento y Operación**

					costo por año
Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario (guaraníes)	Costo (guaraníes)	Notas
<b>(1) Costo Inicial</b>					
Costo de administración y operación de tráfico					
Construcción de la oficina de administración e instalaciones relacionadas	m <sup>2</sup>	200	2,000,000	400,000,000	
Oficina de peaje 2 x 100 m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	200	2,000,000	400,000,000	
Puesto de peaje 1 – Ypacaraí	m <sup>2</sup>	50	1,500,000	75,000,000	
Puesto de peaje 2 – San José	m <sup>2</sup>	50	1,500,000	75,000,000	
<b>Sub-Total (1)</b>				<b>950,000,000</b>	
<b>(2) Costo de mantenimiento y operación</b>					
1) Administración de tráfico					
Medición de vehículos pesados cargados	total	1	40,000,000	40,000,000	
Patrulla de tráfico	total	1	200,000,000	200,000,000	
<b>Sub-Total 1)</b>				<b>240,000,000</b>	
2) Gastos de la oficina de administración					
Salario					
- Salario del representante	persona	24	2,000,000	48,000,000	
- Salario del oficial representante	persona	48	1,500,000	72,000,000	
- Salario de cobrador de peaje	persona	230	1,300,000	299,000,000	
Vehículo y combustible	total			150,896,000	Ver datos de apoyo
Insumos de oficina	total	24	5,000,000	120,000,000	
Electricidad, gas, agua	total	24	5,000,000	120,000,000	
<b>Sub-Total 2)</b>				<b>809,896,000</b>	
3) Mantenimiento y operación vial					
Inspección					
- Inspección vial anual		1	20,000,000	20,000,000	
- Inspección vial mensual		12	2,000,000	24,000,000	
Limpieza de la ruta	m <sup>2</sup>	3,788	471,328	1,785,390,464	Arreglo
Plantación	total	1	36,726	36,726	
Reparación de instalaciones de seguridad	m	175,476	200	35,095,200	Barrera de seguridad
Mantenimiento del pavimento					
- Marcas	m	32,517	260	8,454,420	
- Recapado	m <sup>2</sup>	18,940	1,874,028	35,494,090,320	Cada 7 años
Mantenimiento de puentes	m	479,030	17	8,143,510	conjunto
Mantenimiento de trabajo de tierra	m <sup>2</sup>	1,000	471,328	471,328,000	
Mantenimiento de instalaciones de iluminación	total	1	10,000,000	10,000,000	
<b>Sub-Total 3)</b>				<b>37,856,538,640</b>	
4) Costo de mantenimiento anual					
<b>Sub-Total 3) exceptuando el recapado</b>				<b>3,312,448,320</b>	

CAPÍTULO 19  
EVALUACIÓN DEL  
IMPACTO AMBIENTAL  
(EIA)

## 19 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA)

### 19.1 Introducción

#### 19.1.1 Objetivo de la EIA

El objetivo de la EIA puede resumirse de la forma que sigue:

- identificar los problemas ambientales existentes en el área del proyecto
- predecir posibles impactos del proyecto propuesto
- tomar en cuenta contramedidas para mitigar los impactos negativos de los proyectos
- preparar un plan de administración ambiental de los proyectos

#### 19.1.2 Problemas Ambientales

Como resultados del “alcance” del Examen Ambiental Inicial (EAI), se seleccionaron los problemas ambientales que requieren una evaluación de impacto ambiental (EIA) para los proyectos o que requieren más estudios tal como lo muestra el Cuadro 15.3.2 de la sección 15. Estos ítems se muestran también en el Cuadro 19.1.1.

**Cuadro 19.1.1 Problemas Ambientales que Requieren una EIA y Más Estudios**

Problema Ambiental	para una EIA	para Más Estudios	
Medio Ambiente Social	- Reubicación	- Actividades económicas - Separación de comunidades - Derecho de agua y derecho común	- Tráfico e instalaciones públicas - Propiedad cultural - Peligros (Riesgos)
Medio Ambiente Natural	—	- Erosión del suelo	- Fauna y flora
Contaminación	- Pronóstico de NOx y CO <sub>2</sub> - Pronóstico de Nivel de Ruido	—	

#### 19.1.3 Proyectos

Los proyectos propuestos en este estudio de factibilidad consisten en proyectos de mini-carreteras de circunvalación, proyectos de carriles de ascenso, y proyectos de intersecciones a nivel. El Cuadro 19.1.2 muestra brevemente la ubicación de cada proyecto.

**Cuadro 19.1.2 Lista de Proyectos**

Ruta	Proyecto	Mini Variante	Carril de ascenso	Intersección a nivel
	Ubicación			
2	<i>San Lorenzo</i>	-	-	A nivel
	<i>Capiatá</i>	-	-	A nivel
	<i>Ypacaraí</i>	Variante	-	-
	<i>Caacupé</i>	Variante	-	-
	<i>Eusebio Ayala</i>	-	Carril 68	-
	<i>Itacurubí</i>	Variante	Carril 79	-
			Carril 91	
	<i>San José</i>	Variante	Carril 120	-
<i>CoronelOvied</i>	-	Carril 147	A nivel	
		Carril 153		
7	<i>Caaguazú</i>	-	Carril 162	-
			Carril 166	

## 19.2 Metodología

De acuerdo con los problemas ambientales mostrados en el Cuadro 19.1.1, se llevaron a cabo los siguientes estudios detallados a fin de recolectar los datos e informaciones necesarios para pronosticar los posibles impactos de cada proyecto.

### 19.2.1 Estudios

#### (1) Área de Estudio

Todas las ubicaciones de los proyectos para carretera de circunvalación y para carril de ascenso en este estudio de factibilidad fueron seleccionadas como “Área de Estudio” para los estudios detallados que se muestran en el Cuadro 19.2.1. En el cuadro, las columnas con líneas oblicuas identifican el área de estudio.

**Cuadro 19.2.1 Área de Estudio**

	<i>Ypacarai</i>	<i>Caacupe</i>	<i>E. Ayala</i>	<i>Itacurubi</i>	<i>San Jose</i>	<i>Cnel Oviedo</i>	<i>Caaguazu</i>
Mini variante							
Carril de ascenso							

En cuanto a los proyectos de “intersecciones a nivel”, no se requiere de estudios detallados por los siguientes motivos:

- La escala de proyecto para cada “proyecto de intersección a nivel” es relativamente pequeña.
- Cada proyecto será implementado dentro de las franjas de dominio (FD) actuales, respectivamente.
- La evaluación de cada proyecto se llevará a cabo en base a los datos y la información existentes.

#### (2) Estudios

##### 1) Estudio de las Condiciones Sociales y del Medio Ambiente Natural

El estudio de las condiciones sociales y del medio ambiente natural se llevó a cabo basándose en los resultados del EAI a fin de identificar las condiciones actuales del área de estudio, y predecir los posibles impactos sobre el ambiente social y el medio ambiente natural respectivamente, los que podrían ser causados por la implementación de cada uno de los proyectos propuestos. Estos datos e informaciones recolectados junto con el pronóstico primario fueron usados para la EIA de cada proyecto propuesto. A continuación está el método usado para los estudios de las condiciones sociales y del medio ambiente natural.

- **Recolección de los datos existentes:** Se recolectó información y datos relacionados de agencias gubernamentales, otras organizaciones relevantes, y la literatura y documentos existentes, etc.
- **Entrevistas:** se llevaron a cabo entrevistas con oficiales de las agencias gubernamentales relacionadas, especialistas en varias áreas, personal de las municipalidades, y personas entendidas en las condiciones medio ambientales de las áreas de proyecto, etc.
- **Estudio de reconocimiento:** se llevaron a cabo estudios de reconocimiento a fin de verificar las condiciones actuales de las áreas de proyecto.

2) Estudio de Pronóstico de Contaminación del Aire y Nivel de Ruido

- **Contaminación del Aire:**  
 El método principal para pronosticar la contaminación del aire fue aplicado para calcular la contaminación del aire por NO<sub>x</sub> y CO<sub>2</sub> usando varios parámetros tales como “volumen de tráfico por cada tipo de vehículo”, “velocidad de vehículo (km/h)”, etc.
- **Nivel de Ruido:**  
 Uno de los modelos de pronóstico de nivel de ruido usados, fue el cálculo de nivel de ruido equivalente a peso A en cada área del proyecto usando varios parámetros tales como “volumen de tráfico por cada tipo de vehículo”, “velocidad de vehículo (km/h)”, etc.

3) Encuesta de Opinión de Vivienda

El propósito de la encuesta de opinión de vivienda es servir de complemento al estudio social e identificar la opinión de los hogares afectados sobre la implementación de los proyectos y la reubicación causada por cada proyecto.

Esta encuesta se llevó a cabo en cada área de estudio de los proyectos de mini-carretera de circunvalación usando un cuestionario y entrevistando al jefe de familia de cada vivienda de muestra en estas áreas.

- **Cuestionario:** se preparó un cuestionario de acuerdo con los propósitos de la encuesta.
- **Entrevista:** se llevó una entrevista usando el cuestionario, y el entrevistado fue principalmente el jefe de familia.
- **Cantidad de muestras:** en total, se entrevistaron 266 hogares en el área de encuesta.

**19.2.2 Implementación de la EIA**

**(1) Leyes, Normas, y Guías**

La EIA se llevó a cabo principalmente de acuerdo con la Ley 294/93 relativa al sistema de EIA en el Paraguay y tomando en cuenta otras leyes, normas, y guías, algunas de las cuales ya han sido resumidas en la sección 9.

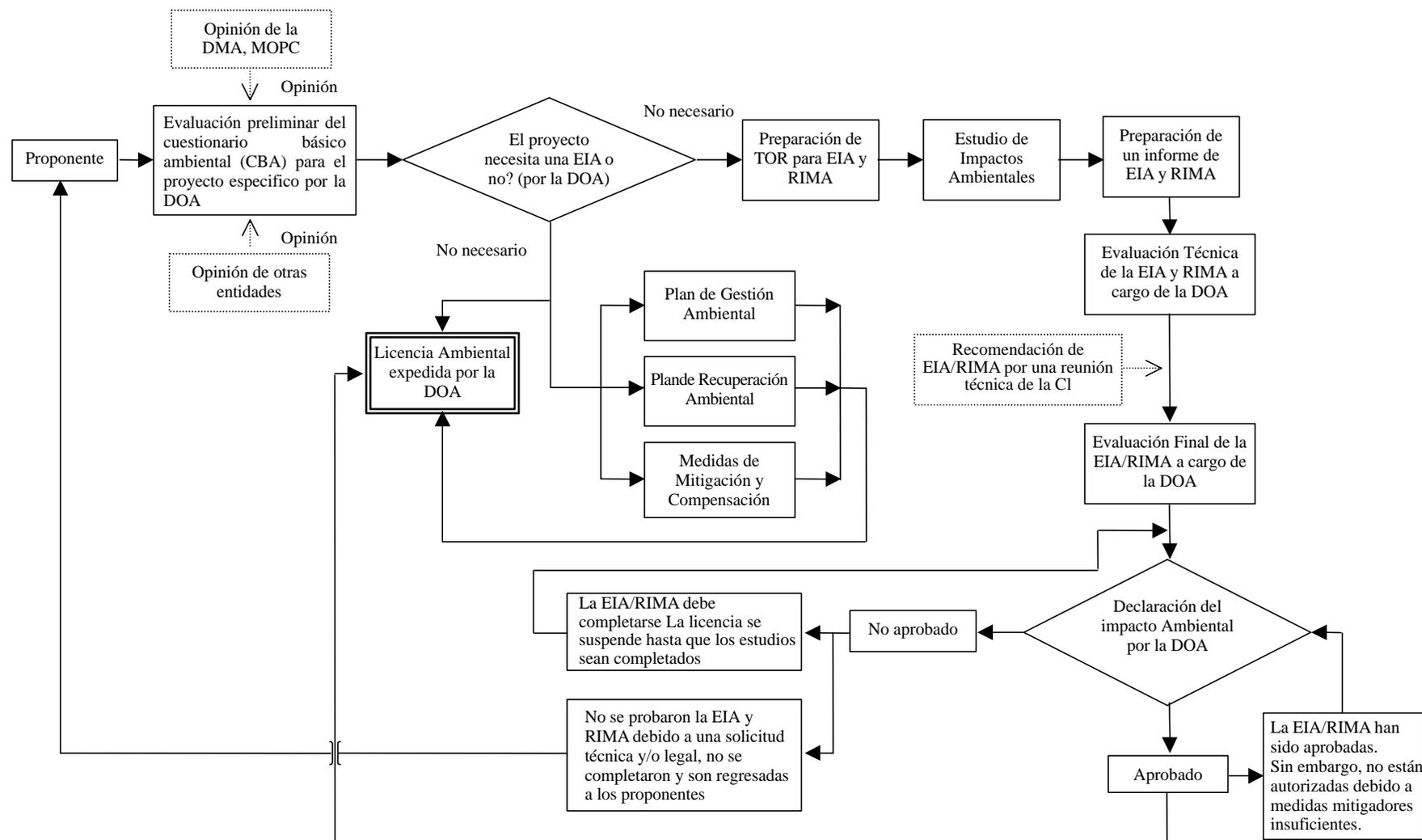
**Cuadro 19.2.2 Leyes, Normas, y Guías relevantes para la EIA**

Leyes y Normas	- Ley N° 294/93 (Sistema de EIA en el Paraguay)
	- Otras leyes, decretos, y ordenanzas relacionadas con el medio ambiente.
	- Normas Técnicas sobre Impactos Ambientales (NTA), 1992, MOPC
Guías	- Especificaciones Técnicas Ambientales Generales (ETAG), MOPC
	- Guía Ambiental para Proyectos de Infraestructura Vial III, JICA, Guía Ambiental, setiembre 1992, Agencia Japonesa de Cooperación Internacional (JICA)
	- Guía de la OECF para Consideraciones Ambientales, agosto 1995, Fondo Internacional de Cooperación Económica (OECF), JBIC Actual (Banco Japonés para Cooperación Internacional)

**(2) Flujo de la EIA en el Paraguay**

La Figura 19.2.1 es el procedimiento oficial para la EIA en el Paraguay.

19 - 4



Nota : - CAB : Cuestionario Ambiental Básico  
- RIMA : Relatorio de Impacto Medio Ambiental

Source: Manual de Evaluación de Impactos Ambientales, MAG-GTZ Proyecto Estrategia Nacional para la Protección de los Recursos Naturales

**Figura 19.2.1 Flujo de Progreso de la EIA**

## 19.3 Evaluación del Impacto Ambiental Social

### 19.3.1 Impacto sobre la Reubicación

#### (1) Vivienda

##### 1) Situación Actual

El Cuadro 19.3.1 muestra las viviendas y la población en los alrededores de la ubicación propuesta para los proyectos de mini-carretera de circunvalación en el área de estudio. La cantidad total de casas que deberán ser reubicadas por el proyecto de carretera de circunvalación en cada área de estudio se muestra en el Cuadro siguiente.

**Cuadro 19.3.1 Población y cantidad de Viviendas alrededor de los Proyectos de Mini-carretera de Circunvalación**

	<i>Ypacarai</i>	<i>Caacupe</i>	<i>Itacurubi</i>	<i>San José</i>
Vivienda ubicada alrededor del lugar del proyecto (casa)	171	381	92	49
Población viviendo alrededor del proyecto (persona)	940	2,096	506	273
Total de viviendas que requieren reubicación (casa)	33	66	20	2

Fuente: Equipo de Estudio de JICA, 1999

##### 2) Pronóstico de Impacto

###### – Proyecto de Carretera de Circunvalación

Será necesario reubicar varias viviendas para la construcción de las mini-carreteras de circunvalación de Ypacarai, Caacupé, Itacurubi, y San José, como muestra el Cuadro 19.3.1. Sin embargo, cada ubicación propuesta de mini-carretera de circunvalación ya fue diseñada para mitigar los impactos sobre el ambiente existente tomando en cuenta los resultados del EAI. Es decir, se ha tomado una consideración especial a cada ubicación de mini-carretera de circunvalación en la etapa de diseño inicial a fin de minimizar los problemas de reubicación en el área del proyecto tanto como fuera posible. Además de esta consideración, se necesita prestar más atención y ocuparse de dar la información necesaria a la población, ver tierra alternativa para la reubicación, hacer el diseño de sonido ambiental con ciertas normas de ingeniería, antes de la implementación de cada proyecto, a fin de minimizar los problemas por reubicación.

Como resultado de la encuesta de hogares, solamente una vivienda de todas las viviendas entrevistadas en las áreas de los proyectos de mini-carreteras de circunvalación presentó una objeción a la implementación de los proyectos. O sea, casi todas las viviendas entrevistadas entre todas las ciudades de los proyectos de mini-carretera de circunvalación aprueban la implementación del proyecto. En cuanto a la compensación por reubicación, muchos opinan que esta debería basarse en una indemnización en dinero equivalente al precio actual de cada propiedad.

###### – Proyectos de Carril de Ascenso y de Intersecciones a Nivel

Cada proyecto de carril de ascenso – exceptuando el proyecto en el Carril 147 en Coronel Oviedo – y los proyectos de intersecciones a nivel están planeados para ser implementados en las franjas de dominio (FD) actuales de cada proyecto. Por lo tanto, no se pronostica la necesidad de reubicación para la

ejecución de estos proyectos, exceptuando el proyecto de carril de ascenso de Coronel Oviedo.

En cuanto al proyecto de carril de ascenso en el Carril 147 de Coronel Oviedo, este proyecto está planeado para ser construido sobre la FD presente. Por lo tanto, será necesario reubicar varias viviendas para el proyecto.

## (2) Comunidades Indígenas

### 1) Situación Actual

De acuerdo con el Instituto Nacional del Indígena (INDI), no hay comunidades indígenas localizadas cerca del área del proyecto. Además de esta información, se han identificado dos comunidades indígenas como muestra el Cuadro 19.3.2. Sin embargo, estas comunidades están ubicadas fuera del área de estudio.

**Cuadro 19.3.2 Comunidades Indígenas dentro del Área de Estudio**

	Ypacaraí	Caacupé	E. Ayala	Itacurubí	San José	C. Oviedo
Cantidad de comunidades indígenas	0	0	0	0	0	2
Población de estas comunidades	0	0	0	0	0	152
Comunidades afectadas por los proyectos	0	0	0	0	0	0

Fuente: Compilación de Ramón Fogel "Mbya Recove", Centro de Estudios Rurales Interdisciplinarios (CERI) y la Universidad Nacional de Pilar, 1997.

### 2) Pronóstico de Impacto

Basándose en la situación actual estudiada, no se pronostican impactos negativos en las comunidades indígenas causados por la implementación de los proyectos en el área de estudio.

## (3) Asentamientos Ilegales

### 1) Situación Actual

Se identificaron dos asentamientos ilegales en E. Ayala a lo largo de la ruta 2. Uno está ubicado al norte del área llamada "Carmencita" a 73 km de la ruta 2. Este asentamiento está ocupado por campesinos organizados en un grupo de "sin techo". El otro está ubicado al sur de la colonia "Curuguay" ocupado por un grupo de campesinos sin tierra. Sin embargo, el proyecto de carretera de circunvalación en E. Ayala no ha sido procesado. Exceptuando estos casos, no se han identificado más asentamiento ilegales en el área de estudio, como puede verse en el Cuadro 19.3.3.

**Cuadro 19.3.3 Asentamientos Ilegales**

	Ypacaraí	Caacupé	E. Ayala	Itacurubí	San José	C. Oviedo
Cantidad de asentamientos ilegales	0	0	2	0	0	0
Cantidad de barrios ocupados ilegalmente	0	0	2	0	0	0
Población en los asentamientos ilegales	0	0	56	0	0	0

Fuente: Cada municipalidad en el área de estudio, 1999

### 2) Pronóstico de Impacto

Basándose en la situación actual tal como se muestra arriba, no se pronostican impactos negativos en los asentamientos ilegales causados por la implementación de los proyectos en el área de estudio.

### 19.3.2 Impactos sobre las Actividades Económicas

#### (1) Actividades Comerciales

##### 1) Situación Actual

Las actividades comerciales en el área de estudio pueden clasificarse en categorías según los ingresos mensuales, tal como se muestra en el Cuadro 19.3.4.

**Cuadro 19.3.4 Ingreso Promedio**

Ingreso promedio/mes (Gs.)	US\$	Área
No más de 10.000.000	300	Ypacaraí, Caacupé, Itacurubí, San José
Alrededor de 20.000.000	600	Coronel Oviedo, Caaguazú
Muy alto por la venta de una comida típica del Paraguay llamada "Chipa"	n/a	Eusebio Ayala

Fuente: Equipo de Estudio de la JICA

El Cuadro 19.3.5 muestra las actividades comerciales y el valor de venta (neto) del área de los proyectos de carretera de circunvalación a lo largo de la ruta 2.

**Cuadro 19.3.5 Actividades Comerciales del Área de Proyecto de Carretera de Circunvalación a lo largo de la Ruta 2**

Actividades Comerciales	Ypacaraí		Caacupé		Itacurubí		San José	
	Num.	Venta (neto, Gs)						
Bar- Copetín	5	4,500,000	8	7,000,000	3	6,000,000	1	4,000,000
Estación de Servicio	4	not supplied	2	not supplied	2	not supplied	1	not supplied
Taller Mecánico	3	1,500,000	4	2,000,000	3	1,500,000	1	1,500,000
Gomería	4	1,300,000	6	1,500,000	4	1,000,000	1	1,000,000
Venta de Comestibles	2	3,000,000	8	3,500,000	3	3,000,000	-	-
Consultorio médico/dentista	-	-	3	no se tiene	2	no se tiene	2	no se tiene
Hospedaje – Hotel	-	-	3	not supplied	1	not supplied	1	not supplied
Farmacia	1	5,500,000	3	6,000,000	1	5,000,000	1	5,000,000
Supermercado	2	9,000,000	2	15,000,000	1	8,000,000	1	8,000,000
Despensa	10	6,500,000	12	9,500,000	8	5,000,000	6	5,000,000
Cotillón – Bazar	1	1,800,000	1	2,000,000	2	1,600,000	2	1,700,000
Heladería	1	1,300,000	1	3,000,000	-	-	1	1,800,000
Restaurante	3	8,000,000	2	9,000,000	-	-	-	-
Venta de mat. construcción	1	20,000,000	-	-	2	15,000,000	-	-
Depósito	1	no se tiene	-	-	1	no se tiene	1	no se tiene
Peluquería	3	1,200,000	2	1,600,000	2	1,000,000	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>41</b>		<b>57</b>		<b>35</b>		<b>19</b>	

Fuente: Equipo de Estudio de JICA, 1999.

