

10. FORMULACION DE PLAN DE MEJORAMIENTO VIAL

10.1 ESTABLECIMIENTO DE LAS NORMAS DE DISEÑO VIAL

10.1.1 Características de las Rutas que abarca el Plan

Las rutas que abarcan el Plan de Mejoramiento Vial se clasifican en dos tipos. Estos son la ruta que forma el armazón en el área de influencia y las rutas de acceso a las instalaciones portuarias. Las rutas que forman el marco del área meta son dos: Corredor Principal, la cual corre paralela al Río Paraná; y la Ruta 15, en el lado este del Paraguay. Hay 9 rutas de acceso a las instalaciones portuarias que operan a lo largo de la costa del Río Paraná. Estas son rutas de acceso a los puertos para exportación de granos provenientes del Corredor Principal y desde la Ruta 6.

(1) Posicionamiento en la Red Infraestructura Vial Nacional

1) Corredor Principal

En el Paraguay, las Rutas 1 a la 12 son categorizados por la ley como rutas nacionales. Sin embargo, la designación de las 12 rutas nacionales es insuficiente. El concepto de la Ruta Nacional en el Paraguay es la siguiente: son rutas que conectan dos departamentos o más y las que se conectan con las estaciones de tren o los puertos. Sin embargo, además de las 12 rutas nacionales, existen varias rutas que ajustan a esta normativa, pero que son tratadas como carreteras secundarias. MOPC es el ente encargado de la construcción y el mantenimiento de las rutas nacionales, rutas departamentales, y caminos vecinales; y las rutas departamentales son también consideradas y tratadas como rutas nacionales.

El Corredor Principal, objeto del Proyecto, comienza aproximadamente a 70 kilómetros al norte de Encarnación en el ramal de la Ruta 6, se conecta con la Ruta 7 en Ciudad del Este, y continúa hacia el Norte hasta Salto del Guairá, la capital del Departamento de Canindeyú. Esta ruta es una carretera principal que conecta las capitales departamentales de Canindeyú, Alto Paraná e Itapúa, ubicados a lo largo del Río Paraná en la región Oriental del Paraguay, y es considerada una ruta departamental.

2) Ruta extensión Ruta 15

Esta ruta es parte de una ruta considerada importante que conectan los departamentos de Paraguari, Guairá, y Caazapá correspondiente a la zona este del Paraguay con el Departamento de Itapúa que se encuentra a la costanera del Río Paraná. Esta ruta también es importante ya que provee acceso a una alternativa de salida de exportación al Departamento de Caazapá, que es una región en vía de desarrollo en el Paraguay. La ruta extensión Ruta 15, es la objeto del Plan, se encuentra en el tramo correspondiente entre la Ruta 6 y la Ruta Costanera del Río Paraná (Corredor Principal).

3) Rutas de acceso a los puertos

Estas rutas son vías de acceso a las instalaciones portuarias, las cuales son importantes salidas de

exportación para el Paraguay, y deben ser mejoradas en forma tal que permitan seguridad en el tránsito de los camiones de carga de gran porte y al mismo tiempo que sean rutas de servicio regional.

(2) Posicionamiento dentro de la Red Infraestructura Vial Internacional

1) IIRSA

La IIRSA fue propuesta como un medio de avance a partir de un desarrollo individual ineficiente a nivel país hacia un desarrollo más racionalizado. IIRSA clasifica a América del Sur en 9 ejes totales a fin de permitir la integración de infraestructura regional sudamericana; y para cada uno de estos ejes, se han tomado en consideración planes de desarrollo en 7 campos diferentes.

El área de influencia de este estudio son las regiones que lindan con el Brasil y la Argentina, y están posesionadas en IIRSA como el Eje Capricornio y el Eje de la Hidrovía Paraguay-Paraná. La ruta en este plan es una importante infraestructura vial dentro de estos ejes.

2) Eje Capricornio

El tema principal del desarrollo del transporte entre los países a lo largo de la Línea de Trópico de Capricornio es el desarrollo de la Corredor Interoceánico regional. Consiste en un proyecto de desarrollo de corredores viales que comunica con Chile (Antofagasta) por el lado del Océano Pacífico, con Brasil (Paranaguá) por el lado del Océano Atlántico. La ruta pasa por Antofagasta, Paso de Jama, Jujuy, Resistencia, Foz de Iguazú, Curitiba, y Paranaguá.

Dentro del Paraguay, se ha considerado ruta Carretera Asunción y ruta Carretera Encarnación, y la carretera del Plan forma parte de la ruta Encarnación.

Carretera Asunción

La ruta que conecta Ciudad del Este, Asunción, y Resistencia (Argentina), es la ruta principal que conecta la ciudad capital de Asunción y segunda ciudad más importante del país Ciudad del Este, que actualmente forma las Rutas 2 y 7 dentro del Paraguay. Desde Asunción, cruza el Río Paraguay, alcanzando la frontera con Argentina y conectando con Resistencia vía Formosa.

Carretera Encarnación

Esta ruta conecta Ciudad del Este, Encarnación (Posadas), Pilar, y Resistencia, las ciudades principales a lo largo del Río Paraná, y las instalaciones portuarias. La ruta estudiada en este plan que corre paralela a Río Paraná forma parte de esta carretera.

3) Eje de la Hidrovía Paraguay-Paraná

Los principales problemas de que tiene este Eje de la Hidrovía son el mantenimiento de las infraestructuras fluviales, mantenimiento y la operación del transporte fluvial y el mejoramiento de los puertos operantes a lo largo de los Ríos Paraná y Paraguay y las rutas que los conectan. Dentro del

Estudio, las rutas de acceso a las instalaciones portuarias pueden ser consideradas y posicionadas como infraestructura viales del Paraguay en el área del Eje de la Hidrovía Paraguay-Paraná.

10.1.2 Establecimiento de Norma de Diseño Vial

(1) Norma Vial y Velocidad Diseño

1) Corredor Principal (Ruta Costanera del Río Paraná)

Esta ruta tiene las siguientes características:

- Es la ruta que conecta con las instalaciones portuarias que operan a lo largo del Río Paraná, y cumple funciones que posibilita una eficiente administración y operación portuaria.
- Es la ruta principal que conecta con los departamentos de Canindeyú, Alto Paraná e Itapúa.
- Es la ruta que compone la interconexión de la carretera interoceánica en el Eje Capricornio de IIRSA.

Dadas estas características, la norma de diseño vial es de 100 km/h, y se adopta las normas de diseño vial equivalente a las de las rutas nacionales en el Paraguay. Sin embargo, en aquellos tramos que se utilizarán las rutas existentes, por el momento la velocidad de diseño se establecerá acorde al trazado actual de la ruta.

2) Extensión Ruta 15

La Ruta Nacional Extensión Ruta 15 (Futurade nominación) es una ruta que se extiende desde Asunción hasta Paraguarí, Guairá, Caazapá, y finalmente hasta Itapúa. Partes de la ruta desde Tavaí en Caazapá hasta el Río Paraná en Itapúa están desarrolladas, pero la gran parte de esta ruta está sin ser mejorada y desarrollada. La ruta objeto es una importante vía que conecta Caazapá, un departamento con rezagado desarrollado dentro del Paraguay, con los puertos que operan a lo largo del Río Paraná. Dadas las características de esta ruta, la velocidad diseño se establecerá en 80 km/h.

3) Rutas de Acceso a Puertos

La mayoría de las rutas de acceso son de menos de 20 kilómetros de largo, y el impacto de la velocidad en tiempo de reducción sería mínimo. También es importante destacar la necesidad de que estas rutas funcionen como vías que brinde seguridad en el tránsito de camiones que transportan granos a las instalaciones portuarias. Tomando en cuenta estos factores, la velocidad diseño para las rutas de acceso se establecerá en 50 km/h.

(2) Normas de Estructura Geométrica

Las normas de estructura geométrica generalmente se basan a la Norma AASHTO.

Item		Unidad	Corredor Principal	Ruta que se extiende de la Ruta 15	Rutas de acceso a puertos
Velocidad de Diseño		km/h	100	80	50
Radios de curva mínimos		m	460	260	90
Maxima Pendiente	plano	%	3	4	6
	ondulante	%	4	5	7
	montañoso	%	6	7	9

10.2 EXAMEN SOBRE CANTIDAD DE CARRILES, ESTRUCTURA DE SECCIONES TRANSVERSALES

10.2.1 Examen sobre Cantidad de Carriles

Generalmente, para determinar la cantidad de carriles se debe obtener cifras del volumen de tráfico de la ruta que corresponde al área de influencia y comparar esas cifras con el volumen de tráfico establecido en la norma de diseño. Para la ruta en este plan, se establecerá la cantidad de dos carriles, dado el volumen máximo esperado es de 3.500 vehículos / día.

Nombre de la Ruta	Volumen de tráfico planificado (máximo)	No. de carriles
Corredor Principal	2.930 autos / día	2
La Ruta Nacional Extensión Ruta 15	1.310 autos / día	2
Rutas de acceso a puertos	3.530 autos / día	2

10.2.2 Examen sobre Estructura Vial de las Secciones Transversales

En el Paraguay, se propone la siguiente sección transversal reglamentada para tipo ruta nacional basándose en los ejemplos de proyectos ejecutados.