#### 2) Pronóstico de Impacto

##### – Proyecto de Carretera de Circunvalación

De acuerdo con la situación actual de las actividades comerciales de cada área para proyecto de carretera de circunvalación según lo mencionado, se puede evaluar que muchas de estas actividades dependen en gran manera de la ruta 2. Por eso, la construcción de las mini-carreteras de circunvalación tendrá impactos positivos y negativos sobre esas actividades, como se describe a continuación.

##### **Impactos Positivos:**

Se considera que la construcción de una carretera de circunvalación en estas áreas aumentaría las conveniencias para las actividades comerciales e

industriales, incluyendo el transporte de productos. Se promoverán nuevas actividades comerciales a lo largo de cada carretera de circunvalación a fin de fomentar el desarrollo regional después de la construcción. Por lo tanto, se esperan varios impactos positivos sobre las actividades comerciales por la construcción de las carreteras de circunvalación.

**Impactos Negativos:**

para la construcción de las carreteras de circunvalación se tomará en cuenta la posibilidad de cambios en las estructuras comerciales, en el valor del uso de suelo, y en las oportunidades de trabajo. Especialmente se tomará en cuenta el descenso de las actividades comerciales sobre la ruta 2 existente en los proyectos de carretera de circunvalación debido a la disminución del volumen de tráfico causado por la construcción de las variantes. Además, se considera que existe la posibilidad de desarrollo desordenado a lo largo de cada carretera de circunvalación.

- Proyectos de Carril de Ascenso e Intersecciones a Nivel

**Impactos Positivos:**

los proyectos de carril de ascenso y de intersecciones a nivel aumentarán el transporte de productos comerciales y otros. Esta circunstancia se considera un impacto positivo.

**Impactos Negativos:**

Cada proyecto de carril de ascenso – exceptuando el carril 147 en Coronel Oviedo – y los proyectos de intersección a nivel están planeados de tal forma a ser implementados en las FD actuales. Por lo tanto, no se pronostican impactos negativos sobre las actividades comerciales por la ejecución de estos proyectos, con la excepción del proyecto de carril de ascenso en el Carril 147 en Coronel Oviedo, el cual tendrá algunos impactos potenciales posibles como los “Proyectos de Carreteras de Circunvalación” mencionados antes.

**(2) Agricultura (Cultivos y Ganadería)**

1) Situación Actual

- Cultivos

Los departamentos Central, Cordillera, y Caaguazú, donde el área de estudio está localizada, son un área agrícola llamada “Zona Agrícola Central”. El área agrícola total se muestra en el Cuadro 19.3.6.

**Cuadro 19.3.6 Área Total**

	Área Total (1.000 ha)	Potencial de tierra agrícola (1.000 ha)	Tierra agrícola sin usar (1.000 ha)	Tierra Agrícola (1.000 ha)
<i>Central</i>	246.5	60.0	39.0	21.0
<i>Cordillera</i>	494.8	123.7	73.1	50.6
<i>Caaguazú</i>	1229.8	799.0	565.1	233.9
<b>TOTAL</b>	<b>1971.1</b>	<b>982.7</b>	<b>677.2</b>	<b>305.5</b>

Source: División de Planificación Técnica de la Presidencia de la República ° Descripción de la Superficie Nacional y Propuesta para Regionalización, OP.CIT y Cuenta Nacional N° 25, Banco Central del Paraguay, 1994

Esta zona produce muchos tipos de productos agrícolas, como puede verse en el Cuadro 19.3.7.

**Cuadro 19.3.7 Productos Agrícolas / Año (Promedio de 4 años: 1991 – 1994)**

Producción	Cordillera		Caaguazu		Central	
	Area (ha)	Producción (ton)	Area (ha)	Producción (ton)	Area (ha)	Producción (ton)
Algodón	7,051	6,625	72,798	99,232	2,665	2,782
Arroz	984	3,133	306	589	572	252
Arvejas	258	225	231	212	46	33
Batata	465	2,891	1,591	14,767	1,033	6,446
Caña de azúcar	5,169	242,404	8,342	467,074	5,267	252,021
Girasol	11	11	22	24	-	-
Maíz	8,844	10,671	30,596	60,372	2,223	2,006
Mandioca	11,072	59,110	31,370	244,758	4,085	10,056
Maní	1,462	1,161	3,717	3,283	154	126
Porotos	6,409	4,186	9,098	7,541	1,465	712
Soja	17	27	24,498	47,981	0.75	1.5
Tomates	82	3,554	232	9,708	421	15,646
Trigo	41	56	10,693	20,433	2	3.75

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería. DCEA.

Entre estos productos, con respecto a la producción total del Paraguay, esta zona produce aproximadamente el 33% del algodón, 30% del maíz, 31% de la mandioca, 48% del poroto, 76% de la caña de azúcar, 28% de las arvejas, 67% del tomate, 53% de las piñas, 58% de las uvas, 38% de las mandarinas, 28% del poroto, y 43% de los limones en total, respectivamente.

– Ganadería

Entre estos tres departamentos donde se ubica el área de estudio, el Departamento de Caaguazú tiene la cantidad más alta de población ganadera equivalente al 83,1% en la región oriental del Paraguay (1981 a 1994).

**Cuadro 19.3.8 Ganado en los Tres Departamentos**

Departamento	Cantidad de Ganado			Proporción (%) 1981 – 1994
	1981*	1991*	1994**	
Central	116,806	110,931	133,339	14.6
Cordillera	207,694	237,984	331,380	59.9
Caaguazú	344,102	463,246	630,033	83.1

Fuente: \*Censo Agrícola de 1981 – 1991

\*\* Estudio Anual (Síntesis Estadística 1993/94)

En el Departamento de Caaguazú, San José y Coronel Oviedo soportan la mayor carga animal en la región oriental del Paraguay. En el Departamento Central, la cría de ganado lechero es activa en comparación con otros departamentos. La cantidad total de ganado lechero es de 51.487, lo cual es el 38% de la cantidad total de ganado en el departamento.

**Cuadro 19.3.9 Área de Cría de Ganado en los Tres Departamentos**

Departamento	Área * (ha)	Cantidad de Ganado	Densidad de Ganado (ha/ganado)
Central	36,895	133,339	0.2
Cordillera	350,966	331,380	1.0
Caaguazú	514,675	630,033	0.6

\*El área incluye praderas cultivadas, praderas naturales, y bosques para uso ganadero.

Fuente: Síntesis Estadística 1993/94

## 2) Pronóstico de Impacto

### – Proyecto de Carreteras de Circunvalación

#### **Impactos Positivos:**

los proyectos de carretera de circunvalación aumentarán el transporte fluido de los productos agrícolas y ganaderos, además de otros productos relacionados, etc. Esta circunstancia se considera un impacto positivo.

#### **Impactos Negativos:**

De hecho, hay extensas áreas agrícolas a lo largo de las rutas 2 y 7, y rodeando las áreas de estudio. Por lo tanto, es de esperarse que se produzcan accidentes para el ganado por los proyectos de carretera de circunvalación durante las etapas de construcción y de implementación.

### – Proyectos de Carril de Ascenso y de Intersecciones a Nivel

#### **Impactos Positivos:**

Los proyectos de carril de ascenso y de intersecciones a nivel aumentarán el transporte de productos agrícolas, ganaderos, y otros productos relacionados. Esta circunstancia es considerada un impacto positivo.

#### **Impactos Negativos:**

Cada proyecto de carril de ascenso – exceptuando el proyecto en el Carril 147 en Coronel Oviedo – y cada proyecto de intersección a nivel está planeado para ser implementado en la FD actual en cada ubicación de los proyectos. En cuanto al carril de ascenso en el Carril 147, no se planea que esté ubicado en ninguna granja ganadera. Por lo tanto, no se esperan impactos negativos en las actividades agrícolas por la ejecución de estos proyectos.

## 19.3.3 Impactos sobre las Instalaciones Públicas

### (1) Tráfico e Instalaciones Públicas

#### 1) Situación Actual

Se planea construir los proyectos de carretera de circunvalación fuera del centro de cada municipalidad, y los proyectos de carril de ascenso y de intersección a nivel se implementarán dentro de la FD presente.

#### 2) Pronóstico de Impacto

Se considera que no habrá impactos negativos en el tráfico y en las instalaciones públicas existentes por la implementación de los proyectos.

**(2) Nichos****1) Situación Actual**

Una cantidad de monumentos llamados “nichos” fueron construidos a lo largo de las rutas 2 y 7 por las familias o los parientes de las víctimas de accidentes de tránsito, como una forma de endechar su muerte.

De acuerdo con los oficiales del MOPC, muchos de esos monumentos fueron construidos sin autorización alguna. Ocasionalmente, bajo pedido, el Departamento de Planificación y Proyectos de la Dirección de Vialidad del MOPC concede un permiso temporal para la construcción. Sin embargo, tales permisos pueden ser cancelados en caso de extensión o mejoramiento de la ruta en cuestión. Consecuentemente, no hay datos de ubicación de los nichos. Además, es lógico esperar que la cantidad de nichos aumente de acuerdo con el aumento de accidentes de tránsito graves.

Como ejemplo, el Cuadro 19.3.10 muestra la situación actual de nichos en el tramo desde el km 131 al km 181. Se han identificado más de 90 nichos en este tramo de 51 km de distancia.

**2) Pronóstico de Impacto**

De acuerdo con el estudio de reconocimiento de terreno, casi todos los nichos fueron construidos en el borde de la franja de dominio y la distancia del nicho al borde externo de la banquina de la ruta es de 0,75 a 20 metros.

Se tendrá una consideración especial con estos monumentos durante la construcción de las carreteras de circunvalación y el ensanchamiento de la ruta existente. Si fuera necesario, los monumentos serán cambiados de lugar a lugares adecuados durante la etapa de preparación y construcción de acuerdo con las prácticas religiosas locales.

Basándose en la encuesta de opinión, se ha identificado que el costo promedio de un nicho es Gs. 200.000, y el costo de reubicación a un nuevo lugar será de Gs. 200.000 a 300.000. Se ha confirmado en las respuestas de las personas a cargo del cuidado de los nichos que no habrá objeciones a la reubicación de los nichos debido a los proyectos de mejoramiento vial teniendo en cuenta las costumbres locales.

**Cuadro 19.3.10 (1) Nichos en el Tramo desde el km 131 hasta el km 181**

Tramo (km)	No.	Tamaño	Distancia desde el borde de la ruta (m)	Valor (Gs.)	Comentarios
131 a 134	1	0.20 × 0.25	8.00	200,000	Nichos con rejas
	2	1.00 × 1.00	15.00	700,000	
	3	0.20 × 0.25	15.00	200,000	
	4	1.00 × 0.50	17.00	100,000	
	5	0.10 × 0.10	15.00	200,000	
	6	0.40 × 0.50	7.00	200,000	
134 a 137	7	0.30 × 0.40	15.00	180,000	Con cerca de madera
	8	1.00 × 1.00	20.00	350,000	
	9	2.00 × 1.00	17.00	400,000	
	10	1.00 × 1.00	18.00	350,000	
	11	0.20 × 0.40	20.00	300,000	
	12	1.00 × 1.00	10.00	300,000	
	13	1.00 × 1.00	18.00	200,000	
	14	1.00 × 1.00	10.00	500,000	
	15	2.00 × 2.00	10.00	100,000	
	16	0.30 × 0.40	7.00	300,000	
139	17	0.30 × 0.40	10.00	200,000	
141 a 144	18	0.20 × 0.30	3.00	150,000	Ladrillo visto
	19	0.40 × 0.30	12.00	250,000	
	20	0.20 × 0.30	15.00	100,000	
	21	0.30 × 0.20	10.00	150,000	
	22	0.50 × 0.50	1.00	350,000	
	23	0.20 × 0.20	0.75	200,000	
	24	0.20 × 0.20	12.00	500,000	
	25	0.20 × 0.20	10.00	150,000	
	26	0.20 × 0.30	12.00	80,000	
	27	0.30 × 0.30	10.00	600,000	
	28	0.10 × 0.20	7.00	100,000	
145 a 147	29	0.60 × 0.60	17.00	350,000	De color verde
	30	1.00 × 1.00	5.00	400,000	
	31	0.40 × 0.40	8.00	500,000	
	32	0.30 × 0.40	7.40	200,000	
148 a 151	33	0.20 × 0.20	11.60	200,000	2 nichos, uno revestido de azulejos
	34	1.00 × 1.00	8.00	250,000	
	35	1.00 × 1.50	20.00	500,000	
	36	0.40 × 0.50	10.00	350,000	
152 a 154	37	1.00 × 0.50	12.00	300,000	
	38	0.25 × 0.30	15.00	250,000	
	39	0.30 × 0.20	8.00	180,000	
	40	0.20 × 0.30	2.00	200,000	
155 a 158	41	1.00 × 0.50	1.50	150,000	
	42	1.00 × 1.00	7.00	350,000	
	43	0.30 × 0.40	17.00	600,000	
	44	0.20 × 0.25	10.00	100,000	
	45	2.00 × 2.00	20.00	700,000	
	46	2.00 × 2.00	10.00	500,000	
	47	0.25 × 0.25	17.00	150,000	
159 a 162	48	0.20 × 0.25	20.00	200,000	Con cerco de hierro
	49	2.00 × 2.00	15.00	1,000,000	
	50	0.25 × 0.25	15.00	100,000	
162	51	0.25 × 0.30	8.00	300,000	
163 a 166	52	1.00 × 1.00	4.00	250,000	Con cerco de madera
	53	0.40 × 0.30	3.00	300,000	
	54	1.50 × 1.50	7.00	350,000	
	55	0.20 × 0.30	20.00	350,000	
	56	1.50 × 1.50	20.00	200,000	
	57	2.00 × 2.00	8.00	200,000	
	58	0.20 × 0.20	8.00	200,000	
	59	0.40 × 0.40	20.00	250,000	
167 a 169	60	0.20 × 0.30	20.00	350,000	Con cerco de madera
	61	1.50 × 1.50	20.00	200,000	
	62	2.00 × 2.00	8.00	600,000	
	63	0.20 × 0.20	8.00	200,000	
	64	0.40 × 0.40	8.00	600,000	
	65	0.30 × 0.20	20.00	300,000	

**Cuadro 19.3.10 (2) Nichos en el Tramo desde el km 131 hasta el km 181**

Tramo (km)	No.	Tamaño	Distancia desde el borde de la ruta (m)	Valor (Gs.)	Comentarios
170 a 173	66	0.20 × 0.20	12.00	200,000	Hay cuatro (4) nichos juntos
	67	0.25 × 0.20	12.00	200,000	
	68	0.30 × 0.20	12.00	200,000	
	69	0.20 × 0.20	12.00	180,000 c/u	
	70	0.25 × 0.20	20.00	200,000	
	71	0.30 × 0.30	12.00	220,000	
	72	0.20 × 0.20	10.00	250,000	
	73	0.25 × 0.25	12.00	200,000	
	74	0.25 × 0.30	17.00	250,000	
	75	0.25 × 0.25	17.00	200,000	
174 a 175	76	0.30 × 0.25	8.00	200,000	
	77	0.25 × 0.20	15.00	200,000	
	78	0.20 × 0.30	12.00	250,000	
	79	0.25 × 0.20	10.00	300,000	
	80	2.00 × 2.00	10.00	300,000	
176 a 177.5	81	0.25 × 0.30	10.00	250,000	Con cerco de madera
	82	0.50 × 0.50	10.00	200,000	
	83	0.50 × 0.50	10.00	200,000	
	84	0.30 × 0.20	12.00	250,000	
	85	0.40 × 0.30	10.00	300,000	
	86	1.00 × 1.50	15.00	200,000	
	87	0.20 × 0.25	15.00	300,000	
	88	0.20 × 0.20	1.00	200,000	
178 a 181	89	2,00 × 2,00	7.00	150,000	

Fuente; Equipo de Estudio de la JICA, 1999.

### 19.3.4 Impactos sobre el Derecho a Agua y Derechos de Uso Común

#### 1) Situación Actual

No se han identificado derechos al agua y derechos de uso común específicos en la ubicación total del proyecto.

De hecho, la estructura urbana de cada municipalidad tiene una zona llamada “Centro” donde hay una iglesia cristiana. En general, cada población local tiene “derechos” para usar el Centro y el espacio y/o parque alrededor de la iglesia de acuerdo con las costumbres religiosas y culturales locales. Se puede decir que estos derechos son una especie de “derechos comunes de uso”.

En cuanto a agua potable en el área de estudio, todas las municipalidades tienen sistemas de suministro de agua. Los sistemas son proporcionados por la Corporación de Obras Sanitarias (CORPOSANA; creada por Ley 244/1954 y con funciones extendidas por Ley 1095/1966, responsable de servir agua potable a todas las ciudades con más de 4.000 habitantes) o por el Servicio de Saneamiento Ambiental (SENASA) de acuerdo con la escala de población tal como se muestra en el Cuadro 19.3.11.

Las ciudades de Caacupé (31.319 habitantes), Eusebio Ayala (15.521 habitantes), y Coronel Oviedo (73.034 habitantes) reciben agua potable de la CORPOSANA porque tienen más de 4.000 habitantes. Las ciudades de Ypacaraí, Itacurubí, y San José reciben agua potable de la SENASA porque tienen menos de 4.000 habitantes.

**Cuadro 19.3.11 Sistema de Suministro de Agua Potable**

Municipalidad	Entidad de Suministro		Tanques de agua	Pozos de agua	Porcentaje de conversión (%)
	CORPOSANA	SENASA			
<i>Ypacaraí</i>			1	0	0.3
<i>Caacupe *</i>			4	3	56.5
<i>Eusebio Ayala</i>			1	0	1.2
<i>Itacurubí</i>			1	0	60.0
<i>San José</i>			1	0	67.5
<i>Coronel Oviedo *</i>			0	0	47.2

\*Caacupe y Coronel Oveido tienen planta de tratamiento del agua y una estación de bombeo de agua.

Fuente: CORPOSANA y SENASA, 1999

## 2) Pronóstico de Impacto

Cada proyecto será construido fuera del área urbana de las municipalidades. Por ende, no se esperan impactos sobre los derechos de agua y los derechos de uso común.

### 19.3.5 Impactos sobre la Propiedad Cultural

#### (1) Situación Actual

La mayoría de las ciudades en el área de estudio se establecieron durante el periodo colonial (1700 – 1800). Hay muchos edificios antiguos de valor cultural e histórico. Sin embargo, muchos de estos edificios y casas no están registrados como patrimonio nacional.

**Ypacaraí:** de acuerdo con el Intendente de la ciudad y con el personal técnico de la municipalidad, la ciudad tiene varios edificios y casas de valor histórico:

- General Bernardino Caballero y Mariscal Francisco Solano López (antigua casa de la familia Baruja)
- Plaza Pública (Estación de Ferrocarril “Carlos Antonio López)
- Francisco Solano López y Carlos Antonio López (casa Guatella, antes el hotel “Avenida”)
- Ruta Mariscal Estigarribia y Yegros (actual sede de la Municipalidad)

Fuente: *Municipalidad de Ypacaraí*

**Caacupé:** Establecida en 1710. Tiene la Iglesia de la Virgen de Caacupé, identificada como la meca de la espiritualidad de la República del Paraguay.

Hay dos casas de valor histórico cerca de la Iglesia de Caacupé, sobre la calle Eligio Ayala en la esquina con Constitución, y sobre la calle 14 de Mayo esquina con la calle Concepción. No hay otras propiedades de valor histórico sobre la ruta 2.

Fuente: *Municipalidad de Caacupé*

**Itacurubí de la Cordillera:** Esta municipalidad no le otorga valor de patrimonio histórico o cultural a las propiedades localizadas dentro de su área urbana. Como patrimonio natural, hay una cueva llamada la gruta *Itá Coty*.

Fuente: *Municipalidad de Itacurubí de la Cordillera*

**San José de los Arroyos:** Establecida en Mayo de 1884. Existen varios edificios antiguos, pero no hay una propiedad en especial que sea considerada de valor cultural o histórico para la ciudad.

Fuente: Municipalidad de San José de los Arroyos

## (2) Pronóstico de Impacto

Casi todos los edificios considerados de valor cultural e histórico están ubicados en la actual área urbana de cada municipalidad. Sin embargo, los proyectos de carretera de circunvalación serán construidos fuera del área urbana. Además, no se han identificado límites culturales en el área de estudio. Por lo tanto, no se pronostican impactos que afecten esas propiedades.

### 19.3.6 Impactos sobre los Deshechos

#### (1) Situación Actual

##### 1) Manejo de los Deshechos Sólidos

Las municipalidades de Ypacaraí, Caacupé, Eusebio Ayala, San José, y Coronel Oviedo llevan a cabo el manejo de deshechos sólidos a través del Departamento de Obras y Limpieza Urbana de cada municipalidad, respectivamente. Itacurubí de la Cordillera implementó la recolección y tratamiento de deshechos sólidos por medio de una compañía privada (ver Cuadro 19.3.12).

**Cuadro 19.3.12 Manejo de los Deshechos Sólidos**

Área de Investigación	Ypacaraí	Caacupe	Eusebio Ayala	Itacurubi	San José	Coronel Oviedo
Tratamiento Final	Vertedero abierto	Vertedero abierto	Vertedero abierto	Vertedero abierto	Vertedero abierto	Vertedero abierto
Cantidad de Deshechos	10 toneladas*	10 toneladas	10 toneladas	5 toneladas	5 toneladas	23 toneladas
Transporte	Tractor con trailer de 3 m <sup>3</sup>	Camión recolector y camión volquete ***	Camión volquete **	Camión con capacidad de carga de 4.000kg	Tractor con trailer de 3 m <sup>3</sup>	Camión volquete – tractor con trailer de 3 m <sup>3</sup>
Composición de Deshechos	Más del 60% son deshechos orgánicos	Más del 60% son deshechos orgánicos	Más del 60% son deshechos orgánicos	Más del 60% son deshechos orgánicos	Más del 60% son deshechos orgánicos	Más del 60% son deshechos orgánicos
Entidad Recolectora	Municipal (en proceso de lic. pública)	Municipal	Municipal	Compañía Privada	Municipal	Municipal

Nota; \* Datos verificados con los empleados municipales, \*\* Camión volquete de 5m<sup>3</sup> sin compresora, \*\*\* Camión recolector con compresora.

Fuente; Municipalidades del área de Estudio: 1999

##### 2) Deshechos Viales

De acuerdo con las municipalidades de Ypacaraí, Caacupé, Itacurubí, y San José, cada una de ellas está a cargo de implementar el barrido y la limpieza del área urbana a lo largo de la ruta 2. En cuanto a la limpieza vial en Eusebio Ayala y Coronel Oviedo, el MOPC está llevando a cabo una limpieza periódica de la banquina sobre el tramo de la ruta 2 en estas municipalidades.

## (2) Pronóstico de Impacto

En general, se pronostica la generación de excedente de tierra, deshechos de construcción y demolición, escombros y troncos durante la etapa de construcción de los proyectos. Además de la etapa de construcción, durante la etapa de operación, la cantidad total de deshechos de vehículos aumentará de acuerdo con el aumento del volumen de tráfico. Por lo tanto, será necesario contar con un manejo apropiado de los deshechos sólidos durante las etapas de construcción y operación, respectivamente.

### 19.3.7 Impactos sobre Desastres

#### (1) Inundación

##### 1) Situación Actual

Debido a la crecida de las cuencas de agua y a la configuración del terreno como pradera flotante, se han observado inundaciones en varias zonas del área de estudio. Entre ellas, las ubicaciones críticas de inundaciones en el área de estudio se muestran en el Cuadro 19.3.13.

**Cuadro 19.3.13 Ubicaciones de Inundaciones**

	Ypacaraí	Eusebio Ayala	San José
Tramo (km de Asunción)	km 36.5 – km 38.0	km 71.5 – km 73.0	km 101.0 – km 105.0

Fuente: Equipo de Estudio de la JICA

##### 2) Pronóstico de Impacto

Hay registros anteriores de inundaciones en el área de estudio, especialmente alrededor del Lago Ypacaraí y de San José. De hecho, se han tomado en cuenta como contramedidas la construcción de una estructura de terraplén, y alcantarillado en la etapa de diseño, a fin de mitigar los efectos de la inundación.

#### (2) Deslizamiento de Tierra

##### 1) Situación Actual

En Caaguazú, entre 150 y 160 km de Asunción, hay deslizamientos de tierra o colapso de las pendientes debido a la configuración de pendientes cerradas y al uso agrícola intensivo de la tierra.

##### 2) Pronóstico de Impacto

Ninguno de los proyectos propuestos está diseñado para ser construido en el área crítica de deslizamiento de tierra en Caaguazú. Por lo tanto, no se esperan impactos sobre deslizamiento de tierra por los proyectos. Sin embargo, el carril 162 del proyecto de carril de ascenso estará ubicado alrededor del área crítica de deslizamiento de tierra. Por ello, se debería prestar atención al carril durante las etapas de diseño final y construcción para evitar tal impacto negativo.

#### (3) Accidentes de Tráfico

##### 1) Situación Actual

De acuerdo con el MOPC, 63% de los accidentes de tráfico sobre las rutas nacionales en 1998 ocurrieron en las rutas 2 y 7. El cuadro siguiente muestra los datos sobre accidentes de tráfico en las rutas 2 y 7 en 1998.

**Cuadro 19.3.14 Accidentes de Tráfico en las Rutas 2 y 7 en 1998**

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Ruta 2	131	123	128	121	119	125	139	137	149	144	151	163	1,630
Ruta 7	21	19	23	27	22	26	29	27	20	21	23	31	289

Fuente: Archivos y Estadísticas, Patrulla Caminera, División de Seguridad del Tráfico y Control. (MOPC).

## 2) Pronóstico de impacto

Se considera que no habrá impactos negativos especiales sobre los accidentes de tráfico por la construcción de los proyectos de carretera de circunvalación, ya que cada una de ellas está diseñada para rodear el área urbana actual. Sin embargo, el aumento del volumen de tráfico generalmente lleva a un aumento de accidentes de tráfico si no se toman las medidas adecuadas. Además, tomando en cuenta la expansión futura de cada área urbana, se espera construir instalaciones de tráfico – tales como cruces para peatones, barrera de defensa, y señales de tránsito, etc. - para mitigar los accidentes de tránsito.

## 19.4 Evaluación de Impacto al Medio Ambiente Natural

### 19.4.1 Impactos sobre la Erosión del Suelo

#### (1) Situación Actual

Se ha identificado un área crítica de erosión de suelo en los alrededores del tramo del km 167 desde Asunción, sobre la ruta 7 de Caaguazú. El Cuadro 19.4.1 muestra un resumen del nivel de erosión del suelo en el área de estudio.

**Cuadro 19.4.1 Nivel de Erosión del Suelo en las Eco-Regiones**

Eco-regiones	Litoral Central				Bosque Central		
	<i>Ypacaraí</i>	<i>Caacupe</i>	<i>E.Ayala</i>	<i>Itacurubí</i>	<i>San Jose</i>	<i>C.Oviedo</i>	<i>Caaguazu</i>
Área de Estudio							
Inclinación	Baja	Alta	Media	Alta	Baja	Baja	Alta
Nivel de erosión	Medio	Alto	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto
Precipitación/año	1,400 mm a 1,550 mm				1,550 mm a 1,650 mm		
Principal uso de suelo	Urbano, Agrícola y Ganadería				Ganadería y Forestal		

Fuente: Inspección de suelos y habilidad de uso de la tierra. MAG. Proyecto sobre racionalización de uso de suelo. Acuerdo 3445 Paraguay – Banco Mundial

#### (2) Pronóstico de Impacto

El carril 166 del proyecto de carril de ascenso estará ubicado alrededor del área crítica de erosión del suelo. Por ende, se deberá tener especial consideración al carril en las etapas de diseño final y de construcción para mitigar los posibles impactos por erosión.

### 19.4.2 Impactos sobre la Fauna y Flora

#### (1) Situación Actual

##### 1) Regiones Ecológicas

El área de estudio de Ypacaraí, Caacupé, Eusebio Ayala, Itacurubí, y San José pertenece a la región ecológica conocida como Litoral Central (eco-región). El área total de esta región es de aproximadamente 26.310 km<sup>2</sup> y está rodeada por los Departamento de San Pedro, Cordillera, y Central como sus regiones de franja. La configuración de la eco-región es principalmente llana con altitud entre los 63 m en los alrededores de San Pedro y de 318 m en los alrededores de San Estanislao. La característica biológica principal de esta eco-región es que es una región termomesofílica formada por grupos arbóreos, masas irregulares y heterogéneas, que alternan con claros (espacios entre dos masas forestales) y campos, de origen edáfico y a veces de origen antrópico (Tortorelli, 1996). La

eco-región consiste en lagunas, pantanos, ciénagas, arbustos en suelos saturados, ríos, riachuelos, charcos, arbustos semi-caducifóleos medios y bajos, y sabanas. Esta eco-región es grandemente influenciada por la fauna y flora de la región del Chaco y tiene un área de protección a la vida silvestre en la Reserva de Recursos Manejados Ypacaraí, con 16.000 ha, establecida en mayo de 1990.

El área de estudio entre Coronel Oviedo y Caaguazú pertenece a la eco-región del Bosque Central. La configuración de la región consiste en tierra ondulada no plana con una altitud entre los 86 m en los alrededores de Yuty, y 516 m en el Cerro Mbocayá. Las características biológicas de esta región se clasifican como jungla subtropical (Tortorelli 1996) y arbustos húmedos, atemperados, cálidos (Holdridge, 1969).

La apariencia natural de esta región consiste en lagunas, lagos, pantanos, arbustos en suelos saturados, ríos, riachuelos, charcos, cascadas, arbustos semi-caducifóleos medios y altos, sabanas, lugares rocosos, y acantilados.

2) Fauna y Flora

Se puede resumir la fauna y flora en el área de estudio tal como se muestra en los Cuadros siguientes.

**Cuadro 19.4.2 Fauna y Flora por Región Ecológica**

	Litoral Central	Foresta Central
Fauna Típica	<b>Aves</b> <i>Crotophaga ani</i> (anó); <i>Machetornis rixosus</i> (picabuey); <i>Pitangus sulphuratus</i> (pitogué); <i>Polyborus planchus</i> (carancho); <i>Myopsitta monacha</i> (cotorrita); <i>Columbina picui</i> (tortolita); <i>Thraupis sayaca</i> (saii jhovy); <i>Paroaria coronata</i> (cardenal); <i>Leptotila verreauxi</i> (yerutí); <i>Aramus guarauna</i> (Carau); además de <i>Passeriformes</i> varios, <i>Trochilidae</i> (picafloras); <i>Sicales flaveola</i> (Canario paraguay); <i>Zonotrichia capensis</i> (San Francisco); <i>Coragyps atratus</i> (Yryvú); <i>Furnarius rufus</i> (hornero); <i>Guira guira</i> (piririta); y <i>el Molothrus bonariensis</i> (Guyrahú).	<i>Amazona vinacea</i> (Loro pecho vináceo), <i>Leptasthenura setaria</i> . (el coludito de los pinos); <i>Vanellus chilensis</i> (tero); <i>Egretta thula</i> (garcita blanca); <i>Trochilidae</i> (picafloras); <i>Turdus rufiventris</i> (Zorzal); <i>Thraupis sayaca</i> (Sai Jhovy); <i>Troglodytes aedon</i> (ratona); <i>Fornarius rufus</i> (hornero).
	<b>Reptiles</b> <i>Philodryas olfersii</i> (mboi jhovy), <i>Liophis poecilogyrus</i> (mboi capitán); <i>Bothrops neumiedi</i> (Kyryryó), <i>Crotalus durissus</i> (Mboi chini), <i>Ameiva ameiva</i> (teyú asayé), <i>Tropidurus sp.</i> (teyú lelé); <i>bufo paracnemis</i> (kururu), <i>Melanophryniscus stelzneri</i> (kururu pytá), varias ranas del genero <i>Hyla</i> , <i>Olygon</i> , <i>Leptodactylus</i> .	<i>Liophis sp.</i> (serpiente); <i>Tropidurus sp.</i> (teyú lelé); <i>Ameiva ameiva</i> (teyú asaye); <i>Tupinambis teguixin</i> (teyú guazú); <i>Bothrops neuwiedi</i> (Kyryryo), ranas de los géneros <i>Hyla</i> , <i>Olygon</i> , <i>leptodactylus</i> , <i>Physalaemus</i> y anfibios como <i>bufónidos</i> , <i>Hylidae</i> y <i>Leptodactylidae</i> .
	<b>Mamíferos</b> <i>Cerdocyon thous</i> (Aguaraí), <i>Cavia aperea</i> (Aperera), <i>Mazoma sp.</i> (venado); <i>Didelphis albiventris</i> (Mykure); <i>Rattus sp.</i> (rata); y <i>quirópteros</i> (mbopí)	<i>Chrysocyon thous</i> (aguará); <i>Sylvilagus brasiliensis</i> (tapití); <i>Didelphis albiventris</i> (Mykuré).
<b>Flora Típica</b>	<i>Sapium haemospermum</i> (Kurupika'y); <i>Pithecellobium scalare</i> (Tatare); <i>Enterobium contortisiliquum</i> (Timbo); <i>Gleditsia amosphoides</i> (Espina de corona); <i>Erythrina crista-galli</i> (Ceibo); <i>Salix humboldtiana</i> (Sauce); <i>Diplokeleba floribunda</i> (Ybyra ita); <i>Schinopsis balansae</i> (Quebracho colorado); <i>Copernicia alba</i> (kararida'y).	<i>Tabebuia sp</i> (Lapacho); <i>Cedrela sp</i> (Cedro); <i>Peltophorum dubium</i> (Ybyra pyta); <i>Pterogyne nitens</i> (Ybyra-ro); <i>Myrocarpus frondosus</i> (Incienso); <i>Balfourodendron riedelianum</i> (Guatambu); <i>Albizzia hassleri</i> (Ybyra-ju); <i>Cabrlea sp.</i> (Cancharana).

Fuente: Centro de Datos para la Conservación, Dirección de Parques Nacionales y Vida Silvetre, MAG 1990.

**Cuadro 19.4.3 Fauna y Flora en Peligro de Extinción por Región Ecológica**

		Litoral Central	Foresta Central
Fauna	Aves	Pandion haliaetus (sangual); Leptodon cayanensis (taguató morotí); Harpagus diodon (gavilán bidentado); Accipiter poliogaster (esparvero grande); Leucopternis polionota (aguilucho blanco); Harpyhaliaetus coronatus (taguató jhovy); Morphnus guianensis (yryvutingá), Harpia harpyja (taguató ruvichá); Penelope superciliaris (jacú po'í); Penelope oscura (jacú jhú).	Tinamus solitarius (ynambú mocoicogué); Cochlearius cochlearius (hokó yuru cuchara); Leptodon cayanensis (taguató morotí); Harpagus diodon (gavilán bidentado); Accipiter poliogaster (esparvero grande); Leucopternis polionota (aguilucho blanco); Harpyhaliaetus coronatus (taguató jovy); Morphnus guianensis (yryvutingá); Harpia harpyja (taguató ruvichá); Penelope superciliaris (jacú po'í); Aburrua jacutinga (jacú tingá), Ara chloroptera (gua'á pyta); A. vinacea (loro garganta roja); Strix hylophila (lechuza listada); Dryocopus galeatus (carpintero listado); Psilorhamphus guttatus (gallito overo); Procnias nudicollis (pájaro campana); Piprites pileatus (saltarín dorso castaño); Thraupidae (tangarás).
	Reptiles	Eunectes murinus (mboí-yaguá); Boa constrictor (mboí-roí), Caimán latirostris (yacaré overo)	Eunectes murinus (mboí-yaguá); Boa constrictor (mboi-ro'í); Caiman latirostris (yacaré overo);
	Mamíferos	Lutra longicaudis (Lobope); Felis pardalis (yaguarete-í); Panthera onca (yaguareté); Blastocerus dichotomus (guasupucú); Ozotoceros bezoarcticus (guasuti).	Priodontes maximus (tatú carreta); Speothos venaticus (Yagua yvygui); Lutra longicaudis (Lobope); Pteronura brasiliensis (Arirai); Felis tigrina (tirica); F. Pardalis (yaguarete-í); F. wiedi (margay); Panthera onca (yaguareté); Mazama rufina (Guazú pyta).
Flora	Tillandsia duratii variedad confusa (cactus), Aspidosperma pyricollum Turnera aurelii.	Aspidosperma polyneruron (Peroba), Callisthene hassleri, Myrcia genmiflora, Frailea sp. (Cactus); Faramaea eyanea, Lactistema hasslerianum, Trichilia stellato - tormentosa, Vachysia annamomea	

Fuente: Unión de Conservación Mundial (IUCN). Flora del Paraguay en peligro de Extinción, Centro de Datos para la Conservación, Dirección de Parques Nacionales y Vida Silvestre, MAG 1990.

**Cuadro 19.4.4 Fauna (Aves) Observada en el Area de Estudio**

Ypacarai	Caacupe	Eusebio Ayala	Itacurubi	San José	Coronel Oviedo
Nombre Científico (Nombre Local)	Nombre Científico (Nombre Local)	Nombre Científico (Nombre Local)	Nombre Científico (Nombre Local)	Nombre Científico (Nombre Local)	Nombre Científico (Nombre Local)
Piculus chrysochloros (carpintero dorado)	Sicalis flaveola (canario paraguayo)	Columbina picui (tortolita)	Furnarices rufus (Homero)	Tyrannus savana (Tijereta)	Vanellus chilensis (tero)
Leptotila verreauxi (Yerutí)	Polyborus plancus (carancho)	Vanellus chilensis (Tero)	Leptatila verreauxi (Paloma)	Guira guira (piririta)	Egretta thula (garcita blanca)
Aramus guarauma (carau)	Thraupis sayaca (Sai jhovy)	Furnarius rufus (hornero)	Coragyps atratus (yry vú)	Furnarius rufus (hornero)	Turdus rufiventris (Zorzal)
Trochilidae (picaflores)	Zonotrichia capensis (San Francisco)	Tinamus sp (Inambú)	Croto phaga ani (ano)	Mimus saturninus (Calandria)	Thraupis sayaca (sai jhovy)
Furnarius rufus (homero)	Coragyps atratus (Yry vú)	Guira guira (piririta)	Paroaria capitata (Cardenal)	Molothrus bonariensis (guyrahú)	Furnarius rufus (Homero)
Crotophaga ani (ano)	Guira guira (piririta)	Thraupis sayaca (sai jhovy)	Thraupis sayaca (sai jhovy)	Polyborus plancus (carancho)	Troglodytes aedon (ratona)
Machetomes rixosus (picabuey)	Crotophaga ani (ano)	Pitangus sulphuratus (pitogue)	Pitangus sulphuratus (pitogue)	Coragyps atratus (yryvú)	Zonotrichia capensis (San Francisco)
Pitangus sulphuratus (pitogue).	Paroaria capitata (Cardenal)	Zonotrichia capensis (San Francisco)	Zonotrichia capensis (San Francisco)	Crotophaga ani (ano)	-
Polyborus plancus (carancho)	Molothrus sp. Guyra'u	-	-	Nothura maculosa (Inambu del campo)	-
Myopsitta monacha (cotorita)	Thraupis sayaca (say jhovy)	-	-	Buteo magnirostris (taguató)	-
Columbina picui (Tortolita)	-	-	-	Accipiter poliogaster (Espavero grande)	-
Thraupis sayaca (sai jhovy)	-	-	-	Tinamus sp. (Inambú)	-
Paroaria coronata (cardenal)	-	-	-	Zonotrichia capensis (San Francisco)	-

Fuente: Equipo de Estudio, 1999

**Cuadro 19.4.5 Fauna (Reptiles) Observada en el Area de Estudio**

<b>Ypacarai</b>	<b>Caacupe</b>	<b>Eusebio Ayala</b>	<b>Itacurubi</b>	<b>San José</b>	<b>Coronel Oviedo</b>
Nombre Científico (Nombre Local)	Nombre Científico (Nombre Local)	Nombre Científico (Nombre Local)	Nombre Científico (Nombre Local)	Nombre Científico (Nombre Local)	Nombre Científico (Nombre Local)
Philodryas olfersii (Mboi jhovoy)	Bufo paracnemis (Kururu)				
Liophis poecilogyrus (Mboi capitán)	Hyla sp. (ranas)	Hyla sp. (ranas)	Hyla sp. (ranas)	Bothrops neuwiedi (Yarara)	Tropidurus sp. (Teyu lele)
Bothrops neumiedi (Kyryryo)	Ololygon sp (ranas)	Ololygon sp (ranas)	Ololygon sp (ranas)	Hyla sp. (ranas)	Tupinambis teguixin (Teyu Guazu)
Crotalus durissus (Mboi chini)	Leptodactylus sp. (ranas)	Leptodactylus sp. (ranas)	Leptodactylus sp. (ranas)	Ololygon sp (ranas)	Physalaemus sp (rana)
Ameiva ameiva (Teyu asaye)	Ameiva ameiva (Teyu asaye)	Ameiva ameiva (Teyu asaye)	Ameiva ameiva (Teyu asaye)	Leptodactylus sp. (ranas)	Hyla sp. (ranas)
Bufo paracnemis (Kururu)	-	-	-	Ameiva ameiva (Teyu asaye)	Ololygon sp (ranas)
Melanophryniscus stelzneri (Kururu pyta)	-	-	-	-	Leptodactylus sp. (ranas)
Hyla sp. (ranas)	-	-	-	-	Ameiva ameiva (Teyu asaye)
Ololygon sp (ranas)	-	-	-	-	-
Leptodactylus sp. (ranas)	-	-	-	-	-
Typhlops sp (culebrilla ciega)	-	-	-	-	-

Fuente: Equipo de Estudio, 1999

**Cuadro 19.4.6 Fauna (Mamíferos) Observada en el Area de Estudio**

<b>Ypacarai</b>	<b>Caacupe</b>	<b>Eusebio Ayala</b>	<b>Itacurubi</b>	<b>San José</b>	<b>Coronel Oviedo</b>
Nombre Científico (Nombre Local)					
Euphractus sexcinctus (Tatú pojú)					
Dasyopus novemcinctus (tatú jhu)					
Cavia aperea (Aperea)					
Didelphis albiventris (mykure /Zarigueya)					
Tolypeutes matacus (Tatú bolita)					
Sylvilagus brasiliensis (conejo / tapiti)					
Cerdocyon thous (Aguaraí)					
Rattus sp (Ratas)					

Fuente: Equipo de Estudio, 1999

Cuadro 19.4.7 Flora Observada en el Area de Estudio

Ypacaraí Nombre Científico (Nombre Local)	Caacupe Nombre Científico (Nombre Local)	Eusebio Ayala Nombre Científico (Nombre Local)	Itacurubi Nombre Científico (Nombre Local)	San José Nombre Científico (Nombre Local)	Coronel Oviedo Nombre Científico (Nombre Local)
Pithecellobium scalare (tataré)	Parapiptadenia rígida (Kurupayra)	Enterobium contortisiliquum (timbo)	Tabernaemontana australis (safirangy)	Prosopis sp (algarrobo)	Campomanesia xanthocarpa (guavira pyta)
Peltophorum dubium (Ybyra pytá)	Enterobium Contortisiliquum (Timbo)	Cecropia Pachystachya (ambay)	Cecropia pachystachya (ambay)	Peltophorum dubium (ybyra pyta)	Eugenia uniflora (ñanga piry)
Tabebuia sp. (Lapacho)	Pithecellobium sanan (manduvira)	Melicoccus lepidopetalus (yvapovo)	Acrocomia totai (coco)	Pithecellobium scalare (tatare)	Peltophorum dubium (yvyra pyta)
Pterogyne nitens (Ybyraro)	Cecropia pachystachya (Ambay)	Sapium haematospermum (kurupilla'y)	Pithecellobium sanan (manduvira)	Erythina crista galli (ceibo)	Lanchocarpus leucanthus (ybyra ita)
Alsibia hassleri (Ybyra ju)	Acrocomia totai (mbocaya coco)	Erythina crista galli (ceibo)	Alsibia hassleri (yvyra ju)	Cordia trichotoma (petereby)	Tabebuia sp (lapacho)
Jacaranda mimosifolia (Jacaranda)	Vitex megapotamica (taruma)	Acrocomia totai (coco)	Pithecellobium scalare (tatare)	Phytolacca dioica (ombu)	Cordia trichotoma (petereby)
Patagoniua americana (Guayaivi)	Erythina crista galli (ceibo)	Allophylus edulis (koku)	Jacaranda mimosifolia (jacaranda)	Cecropia pachystachya (ambay)	Balfourendron riedelianum (guatambu)
Inga sp. (Inga)	Cordia trichotoma (petereby)	Cordia thichotoma (petereby)	Pterogyne nitens (ybyraro)	Enterobium contortisiliquum (timbo)	Cedrela sp. (cedro)
Melicoccus lepidopetalus (Yva povo)	Tabebuia sp. (lapacho)	Tabebuia sp (lapacho)	Tabebuia sp (lapacho)	Acrocomia totai (coco)	Cabralea sp (caucharana)
Tabernaemontana australis (Safirangy)	Parapiptadenia ríigida (kurupayva)	-	Erythina cristagalle (ceibo)	Pterogyne nitens (ybyra ro)	Parapiptadenia ríigida (kurupayva)
Sapium hacmatos permum (Kurupika'y)	Allophylus edulis (koku)	-	-	Jacaranda mimosifolia (jacaranda)	Myrocarpus frondosus (incienso)
Erythina crista galli (Ceibo)	-	-	-	Tabebuia sp (lapacho)	-
Pithecellobium sanan (manduvirá)	-	-	-	Inga sp. (inga)	-
Acrocomia totai (Mbocaya coco)	-	-	-	P. Americana (guayayvi)	-

Fuente : Equipo de Estudio, 1999

## (2) Pronóstico de Impacto

A lo largo del área de estudio en las rutas 2 y 7 no se han identificado especies raras, en peligro de extinción, o indígenas en la fauna y flora presente. Por lo tanto, no se esperan impactos negativos en las especies raras, en peligro de extinción, o indígenas en la fauna y flora presente.