- Calzada : ancho 6,50 m, pendiente transversal 2,0%
 - Carril : ancho 3,25 m, pendiente transversal 2,0%
 - Banquina : ancho 2,50 m, pendiente transversal 4.0%
 - Pendiente transversal del terraplén: $a < 2m$, $v=1$, $a=3$
 $a > 2m$, $v=2$, $a=3$
 - Pendiente transversal de corte de tierra: $v = 1$, $a = 1$
- Puentes: ancho de plataforma 10,0 m, ancho de calzada 8,0 m, ancho guarda rueda 1,0 m

Esta configuración de sección transversal también será la norma referencial para este plan.

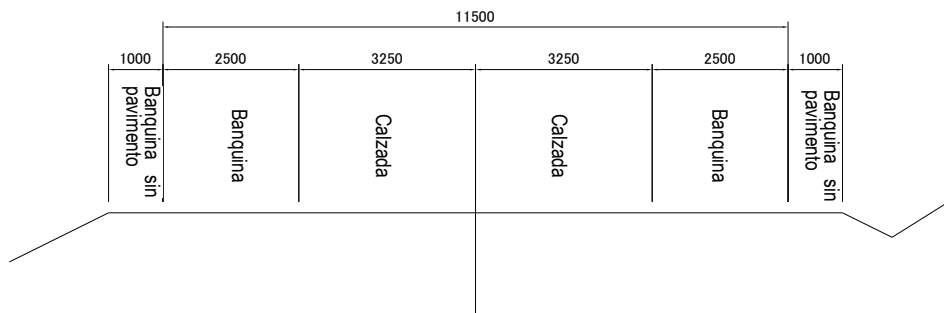
1) *Corredor Principal*

• Terraplén

Ancho de Calzada: Como se mencionó antes, la ruta paralela al Río Paraná es considerada una carretera que sirve de nexo con la red de infraestructura vial internacional. Con gran frecuencia, es utilizada por camiones de carga de gran porte y la velocidad de diseño es elevada a $V= 100$ km/h. Por lo tanto, el ancho de calzada de la ruta será establecido en 3,25 m de acuerdo con la norma antedicha.

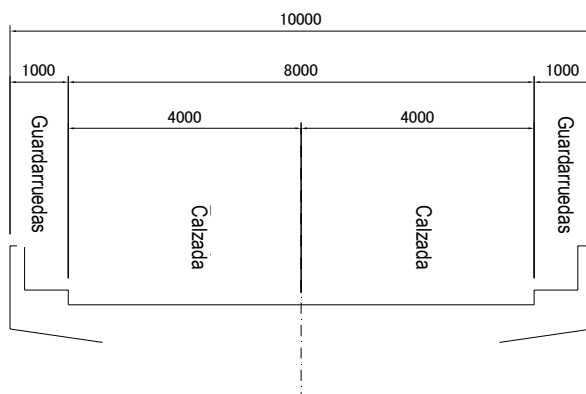
Ancho de la Banquina: Dadas las características de esta ruta y por la posibilidad de que los camiones de carga de gran porte se detengan sobre la banquina de la ruta debido a averías u otros problemas, el ancho de la banquina ha sido establecido en 2,50 m, de acuerdo

con las normas citadas arriba.



• Puentes

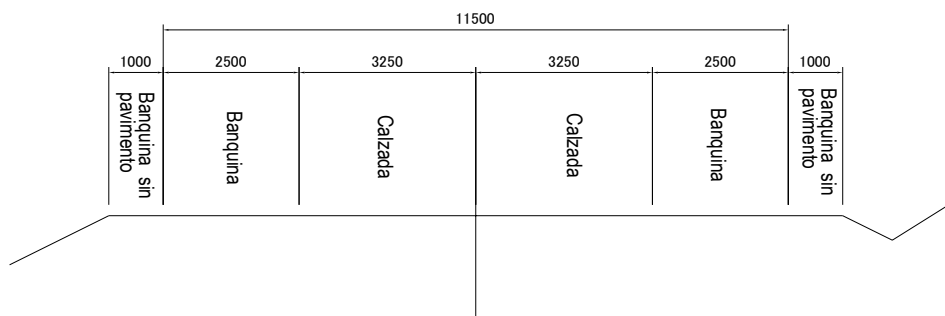
Para el ancho de los puentes, la norma es para un ancho de calzada de 4,0 m incluyendo la banquina. Viendo el desglose de esta cifra, si se establece un ancho de calzada de 3,25 m, el ancho de la banquina será de 0,75 m. Esto es ancho suficiente para un camión de carga. Por ende, el ancho de la calzada se establecerá según la norma.



2) Extensión Ruta 15

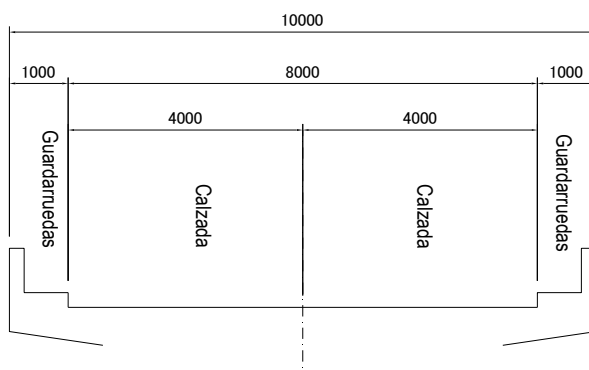
• Terraplén

El tramo correspondiente a la Ruta 15 será desarrollado en partes por este proyecto, y los restantes serán determinados en el futuro, ya que el programa aún está bajo consideración para limitar la inversión inicial. La sección transversal es como se muestra a continuación.



- **Puentes**

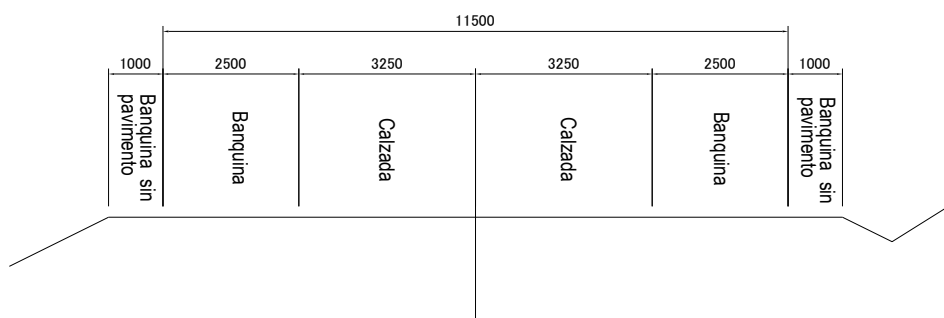
El ancho del puente será de acuerdo a las normas, ya que, a diferencia del terraplén, cambiar el ancho existente sería poco difícil.



3) *Rutas de Acceso a Puertos*

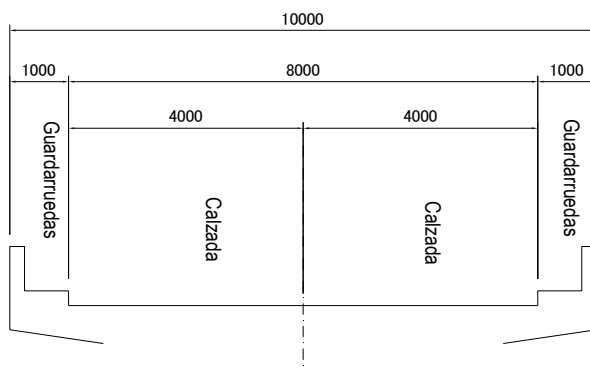
- **Terraplén**

Las rutas de acceso a los puertos tienen característica de una ruta principal regional que une la carretera con las instalaciones portuarias, y como tales, la meta no es conseguir facilidad de viaje o una reducción en el tiempo de viaje, sino más bien asegurar el transporte seguro del grano, aún en los días lluvia. Por ende, el ancho de calzada de la ruta se fijará en 3,0 m, un ancho que permite suficiente espacio para camiones de gran porte (el mismo ancho de calzada que tiene la Ruta 6), como se muestra más abajo. El ancho de la banquina se establecerá en 1,0 m, considerando el espacio lateral y para dejar espacio para los peatones.



- **Puentes**

Como hay un gran volumen de tráfico de camiones de gran porte, las rutas de acceso deberán tener un ancho que permita el tránsito de los camiones. Por lo tanto, el ancho de los puentes estará de acuerdo con las normas proporcionadas en la sección de rutas a lo largo del Río Paraná.



10.3 EXAMEN DE RUTAS ALTERNATIVAS

Se han realizado estudios comparativos de las posibles rutas alternativas entre los siete departamentos siguientes:

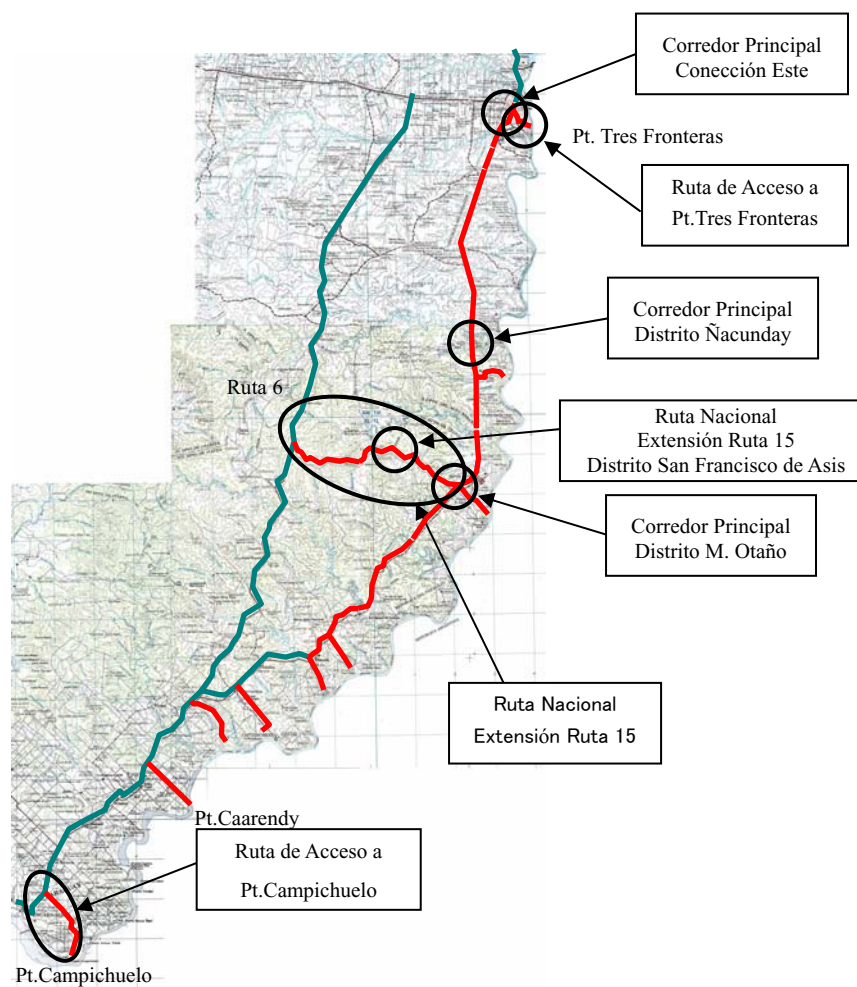


Figura 10.3-1 Tramos de las Rutas Alternativas

10.3.1 Corredor Principal

(1) Ciudad del Este

1) Rutas Alternativas

Asumiendo la construcción del nuevo Puente con el Brasil como un pre-requisito, se han considerado como posibles las siguientes cuatro rutas alternativas, teniendo en cuenta la relación de las rutas existentes, y en consideración a esta vía como ruta nacional dentro del plan de sistema de rutas nacionales (Itapúa – Alto Paraná – Canindeyú).

Alternativa 1: Mejoramiento de las rutas existentes

Esta propuesta consiste en la modernización de las rutas existentes, y aunque requeriría la renovación del puente sobre el Río Monday en algún momento en el futuro, el puente

en su estado actual bastará para manejar el tráfico por el momento.

Alternativa 2: Conexión Directa con la Ruta Alto Paraná – Canindeyú (1)

El plan principal es dejar que la ruta Alto Paraná – Canindeyú se conecte directamente. La ruta usaría un camino existente desde Presidente Franco por un tramo de cerca de 5,6km, incluyendo el Río Monday con el puente existente.

Alternativa 3: Conexión Directa con la Ruta Alto Paraná – Canindeyú (2)

El plan principal es dejar que la ruta Alto Paraná – Canindeyú se conecte directamente. Se planea un nuevo puente sobre el Río Monday. Una parte del plan raíz asume el uso de el tramo de vía existente.

Alternativa 4: Conexión Directa con la Ruta Alto Paraná – Canindeyú (3)

El plan principal es dejar que la ruta Alto Paraná – Canindeyú se conecte directamente. Se planea un puente nuevo sobre el Río Monday. Este plan se desviaría de la ruta existente.

Alternativa 5: Una conexión directa con la Ruta Nacional 7

Esta alternativa propone usar el derecho de paso (preferencia) de las líneas de la ANDE de alta tensión para conectarse directamente con la Ruta Nacional número 7. El derecho de paso de las líneas de alta tensión actualmente no tienen ninguna ruta que las recorra a lo largo.

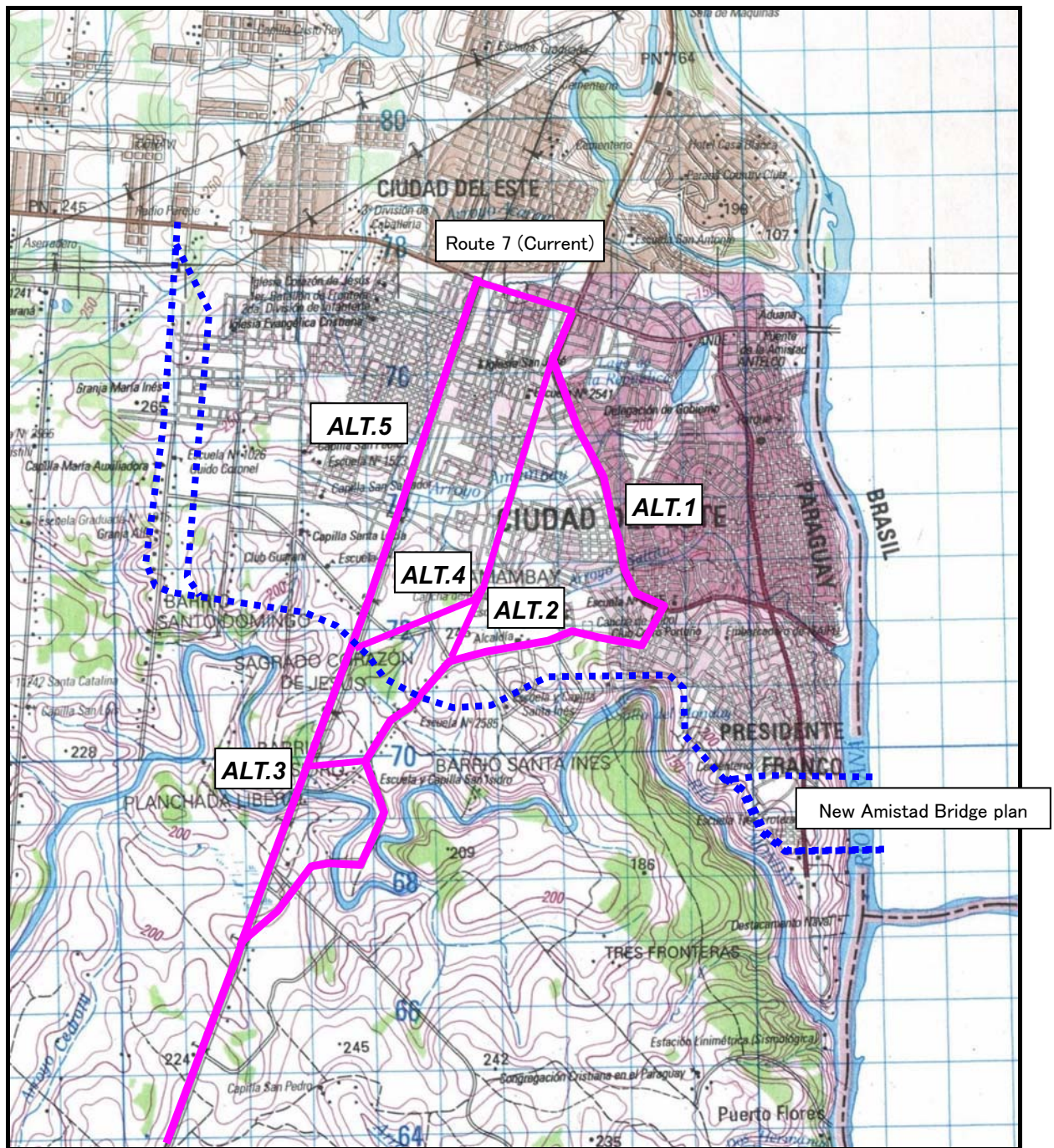


Figura 10.3-2 Rutas Alternativas de la Región Ciudad del Este

2) Comparación de las rutas alternativas

Cuadro 10.3-1 Comparación de la Alternativas

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Alternativa 5
Características	Ruta actual	Puente actual	Ruta actual	Nueva construcción	Torre de alta tensión
Extensión	14,5	11,7	11,3	11,3	11,3
Trazado plano	×	△	○	○	○
Trazado altimétrico	△	△	○	○	○
Adquisición de Tierra (km)	0	1,0	2,0	2,2	0
Vivienda	10	20	15	5	0
Costo de Obra	2.5	3.2	4.9	5.1	5.2
Pérdida del recorrido Millón \$ / Año	-1,7	-0,24	0	0	0
Extensión del tramo en desarrollo	0	4,9	8,6	10,2	10,7
Compatibilidad con la ruta de desarrollo urbano	○	○	○	×	×
Pedido de pobladores * ²	○	△	△	×	×
Característica de la carretera vial	×	△	○	○	△
Síntesis	×	△	○	○	△

*: Camión 140.000V/año, Vehículo de Pasajeros 4000v/día

*²: Opiniones en la reunión taller en la Ciudad de Pte. Franco

Referencia:

○	Bueno
△	Regular
×	Malo

Propuestas de Rutas Alternativas:

Principalmente se trabajó sobre cinco planes alternativos sobre cómo llevar la ruta a través de la Ciudad de Presidente Franco, la cual está ubicada al lado de Ciudad del Este, incluyendo un plan para usar las rutas existentes, un plan para usar rutas nuevas instaladas, y alguna combinación de ambos planes. Comparamos y examinamos las características de cada ruta, y seleccionamos el Plan 3 por las siguientes razones:

- Era superior al Plan 1 y al Plan 2 en cuanto al manejo de funciones de cota arterial en términos de largo vial total y alineación vial.
- Aunque el costo de construcción es más alto que el de Plan 1 y Plan 2 debido a la instalación de un nuevo puente, la alineación vial es buena y la longitud vial es corta. En comparación con los Planes 3, 4 y 5, los costos para el usuario vial y la sociedad se estiman que serán de 0,17 y 0,24 millones de dólares al año, respectivamente. Sin embargo, tomando en cuenta estos costos y el costo de construcción, la diferencia será insignificante después de 1,5 y 7 años de uso de la ruta.
- Como el tramo de instalación de la nueva ruta es largo comparado con el Plan 1 y el Plan 2, esto será

una gran contribución al desarrollo urbano.