Sin embargo, como se ha mencionado, se estableció la Reserva de Ypacaraí para administración de recursos alrededor del Lago Ypacaraí. Por ello se debería prestar especial atención al área pantanosa entre el sur del lago Ypacaraí y la ruta 2. Se diseñará la ubicación del proyecto de carretera de circunvalación para ser construido sobre parte de esta área pantanosa. Sin embargo, ya se han hecho los diseños necesarios de la carretera de circunvalación para la construcción del alcantarillado a fin de mitigar tal impacto sobre el área pantanosa.

Además, esta área está bajo el cuidado de una ONG local. Por lo tanto, será necesario llevar a cabo negociaciones y comunicaciones a fin de tener una buena relación con la ONG en una etapa inicial del proyecto.

## 19.5 Contaminación

### 19.5.1 Contaminación del Aire

#### (1) Mejora de las Cargas Contaminantes

Con la implementación de los proyectos de mejoramiento (con proyecto), la velocidad de viaje promedio aumentará en comparación con “caso sin proyecto” (hacer nada) en los tramos con proyectos de mini-carretera de circunvalación y de carril de ascenso en el año objetivo de 2010. Generalmente, se espera que la emisión de NO<sub>x</sub> y CO<sub>2</sub> del tráfico de vehículos disminuya de acuerdo con el aumento de la velocidad de viaje promedio con la implementación de los proyectos.

A fin de evaluar la mejora en la cantidad de emisión de cada carga contaminante, se ha calculado la diferencia de la cantidad de cada carga entre los casos “con proyecto” y “sin proyecto” usando parámetros tales como longitud del proyecto (km), volumen de tráfico total (t-vehículo), volumen de tráfico de vehículos pesados (p-vehículo), y velocidad (km/h). Los resultados de los cálculos son los siguientes:

**Cuadro 19.5.1 Mejoramiento de la Cantidad de Contaminantes del Aire por Proyecto de Variante**

Contaminante	Proyecto	Ypacarai		Caacupe		Itacurubi		San Jose	
		Actual	Variante	Actual	Variante	Actual	Variante	Actual	Variante
NO <sub>x</sub> (g/día)	Con	8,820.6	120,226.9	11,375.4	91,494.3	339.2	96,408.9	271.7	83,582.7
	Sin	191,864.0	-	163,996.6	-	154,035.0	-	137,080.9	-
CO <sub>2</sub> -C (g/día)	Con	1,513,418.4	7,362,653.6	1,315,916.0	7,198,656.5	58,996.8	7,237,788.3	30,297.8	-
	Sin	13,049,212.5	-	14,285,250.0	-	10,479,465.7	-	9,265,571.3	-

**Cuadro 19.5.2 Mejoramiento de la Cantidad de Contaminantes del Aire por Proyecto de Carril de Ascenso**

Contaminante	Proyecto	E. Ayala	Itacurubi			San Jose	C.net Ovied		Caaguazu	
		Carril 68	Carril 79	Carril 91	Carril 120	Carril 147	Carril 153	Carril 162	Carril 166	
NO <sub>x</sub> (g/día)	Con	10,185.4	20,408.8	28,575.0	33,726.3	70,032.9	16,875.4	30,375.7	33,750.8	
	Sin	14,129.6	26,789.8	43,656.8	51,378.8	86,592.7	20,865.7	37,558.3	41,731.4	
CO <sub>2</sub> -C (g/día)	Con	721,297.8	1,448,687.0	2,028,280.8	2,524,188.0	5,112,551.0	1,231,940.0	2,217,492.0	2,463,880.0	
	Sin	982,424.3	1,791,067.0	2,986,643.8	3,741,651.0	5,767,545.5	1,389,770.0	2,501,586.0	2,779,540.0	

**Cuadro 19.5.3 Cantidad de Mejoramiento Total de los Contaminantes del Aire**

Contaminante	Unidad	Proyecto	Cantidad de Mejoramiento	Cantidad de mejoramiento Total
NO <sub>x</sub>	g/día	C. de circunvalación	234,457.0	313,229.81
		Carril de ascenso	78,772.8	
CO <sub>2</sub>	g-c/día	C. de circunvalación	16,096,340.3	20,288,251.26
		Carril de ascenso	4,191,911.0	

#### (2) Pronóstico de Impacto

Como resultado de los cálculos anteriores, aparentemente las cargas ambientales de NO<sub>x</sub> y CO<sub>2</sub> causadas por el tráfico de vehículos disminuirán por la implementación de los proyectos en comparación con el caso “sin proyecto”.

**19.5.2 Ruido****(1) Pronóstico de Nivel de Ruido**

Se espera un aumento en el nivel de ruido causado por el transporte de vehículos de acuerdo con el aumento de la velocidad de viaje promedio por la implementación de los proyectos. Se pronostica el nivel de ruido a 1,2 m de altura y a una distancia horizontal de 7,5 m del centro del “tramo de la ruta existente” y del “tramo de la ruta de proyecto” en cada área de proyecto respectivamente usando los parámetros de longitud del proyecto (km), volumen de tráfico total (t-vehículo), volumen de tráfico de vehículos pesados (p-vehículo), y velocidad (km/h). Los resultados calculados son los siguientes:

**Cuadro 19.5.4 Pronóstico de Nivel de Ruido por Proyecto de Variante (dB(A))**

Localidad	<i>Ypacarai</i>		<i>Caacupe</i>		<i>Itacurubi</i>		<i>San Jose</i>	
	Actual	Variante	Actual	Variante	Actual	Variante	Actual	Variante
Con proyecto	66.1	75.2	64.5	73.6	51.0	72.9	49.2	72.9
Sin proyecto	69.8	-	68.2	-	67.9	-	67.9	-

**Cuadro 19.5.5 Pronóstico de Nivel de Ruido por Proyecto de Carril de Ascenso (dB(A))**

Localidad	<i>E.Ayala</i>	<i>Itacurubi</i>		<i>San Jose</i>	<i>Coronel Oviedo</i>		<i>Caaguazu</i>	
	Carril 68	Carril 79	Carril 91	Carril 120	Carril 147	Carril 153	Carril 162	Carril 166
Con proyecto	71.9	72.9	72.9	72.4	73.4	73.4	73.4	73.4
Sin proyecto	68.9	70.9	68.9	68.4	71.4	71.4	71.4	71.4

**(2) Pronóstico de Impacto**

Se ha diseñado cada carretera de circunvalación para que rodee al área urbana actual. Por lo tanto, se considera que habrá menos impactos directos del aumento del nivel de ruido en el área urbana.

## **19.6 Contramedidas y Plan de Administración Ambiental**

### **19.6.1 Contramedidas**

#### **(1) Medio Ambiente Social**

##### **a. Reubicación**

En el Paraguay, actualmente no existen leyes específicas y regulaciones para la reubicación de personas y para la adquisición de tierra afectadas por la implementación de un proyecto vial. Sin embargo, se identifican varios marcos legales y la experiencia pasada en relación con la adquisición de tierra y la reubicación de la forma siguiente:

- Reglas Generales
  - Constitución Nacional
  - Ley de Organización Administrativa
  - Código Civil del Paraguay
  - Código Rural y Ley N° 40 que modifica parcialmente el código
- Reglas Especiales
  - Ley de Organización Municipal
  - Ley N° 75 que modifica la organización de la Dirección General de Rutas Nacionales
  - Ley del Instituto de Bienestar Rural
  - Ley de Estatutos de Tierra
- Experiencia Pasada
  - Ley N° 378/1994 del Proyecto de Construcción de la Carretera de Circunvalación y Ruta de Acceso Norte y Sur de Asunción

Por eso, las leyes y regulaciones relacionadas enumeradas arriba y las experiencias pasadas sobre reubicación por proyecto vial deberían ser revisadas para mitigar los impactos de reubicación de los proyectos.

Como resultado de la encuesta de opinión por vivienda, casi todas las viviendas encuestadas a lo largo de las ciudades de los proyectos de carretera de circunvalación aprobaron la implementación del proyecto. En cuanto a la compensación por reubicación, hay muchas opiniones que dicen que la compensación debería basarse en una indemnización de dinero equivalente al precio actual de la propiedad. Por lo tanto, es indispensable tener una estimación apropiada de las propiedades afectadas por la implementación de los proyectos y la comunicación y negociaciones necesarias sobre la contaminación específica en una etapa temprana de los proyectos.

##### **b. Actividades Económicas**

- Actividades Comerciales
  - Los proyectos de construcción de carretera de circunvalación y de carril de ascenso en el Carril 147 en Coronel Oviedo deberían tomarse en cuenta para mitigar los posibles impactos negativos de acuerdo con el desarrollo futuro y los planes de uso de suelo.
  - Se debería tomar en cuenta también una reglamentación especial o una política para promover nuevas actividades económicas a lo largo de la carretera de circunvalación a fin de mitigar los impactos negativos en las actividades económicas existentes por la implementación de los proyectos, de acuerdo con las circunstancias de cada proyecto.

- Agricultura (Cultivos y Ganadería)
  - Para mitigar los accidentes de tráfico con ganado pronosticados como impacto negativo de los proyectos de carretera de circunvalación, es necesario construir cercas, colocar amplias señales de tráfico que adviertan la presencia de ganado, y tener un tramo de cruce de ganado, como contramedidas apropiadas para tal impacto durante las etapas de construcción e implementación de acuerdo con las circunstancias del área del proyecto.

**c. Deshechos Viales**

- A fin de mitigar los impactos por deshechos viales de los proyectos, será necesario contar con una administración apropiada de los deshechos sólidos a cargo de la administración oficial durante las etapas de construcción y operación, respectivamente.
- También se considera útil educar a la población que vive en el área de estudio y a los choferes, a fin de disminuir los deshechos viales.

**d. Desastres**

- Deslizamiento de Tierra
  - El carril 162 del proyecto de carril de ascenso está ubicado alrededor del área crítica de deslizamiento de tierra. Por ello, durante la etapa de diseño detallado y de construcción, para mitigar tal impacto negativo, serán necesarias varias contramedidas tales como la protección del talud, de acuerdo con las circunstancias topológicas del carril.
- Accidentes de Tráfico
  - Se espera construir instalaciones de tráfico para mitigar los accidentes tales como cruces peatonales, cercas de seguridad, y señales de tráfico, etc.
  - También se considera de utilidad la educación a los pobladores del área de estudio y a los choferes, siendo esta una contramedida principal para disminuir los accidentes de tráfico.

**(2) Medio Ambiente Natural**

- Erosión del Suelo
  - El carril 166 del proyecto de carril de ascenso estará ubicado alrededor del área crítica de erosión del suelo. Por ello, durante la etapa de diseño final y de construcción, para mitigar tal impacto negativo, serán necesarias varias contramedidas tales como la protección del talud, de acuerdo con las circunstancias del suelo del carril.

**(3) Contaminación**

**a. Contaminación del Aire**

- Establecer una norma nacional de calidad del aire, cantidad de emisión de escape de gases del vehículo, y calidad.
- Establecer una norma del MERCOSUR concerniente a la calidad del aire, cantidad de emisión de gases de escape del vehículo, y calidad entre los países del MERCOSUR.
- Introducir un sistema obligatorio de inspección pediátrica del auto.
- Establecer un sistema de control de difusión de gases de escape, etc.

**b. Ruido**

- En consideración de la futura expansión de cada área urbana, se espera construir instalaciones para mitigar el futuro nivel de ruido tales como áreas de plantación, cinturón verde, etc. , en el lado urbano de cada proyecto de carretera de circunvalación.

### **19.6.2 Plan de Administración Ambiental**

Se debería tomar en cuenta las siguientes recomendaciones como un plan de administración ambiental a fin de llevar a cabo las contramedidas mencionadas.

#### **(1) Comité de Control**

- Para realizar y controlar las contramedidas recomendadas, se deberá organizar un comité de control.
- El comité de control consistirá en oficiales del MOPC, MAG, cada municipalidad del área de proyecto, la Comisión Interinstitucional, ONGs locales, y otros oficiales y entidades privadas relacionados.
- El comité de control organizará una junta consultiva que consistirá en varios tipos de expertos de los campos relacionados tales como profesores universitarios.
- El comité de control trabajará tomando en cuenta las regulaciones y leyes actuales en el Paraguay al preparar planes de control individual en cada proyecto.
- El comité de control revisará las experiencias pasadas y proyectos similares tales como el “proyecto de Construcción de Carretera de Circunvalación y Ruta de Acceso Norte y Sur a Asunción” cuando el comité prepare planes de control individual para cada proyecto.

#### **(2) Comité del MERCOSUR**

- El comité del MERCOSUR se organizará en cooperación con el MOPC, el MAG; y otras entidades oficiales relacionadas, a fin de discutir el establecimiento de una norma del MERCOSUR para la calidad del aire, la cantidad de emisión de gases de escape de los vehículos, y la calidad.

#### **(3) Sistema Interactivo**

- El plan de administración ambiental deberá preparar un sistema de comunicación interactivo en una etapa inicial de los proyectos a fin de comunicarse con la población del área del proyecto, las organizaciones comunitarias existentes, y las ONGs activas en cada área de proyecto, para discutir los impactos ambientales y los problemas relacionados.

#### **(4) Programa de Educación**

- El plan de administración ambiental deberá preparar programas educativos de seguridad de tráfico y cuidado ambiental para educar a los pobladores del área del proyecto y a los choferes que usan las rutas 2 y 7.
- Estos programas educativos deberían llevarse a cabo con la cooperación de las escuelas, los medios de comunicación, la policía, la comunidad, las ONG locales y otras instalaciones públicas y privadas incluyendo los centros de salud, hospitales, puestos de peaje, restaurantes, hoteles, etc.

#### **(5) Programa de Conservación Ambiental de la Reserva de Recursos Manejados Ypacaraí**

- Para negociar y tener comunicación con las ONGs activas en esta reserva
- Para organizar un sistema de patrulla caminera para el área pantanosa alrededor del proyecto de carretera de circunvalación en el área de la reserva.

## 19.7 Encuesta de Opinión de Hogar

### 19.7.1 Introducción

Como ya se mencionó, el propósito principal de la encuesta de hogar es identificar la opinión de cada hogar sobre los proyectos propuestos y la reubicación causada por la implementación de los proyectos. Se llevó a cabo una encuesta usando el método de entrevista en el sitio con el jefe de familia de cada vivienda de muestra en el área del proyecto de carretera de circunvalación, usando un cuestionario. La cantidad de muestras en cada área se ha seleccionado dependiendo de la escala, densidad de población, y características del área. El Cuadro 19.7.1 señala la cantidad de muestras entrevistadas en cada área de encuesta.

**Cuadro 19.7.1 Cantidad de Muestra**

Áreas de Estudio	Cantidad
<i>Ypacarai</i>	42
<i>Caacupe</i>	61
<i>Eusebio Ayala</i>	25
<i>Itacurubí</i>	36
<i>San José</i>	40
<i>Coronel Oviedo</i>	22
<i>Caaguazu</i>	40
Total	266

### 19.7.2 Resultados de la Encuesta

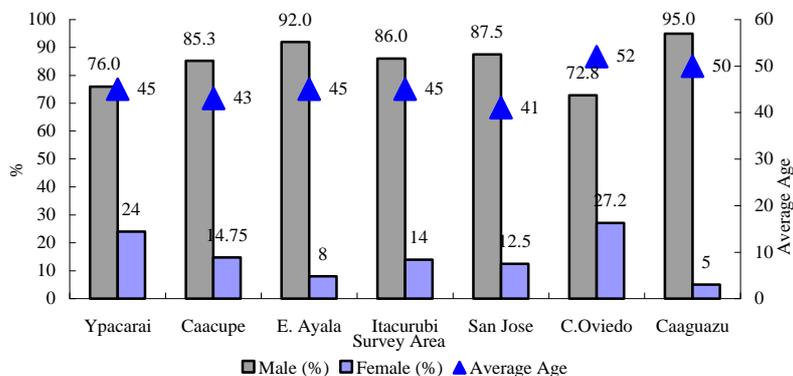
Los resultados de la encuesta pueden resumirse de la forma siguiente:

- Casi todas las personas entrevistadas en la encuesta aprueban los proyectos.
- La mayoría de las personas entrevistas en el área de estudio piensan que la indemnización en dinero equivaldrá al valor actual de la casa en la que están viviendo.
- No se considera que el precio de la indemnización sea tan alto.
- Los problemas principales identificados por los entrevistadores son los accidentes de tráfico y la falta de instalaciones para los peatones.

### 19.7.3 Datos de la Encuesta

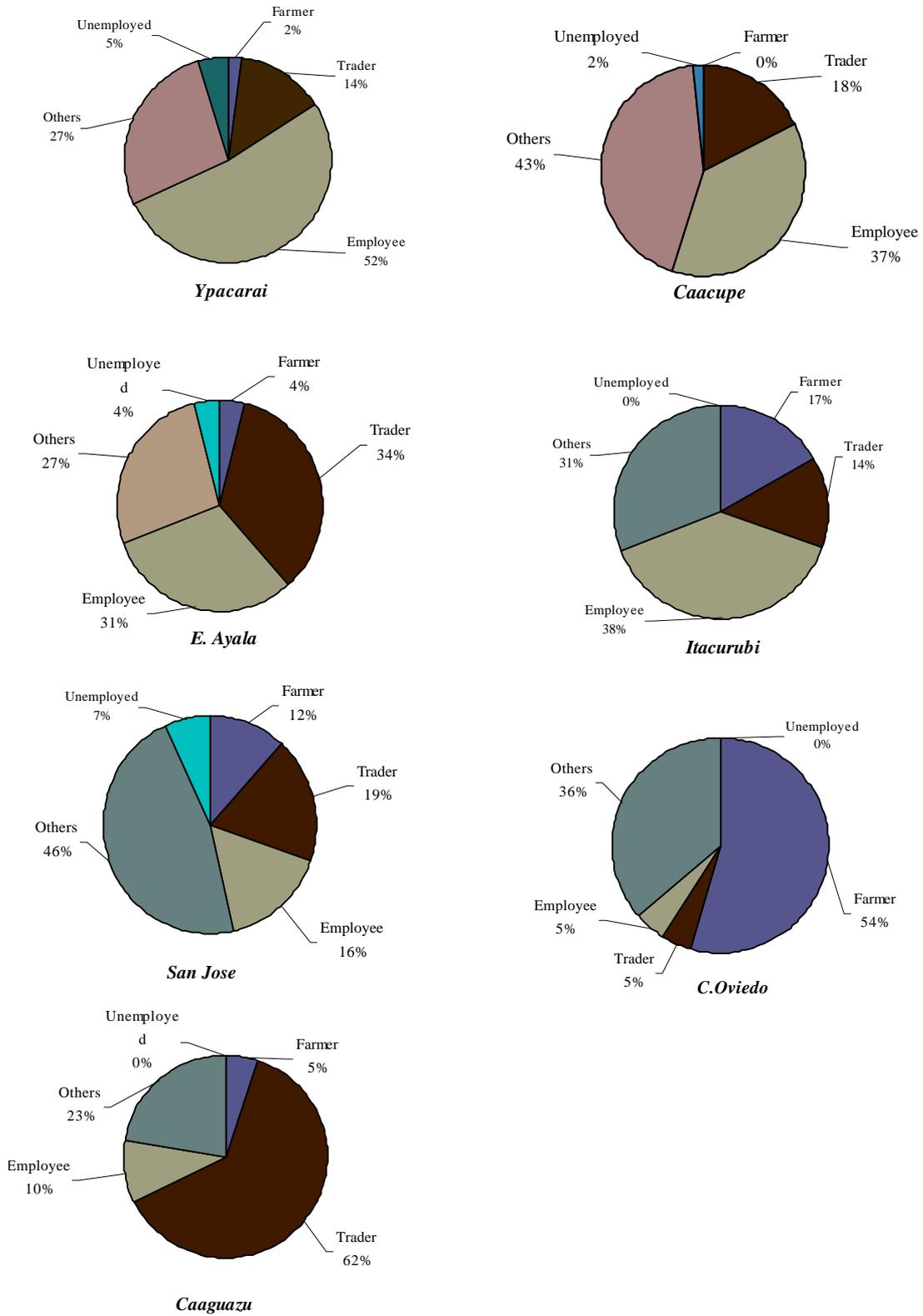
#### (1) Perfil de los Entrevistados

##### a. Entrevistados



**Figura 19.7.1 Entrevistados**

**b. Ocupación**



**Figura 19.7.2 Ocupación**

**c. Ingreso Promedio**

**Cuadro 19.7.2 Ingreso Promedio/ mes**

Ingreso/mes	Ypacarai	Caacupe	E. Ayala	Itacurubí	San José	C. Oviedo	Caaguazu
	%	%	%	%	%	%	%
1) < MSM	31	34.4	36	52.8	55	77.5	20
2) =< MSM	14.2	6.5	12	13.8	22.5	13.5	17.5
3) > MSM	38.2	47.5	32	25	15	9	30
4) 2 x MSM	16.6	11.6	20	8.4	7.5	0	32.5