- d) El Plan 4 y el Plan 5 serían menos convenientes para los residentes, porque las rutas estarían ubicadas lejos del área residencial.
- e) Se mantendrá la consistencia con el desarrollo urbano vial de la Ciudad de Presidente Franco.
- f) Se han tomado en cuenta las opiniones de los residentes en este plan.

(2) Región de Ñacunday

1) Rutas alternativas

Se han considerado dos rutas posibles dado el estado actual del terreno.

Alternativa 1: Mejoramiento de las rutas existentes

Las rutas actuales siguen las líneas de cumbres y por ende casi no necesitan alcantarillado. Sin embargo, la ruta se aparta unos 3,5 kilómetros del derecho de paso de las líneas de cables de alta tensión, tomando un desvío principal. Además, la alineación horizontal actual de la ruta fue diseñada para igualar la disposición del terreno, y por eso es una ruta con muchas curvas. Consecuentemente, la ruta debe ser mejorada para satisfacer mejor los principios de diseño.

Alternativa 2: Ruta de conexión directa

Esta alternativa utilizaría los derechos de paso de las líneas de alta tensión existentes y cruza dos valles para hacer una ruta casi recta. Se necesitarían alcantarrillas celulares para que la ruta atravesase los dos valles, y los costos de construcción también subirían a causa de los terraplenes necesarios para la construcción o del cavado del lecho vial. Sin embargo, esto traería consigo una ruta más corta, que reduciría en consecuencia los costos de circulación de los automóviles.

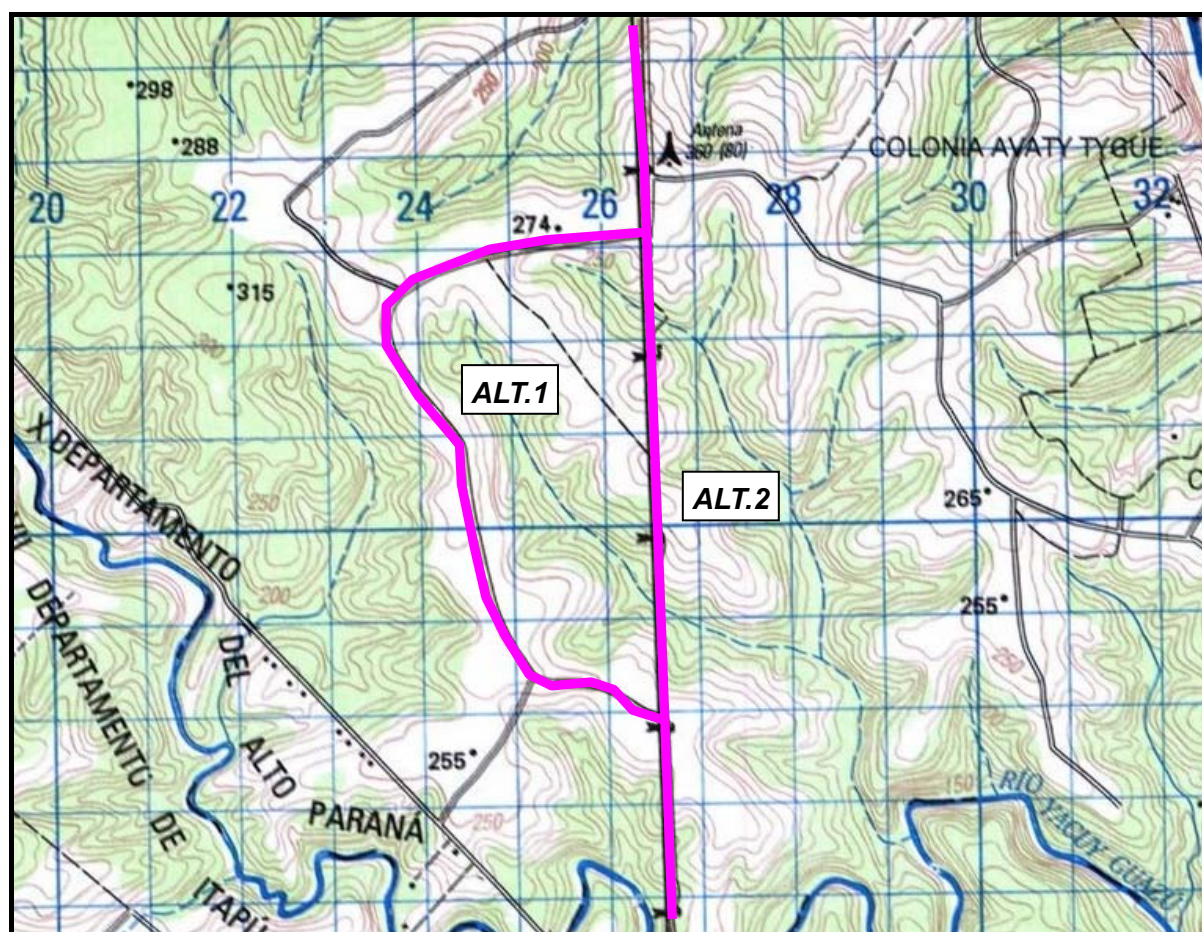


Figura 10.3-3 Rutas alternativas de la región del Ñacunday

2) Compación de las rutas alternativas

Las rutas fueron comparadas basandose en tres criterios de costos de construcción, impacto ambiental, y costos de circulación.

Cuadro 10.3-2 Comparación de las Alternativas

Criterios de comparación		Unidad	Alternativa 1	Alternativa 2
			Utiliza rutas existentes	Acortamiento
Extensión vial		km	8,5	5,0
Costo de Construcción	Terraplén	\$1.000	303	1.400
	Pavimentado	\$1.000	1.241	730
	Estructuras (alcantarilla celular 2x2) 2 lugares	\$1.000	-	68
	Costos de construcción totales	\$1.000	1.544	2.198
Ambiente		—	La vecindad es tierra agrícola, no hay problemas ambientales o problemas ambientales a los lados de la ruta.	Involucraría cortar áreas de valles boscosos. De otra forma, es igual a la Alternativa 1.
Costos de circulación	2.050 vehículos por año X 300 días X \$0,43 por km	\$1,000 /año	2.248	1.322
Evaluación global			△	○

La Alternativa 2 implica mayores costos de construcción, pero menos costos de mantenimiento y circulación para en el futuro, y dado que tampoco produce mayores problemas ambientales, es viable la alternativa 2.

(3) Región de Otaño

1) Rutas Alternativas

Se consideraron dos rutas alternativas en la zona aledaña a las ciudades de Mayor Julio de Otaño y Carlos A. López, la ruta que sigue el derecho de paso los cables de alta tensión y la ruta que ramifica de la anterior.

Alternativa 1: Uso de la rutas existentes

La ruta estaría a unos 3 a 7 kilómetros de distancia de las dos ciudades de Mayor Julio de Otaño y Carlos A. López. Además, la ruta también se separaría del derecho de paso de las líneas de alta tensión para seguir las rutas existentes. Esta propuesta requeriría una construcción nueva para conectar a las dos rutas en un área, lo que requeriría la compra la tierra.

Alternativa 2: Uso del derecho de paso de las líneas de cables de alta tensión

Esto utilizaría las rutas actuales a lo largo del derecho de paso de las líneas de alta tensión tanto como fuera posible para llevar la ruta a lugar más próximo a la zona urbana a lo largo del derecho de paso. Esta propuesta requeriría la compra de ciertas de tierras para mejorar la ruta a fin de satisfacer los principios de diseño, y para conectarla con las rutas existentes. También requeriría la reubicación de algunos residentes.



Figura 10.3-4 Rutas Alternativas de la Región de Otaño

2) Comparando las rutas alternativas

Cuadro 10.3-3 Comparación de las Alternativas

Criterios de comparación	Alternativa 1	Alternativa 2
	Uso de las rutas existentes	Uso del derecho de paso de las líneas de cables de alta tensión
Extensión vial	14,0km	13,8km
Accesibilidad desde los pueblos a los lados de la ruta	La ruta estaría a 7,3km de las áreas urbanas de Mayor julio de Otaño y a 5,4km de Carlos A. López; la accesibilidad a la ruta planeada es baja. Del mismo modo, la accesibilidad entre ambos pueblos sería baja.	La ruta estaría a 1 km de las áreas urbanas de Mayor Julio de Otaño y Carlos A. López, mejorando la accesibilidad a la ruta planeada, y la accesibilidad entre los dos pueblos.
Adquisición de tierra	Se requiere adquisición de tierra para cambiar la disposición horizontal, vertical y de las secciones transversales de la ruta.	Algunas áreas de construcción vial son nuevas, lo que requerirá más compra de tierra que la Alternativa 1.
Reubicación de los residentes actuales	No es necesario mudar a los residentes.	Se necesitará reubicar a cierta cantidad de residentes.
Otros		Después de las audiencias, a los pueblos a los lados de la ruta les gustaría que la ruta estuviera ubicada lo más cerca posible de las áreas urbanas.
Evaluación global	△	○

Aunque habrá algún impacto sobre el medio ambiente del área de influencia, este plan se enfoca en la accesibilidad regional y en promover el desarrollo, y desde ese punto de vista, la Alternativa 2 fue la más acertada – la propuesta de utilizar el derecho de paso de las líneas de cables de alta tensión.

10.3.2 Extensión Ruta Nacional 15

(1) Extensión Ruta Nacional 15

1) Rutas Alternativas

La Ruta Nacional 15 está relativamente desarrollada desde Villarrica en el Departamento del Guairá hasta Tavaí en el Departamento de Caazapá, pero desde Tavaí hasta la Ruta Nacional 6, el trazado aún no ha sido definido. El área de influencia para la extensión de la Ruta Nacional 15 en este Estudio va desde la Ruta Nacional 6 a través de la ruta costanera al Río Paraná, con las dos alternativas siguientes que utilizan rutas existentes.

Alternativa 1: Ruta San Rafael del Paraná

Esta ruta va desde la intersección San Rafael cerca del límite con el Departamento de Alto Paraná, y pasa el distrito de San Rafael de Paraná.

Alternativa 2: Ruta de Otaño

Como la Alternativa 1, esta ruta va desde la intersección de San Rafael cerca del límite con el Departamento de Alto Paraná, y pasa el distrito de Mayor Julio D. Otaño.

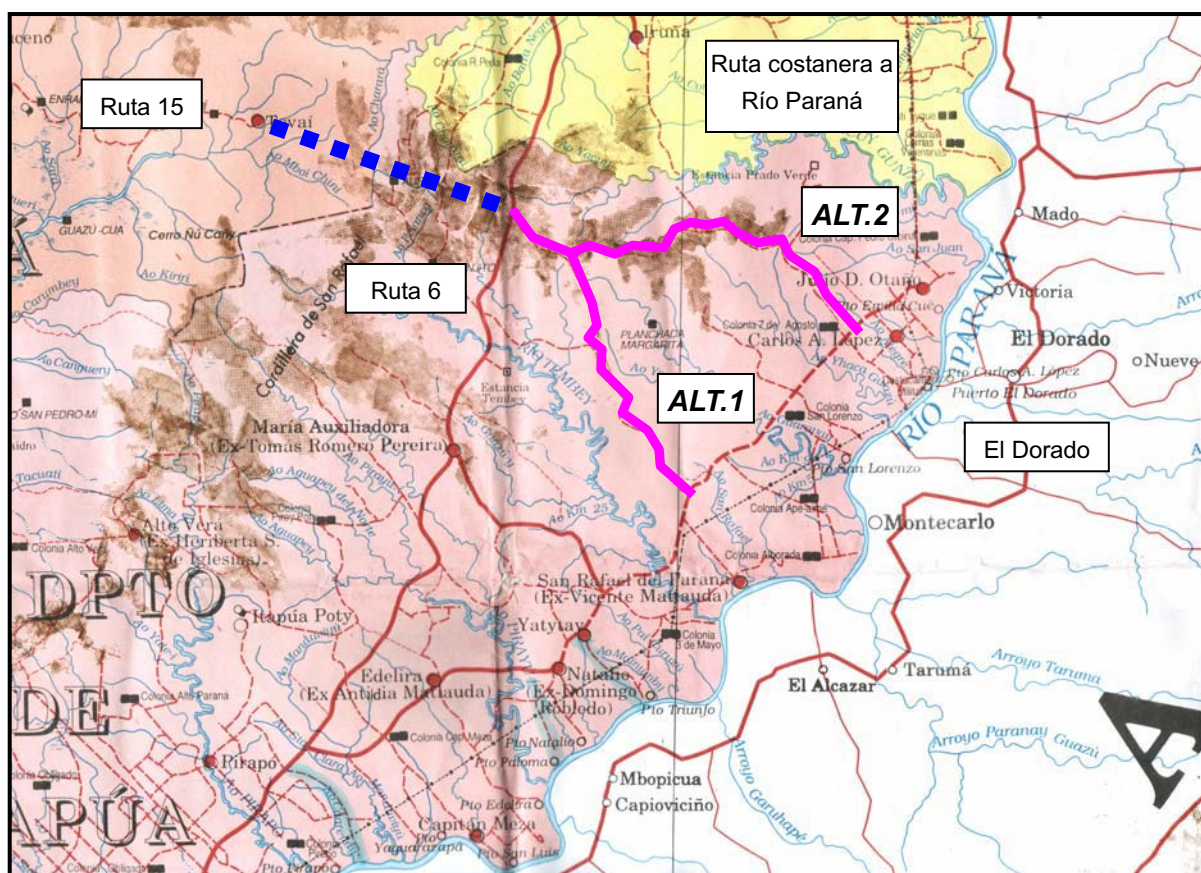


Figura 10.3-5 Rutas Alternativas para la Extensión Ruta Nacional 15

2) Comparación de las Rutas Alternativas

Cuadro 10.3-4 Comparación de las Alternativas

Ítem	Alternativa 1	Alternativa 2
	Ruta Paraná	Ruta Otaño
Resumen del plan	Esta ruta comienza en la intersección de San Rafael cerca del límite departamental con Alto Paraná en la Ruta 6, y llega a San Rafael de Paraná	Esta ruta comienza en la intersección de San Rafael en la Ruta 6 cerca del límite departamental con Alto Paraná, y llega a Mayor Julio D. Otaño
Longitud	45,0km	49,6km
Red vial	Como San Rafael del Paraná está ubicado cerca del punto de inicio del Corredor de Exportación, esta ruta no es tan favorable como ruta de acceso para la Ruta 6 y el corredor de exportación desde el punto de vista de construcción de la red.	Como Otaño está ubicada cerca del centro del Corredor de Exportación, esta ruta es apropiada como acceso a la Ruta 6 y al Corredor de Exportación. Además, enfrentada a una ciudad principal en la Argentina, El Dorado, cruzando el río, la ruta también es ventajosa para la distribución de personas y productos.
Acceso a las instalaciones portuarias	Esta ruta es de acceso favorable para puertos ubicados en el lado del punto de partida del Corredor de Exportación tales como Puerto Triunfo y Puerto Paloma.	Con puertos como Dos Fronteras y Torocua ubicados en la extensión de esta ruta y en el centro del Corredor de Exportación, es de acceso excelente para los puertos.
Evaluación global	△	○

La Alternativa 2 se conecta con la Terminal de Transbordo de Otaño en el Río Paraná, y sobre la terminal de transbordo está una importante ciudad del norte argentino, la ciudad de El Dorado cruzando el río. Este plan adoptará la Alternativa 2 como extensión Ruta 15, en consideración a la distribución de personas y a la red.

(2) Región de San Francisco de Asís

1) Rutas Alternativas

La ruta a través de esta área se divide en dos ramales, así que este Estudio exploró cuál de los dos escoger para su desarrollo.