Nota:

- 1) : Menos del Salario Mínimo Legal
- 2) : Igual al Salario Mínimo Legal
- 3) : Más que el Salario Mínimo Legal
- 4) : el doble del Salario Mínimo Legal

**d. Miembros de la Familia**

**Cuadro 19.7.3 Cantidad de Miembros en la Familia**

Miembros de la Familia	Ypacarai	Caacupe	E. Ayala	Itacurubí	San José	C. Oviedo	Caaguazu
	%	%	%	%	%	%	%
Menos de 5	62	51	68	38.9	55	77.5	70
5	12	13	20	22.2	10	9	2.5
Más de 5	26	36	12	38.9	35	13.5	27.5

**e. Equipo de Asentamiento**

**Cuadro 19.7.4 Periodo de Asentamiento**

Años	Ypacarai	Caacupe	E. Ayala	Itacurubí	San José	C. Oviedo	Caaguazu
	%	%	%	%	%	%	%
Menos de 5	24	28	28	27.7	25	4.5	30
6 a 10	19	26.2	20	22.2	27.5	9	12.5
10 a 15	4.8	9.8	12	13.8	22.5	4.5	5
15 a 20	4.8	11.5	4	5.6	20	0	15
Más de 20	47.8	24.5	36	30.7	27.5	82	37.5

**(2) Medio Ambiente Habitado**

**a. Posesión de Casa**

**Cuadro 19.7.5 Status de Posesión de Casa**

	Ypacarai		Caacupe		E. Ayala		Itacurubí		San José		C. Oviedo		Caaguazu	
	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%
Casa propia	41	97.6	52	85	23	92	33	91.7	37	92.5	20	91	29	72.5
C. alquilada	1	2.4	9	15	2	8	3	8.3	3	7.5	2	9	11	27.5

**b. Casa usadas para Trabajar**

**Cuadro 19.7.6 Casas usadas para Actividades Laborales**

	Ypacarai	Caacupe	E. Ayala	Itacurubí	San José	C. Oviedo	Caaguazu
%	16.5	21	28	14	20	45.5	60

**c. Estructura de las Construcciones****Cuadro 19.7.7 Estructura de la construcción de las Casas Encuestadas**

Estructura	Ypacarai		Caacupe		E. Ayala		Itacurubí		San José		C.Oviedo		Caaguazu	
	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%
1 piso	42	100	60	98.4	23	92	36	100	36	90	22	100	38	95
2 pisos	0	0	1	1.6	2	8	0	0	4	10	0	0	2	5

**d. Materiales de Construcción****Cuadro 19.7.8 Materiales de Construcción de las Casas Encuestadas**

Materiales de construcción	Ypacarai		Caacupe		E. Ayala		Itacurubí		San José		C.Oviedo		Caaguazu	
	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%
Ladrillos y baldosas	41	97.6	58	95	23	92	34	94.6	19	47.5	8	36.5	34	85
Madera	1	2.4	3	5	1	4	1	2.7	17	42.5	14	63.5	3	7.5
Adobe y paja	0	0	0	0	0	0	1	2.7	4	10	0	0	0	0
Hierro y concreto	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	3	7.5

**e. Área de Construcción****Cuadro 19.7.9 Área Edificada Total**

m <sup>2</sup>	Ypacarai		Caacupe		E. Ayala		Itacurubí		San José		C. Oviedo		Caaguazu	
	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%
- 50	10	24	15	24.6	6	24	27	75.1	21	52.5	8	36.5	8	20
50 - 100	23	55	32	52.4	15	60	6	16.6	15	37.5	14	63.5	16	40
100 - 150	7	16	11	18	1	4	2	5.6	2	5	0	0	9	22.5
150 -	2	5	3	5	3	12	1	2.7	2	5	0	0	7	17.5

**f. Servicios Básicos****Cuadro 19.7.10 Casas con Conexión de Servicios Básicos**

Con conexión	Ypacarai		Caacupe		E. Ayala		Itacurubí		San José		C.Oviedo		Caaguazu	
	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%
Agua	36	86	54	88.5	21	84	20	72,3	19	45	0	0	13	32.5
Electricidad	39	93	55	90.1	25	100	34	94,6	0	0	20	91	39	97.5
Cloaca	0	0	0	0	0	0	0	0	36	90	0	0	0	0

**g. Precio Estimado de las Casas Existentes****Cuadro 19.7.11 Precio de las Casas**

Precio (1millón Gs)	Ypacarai		Caacupe		E. Ayala		Itacurubí		San José		C.Oviedo		Caaguazu	
	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%
- 10	1	2.4	3	5	5	20	6	16.6	26	65	14	63.5	0	0
10 - 20	14	33.4	16	27.8	5	20	17	47.6	11	27.5	2	9	0	0
20 - 30	6	14	15	24.6	3	12	6	16.6	1	2.5	1	4.5	2	5
30 - 40	5	12	11	18	5	20	2	5.4	0	0	0	0	6	15
40 -	16	38.2	15	24.6	7	28	5	13.8	2	5	6	23	32	80

Gs. = Guaranies (moneda local del Paraguay)

**h. Tiempo de Acceso a Instalaciones Públicas****Cuadro 19.7.12 Tiempo de Acceso a Instalaciones Educativas**

Tiempo (minutos)	Ypacarai		Caacupe		E. Ayala		Itacurubí		San José		C. Oviedo		Caaguazu	
	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%
- 5	24	57	48	78.7	25	100	27	75	32	80	13	59.2	34	85
5 - 10	11	26	7	11.5	0	0	6	16.6	4	10	7	31.8	5	12.5
10 - 15	6	14	1	1.6	0	0	2	5.6	4	10	1	4.5	1	2.5
15 -	1	3	5	8.2	0	0	1	2.8	0	0	1	4.5	0	0

**Cuadro 19.7.13 Tiempo de Acceso a Instalaciones Médicas**

Tiempo (minutos)	Ypacarai		Caacupe		E. Ayala		Itacurubí		San José		C. Oviedo		Caaguazu	
	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%
- 5	17	40.6	44	72	24	96	17	47.6	21	52.5	5	22.7	22	55
5 - 10	11	26	7	11.5	1	4	15	41.2	7	17.5	3	13.7	2	5
10 - 15	7	16.7	3	5	0	0	2	5.6	3	7.5	7	31.8	8	20
15 -	7	16.7	7	11.5	0	0	2	5.6	9	22.5	7	31.8	8	20

**i. Actividad Comunitaria****Cuadro 19.7.14 Participación en Actividades de la Comunidad**

	Ypacarai		Caacupe		E. Ayala		Itacurubí		San José		C.Oviedo		Caaguazu	
	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%
Participa	12	28.6	23	37.7	3	12	13	36	9	22.5	0	0	5	12.5
no participa	30	71.4	38	62.3	22	88	23	64	31	77.5	22	100	35	87.5

**Cuadro 19.7.15 Tipo de Actividad Comunitaria en que se participa**

	Ypacarai		Caacupe		E. Ayala		Itacurubí		San José		C.Oviedo		Caaguazu	
	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%
Comité vecinal	4	33.3	10	43.5	2	66.6	10	77	2	22.2	0	0	1	20
Cooperativa	2	16.7	8	34.8	1	33.4	3	23	6	66.6	0	0	3	60
Actividades religiosas	6	50	4	17.4	0	0	0	0	1	11.1	0	0	0	0
Otras	0	0	1	4.3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	20

**(3) Condiciones Actuales de Uso de las Rutas 2 & 7****a. Posesión de Vehículo****Cuadro 19.7.16 Porcentaje de Posesión de Vehículo**

	Ypacarai		Caacupe		E. Ayala		Itacurubí		San José		C.Oviedo		Caaguazu	
	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%
Dueño de vehículo	11	26	18	29.5	3	12	9	25	7	17.5	5	22.7	17	42.5
No tiene vehículo	31	74	43	70.5	22	88	27	75	33	82.5	17	77.3	23	57.5

**Cuadro 19.7.17 Cantidad Total de Vehículos en Posesión**

Vehículo	Ypacarai		Caacupe		E. Ayala		Itacurubí		San José		C.Oviedo		Caaguazu	
	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%
1 vehículo	8	73	15	83.5	3	100	7	78	7	100	5	100	10	59
2 vehículos	2	18	1	5.5	0	0	2	22	0	0	0	0	5	29.5
3 vehículos	1	9	2	11	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5.75
Más de 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5.75

## b. Uso Objetivo de las Rutas

**Cuadro 19.7.18 Objetivos Principales de Uso de las Rutas 2 & 7  
(Dos objetivos principales fueron seleccionados por cada entrevistado)**

Propósito	Ypacarai	Caacupe	E. Ayala	Itacurubí	San José	C.Oviedo	Caaguazu
	cantidad	cantidad	cantidad	cantidad	cantidad	cantidad	cantidad
Placer	7	17	4	11	17	5	12
Estudios	12	32	16	13	13	4	10
Compras	40	43	17	31	31	19	34
Transporte de Cargas	6	15	4	8	7	10	8
Viajes al trabajo	16	14	9	9	11	6	16
Otros	3	1	0	0	1	0	0
Total	84	122	50	72	80	44	80

## c. Problemas Principales

**Cuadro 19.7.19 Problemas Principales de Uso de las Rutas 2 & 7 identificados por los Encuestados  
(Cada encuestado seleccionó dos problemas principales)**

Problema	Ypacarai	Caacupe	E. Ayala	Itacurubí	San José	C. Oviedo	Caaguazu
	cantidad	cantidad	cantidad	cantidad	cantidad	cantidad	cantidad
Congestionamiento	25	21	0	3	13	0	20
Falta de semáforos	9	13	12	11	12	9	18
Pavimento malo	4	7	12	5	5	5	6
Accidentes de tráfico	21	40	11	26	27	17	26
Falta de señales viales	3	11	5	5	5	5	3
Falta de señales para peatones	22	30	10	22	18	8	7

## (4) Consideraciones Sociales sobre el Mejoramiento Vial

### a. Aprobación y Desaprobación de los Proyectos

**Cuadro 19.7.20 Aprobación/desaprobación del proyecto de mejoramiento vial**

	Ypacarai		Caacupe		E. Ayala		Itacurubí		San José		C.Oviedo		Caaguazu	
	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%
Aprueba	42	100	60	98.4	23	92	36	100	40	100	22	100	40	100
Desaprueba	0	0	1	1.6	2	8	0	0	0	0	0	0	0	0

**Cuadro 19.7.21 Razones Principales de la Aprobación**

	Ypacarai		Caacupe		E. Ayala		Itacurubí		San José		C.Oviedo		Caaguazu	
	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%
Representa un bienestar general (?)	32	76.2	45	73.8	13	56.5	28	77.8	28	70	13	59.1	31	77.5
Mejora la facilidad de acceso	6	14.3	9	14.7	2	8.7	2	5.6	7	17.5	1	4.5	7	17.5
Mejora la seguridad vial	4	9.5	7	11.5	8	34.8	6	16.6	5	12.5	8	36.4	2	5

**b. Requisitos Necesarios para la Reubicación**

**Cuadro 19.7.22 Requisitos Necesarios para la Reubicación**

	Ypacarai		Caacupe		E. Ayala		Itacurubí		San José		C.Oviedo		Caaguazu	
	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%
Compensación (monetaria)	42	100	60	98.4	23	100	33	92	40	100	22	100	40	100
Empleo	0	0	1	1.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infraestructura básica	0	0	0	0	0	0	3	8	0	0	0	0	0	0

**Cuadro 19.7.23 Medidas Compensatorias Necesarias para la Reubicación**

	Ypacarai		Caacupe		E. Ayala		Itacurubí		San José		C.Oviedo		Caaguazu	
	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%
Indemnización	37	88	54	88.5	22	95.6	28	77.8	30	75	21	95.5	39	97.5
Casa alternativa	5	12	7	11.5	1	4.4	8	22.2	10	25	1	4.5	1	2.5

**Cuadro 19.7.24 Infraestructura Necesaria en el área para Reubicación (cada encuestado seleccionó dos problemas principales)**

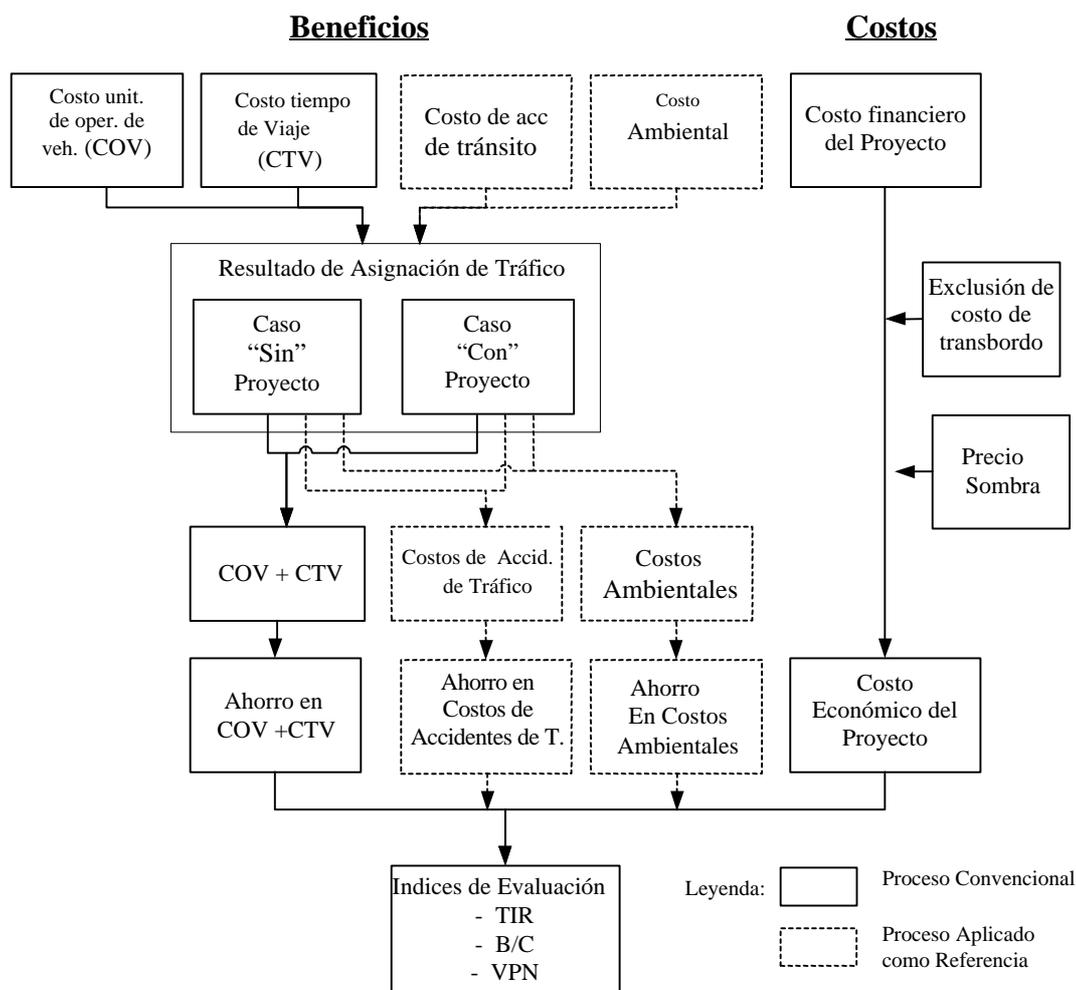
	Ypacarai	Caacupe	E. Ayala	Itacurubí	San José	C.Oviedo	Caaguazu
	Number	Number	Number	Number	Number	Number	Number
Suministro de agua	39	51	16	33	34	18	30
Suministro de energía	20	35	12	18	18	16	15
Drenaje	3	5	2	2	3	0	4
Comunicaciones	3	5	0	1	1	0	1
Centro médico	5	12	9	7	11	2	16
Centro educacional	4	6	4	5	5	3	8
Vía de acceso a la ruta	10	8	3	6	8	3	6

CAPÍTULO 20  
EVALUACIÓN  
ECONÓMICA Y  
ANÁLISIS  
FINANCIERO

## 20 EVALUACIÓN ECONÓMICA

### 20.1 Metodología y Presunciones

En esta sección, el proyecto propuesto será evaluado bajo el punto de vista de la economía nacional, siguiendo un análisis costo - beneficio. En la evaluación económica, se tomó el procedimiento ilustrado a continuación, y los costos y beneficios del proyecto se convirtieron en costos económicos.



**Figura 20.1.1 Procedimiento de Evaluación Económica**

La evaluación económica solamente toma en cuenta los mejoramientos y el mantenimiento propuestos para esos trabajos. El programa de mantenimiento urgente, tal como la reconstrucción de los dos puentes y el recapado de todo el tramo de estudio, está excluido del análisis económico. Sin embargo, esto no resta importancia al programa. Más bien, vale la pena notar que sin el programa, las funciones de las rutas nacionales podrían verse impedidas, lo que causaría tremendas pérdidas para la economía nacional. Por lo tanto, independientemente de los resultados del análisis económico, es necesario implementar el programa de mantenimiento urgente inmediatamente.

### **20.1.1 Beneficios Contados**

El mejoramiento de las Rutas Nacionales 2 y 7 traerá consigo varios tipos de beneficios. Entre los beneficios, en este análisis se tomaron en cuenta los siguientes beneficios directos:

- 1) Ahorro en Costo de Operación de Vehículo (COV)
- 2) Ahorro en Costo de Tiempo de Viaje (CTV)
- 3) Reducción de Costo de Accidentes de Tránsito
- 4) Mejoramiento Ambiental

Los puntos 1) y 2) mencionados son convencionalmente estudiados en las evaluaciones económicas para proyectos de inversión vial, mientras que recientemente se han llevado a cabo estudios intensos para los puntos 3) y 4), especialmente en países avanzados. Aunque no pueden encontrarse en el Paraguay ejemplos donde se halla tomado en cuenta los puntos 3) y 4), se realizaron algunos estudios debido a las características del proyecto de mejoramiento en este estudio.

Los beneficios económicos son calculados a través de comparaciones de “caso con el proyecto” y “caso sin el proyecto” para cada uno de los costos mencionados. Las diferencias de costos entre los dos casos se toman como beneficios cuando ocurre alguna reducción o ahorro en los costos.

#### **(1) Ahorro en COV**

El costo de operación de vehículo (COV) es una de las fuentes principales de beneficios económicos. El costo de operación por unidad de distancia se calcula por tipo de vehículo, tales como auto de pasajeros, camión, y autobús.

El COV está compuesto por los siguientes componentes:

- a) Costo del combustible
- b) Costo del aceite
- c) Costo de las llantas
- d) Costo de reparación
- e) Costo de depreciación
- f) Costo de oportunidad de capital
- g) Costo de personal y administración

En el Paraguay, la Oficina de Planificación Integral del Transporte (OPIT) del MOPC ha estado actualizando periódicamente los datos de COV a fin de usarlos como información para el Modelo HDM que ha sido desarrollado por el IBRD para la evaluación de los proyectos de desarrollo de carretera y mantenimiento vial. Las estimaciones de COV en este estudio dependen de la información básica y de las presunciones descriptas en la “Estructura de los Costos de Funcionamiento de Vehículos Automotores” por la OPIT.

El Modelo HDM es principalmente aplicado a los proyectos de construcción y pavimento para proyectos de carreteras interurbanas o inter-regionales donde los factores clave que afectan el COV son la distancia y las condiciones de la superficie vial.

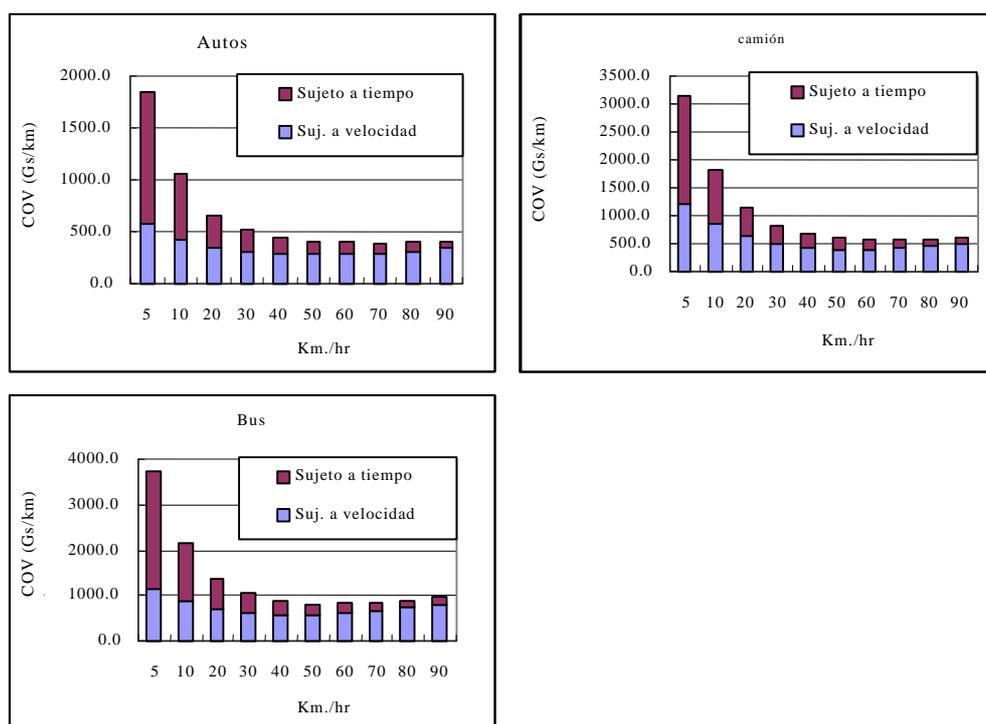
Sin embargo, todos los tramos incluidos en el área de estudio están pavimentados en condiciones regularmente buenas, y por lo tanto se aplican las cifras para vías pavimentadas para el análisis. La velocidad de viaje es un factor importante ya que la eficiencia de la operación de vehículos depende en qué tan rápido se maneja. En otras palabras, se puede manejar un vehículo más eficientemente hasta determinada velocidad, pero la eficiencia de operación desciende gradualmente pasando ese punto. Por lo tanto, se ha tomado en cuenta el factor velocidad para la estimación de COV aún cuando el manual del MOPC no lo toma en cuenta. Un informe del IBRD (“Cuantificación para Ahorros de Usuarios Viales”, IBRD Informe Ocasional N° 2, 1966) proporciona tasa o índices de consumición que pueden ser usados para los costos de a) a e). Estos se usan para calcular el COV a velocidades estimadas de viaje futuro con los resultados de la asignación de tránsito en los casos “con el proyecto propuesto” y “sin el proyecto propuesto”.

El COV unitario de cada componente desde a) a e) se expresa como una función de la velocidad de operación. Una parte del ítem e) y de los otros ítems (f y g) no se ve directamente afectada por la velocidad de operación, sino por el tiempo de viaje. Los costos unitarios están calculados usando el precio de mercado y luego son convertidos a costo económico. Mayormente están basados en el manual del MOPC, y están actualizados usando los precios actuales tomando en cuenta la inflación del 4,9% desde Noviembre de 1998 hasta el presente. Los COV unitarios han sido investigados solamente para vías pavimentadas. Los COV de unidades agregadas, que consisten en los COV relacionados al tiempo y a la distancia, están resumidos y son mostrados en el Cuadro 20.1.1 y en la Figura 20.1.2. A una distancia muy lenta de 5 km/h los costos relacionados al tiempo son mayores que los costos relacionados a la distancia para todo tipo de vehículos. La velocidad más económica es entre los 60 y los 70 km/h.

**Cuadro 20.1.1 COV Unitario Agregado por Tipo de Vehículo y Velocidad de Viaje**

(Unidad: Gs./ vehículo/km)

velocidad (Km/hora)	Auto			Autobús			Camión		
	Relativo a distancia	Relativo a tiempo	Total	Relativo a distancia	Relativo a tiempo	Total	Relativo a distancia	Relativo a tiempo	Total
5	571	1,280	1,851	1,155	2,571	3,726	1,200	1,929	3,129
10	422	640	1,062	869	1,285	2,154	841	965	1,805
20	342	320	662	707	643	1,349	647	482	1,130
30	305	213	518	620	428	1,048	511	322	832
40	289	160	449	558	321	879	436	241	677
50	281	128	409	551	257	808	405	193	598
60	289	107	396	599	214	814	405	161	566
70	297	91	389	658	184	841	423	138	560
80	317	80	397	733	161	894	460	121	580
90	341	71	412	811	143	953	507	107	614



**Figura 20.1.2 COV Unitario Agregado**

## (2) Ahorro en Costo de Tiempo de Viaje (CTV)

El tiempo de viaje ahorrado por los pasajeros se calculó usando el valor unitario establecido en el manual de la OPIT en 1998 tomando en cuenta la inflación de la misma manera que con el COV.

Además se tomó en cuenta el costo de tiempo de carga en camiones. Aunque el valor de la entrega más rápida sería significativamente alto para algunos tipos de carga tales como hortalizas frescas, se aplicó un cálculo sencillo y conservador. La carga en tránsito puede ser considerada mercadería y una disminución en el tiempo de viaje de carga resultará en el costo reducido de capital para el propietario de la mercadería. La diferencia se toma como el valor de ahorro en el tiempo de viaje de la carga.

Los datos sobre el volumen y el tipo de cargas en camiones se obtuvieron de los resultados de la “Encuesta de Carga POR Eje” llevada a cabo por el Equipo de Estudio de la JICA. Los precios por tonelada de carga se calcularon con referencia al comercio exterior. Se hizo referencia a los precios FOB en 1997 en dólares americanos para la exportación de productos agrícolas y para la importación de productos manufacturados. Para la conversión a guaraníes, se usó la tasa de cambio actual. Como el transporte de cargas puede incluir una gran cantidad de productos domésticos a ser consumidos en el Paraguay, el precio por tonelada de la mercadería fue multiplicado por 0,7. Se aplicó una tasa de interés económico del 12% y 2000 horas de funcionamiento para cada camión en el cálculo de costo de tiempo de viaje de carga. Los CTV unitarios aplicados en el estudio se muestran en el Cuadro de abajo.

**Cuadro 20.1.2 CTV Unitario por Tipo de Vehículo**

		Persona/Vehículo	Costo Unitario	Total (Gs/hora)
P. Auto	Chofer	1	5,720	5,720
	Pasajero	0.98	2,860	2,803
	Total	1.98		8,523
Bus	Pasajero	22.3	876	19,535
Camión	Carga		151	151

### (3) Reducción en el Costo de Accidentes de Tránsito

La frecuencia de accidentes de tránsito en las Rutas Nacionales 2 y 7 actualmente es muy alta en comparación con otras Rutas Nacionales. El mejoramiento de las rutas resultará en una reducción sustancial en la frecuencia de los accidentes de tránsito.

Los datos detallados sobre la ocurrencia de accidentes de tránsito en 1998 sobre las Rutas Nacionales 2 y 7 fueron proporcionados por la OPIT y por la Policía Caminera, y fueron analizados en este estudio. Las características de los accidentes de tránsito en el área de estudio pueden resumirse como sigue. Aunque es posible que haya habido muchos accidentes no reportados, en esta evaluación no se toman en cuenta.

Es claro que los tramos del paso a desnivel propuesto (Km 132) y de mejoramiento de alineación (Km 146 – 150) tienen una gran cantidad de accidentes en comparación con los tramos vecinos con un volumen de tráfico similar.

En el Japón los costos por accidentes de tránsito en algunos tramos o conexiones se calculan usando la siguiente fórmula:

$$Y = a X_1 + b X_2$$

donde

- Y : costo de accidentes de tránsito
- X<sub>1</sub> : volumen de tráfico (cantidad de vehículos \* distancia de viaje)
- X<sub>2</sub> : cantidad de intersecciones \* cantidad de vehículos en las intersecciones
- a, b : coeficientes dados por la ubicación del tramo (área de alta densidad de población, área urbana, y otras áreas), tipo de rutas (de 2 carriles, 4 carriles o más, autopista)

En esta evaluación, en “caso con el proyecto” se presume que la cantidad de accidentes se verá reducida al mismo nivel que en los tramos adyacentes con condiciones similares. La cantidad de accidentes en “caso con el proyecto” y “caso sin el proyecto” en los tramos del proyecto ha sido calculada con el volumen de tráfico actual y futuro (cantidad de vehículos \* kilómetro) así como con el número actual de accidentes en esos sectores y en los tramos adyacentes.

En cuanto al tramo para paso a desnivel, se asume que la cantidad de accidentes en “caso con proyecto” se reducirá después de la implementación del proyecto al mismo nivel del tramo del Km 133 – 134 ya que el tramo del Km 130 – 131 tiene muchas intersecciones a nivel con rutas locales y las condiciones no son similares a las del tramo de paso a desnivel después de la implementación del proyecto. En cuanto al tramo del Km 146 – 150 del mejoramiento de la alineación, se espera que los accidentes de tránsito se reduzcan al nivel del tramo del Km 135 – 176, exceptuando este último.

**Cuadro 20.1.3 Características de los Accidentes de Tránsito en las Rutas 2 y 7**

Tramo	Km	Condiciones de los Accidentes de Tránsito
San Lorenzo – Ypacarai	14 - 33	La cantidad de accidentes disminuye gradualmente correspondiendo a la distancia de Asunción debido a la disminución del volumen de tráfico: Km 14 – 18; 44.8 accidentes/km/año 11.6 heridos/km/año, 0.2 muertos/km/año Km 19 – 23; 19.0 accidentes/km/año 2.8 heridos/km/año, 0.2 muertos/km/año Km 24 – 28; 7.4 accidentes/km/año 2.6 heridos/km/año, 0.2 muertos/km/año Km 29 – 33; 4.0 accidentes/km/año 1.2 heridos/km/año, 0.0 muertos/km/año
Ypacarai (Variante N°1)	34 - 39	La cantidad de accidentes es levemente mayor que la del tramo Km 29 – 33. 4.67 accidentes/km/año, 1.2 heridos/km/año, 0.0 muertos/km/año
Ypacarai – Caacupe	40 - 48	La cantidad de accidentes es menor que la de Ypacaraí y la del Km 29 – 33 correspondiendo a un volumen de tráfico menor. Un gran accidente de autobús ocurrido en o cerca de una intersección es la causa de las altas cifras de muertos y heridos. 3.4 accidentes/km/año, 2.5 heridos/km/año, 1.0 muertos/km/año
Caacupe (Variante N° 2)	49 - 57	La cantidad de accidentes es muy reducida probablemente por la buena organización del sistema de sentido único de las dos vías paralelas de la ciudad. 0.8 accidentes/km/año, 0.2 heridos/km/año, 0.0 muertos/km/año
Caacupe – Eusebio Ayala	58 - 71	La cantidad de accidentes es mayor que en la zona urbana de Caacupé y menor que el tramo Ypacaraí – Caacupé con la excepción del Km 67-68 donde se propone la construcción de un carril de ascenso. 1.7 accidentes/km/año, 0.5 heridos/km/año, 0.0 muertos/km/año Km 67 - 68; 4.5 accidentes/km/año 0.0 heridos/km/año, 0.0 muertos/km/año
Eusebio Ayala	72 - 73	La cantidad de accidentes urbanos es casi igual a la de las áreas vecinas. 2.0 accidentes/km/año, 0.0 heridos/km/año, 0.0 muertos/km/año
Eusebio Ayala – Itacurubi	74 - 83	La cantidad de accidentes en el tramo donde se propone construir un carril de ascenso es parecida a la de los tramos circunvecinos. La cantidad de accidentes en el tramo del Km 81-83 es más alta que en los tramos vecinos. 1.9 accidentes/km/año, 0.9 heridos/km/año, 0.2 muertos/km/año
Itacurubi (Variante N°3)	84 - 90	La cantidad de accidentes en la ciudad (km 86-90) es casi la misma que en los tramos de Eusebio Ayala y Eusebio Ayala – Itacurubí. 1.8 accidentes/km/año, 0.0 heridos/km/año, 0.0 muertos/km/año
Itacurubi - San Jose	91 - 100	La cantidad de accidentes es menor que en los tramos de arriba debido a un menor volumen de tráfico, incluyendo el tramo de la variante propuesta. 0.8 accidentes/km/año, 0.0 heridos/km/año, 0.0 muertos/km/año
San Jose (Variante N°4)	101 - 104	La cantidad de accidentes es muy baja. 0.8 accidentes/km/año, 0.0 heridos/km/año, 0.0 muertos/km/año
San Jose - Coronel Oviedo	105 - 130	La cantidad de accidentes es mayor que en San José y aumenta gradualmente cerca de Coronel Oviedo. 1.0 accidentes/km/año, 0.8 heridos/km/año, 0.0 muertos/km/año
Coronel Oviedo	131 - 134	La cantidad de accidentes es muy alta, mayor que en Ypacaraí. En el km 132 donde se propuso un paso a desnivel, se registraron 16 accidentes. 7.0 accidentes/km/año, 2.8 heridos/km/año, 1.0 muertos/km/año
Coronel Oviedo – Caaguazu	135 - 176	La cantidad de accidentes cerca del tramo San José – Coronel Oviedo 1.0 accidentes/km/año, 0.2 heridos/km/año, 0.1 muerto/km/año El tramo Km 146 – 150, donde se propuso un mejoramiento de la alineación, se registraron muchos accidentes tal como sigue. Este tramo es famoso por los accidentes frecuentes, y los policías lo llaman “la curva S”. 2.6 accidentes/km/año, 2.0 heridos/km/año, 0.0 muertos/km/año
Caaguazu	177 -	La cantidad de accidentes es la siguiente: 1.0 accidentes/km/año, 0.2 heridos/km/año, 0.0 muertos/km/año

De un análisis al registro de víctimas, heridas o fallecidas, a lo largo del tramo del Km 40 – 180, las siguientes cifras se aplicaron como cantidad de víctimas al cálculo de costos. La cifra para las zonas urbanas se aplica al tramo de paso a desnivel y para las áreas rurales del tramo de mejoramiento de la alineación.

**Cuadro 20.1.4 Cantidad de Víctimas por Accidente de Tráfico**

Area	Heridos	Muertos
Areas Urbanas	0.25	0.06
Areas Rurales	0.48	0.08

Como hasta ahora parece que los datos sobre costos por accidentes de tránsito no han sido analizados en el Paraguay, nos referiremos a ejemplos internacionales. En primer lugar, se hizo una referencia para costos por muerte y heridas causadas en los accidentes, tal como puede observarse en el Cuadro 20.1.5, ya que esos costos son la mayor parte de los costos por accidentes. Las cifras y los métodos de cálculo varían entre los países. En este análisis, se aplicaron las cifras usadas en el “Borrador de la Guía para Evaluar las Inversiones Viales en el Japón”, tal como puede observarse en el Cuadro 20.1.6, debido a su moderación. Sin embargo, las cifras se dividieron en forma conservadora en 17 para los costos de las víctimas, como ser la diferencia en costo de tiempo de viaje de auto de pasajeros para ajustar la cantidad de pérdida de ingreso, y por 7 para la pérdida física de accidentes, como ser la diferencia en el costo de depreciación de un camión, para ajustar el valor de daño físico a los vehículos. Como las víctimas heridas no están clasificadas en las estadísticas del Paraguay, se asume que el 10% de las víctimas son heridos de gravedad, de acuerdo con las estadísticas del Japón.

**Cuadro 20.1.5 Ejemplos de Costos de Muerte y Herida por Accidente de Tránsito**

(Unidad: US\$ mil = JP¥ 100,000)

Fuente		Costos		
		Muerte	Herida de gravedad	Herida leve
Japón	Agencia de Administración (1993)	315.3	93.7	6.4
Japón	Asociación de Seguros (1995)	294.3	103.9	6.3
Alemania	EWS (1997)	1,168.0	51.1	5.1
Reino Unido	COBRA (1995)	2,310.0	24.1	2.0
E.E.U.U.	Adm. Nacional de Seguridad de Tráfico en Carretera (1990)	878.0	73.6	-
E.E.U.U.	“Costo total y beneficios del transporte” (1997)	2,750.0	71.3	26.3
Australia	Ministerio de Transporte y Comunicaciones	558.1	84.0	8.8
Nueva Zelanda	-	2,400.0	-	-

Fuente: Borrador de Guía para la Evaluación de Proyectos de Inversión Vial en el Japón

**Cuadro 20.1.6 Costo Unitario de Accidentes**

	1 víctima fatal	1 víctima herida de gravedad	1 víctima de herida grave	Costo físico por accidente
Monto aplicado en el Japón (JP¥ mil)	33,965	10,170	1,185	447
Monto aplicado en este Estudio (Gs. mil)	65,932	4,044		2,107

Con los cuadros de arriba, el costo unitario por accidente de tránsito es el siguiente:

- Tramos en Áreas Urbanas: Gs. 7.04 millones
- Tramos en Áreas Rurales: Gs. 9.25 millones

#### (4) **Importancia del Medio Ambiente Mejorado**

Los beneficios derivados del medio ambiente mejorado desde el punto de vista de la contaminación del aire y el ruido pueden ser calculados por un ingeniero ambiental por medio de una estimación de la diferencia entre los casos “Con Proyecto” y “Sin Proyecto”, refiriéndose en lo que sea posible a estudios recientemente hechos, haciendo los ajustes necesarios para el análisis. Como se puede ver en el capítulo 16, los siguientes elementos se han tomado en consideración para medir el mejoramiento ambiental.

- 1) NOx
- 2) CO<sub>2</sub>
- 3) Ruido

Al medir el mejoramiento ambiental en términos monetarios en el Japón, la cantidad de emisión de NOx se usa como un indicador representante de la medida de contaminación ambiental. El valor económico de la contaminación ambiental por tonelada de emisión de NOx aplicado en el borrador de guía para evaluación de inversión vial es el siguiente:

**Cuadro 20.1.7 Costo Unitario por Contaminación del Aire (Nox) a ser Aplicado en el Japón**

Condiciones a los lados de la ruta	Área poblada densamente	Áreas Urbanas	Áreas Rurales (planas)	Áreas Rurales (montañosas)
Costo por tonelada de NOx (US\$)	29,200	5,800	2,000	100

Nota: US\$ 1 = JPY 100

Fuente: Borrador de Guía para Evaluación de Proyectos de Inversión Vial del Japón

En esta evaluación, los costos unitarios por área urbana se aplican a las carreteras de circunvalación, y los costos para áreas rurales (el promedio de áreas planas y montañosas) se aplica para los carriles de ascenso, incluyendo el mejoramiento de alineación en Coronel Oviedo. Como la mayoría de los costos por contaminación del aire serán por daños causados a la salud, los costos económicos de la contaminación del aire se suponen en pérdidas de producción por daños a la salud y costos por cuidado médico. La cifra de arriba se ajusta para este análisis dividiéndola por 17, asumiendo los costos entre gastos por cuidado médico y pérdidas de producción. Los siguientes costos unitarios fueron aplicados a esta evaluación.

**Cuadro 20.1.8 Costo Unitario Aplicado a la Contaminación Ambiental (NOx)**

Tipo de Componente	Variante	Carril de Ascenso
Costo por tonelada de Nox (miles de Gs)	341	59

Los beneficios por la reducción de emisión de CO<sub>2</sub> se cuentan como efectos reducidos del calentamiento global. Se debería aplicar el precio internacional de US\$ 20/ ton de carbón por costos de emisión de CO<sub>2</sub>. Los beneficios, sin embargo, no deberían considerarse beneficios directos a la economía nacional, sino como una contribución a la economía mundial.

El valor económico de la reducción de ruido debería considerarse como un daño reducido a los residentes a lo largo de la ruta. Debido a la escasa población a lo largo de los tramos de carril de ascenso, los beneficios basados en los componentes de carril de ascenso no se toman en cuenta en esta evaluación.

La reducción de ruido normalmente resultará en un aumento del precio de la tierra. Los resultados de estudios internacionales sobre la influencia de la reducción de 1 dB en el nivel de ruido equivalente (Leq) sobre el precio de la tierra en las áreas urbanas se resumen en el cuadro de abajo. En esta evaluación, se asume un aumento del 0,1% del precio de la tierra por la reducción de 1 dB de Leq. El valor anual de los beneficios por reducción de ruido se calcula cambiando el precio de la tierra multiplicándolo por 12%, es decir, el costo de oportunidad de capital en el Paraguay.

**Cuadro 20.1.9 Influencia de Reducción de ruido en el Precio de Tierra Residencial**

País	Ciudad	Aumento del precio de la tierra por reducción de 1 dB Leq
Estados Unidos	Varias ciudades	0.88% - 0.08%
Canadá	Toronto	1.05%
Japón	Tokio	0.77%

Fuente: valuación Socioeconómica de Proyectos de Inversión Vial, Japón

Las áreas residenciales y comerciales dentro de 40m a los lados de la banquina de la ruta son consideradas áreas afectadas. Se planean franjas de dominio de 50 m para todas las carreteras de circunvalación, y se asume que no hay áreas residenciales ni comerciales en la franja de dominio. Suponiendo que cada persona permanece en un área residencial o comercial medio día, los beneficios de cada área se dividen por dos. Las áreas afectadas y los precios de la tierra usados en este análisis son los siguientes:

**Cuadro 20.1.10 Presunción de Áreas Afectadas**

Variante	% de área afectada en franja de 40m		Precio de la Tierra (mil Gs/m <sup>2</sup> )	
	Variante (con proyecto)	Ruta Actual (con/sin proyecto)	Variante (con proyecto)	Ruta Actual (con/sin proyecto)
Ypacaraí	15%	80%	80	100
Caacupé	15%	70%	60	80
Itacurubí	5%	60%	40	50
San José	5%	50%	35	50

### 20.1.2 Costo Económico

Los costos económicos fueron calculados en Noviembre de 1999, así como los costos financieros. Los cálculos siguientes se hicieron cuando el costo financiero del Proyecto se convirtió en costo económico.

- 1) Eliminación de Rubros de Transferencia (costos, impuestos, y subsidios)
- 2) Precio Sombra

Ya que los precios límite de mercancías y servicios transferibles que pueden ser considerados precios económicos, el costo económico puede ser calculado por la eliminación de los rubros de transferencia. En cuanto a mercancías y servicios no transferibles, se requiere el precio sombra para poder estimar el costo económico.