Alternativa 1: Ruta de las tierras bajas

Alternativa 2: Ruta de la línea de cumbres

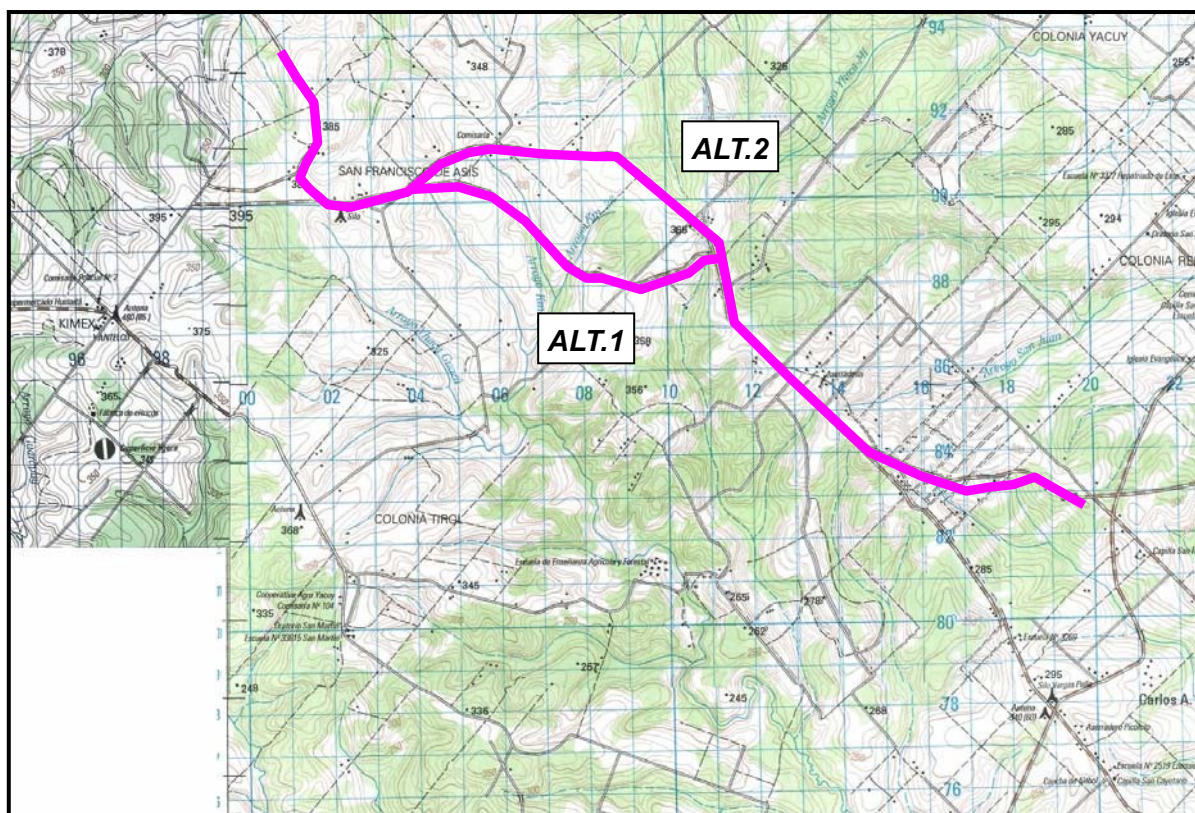


Figura 10.3-6 Rutas Alternativas de la Región de San Francisco de Asís

2) Comparación de las Rutas Alternativas

Cuadro 10.3-5 Comparación de las Alternativas

Ítem	Alternativa 1	Alternativa 2
	Ruta de las tierras bajas	Ruta de la línea de la cordillera
Concepto general	Usa la ruta existente a lo largo de un área de tierra relativamente baja. Esta ruta involucraría muchos subidas y bajadas ya que pasa a través de varios valles.	Usa la ruta existente a lo largo de la línea de cumbres. Casi no hay necesidad de alcantarillas, y los tramos que suben y bajan las serranías no son tan empinados como los de la Alternativa 1.
Extensión	8,4km	8,7km
Estructuras que cruza	La ruta pasa por terrenos bajos y cruza una cantidad de pequeños ríos, por lo que requiere de puentes y alcantarillas.	Sigue la línea de cumbres, así que no cruza ríos y no hay necesidad de estructuras para cruce.
Mantenimiento	La presencia de muchas estructuras significaría un mantenimiento más complicado que el de la Alternativa 2.	Casi no hay estructuras, así que el mantenimiento sería simple.
Evaluación global	△	○

La extensión de ruta para cualquiera de las dos propuestas sería casi la misma, por lo que las principales diferencias surgen en la ubicación de la ruta. La Alternativa 1 sigue los valles, por lo que debe cruzar varios arroyos y ríos pequeños, y por ende requiere las alcantarillas que crucen la ruta. Mientras que la Alternativa 2, siguiendo la línea de cumbres, necesita pocas alcantarillas, lo que resulta en un mejoramiento vial más sencillo. Este plan, por lo tanto, toma la Alternativa 2.

10.3.3 Rutas de Acceso a los Puertos

(1) Ruta de Acceso al Puerto de Campichuelo

1) Rutas Alternativas

Se tomaron en consideración dos rutas posibles dados los patrones actuales de uso vial.

Alternativa 1: Ruta Urbana de Encarnación

Esta ruta iría desde el área urbana de Encarnación a través de Cambyretá para llegar al área del puerto, representando una extensión de aproximadamente 19 km.

Alternativa 2: Ruta de desvío del Área Urbana de Encarnación

Esta ruta evitaría el área urbana de Encarnación, yendo desde la Ruta Nacional 6 a través de Cambyretá para llegar al área portuaria, lo que representaría una extensión de aproximadamente 21 km.

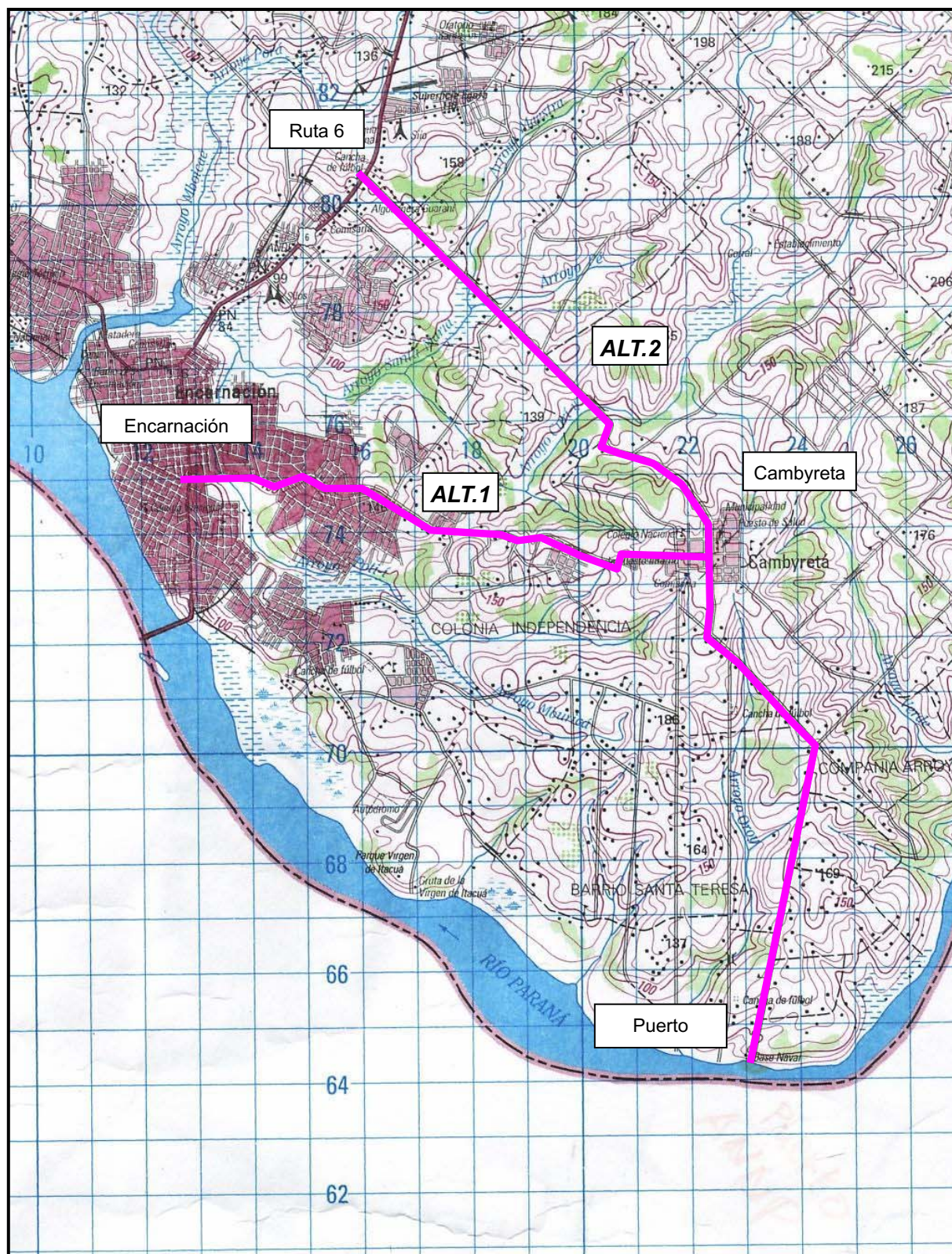


Figura 10.3-7 Rutas Alternativas para Ruta de Acceso a Puerto Campichuelo

2) Comparación de las rutas alternativas

La ruta Alternativa 1 tramo Encarnación y Cambyreá de aproximadamente 10 km, es angosta, y aunque el área ya está edificada, no hay pasos para peatones, y los residentes a los lados de la ruta exigen algunas medidas para aminorar los efectos de los camiones de gran porte que pasan por ahí. Además, el trabajo para ampliar la ruta en el área urbanizada daría origen a muchos problemas, incluyendo compensaciones para residentes que tendrían que mudarse.

Por otro lado, la Alternativa 2 pasaría por tierra agrícola, y por ende los camiones grandes circulantes no serían un problema grave para el ambiente a los lados de la ruta. Sin embargo, el lecho vial actual no está desarrollado, y actualmente la ruta no puede ser usada por camiones grandes.

Cuadro 10.3-6 Comparación de las Alternativas

Ítem	Alternativa 1	Alternativa 2
	Ruta del área urbana	Ruta del desvío del área urbana
Extensión	19,0km	21,0km
Medio ambiente a los lados de la ruta	El área aproximadamente a 10 km alrededor de Encarnación está siendo edificada, así que la ruta requeriría algunas medidas ambientales.	El área que atraviesa hasta la línea frontal es toda agrícola, así que la circulación de camiones grandes no representa un problema.
Adquisición de tierra, reubicación de los residentes actuales	La ruta en el tramo mencionado arriba es angosta, y las áreas a los lados de la ruta están siendo edificadas, así que los trabajos para ampliar la ruta causarían muchos problemas, incluyendo compensaciones para los residentes que tendrían que mudarse.	Aunque se deberá comprar algo de tierra, casi no se deberá ubicar a ningún residente.
Estructuras	La ruta sigue la línea de cumbres, así que casi no necesita estructuras.	La ruta cruzaría el Arroyo Santa María y sus afluentes, requiriendo alcantarillado celular o puentes.
Evaluación global	△	○

Este plan selecciona la Alternativa 2, a pesar del mayor costo del proyecto, ya que evita el área urbanizada y por ende no ocasiona problemas ambientales.

2) Comparación de las Rutas Alternativas

Cuadro 10.3-7 Comparación de las Alternativas

Ítem	Alternativa 1	Alternativa 2
	Uso de las rutas actuales	Conexión con la ruta del Río Paraná
Extensión	5,8km	10,2km
Medio ambiente a los lados de la ruta	Esta ruta es actualmente usada para transporte al puerto, pero pasa por áreas bastante urbanizadas, y aparejaría costos de transporte aumentados para camiones grandes, así como podría llevar a problemas medioambientales a lo largo de la ruta.	Usaría las rutas existentes, pero las áreas lo largo de esta ruta también están llenas de construcciones, y es probable que la ruta tenga un impacto en el área.
Adquisición de tierra, mudanza de los residentes actuales	Básicamente, la modernización de la ruta actual permitiría que camiones de gran porte la usaran, así que no sería necesario adquirir tierra o mudar a los residentes.	Básicamente, la modernización de la ruta actual permitiría que camiones de gran porte la usaran, así que no sería necesario adquirir tierra o mudar a los residentes.
Estructuras	Usaría la ruta existente, así que no se necesitarían estructuras nuevas.	Usaría la ruta existente, así que no se necesitarían estructuras nuevas.
Red	No hay construcción de una nueva red para usar el camino existente.	Como el camino existente es mejorado, una ruta existente accede al mismo con la Ruta Costanera del Río Paraná. Por ende, se construye una nueva red.
Evaluación global	○	△

La Alternativa 1 usa las rutas existentes, y como las mismas están adecuadamente desarrolladas, los costos de construcción serían bajos. Sin embargo, esta ruta pasa por áreas altamente urbanizadas, lo que se traduciría tanto en costos de transporte aumentados para vehículos de carga pesados, como en posibles problemas medioambientales a lo largo de la ruta. Por otro lado, la Alternativa 2 proveería un acceso directo al puerto desde la el Corredor Principal, por ende evitando las áreas ya construidas y de la misma forma evitando los problemas mediambientales de la ruta.

El plan de elección asume la Alternativa 2, debido a las siguientes razones:

- Hay poca influencia sobre el medio ambiente vial.
- Se construye una nueva red.

10.4 REVISIÓN DEL PLAN DE PAVIMENTACIÓN

10.4.1 Alineación de las Condiciones de Diseño

(1) Volumen de Tráfico Planeado

El volumen de tráfico para la ruta planeada se calcula de la siguiente forma:

Cuadro 10.4-1 Cálculo del volumen de tráfico futuro (Marzo 2015)

Area	Volumen de tráfico de vehículos de carga relacionados con exportación	Carga de tráfico de residente a los lados de la ruta				Volumen de tráfico convertido				Total			
		Veh pequeños	Bus	Camion	Subtotal	Veh pequeños	Bus	Camion	Subtotal	Veh pequeños	Bus	Camion	Total
M-1(1)	130	870	40	160	1,070	130	40	40	210	1,000	80	330	1,410
M-1(2)	210	870	40	160	1,070	130	40	40	210	1,000	80	410	1,490
M-2	200	870	40	160	1,070	130	40	40	210	1,000	80	400	1,480
M-3	200	870	40	160	1,070	130	40	40	210	1,000	80	400	1,480
M-4	300	870	40	160	1,070	260	50	60	370	1,130	90	520	1,740
M-5(1)	290	870	40	160	1,070	260	50	60	370	1,130	90	510	1,730
M-5(2)	430	870	40	160	1,070	260	50	60	370	1,130	90	650	1,870
M-6	400	870	40	160	1,070	260	50	60	370	1,130	90	620	1,840
M-7	450	870	40	160	1,070	260	50	60	370	1,130	90	670	1,890
M-8(1)	450	2,320	630	220	3,170	260	50	60	370	2,580	680	730	3,990
M-8(2)	540	2,320	630	220	3,170	260	50	60	370	2,580	680	820	4,080
R15E-1	50	350	20	80	450	150	10	30	190	500	30	160	690
R15E-2	60	350	20	80	450	150	10	30	190	500	30	170	700
PAR-0	70	310	50	30	390	0	0	0	0	310	50	100	460
PAR-1	110	440	20	30	490	0	0	0	0	440	20	140	600
PAR-2	90	90	0	30	120	0	0	0	0	90	0	120	210
PAR-3	120	790	10	90	890	0	0	0	0	790	10	210	1,010
PAR-4	130	90	0	40	130	0	0	0	0	90	0	170	260
PAR-5	120	190	10	50	250	0	0	0	0	190	10	170	370
PAR-6	150	90	0	30	120	0	0	0	0	90	0	180	270
PAR-7	140	90	0	30	120	0	0	0	0	90	0	170	260
PAR-8	130	1,990	610	230	2,830	0	0	0	0	1,990	610	360	2,960

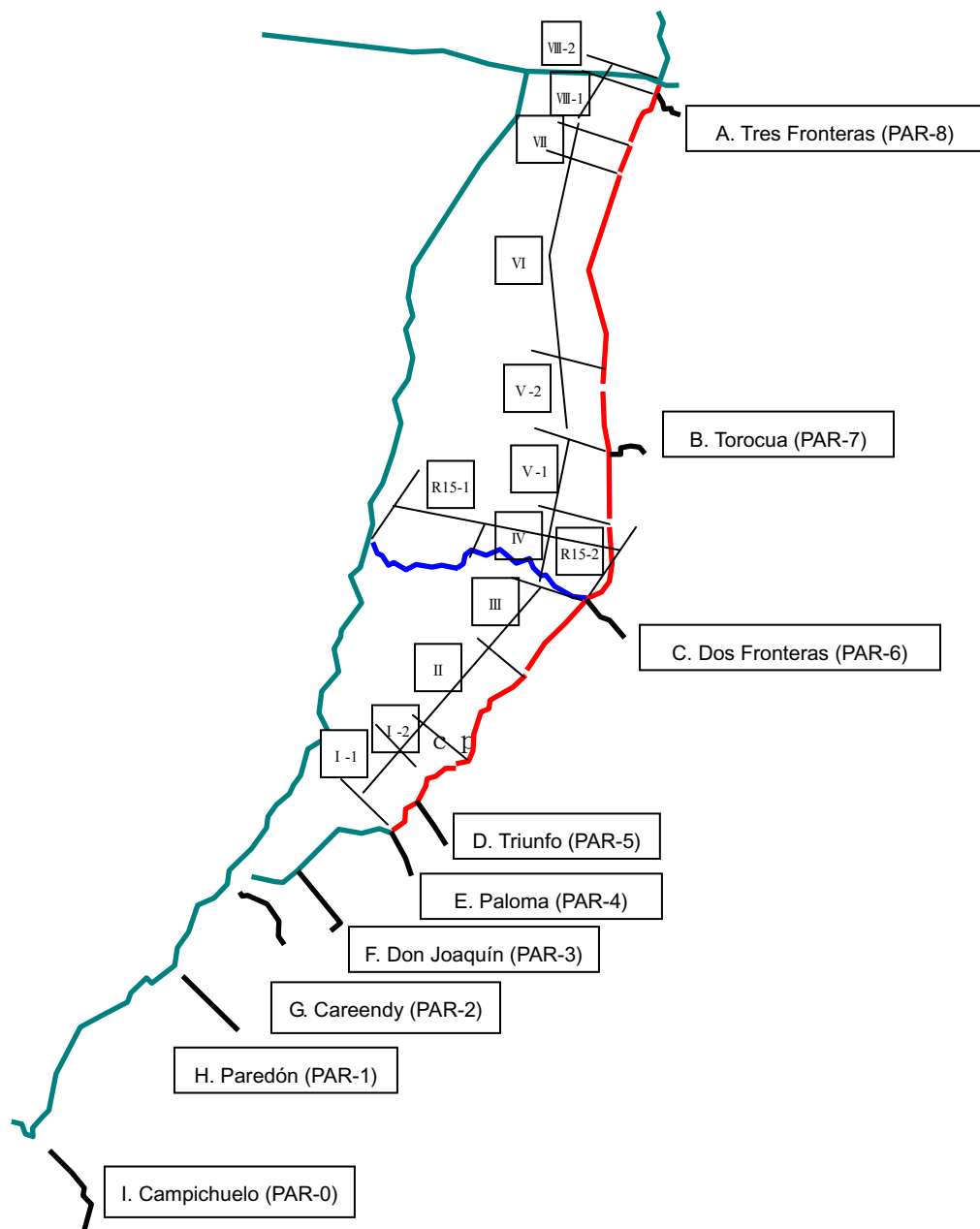


Figura 10.4-1 Diagrama del Área de Cálculo de Volumen de Tráfico

(2) Categorías de volumen de tráfico de diseño

Las categorías de volumen de tráfico de diseño se definen de acuerdo con el volumen de tráfico de vehículos grandes. El desglose de las áreas de arriba según las categorías mostradas en el Cuadro 10.4-2 nos lleva al Cuadro 10.4-3.