Para mercancías y servicios no transferibles cuyo valor se toma como la porción correspondiente a la moneda local, generalmente los precios financieros se multiplican por un factor de conversión estándar (FCE). El FCE se obtiene con la fórmula dada más abajo. No obstante, el FCE se calculó en casi uno (96% a 97%) con los datos de los últimos cinco años y es insignificante. No se aplicará el FCE en este análisis.

$$FCE = \frac{(Exportaciones + Importaciones)}{(Exportaciones + Importaciones) + (Aranceles de Importación + Subsidio de Exportación) - (Arancel de Exportación + Subsidio de Importación)}$$

donde,

*FCE:*

*Exportaciones:*

*Importaciones:*

*Aranceles de Importación:*

*Aranceles de Exportación:*

*Subsidio de Importación:*

*Subsidio de Exportación:*

Factor Conversión Estándar

Exportaciones en un año

Importaciones en un año

Aranceles de Importación en un año

Aranceles de Exportación en un año

Subsidios para importaciones en un año

Subsidios para exportaciones en un año

El salario sombra para mano de obra no calificada puede ser calculado usando la fórmula de Haveman, como sigue.

$$SS = (\text{salario del mercado}) \times (1.25 - \text{tasa de desempleo} / 0.2)$$

Aunque la tasa de desempleo haya alcanzado casi el 14% en los últimos tiempos debido al estancamiento de la economía, se supone una tasa de desempleo del 10% durante el periodo de construcción. Por lo tanto, el sueldo sombra de la mano de obra no calificada se estima en el 75% del sueldo del mercado. Sin embargo, el costo de mano de obra no calificada cuenta solamente por un bajo porcentaje, y el precio sombra para mano de obra no calificada reducirá el costo económico solamente en el uno al dos por ciento. Por lo tanto, no se ejecutó el precio sombra de la mano de obra no calificada.

El precio sombra o precio económico de tierra puede ser definido como el costo de oportunidades, es decir, el valor agregado al uso actual de la tierra que se pierde al implementarse el Proyecto. Los beneficios económicos del uso actual de la tierra en los sitios del Proyecto se consideran el costo de oportunidades.

Precio Sombra de Tierra = Valor Anual Agregado / Costo de Oportunidad del Capital

donde,

Costo de Oportunidad del Capital (COC): se aplica el 12% como tasa de descuento económico.

La mayor parte de las tierras a ser adquiridas para el Proyecto son tierras cultivables. Se averiguó el valor agregado por las actividades agrícolas o ganaderas actualmente realizadas en estas tierras, es decir, ventas menos gastos por insumos, para calcular el costo de oportunidades. En cuanto a tierras que no son usadas para actividades agrícolas, se averiguó el valor por el cual se podrían alquilar estas tierras. Sin embargo, no había datos sobre alquiler de tierra disponibles. Se aplicaron los precios de mercado - según la consulta a las compañías de bienes raíces - como costo económico de la tierra.

Los datos sobre cultivo y cría de ganado fueron proporcionados por el MAG. Aunque puede que haya muchos tipos de cultivos, una parte predominante de las tierras agrícolas a ser adquiridas en los sitios del proyecto se usa para la cría de ganado, así que el costo económico ha sido calculado según el costo de la tierra para cría de ganado. De acuerdo con los datos de los productos, ventas, y gastos para cría de ganado, el precio económico por una hectárea de tierra agrícola se calcula en Gs. 1,25 millones/ha. Hay parcelas de tierra de uso insignificante en los sitios del proyecto. Se asume que su precio económico es la mitad del precio de la tierra para cría de ganado, tomando en cuenta el pastoreo no intensivo.

### 20.1.3 Indicadores en la Evaluación Económica

Como indicadores de la evaluación, se calcularon la tasa interna de retorno económico (TIRE), el valor actual neto (VAN) y la relación beneficio/costo (B/C) a fin de mostrar la factibilidad económica del Proyecto.

$$\text{Internal Rate of Return (IRR)} : r \text{ satisfiende } : \sum \frac{B_n}{(1+r)^n} = \sum \frac{C_n}{(1+r)^n}$$

$$\text{Benefit - Cost Ratio (B/C)} = \sum \frac{B_n}{(1+DR)^n} \div \sum \frac{C_n}{(1+DR)^n}$$

$$\text{Net Present Value (NPV)} = \sum \frac{B_n - C_n}{(1+DR)^n}$$

donde

$B_n$  : beneficios en el año n

$C_n$  : costos en el año n

$TD$  : tasa de descuento (12%)

Las pruebas de sensibilidad se llevaron a cabo en casos pesimistas de disminución de las demandas de tráfico y aumento de los costos. Los tres indicadores de arriba fueron calculados en caso de un 10% de disminución del volumen de tráfico y 10% de aumento de los costos del proyecto.

## 20.2 Resultados de la Evaluación

### 20.2.1 Beneficios Económicos

#### (1) Ahorros en COV y CTV

Se calcularon los beneficios para el año 2010 como se describe a continuación. Se asume que los beneficios después del 2010 serán constantes. Se supone que los beneficios antes del 2010 aumentarán anualmente en un 20%, ya que el 10% de disminución del volumen de tráfico resultaría en alrededor del 40% de disminución de los beneficios, según los cálculos de los estudios de sensibilidad. El volumen de tráfico aumentará anualmente en cerca del 5%. Se calculó el ahorro en COV y CTV de acuerdo con el pronóstico de velocidad de viaje en el 2010. Los beneficios por ahorro se calcularon como sigue:

**Cuadro 20.2.1 Ahorros en COV y CTV en el 2010**

(Unidad: Gs. millón/año)

	VOC	TTC	Total
Variante			54,310
Ypacaraí	9,404	3,827	13,231
Caacupé	9,686	4,887	14,573
Itacurubí	10,194	3,982	14,176
San José	8,875	3,455	12,330
Carril de Ascenso			11,814
Cnel. Oviedo	2,046	558	2,604
Otros	7,674	1,536	9,210
Paso a desnivel	507	465	972
<b>TOTAL</b>	<b>48,387</b>	<b>18,709</b>	<b>67,096</b>

**(2) Ahorros en Costo por Accidente de Tránsito**

La comparación del volumen de tráfico y la cantidad de accidentes en los casos “con el proyecto” y “sin el proyecto” en el tramo de paso a desnivel y en el tramo de mejoramiento de alineación en el presente y en el 2010 es como sigue:

**Cuadro 20.2.2 Accidentes de Tráfico en los Tramos con Paso a Desnivel y Mejoramiento de Alineación**

Tramo	Comparación de Volumen de Tráfico		Cantidad de Accidentes (1999)		Cantidad de Accidentes (2010)		Cantidad de Accidentes (2020)	
	(2010/1999)	(2020/1999)	Tramo Propuesto	Tramo adyacente de referencia	Con Proyecto	Sin Proyecto	Con Proyecto	Sin Proyecto
Paso a desnivel	1.70	2.05	16.00	2.00	3.40	27.18	4.10	32.80
Carril de ascenso de Cnel. Oviedo	2.18	2.33	13.00	4.75	10.38	28.40	11.10	30.37

Con el costo unitario calculado por accidente de tráfico, se pueden estimar los siguientes beneficios. Los beneficios en los años entre 1999, 2010, y 2020 están interpolados.

**Cuadro 20.2.3 Reducción de Costo de Accidentes por Paso a Desnivel y Mejoramiento del Trazado**

(Unidad: Gs. millones/año)

	Beneficios en el 2010	Beneficios en el 2020
Paso a desnivel	167	202
Carril de Ascenso de Coronel Oviedo	167	178

**(3) Mejoramiento Ambiental**

La cantidad de emisión de NO<sub>x</sub>, ruido, y CO<sub>2</sub> se discutirá en la sección sobre medio ambiente. Los beneficios por la reducción de la contaminación del aire se calculan de la siguiente manera. Los beneficios antes y después del 2010 se calculan de la misma forma y se aplican para la estimación de COV y de CTV.

**Cuadro 20.2.4 Beneficios de Reducción de Contaminación del Aire**

(Unidad: millones de Gs/año)

Tipo de Contaminación del aire	Variante	Carril de Ascenso	Total
NO <sub>x</sub>	79.2	4.6	83.8
CO <sub>2</sub>	318.7	83.0	401.7

Los beneficios por reducción de ruido en el 2010 por componente de carretera de circunvalación se calculan como sigue. Los valores de los beneficios son muy bajos en comparación con otros tipos de beneficios, y son ignorados en este análisis.

**Cuadro 20.2.5 Beneficios por la Reducción de Ruido**

(Unidad: millones de Gs/año)

	Ypacaráí	Caacupé	Itacurubí	San José	Total
Reducción de Ruido	- 1.1	- 1.0	3.4	2.3	3.7

**20.2.2 Costos Económicos**

Los costos económicos dados por la exclusión de los costos de transbordo están dados en el Capítulo 18.

De acuerdo con los resultados de la “Evaluación de Impacto Ambiental” y con las averiguaciones en las compañías de bienes raíces, se calcularon el uso actual de la tierra dentro del área del proyecto y el precio promedio de la tierra para uso residencial y para uso comercial de la forma que sigue. Con el precio económico unitario de la tierra mencionada arriba, se estimaron los costos económicos de la tierra en el área del proyecto tal como muestra el cuadro de abajo.

**Cuadro 20.2.6 Costo Económico de la Tierra**

	Área de tierra a ser adquirida (ha.)	Proporción de Área de Tierra (%)			Compensación (Gs. millones)	Costo económico
		Residencial o comercial	Agrícola	Uso Insignificante		
Variante de Ypacaraí	17.7	30%	30%	40%	660	3,348
Variante de Caacupé	18.0	50%	30%	20%	1320	5,465
Variante de Itacurubí	22.8	30%	50%	20%	400	3,289
Variante de San José	23.0	10%	90%	0%	40	671
Carril de ascenso de Coronel Oviedo	16.9	40%	50%	20%	660	2,247
Total	98.4					15,020

### 20.2.3 Indicadores Económicos

#### (1) Todo el Proyecto

Los costos y beneficios de todo el proyecto así como los tres indicadores económicos (tasa interna de retorno económico –TIRE – valor actual neto – VAN – y proporción beneficio/costo según los precios de 1999 – B/C) se muestran en el Cuadro 20.2.7, tomando en cuenta solamente el ahorro en COV y CTV. Se estima que la TIRE exceda el 12%, lo cual son los costos de oportunidad de capital en el Paraguay. El proyecto es económicamente factible. La implementación del proyecto generará beneficios por Gs. 87 mil millones a los precios actuales para la economía nacional.

**Cuadro 20.2.7 Costos – Beneficios e Indicadores Económicos de Todo el Proyecto**

(unidad: Millones de Gs.)

Año	Beneficio	Costo	B-C
2000			
2001			
2002			
2003		2,882	-2,882
2004		19,572	-19,572
2005		40,534	-40,534
2006	2,557	44,552	-41,995
2007	10,407	39,460	-29,053
2008	24,354	18,531	5,823
2009	43,813	8,631	35,182
2010	67,096	380	66,716
2011	67,096	380	66,716
2012	67,096	380	66,716
2013	67,096	380	66,716
2014	67,096	380	66,716
2015	67,096	380	66,716
2016	67,096	380	66,716
2017	67,096	380	66,716
2018	67,096	6,725	60,371
2019	67,096	380	66,716
2020	67,096	-118,854	185,950
Total	819,186	65,454	753,732
		TIRE=	25%
		VAN=	87,069
		B/C=	2.3

Los indicadores económicos de los componentes del proyecto se han computado de la siguiente manera. Las TIREs del Carril de Ascenso de Coronel Oviedo (mejoramiento de alineación) y del Paso a Desnivel de Coronel Oviedo son de menos del 12% con B/C menos de 1,0 y VAN negativo.

**Cuadro 20.2.8 Indicadores Económicos de los Componentes del Proyecto**

	TIRE	VAN (Gs. millones)	B/C
Todo el Proyecto	25%	87,069	2.3
Variante	28%	73,585	2.5
Ypacaraí	28%	20,957	2.6
Caacupé	18%	10,960	1.5
Itacurubí	43%	23,025	4.0
San José	54%	18,643	4.8
Carril de Ascenso	20%	14,173	1.8
Coronel Oviedo	8%	- 2,835	0.7
Otros	32%	16,971	3.3
Paso a Desnivel	9%	- 652	0.8

Cuando se toma en cuenta una reducción de los costos de accidentes de tránsito para el Carril de Ascenso y el Paso a Desnivel de Coronel Oviedo, los indicadores económicos de esos componentes serían los siguientes. El componente del paso a desnivel puede considerarse casi factible en términos económicos, mientras que los indicadores para el carril de ascenso de Coronel Oviedo todavía muestran una factibilidad menor. Se debería observar, sin embargo, que la consideración de reducción de costo de accidentes en este análisis tal vez sea demasiado conservadora.

**Cuadro 20.2.9 Indicadores Económicos Considerando la Reducción de Costos por Accidentes**

	TIRE	VAN (Gs. millones)	B/C
Sin reducción de costos por accidentes			
Carril de Ascenso de Coronel Oviedo	8.4%	-2,835	0.71
Paso a Desnivel	9.4%	-652	0.80
Con reducción de costos por accidentes			
Carril de Ascenso de Coronel Oviedo	9.1%	-2,294	0.76
Paso a Desnivel	11.7%	-79	0.98
Diferencia			
Carril de Ascenso de Coronel Oviedo	0.7%	541	0.06
Paso a Desnivel	2.3%	573	0.18

Los indicadores económicos que toman en cuenta los beneficios por mejoramiento ambiental se muestran en el cuadro de abajo. Solamente se observan aumentos muy pequeños en los indicadores.

**Cuadro 20.2.10 Indicadores Económicos con Cuenta de Mejoramiento Ambiental**

	TIRE	VAN	B/C		TIRE	VAN	B/C
	(Gs. millón)				(Gs. millón)		
Sin mejoramiento ambiental							
Variante	27.8%	73,585	2.50				
Carril de ascenso	20.4%	14,137	1.83				
Sin reducción de NO <sub>x</sub>				Con reducción de CO <sub>2</sub>			
Variante	27.8%	73,794	2.50	Variante	27.8%	74,426	2.51
Carril de ascenso	20.4%	14,149	1.83	Carril de ascenso	20.5%	14,356	1.84
Diferencia				Diferencia			
Variante	0.0%	209	0.00	Variante	0.0%	841	0.02
Carril de ascenso	0.0%	12	0.00	Carril de ascenso	0.1%	219	0.01

### 20.2.4 Pruebas de Sensibilidad

Cuando las demandas de tráfico disminuyen en un 10%, los ahorros en COV y CTV se reducen en casi el 55%, como se puede observar abajo. Sin embargo, estos beneficios podrían aumentar aún después del año 2010. En esta prueba, se asume que los beneficios aumentarán en un 20% después del 2010 hasta el 2013.

**Cuadro 20.2.11 Ahorros en COV y CTV en caso de una disminución del 10% en el Volumen de Tráfico**

(Gs. millón/año)			
	COV	CTV	Total
Variante			32,366
Ypacaraí	6,852	2,697	9,549
Caacupé	5,337	2,864	8,202
Itacurubí	4,901	2,128	7,028
San Jose	5,366	2,221	7,587
Carril de Ascenso			4,868
Cnel. Oviedo	866	257	1,123
Otros	3,061	684	3,745
Paso a Desnivel	456	418	875
<b>TOTAL</b>	<b>26,840</b>	<b>11,269</b>	<b>38,109</b>

Los indicadores económicos son estimados de la siguiente manera. El proyecto global sigue siendo económicamente factible. La carretera de circunvalación de Caacupé está en el límite de factibilidad económica.

**Cuadro 20.2.12 Indicadores Económicos en Caso de Disminución del 10% del Volumen de Tráfico**

	TIRE	VAN (Gs. millones)	B/C
Todo el Proyecto	18%	39,202	1.5
Variante	22%	42,496	1.7
Ypacaraí	25%	17,651	2.2
Caacupé	11%	-1,555	0.9
Itacurubí	29%	11,731	2.3
San José	44%	14,669	3.4
Carril de Ascenso	10%	-2,132	0.9
Coronel Oviedo	0%	-6,977	0.4
Otros	19%	4,845	1.6
Paso a Desnivel	6%	-1,161	0.7

Una disminución del 10% en los costos, incluyendo los costos de Construcción y de O&M, causará una disminución de cerca del 10% de las TIREs. La sensibilidad a los costos es baja en comparación con la sensibilidad al volumen de tráfico.

**Cuadro 20.2.13 Indicadores Económicos en Caso de Aumento del 10% en los Costos**

	TIRE	VAN (Gs. millones)	B/C
Todo el Proyecto	23%	80,124	2.0
Variante	26%	68,664	2.3
Ypacaraí	26%	19,682	2.4
Caacupé	16%	8,580	1.3
Itacurubí	40%	22,252	3.6
San José	50%	18,150	4.3
Carril de Ascenso	19%	12,434	1.7
Coronel Oviedo	8%	-3,805	0.6
Otros	30%	16,239	3.0
Paso a Desnivel	8%	-974	0.7

### 20.3 Análisis Financiero

Se ha hecho un análisis financiero para examinar la viabilidad financiera del mejoramiento y el mantenimiento de todos los tramos sujetos al estudio de las rutas nacionales 2 y 7 por medio de la operación por cobro de peaje, mientras que la evaluación económica descrita en el capítulo 20 se ha hecho para examinar la factibilidad económica del mejoramiento propuesto para la economía nacional. Por lo tanto, se ha tomado en cuenta en este análisis financiero el mantenimiento urgente incluyendo el recapado de todos los tramos.

#### (1) Ingresos por Peaje

Se han asumido las siguientes condiciones en el cálculo de los ingresos por peaje.

- Se adoptaron dos casos de peaje, como sigue.

**Cuadro 20.3.1 Peaje Aplicado**

	Auto	Bus	Camión
Caso 1	5,000	10,000	15,000
Caso 2	6,000	12,000	18,000

- Se asume que el peaje se cobra en dos puestos cerca de los puestos de peaje actuales.
- En cada puesto, se supone que el peaje se cobra solamente en un sentido.
- El cobro de peaje para mejoramiento y mantenimiento presumiblemente comenzará en el año 2006.
- Se asume que el tráfico anual en el puesto de peaje es 300 veces el volumen de tráfico diario estimado para el tramo cerca del puesto de peaje.
- Los ingresos y gastos se estimaron usando los precios de 1999. No se ha tomado en cuenta la inflación.
- Se supone que el Gobierno proveerá tierras para franja de dominio y el costo de la adquisición de tierra y compensación se excluye del gasto del operador.

Los ingresos de peaje estimados con los precios de 1999 para cada caso son los siguientes. Los ingresos en los años anteriores al 2010 y entre el 2010 y el 2020 están extrapolados e interpolados correspondiendo al volumen de tráfico estimado.

**Cuadro 20.3.2 Estimaciones de Ingreso por Peaje**

	Ypacaraí	Coronel Oviedo	Total
Caso 1			
2010	20,602	24,659	45,260
2020	21,938	27,055	48,992
Caso 2			
2010	24,722	29,590	54,312
2020	26,325	32,466	58,791

**(2) Resultados del Análisis**

La TIRF es del 15% (Caso 1) y del 20% (Caso 2) respectivamente. En caso de un 10% de disminución del volumen de tráfico en ambos puestos de peaje, equivalente a un 10% menos de ingresos por peaje, la TIRF se reducirá en un 3% en ambos casos.

**Cuadro 20.3.3 Estimaciones de Ingresos por Peaje (Caso 1)**

Año	Entrada	Salida	Balance
2000			
2001			
2002		4,390	-4,390
2003		4,390	-4,390
2004		46,430	-46,430
2005		66,796	-66,796
2006	43,561	49,779	-6,219
2007	43,986	46,804	-2,818
2008	44,410	23,941	20,470
2009	44,835	12,769	32,066
2010	45,260	3,412	41,848
2011	45,633	38,906	6,727
2012	46,007	3,412	42,595
2013	46,380	3,412	42,968
2014	46,753	3,412	43,341
2015	47,126	3,412	43,714
2016	47,499	3,412	44,087
2017	47,873	3,412	44,461
2018	48,246	38,906	9,340
2019	48,619	3,412	45,207
2020	48,992	3,412	45,580
	TIRF	15%	(Caso 1)

El resultado muestra que será posible una recuperación total del costo, incluyendo los costos de inversión y de financiamiento, con el cobro del peaje. En el mercado financiero actual del Paraguay, las tasas de interés en Guaraníes de los bancos comerciales para las grandes industrias son del 22% - 24%. Asumiendo un 5% de inflación anual, la tasa de interés comercial en términos reales podría ser del 17% - 19%. La TIRF para el Caso 1 podría no ser tan atractiva para los sectores privados.

CAPÍTULO 21  
PLAN DE  
MANTENIMIENTO

## **21 PLAN DE MANTENIMIENTO**

### **21.1 Recomendaciones para Mantenimiento Futuro**

#### **21.1.1 Necesidad de Mantenimiento y Administración Eficientes**

Las rutas desempeñan un papel crucial ya que la infraestructura socioeconómica y el transporte vial son esenciales para la socioeconomía del Paraguay. Las redes viales troncales y municipales abarcan 25.901 km, ayudando a que exista una economía regional vigorosa y contribuyendo en gran manera al desarrollo socioeconómico del país.

Mientras tanto, el mantenimiento y la administración eficientes y económicos de los bienes viales acumulados, incluyendo la introducción de medidas para mantener apropiadamente las vías existentes y para revitalizar las vías viejas, se han vuelto un trabajo importante para el gobierno, junto con la construcción de nuevas rutas.

#### **21.1.2 Importancia del Mantenimiento y la Administración**

Mientras las rutas son instalaciones públicas usadas para múltiples propósitos, las mismas enfrentan constantemente condiciones adversas tales como la exposición a fuerte luz solar y a condiciones climáticas severas, y una carga repetitiva por vehículos en movimiento. Además, el aumento de la demanda de tráfico vial, el aumento del límite de peso por vehículo resultante del internacionalismo de la economía del Paraguay, y la conservación ambiental en los años recientes ha hecho que una administración vial eficiente sea más y más difícil.

La ausencia de un mantenimiento y administración vial eficientes hará que el estado de las rutas empeore gradualmente hasta el punto que lleguen a ser inadecuadas para el uso. Las rutas con funciones deterioradas pueden causar accidentes de tránsito así como volverse fuente de ruidos y vibraciones indeseables, creando un medio ambiente pobre para las personas que vivan a lo largo de la ruta. Además, el aumento del consumo de combustible y una velocidad de viaje menor debido a las malas condiciones de la ruta resultan en una pérdida económica para todos los involucrados.

Los principios para mantenimiento y administración vial son los siguientes:

- 1) Los propósitos del mantenimiento y administración vial son (i) asegurar un tráfico seguro y sin obstáculos, (ii) asegurar la vida diaria de las personas que vivan a los lados de la ruta, y (iii) prevenir el deterioro de las rutas.
- 2) Hay dos tipos de medidas de mantenimiento y administración vial: (i) medidas preventivas, y (ii) medidas expo-facto para minimizar los impactos adversos por cualquier anomalía.
- 3) Las estructuras sujetas son la ruta pavimentada, la vegetación en la rasante, los muros de contención, las instalaciones de drenaje, los puentes, y todas las demás que se consideren instalaciones relacionadas con la ruta.
- 4) Los trabajos de mantenimiento y administración consisten principalmente en lo siguiente:
  - Trabajos regulares: la limpieza de las superficies viales / canales de drenaje, y el corte de hierbas y pasto, etc.
  - Trabajos periódicos (cada 5 – 10 años): reparación de la ruta pavimentada y repintado de los puentes, etc.
  - Trabajo ocasional: reemplazo de juntas de puentes, etc.

En años recientes, se ha prestado una atención particular a las medidas de inspección del pavimento, a las medidas para prevenir el deterioro de los puentes, y a las tecnologías para prolongar la vida útil de los puentes.

### **21.1.3 Medidas de Reducción de Costo de Mantenimiento y Administración**

Se cree que la revisión de la ruta pavimentada es la medida más eficaz para reducir los costos de mantenimiento y administración vial. Con respecto al costo de mantenimiento y administración de las rutas nacionales comunes, el costo de mantenimiento de la superficie vial es el 27% y el costo de reparación de la superficie vial es el 65%. Las medidas viables para reducir estos costos de mantenimiento y administración vial deberían ser (i) el establecimiento de un sistema confiable de mantenimiento y administración del pavimento, (ii) la introducción de una estructura vial que prometa un mantenimiento y administración vial económicos y eficientes, y (iii) el uso de materiales de pavimentación altamente durables.

#### **(1) Sistematización del Mantenimiento y Administración Vial**

El uso del Sistema de Administración de Pavimento (SAP) puede ser ventajoso para mejorar la eficiencia del mantenimiento y administración del pavimento y para reducir los costos de mantenimiento y administración. El SAP fue desarrollado en California en los años 70 como un método para que un cuerpo administrativo vial juzgara objetivamente la necesidad de reparación del pavimento vial.

El SAP tiene como objetivo reducir en gran manera los trabajos de mantenimiento y administración del pavimento implementando una inspección regular de las condiciones del pavimento. Este sistema todavía está siendo desarrollado y tiene dos objetivos principales: (i) el establecimiento de un método de inspección vial eficiente, y (ii) el uso de los datos recolectados en un banco de datos. La aplicación del Sistema de Información Geográfica (SIG) mejorará aún más la eficiencia del mantenimiento y administración vial basado en los datos recolectados.

#### **(2) Estructura Vial Eficiente para Mantenimiento y Administración**

Los gastos de personal ocupan el 60% del presupuesto para mantenimiento y administración vial. Por esta razón, es necesario promover el ahorro de mano de obra por medio de la mecanización. Se necesita tomar en cuenta la mecanización para los trabajos de mantenimiento y administración de la estructura vial, y para que tome parte activa en la planificación y diseño de nuevas rutas cuando el administrador de mantenimiento discuta con el diseñador sobre la necesidad de una estructura vial y de un mantenimiento vial económicos.

#### **(3) Uso de Materiales de Pavimentación Durables**

El mejoramiento de los materiales de pavimentación alargará el trabajo de rutina, haciendo que los costos de reparación se reduzcan. Los siguientes puntos han sido tomados en cuenta como tecnologías prometedoras: (i) pavimento compuesto para que la carpeta asfáltica esté apoyada por una base de pavimento compuesto de mezcla lista, y (ii) el uso de una estructura de pavimento con agregados de gran tamaño conteniendo una mezcla adherente que mejora la resistencia al tránsito.

CAPÍTULO 22  
EVALUACIÓN  
GLOBAL Y  
RECOMENDACIONES

## 22 EVALUACIÓN GLOBAL Y RECOMENDACIONES

### 22.1 Evaluación Global

#### 22.1.1 Futura Demanda de Tráfico

El modelo de pronóstico de la demanda de tráfico indica que el volumen de tráfico OD aumentará 1,79 veces en el 2010 y 2,6 veces para el 2020, a partir del nivel del año 1999. Este pronóstico es consistente con las proyecciones de población, fuerza laboral, PIB, producción agrícola, importaciones, exportaciones, y posesión de vehículo como muestra el Cuadro de abajo.

**Cuadro 22.1.1 Proyección de Índices Principales**

Índices	(1997 = 1.00)	
	2010	2020
Población*	1.34	1.69
Fuerza laboral	1.45	1.92
PIB	1.60	2.23
Producción agrícola (6 cultivos principales)	1.34	1.67
Exportaciones	1.98	2.77
Importaciones	1.36	1.64
Posesión de vehículo	1.77 (100)**	2.62 (121)**
Flujo de tráfico*	1.79	2.16

\*Comparación con 1999 (=1.00)

\*\*() indica la cantidad de posesión de vehículos por cada 1000 personas

#### 22.1.2 Distribución de Viajes

El Cuadro 22.1.2 indica los resultados del análisis donde los futuros viajes en cada zona de tráfico se distribuyeron en una red con el menor tiempo de viaje.

**Cuadro 22.1.2 Volumen de Tráfico por Tramo**

Localidad	2010	2020
San Lorenzo – Ypacaraí	23,221	25,483
Ypacaraí –Caacupé	13,267	14,704
Caacupé – Eusebio Ayala	17,765	20,907
Eusebio Ayala – Itacurubí	17,021	20,045
Itacurubí – San José	16,890	19,891
San José – Cnel. Oviedo	16,892	19,888
Cnel. Oviedo – Caaguazú	12,315	13,173

El volumen de tráfico distribuido muestra poco crecimiento entre el 2010 y el 2020. Esto es porque la concentración de tráfico en las rutas 2 y 7 se verá aliviada como resultado de la apertura de nuevas rutas comparables.

Actualmente, en las intersecciones de las áreas edificadas entre San Lorenzo e Ypacaraí, y de Coronel Oviedo y Caaguazú, el volumen de tráfico observado es 20 al 60% más que en los tramos entre ciudades. Después de tomar en cuenta el volumen del tráfico local, se ha modificado el volumen del tráfico diario por tramo (PCU/día). El Cuadro 22.1.3 muestra las ubicaciones donde se espera que las instalaciones actuales se desempeñen en un nivel de servicio D.

**Cuadro 22.1.3 Capacidad Vial Actual y Demanda de Tráfico**

Localidad	Capacidad Vial Actual ( C )	Demanda de Tráfico (V)	V/C
Intersección del área edificada de Capiatá	45,000	47,000	1.04
Intersección del área edificada de Itaguá	45,000	47,000	1.04
Área edificada de Ypacaraí	32,000	42,220	1.31
Área edificada de Caacupé	32,000	42,200	1.32
Estación 68 grado de más de 3%	24,000	35,000	1.45
Estación 80 grado de más de 3%	24,000	31,900	1.32
Área edificada de Itacurubí	20,000	29,300	1.47
Estación 92 grado de más de 3%	24,000	31,500	1.31
Área edificada de San José	20,000	30,600	1.50
Estación 120 grado de más de 3%	24,000	34,100	1.42
Intersección de Coronel Oviedo	25,000	31,400	1.25
Est. 146, 154, 162, 166 grado de más de 3%	24,000	27,600	1.15
Intersección del área edificada de	25,000	27,900	1.16

### 22.1.3 Proyectos Propuestos

Las Rutas Nacionales 2 y 7, dos de las carreteras nacionales más importantes en el Paraguay, se desempeñarán en o cerca del nivel E en todo su tramo para el año 2020. Su importancia para la economía nacional exige un nivel de servicio D por lo mínimo, lo que requerirá que se provea de 4 carriles a todo el tramo.

Se han propuesto los siguientes proyectos tomando en cuenta las condiciones actuales de la ruta, los accidentes de tráfico, y el futuro volumen de tráfico.

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

Como es difícil ensanchar la ruta existente en las áreas edificadas de Ypacaraí, Caacupé, Itacurubí, y San José, debido al ancho limitado de sus franjas de dominio, se ha propuesto la construcción de mini-carreteras de circunvalación para separar el tráfico entre ciudades del tráfico local.

**Cuadro 22.1.4 Proyectos de Mini-carreteras de Circunvalación**

Ubicación	Mejoramiento	Largo (m)
Ypacaraí	4 carriles	5,175
Caacupé	4 carriles	7,000
Itacurubí	2 carriles (a ser ensanchados a cuatro en el futuro)	6,120
San José	2 carriles (a ser ensanchados a cuatro en el futuro)	5,420

#### (2) Carriles de Ascenso

A fin de enfrentarse al tráfico de vehículos pesados en pendientes pronunciadas, se proveerán carriles de ascenso en tramos con gradiente de más del 3% continuando por más de 500m.

**Cuadro 22.1.5 Proyectos de Carril de Ascenso**

Ubicación	Mejoramiento	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 actual hacia Asunción y construir una nueva ruta hacia 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

**(3) Separación de Nivel de las Intersecciones**

Se espera que Coronel Oviedo siga creciendo en el futuro y aumente el volumen de tráfico. Por ello, se subirá de nivel a la intersección existente donde se juntan las cuatro rutas nacionales, con un paso a desnivel en forma de diamante.

**(4) Mantenimiento Urgente****a. Mejoramiento de las Intersecciones a Nivel**

En las siguientes intersecciones a nivel se instalarán carriles de giro a la izquierda para aumentar la capacidad vial y reducir los riesgos potenciales de accidentes de tráfico.

Área edificada entre San Lorenzo e Ypacaraí :	5 lugares
Caaguazú :	1 lugar

**b. Otros trabajos**

Además, es necesario renovar o reconstruir las instalaciones existentes que han terminado su vida útil y que representan problemas para la seguridad del tráfico. Sería más costoso que pasaran accidentes debido a los inadecuados trabajos de mantenimiento.

- Mejoramiento de las intersecciones de las nuevas carreteras de circunvalación y de la ruta existente
- Instalación de aparatos para la seguridad del tráfico
- Renovación de los puentes
- Recapado de todo el tramo

**22.1.4 Diseño Vial Preliminar**

Se han hecho los diseños viales basándose en la presunción de que todo el tramo de estudio será ensanchado a cuatro carriles para el año 2020. El tramo de estudio es parte de la ruta más importante y contiene un alto porcentaje de los viajes internacionales y de los vehículos pesados. Bajo estas circunstancias, el diseño vial ha adoptado una norma general usada en el Brasil y en los Estados Unidos como se practica comúnmente en el Paraguay, e intenta proveer servicios adecuados para el transporte internacional de cargas y para los vehículos pesados también.

**22.1.5 Implementabilidad**

Es posible completar todos los trabajos de construcción de los proyectos propuestos con las especificaciones estándar del MOPC. Además, también es posible conseguir la maquinaria de construcción y los materiales en el Paraguay, y no parece haber dificultades técnicas. Los proyectos han sido diseñados de tal forma que puedan ser

completados con el método de construcción común, y que las constructoras paraguayas en general tengan la suficiente capacidad tecnológica para hacer los trabajos.

### **22.1.6 Evaluación del Impacto Ambiental**

Después de identificar las características ambientales del área de estudio y de llevar a cabo una investigación de documentos relevantes, se llevó a cabo un Estudio Ambiental Inicial. Como resultado, se seleccionaron los rubros ambientales que requieren un examen más profundo en una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), la que incluye reubicación, contaminación del aire, y ruido. Las evaluaciones y las medidas de mitigación se describen a continuación:

- Reubicación: la construcción de las mini-carreteras de circunvalación afectará a los residentes a lo largo de los sitios del proyecto. De acuerdo con la encuesta de opinión de hogar, hay un consenso entre los residentes en cuanto a que las compensaciones por reubicación deberían hacerse en una forma monetaria equivalente al precio actual de la propiedad.
- Impacto sobre las instalaciones públicas: las mejoras propuestas tendrán poco impacto.
- Impacto en las Comunidades: La construcción de las carreteras de circunvalación separa el tráfico local del tráfico entre ciudades, y reducirá los accidentes en las áreas edificadas. Sin embargo, en el futuro, puede ser que los tramos a lo largo de las carreteras de circunvalación sean urbanizados, y en ese caso, será necesario mitigar los impactos del tráfico de paso en los residentes.
- Peligros: Alrededor del Lago Ypacaraí y en sitio del proyecto de la carretera de circunvalación de San José hay posibilidades de inundación. Por eso, la calzada ha sido diseñada sobre una estructura de terraplén, y también se proveerán de alcantarillas cruzando la calzada.
- Contaminación del aire: habrá poca diferencia en el volumen de tráfico antes y después de los mejoramientos viales. En los tramos de las nuevas carreteras de circunvalación y de los carriles de ascenso sin embargo, aumentará la velocidad de viaje, y por ende se reducirá la emisión de NO<sub>x</sub> y CO<sub>2</sub>, lo que generará algunos o grandes beneficios ambientales.
- Ruido: aunque el ruido aumentará en los tramos de las nuevas carreteras de circunvalación, esto tendrá poco impacto porque pasan por áreas menos pobladas. En vista de la tendencia de urbanización futura, será necesario tomar en cuenta algunas medidas como pantallas de árboles sacando ventaja de la franja de dominio de 50m.

### **22.1.7 Evaluación Económica**

Se ha encontrado que la TIRE de todo el proyecto, excluyendo el mantenimiento urgente, es del 26% y que la proporción beneficio – costo es de 2,4. Ambos indicadores implican que el proyecto es económicamente factible. Para cada proyecto individual, cuando no se tiene en cuenta los beneficios por reducción de accidentes, el proyecto de carril de ascenso en Coronel Oviedo y el proyecto de paso a desnivel tienen una TIRE baja. Aún incluyendo tales beneficios, este último presenta una TIRE de solamente 9,1%. Sin embargo, tomando en cuenta la importancia de la ruta y la necesidad de mantener una constante en la norma de diseño, vale la pena implementar el proyecto de mejoramiento.

### 22.1.8 Evaluación Financiera

Se han estimado los costos del proyecto en base al diseño preliminar que identifica la cantidad de materiales necesarios para llevar a cabo los mejoramientos viales. Luego se usaron los costos unitarios de cada componente, tales como materiales de construcción, maquinaria, y mano de obra, para calcular el costo total del proyecto. El costo total del proyecto, incluyendo los trabajos de mantenimiento urgente, llega a Gs. 242.824 millones en un precio financiero.

**Cuadro 22.1.6 Costo del Proyecto**

	(Gs millones)	
	Costo Financiero	Costo económico
Costo de construcción	242,824	241,530
Costo de compensación	26,730	26,730
Costo total del proyecto	269,544	241,530

Basándose en la presunción de que el tramo de estudio será operado como ruta de peaje en la misma manera y con la misma tarifa de peaje que tiene actualmente, se ha llevado a cabo un análisis financiero para comparar los ingresos por peaje y los costos del proyecto. Los costos del proyecto incluyen todos los costos mencionados antes exceptuando la adquisición de tierra y las compensaciones. Como resultado, se ha encontrado que la TIRF es de alrededor del 15%. En caso de que se aumente el peaje en forma similar a la que se está usando en la ruta 7, esta aumentará a 20%. Sin embargo, tomando en cuenta la tasa de interés actual para firmas privadas, y la tasa de inflación, puede que no sea algo tan atractivo para una compañía privada. Pero esta cifra indica que con la introducción de fondos públicos, este proyecto podría ser perfectamente factible, y que los ingresos de la estructura de peaje actual podrían ser suficientes para implementar los mejoramientos propuestos y los trabajos de mantenimiento.

### 22.1.9 Impacto sobre la Economía Regional

La implementación de los proyectos propuestos ocasionará más oportunidades de desarrollo económico al mejorar la eficacia del transporte de las ciudades a los lados de la ruta y de los pueblos entre Asunción y Ciudad del Este. El desarrollo urbano será fomentado con la construcción de nuevas carreteras de circunvalación, y la tierra adyacente será usada de formas más productivas. Finalmente, las actividades de construcción generarán beneficios económicos significativos en las comunidades locales a lo largo de las rutas 2 y 7.

## 22.2 Recomendaciones

Un rápido aumento de la demanda de tráfico en las Rutas Nacionales 2 y 7 requiere que se provea de cuatro carriles para todo el tramo antes del año 2020. Para el año meta del 2010, se han planeado varios mejoramientos viales en este Estudio, suponiendo que se cuenta con una ruta completa de cuatro carriles. El plan incluye tres componentes del proyecto, a saber: mejoramiento de las intersecciones, provisión de un carril de ascenso, y construcción de mini-carreteras de circunvalación a lo largo de las ciudades sobre la

ruta. Además, se han propuesto proyectos urgentes para renovar las instalaciones viejas y proveer artefactos de seguridad del tráfico en un intento de reducir los accidentes de tránsito. También se recomienda firmemente establecer una base de datos sobre las condiciones actuales del tráfico para una operación eficiente y un sistema de mantenimiento mejor de la ruta.

## **(1) Mejoramiento de las Intersecciones**

### **a. San Lorenzo – Ypacaraí**

El tramo de cuatro carriles existente entre San Lorenzo e Ypacaraí está altamente urbanizado. En el futuro, se espera que la tendencia a aumentar de los viajes de ida y vuelta al trabajo continúe, y por ende se recomienda firmemente que las intersecciones que plantean cuellos de botella para el tráfico sean mejoradas inmediatamente.

El volumen de tráfico en este tramo actualmente alcanza los 23.000 vehículos por día y llegará a 32.000 en el año 2010. Aunque se podría acomodar este volumen futuro con las instalaciones existentes, en San Lorenzo, Capiatá, e Itaguá, donde está ocurriendo una rápida urbanización, la capacidad de las rutas 2 y 7 está disminuyendo debido al aumento de tráfico de acceso. A fin de mantener una capacidad vial adecuada en esas intersecciones, es necesario proporcionar carriles de giro a la izquierda sacando ventaja de las grandes franjas de dominio existentes, y mejorar la canalización con una mejor marcación del pavimento.

### **b. Coronel Oviedo**

Se recomienda que para el 2010, la intersección con rotonda sea separada de nivel a fin de acomodar un volumen futuro de tráfico en aumento. Esta intersección es un nudo de tráfico muy importante donde se encuentran las rutas nacionales 2, 7, 8, y 10. Sin embargo, su estructura a menudo causa accidentes de tránsito y se le hará difícil controlar el tráfico futuro. Por ende, su separación de nivel aliviaría estos problemas en gran manera. Los costos de construcción para este proyecto son 7.763 millones de Gs. y su TIRE es del 12%.

### **c. Caaguazú**

También se mejorará una intersección en el área urbanizada de Caaguazú. Esta área tiene una franja de dominio de 100 metros y las calles locales están conectadas a ella sin mucha consideración a la planificación. Las posiciones de las intersecciones no están definidas muy claramente, lo que resulta en un flujo de tráfico desordenado. Por ello, se propone un nuevo proyecto para sacar ventaja de la franja de dominio y mejorar las vías de acceso a la ruta 7 y la canalización en las intersecciones usando un marcado mejor.

## **(2) Construcciones de Mini-carreteras de Circunvalación**

Se planea la construcción de mini-carreteras de circunvalación a lo largo de cuatro ciudades: Ypacaraí, Caacupé, Itacurubí, y San José, las cuales deberán estar terminadas para el año 2010. Estas ciudades enfrentan varios problemas de tránsito, tales como congestionamientos causados por la reducción de la capacidad de la ruta, y la seguridad amenazada por la mezcla de tráfico diario y tráfico de paso. Sin embargo, los límites de ancho vial hacen que sea difícil implementar medidas a gran escala. A fin de evitar

estos problemas, se construirán mini-carreteras de circunvalación. La estructura de las carreteras de circunvalación toma en cuenta el volumen de tráfico futuro. Las carreteras a lo largo de Ypacaraí y Caacupé tendrán cuatro carriles, mientras que las otras dos a lo largo de Itacurubí y San José tendrán solamente dos carriles por ahora. El costo del proyecto para estas carreteras de circunvalación llega a 133.409 millones de Gs. y la TIRE es del 28%.

### **(3) Provisión de un Carril de Ascenso**

Antes del año 2010, en los tramos con gradiente de más del 3% continuando por más de 500 metros se agregará un carril de ascenso. En esos tramos en subida, la capacidad vial inevitablemente descende, y es muy probable que como resultado ocurra congestión de tráfico. Además, el trazado horizontal existente en algunos tramos causa accidentes de tránsito. Entonces, a fin de aumentar la capacidad vial y mejorar la seguridad, se cambiará el trazado horizontal y se proveerá un carril para el sentido en ascenso. Este proyecto en total cuesta 85.766 millones de Gs. y su TIRE es del 24%.

### **(4) Mantenimiento y Operación Vial**

La implementación de un sistema eficiente de mantenimiento y operación requiere una acumulación de datos de las condiciones actuales de tráfico. A fin de reforzar la seguridad de la operación vial, es necesario instalar aparatos de seguridad del tráfico y mejorar los puentes existentes.

La cantidad de datos existentes es muy limitada, lo que hace difícil construir un sistema eficiente de mantenimiento y operación. Por ello es imperativo crear una base de datos sobre las condiciones del tráfico actual con un sistema de información geográfico (SIG). El sistema debería estar establecido de tal forma que permita a los usuarios hacer averiguaciones sobre condiciones tales como las prioridades y las normas de mejoramiento.

Se reconoce que las rutas nacionales 2 y 7 son dos de las rutas principales más importantes del Paraguay. Es crítico diseñar estructuras que puedan mantener la seguridad y que respondan a las necesidades de los choferes de camiones de larga distancia. Esto trae a consideración los siguientes puntos:

- 1) **Instalación de artefactos de seguridad del tráfico**  
Estos son para guiar los ojos de los choferes y mantener a los vehículos dentro de los límites de la ruta, especialmente en tramos con curvas cerradas y aproximaciones a puentes.
- 2) **Renovación de los puentes con su tiempo de vida útil vencido**  
Como los accidentes por colapso de un puente causan pérdidas tremendas, es extremadamente urgente comenzar a tomar acción ya mismo.
- 3) **Recapado**  
Hay muchos lugares donde la superficie de la ruta está agrietada y tiene baches debido a su antigüedad. Es crucial comenzar los trabajos de recapado inmediatamente.