Cuadro 10.4-2 Categorías de volumen de tráfico de diseño

Categoría de volumen de tráfico de diseño	Volumen de tráfico de vehículos grandes (vehículos por día y dirección)
Tráfico L	Menos de 99
Tráfico A	100 a 249
Tráfico B	250 a 999
Tráfico C	1,000 a 2,999
Tráfico D	3,000 o más

Cuadro 10.4-3 Categorías de volumen de tráfico de diseño

Área	Cantidad de veh. grandes por día	Cantidad de veh. grandes por día y por dirección	Categoría de volumen de tráfico de diseño
M-1 (1)	410	205	Tráfico A
M-1 (2)	490	245	Tráfico A
M-2	480	240	Tráfico A
M-3	480	240	Tráfico A
M-4	610	305	Tráfico B
M-5(1)	600	300	Tráfico B
M-5(2)	740	370	Tráfico B
M-6	710	355	Tráfico B
M-7	760	380	Tráfico B
M-8(1)	1,410	705	Tráfico B
M-8(2)	1,500	750	Tráfico B
R15E-1	190	95	Tráfico L
R15E-2	200	100	Tráfico L

Cuadro 10.4-4 Categorías de volumen de tráfico de diseño

Área	Cantidad de veh. grandes por día	Cantidad de veh. grandes por día y por dirección	Categoría de volumen de tráfico de diseño
PAR-0	150	75	Tráfico L
PAR-1	160	80	Tráfico L
PAR-2	120	60	Tráfico L
PAR-3	220	110	Tráfico A
PAR-4	170	85	Tráfico L
PAR-5	180	90	Tráfico L
PAR-6	180	90	Tráfico L
PAR-7	170	85	Tráfico L
PAR-8	970	485	Tráfico B

(3) Resistencia del Suelo

Como parte de este estudio, se llevó a cabo un testeo de CBR en los dos sitios siguientes en un total de cuatro puntos. Los puntos del estudio se muestran en la figura de abajo.

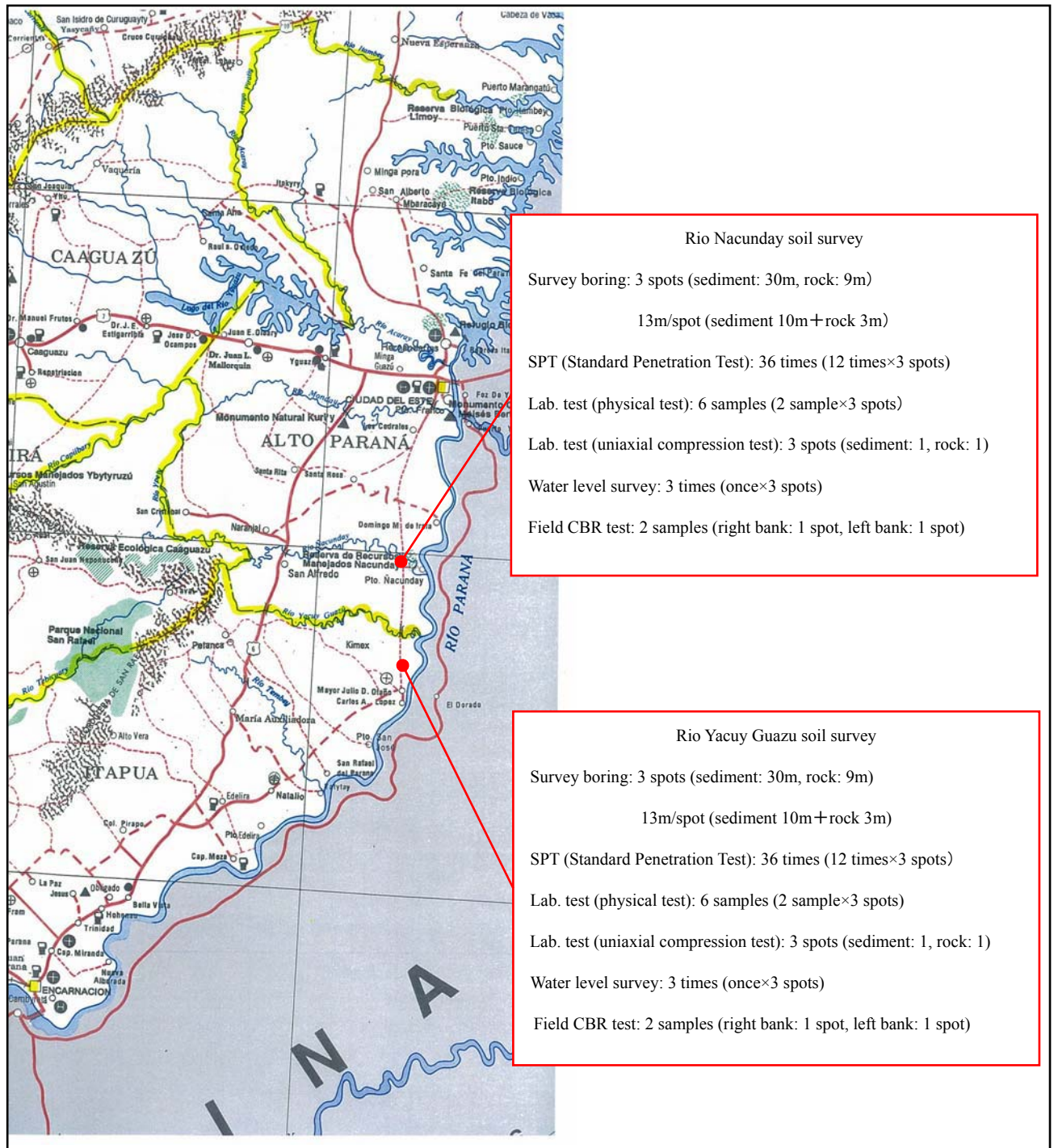


Figura 10.4-2 Puntos de estudio de suelo

Los resultados del estudio se muestran a continuación.

- El valor CBR para ambos bancos del Río Ñacunday fue de 4,9.
- El valor CBR para ambos bancos del Río Yacuy Guazú fue de 9,12.

Para tener detalles del estudio de suelo, refiérase a los puntos del estudio de condiciones medioambientales.

Los valores CBR del diseño fueron derivados de los resultados del test CBr de arriba.

- CBR Promedio
$$\text{CBR Promedio} = (4 + 9 + 9 + 12) / 4 = 8.5$$
- Desvío standard σ
$$\sigma = \text{Sqrt} (1 / (n-1) \Sigma (\text{CBR} - \text{Prom CBR}) * 2)$$
$$= 3.3$$
- CBR de Diseño
$$\text{CBR de Diseño} = \text{Valor promedio} - \text{Desvío standard}$$
$$= 5.2 \rightarrow 5$$

(4) Materiales usados para cada capa

Los materiales usados son los materiales generalmente en uso en el Paraguay, según la lista de abajo.

- Superficie y cimientos: mezcla de asfalto
- Lecho vial superior: piedra triturada graduada
- Lecho vial inferior: piedra triturada

(5) Espesor mínimo por capa

El espesor de cada capa se determina en la forma que muestra el Cuadro 10.4-5 para la superficie y la base, y en el Cuadro 10.4-6 para el lecho vial.

Cuadro 10.4-5 Espesor mínimo de superficie y bases

Categoría de volumen de tráfico de diseño	Suma de grosor total para superficie y cimientos (cm)
Tráfico L, A	5
Tráfico B	10
Tráfico C	15
Tráfico D	20

Cuadro 10.4-6 Espesor mínimo de capa de lecho vial

Método de construcción, material	Espesor mínimo por capa
Proceso de estabilización del asfalto	Dos veces el diámetro de la piedra triturada, y 5cm
Otros materiales de lecho vial	Tres veces el diámetro de la piedra triturada y 10cm

(6) Especificaciones de diseño para espesor de pavimento

Para las especificaciones de diseño del espesor de pavimento, el espesor de cada capa de pavimento se determina como no menos de T_A como lo muestra el Cuadro 10.4-7, correlacionado con el CBR de diseño de la sub-rasante y la categoría de volumen de tráfico de diseño. Demás, el factor de conversión de equivalencia para cada material se muestra en el Cuadro 10.4-8.

Cuadro 10.4-7 Objetivo T_A

CBR de diseño	Tráfico L	Tráfico A	Tráfico B	Tráfico C	Tráfico D
3	15	19	26	35	45
4	14	18	24	32	41
6	12	16	21	28	37
8	11	14	19	26	34
12	11	13	17	23	30
20	11	13	17	20	26

Cuadro 10.4-8 Factores de conversión de equivalencia

Ubicación usada	Método de construcción, material	Especificación de calidad	Factor de conversión de equivalencia α
Superficie y base	Mezcla de asfalto		1,00
Base	Piedra triturada seleccionado por tamaño	CBR80 corregida o más alta	0,35
Sub rasante	Piedra triturada	CBR30 corregida o más alta	0,25

(7) Peso de Eje

El peso por eje se considera aproximadamente 10 toneladas por cada eje, y el peso total sería de 50 toneladas.

10.4.2 Consideraciones para cada tipo de pavimento

(1) Nuevas áreas de construcción

Bajo las circunstancias actuales, las rutas para áreas de rutas de tierra y para las áreas donde debe construirse una ruta nueva se diseñarán desde la superficie, base, sub base y sub rasante, basándose en los valores CBR estudiados.

(2) Áreas de empedrado

El diseño para las áreas ya pavimentadas con empedrado se enfocará solamente en la construcción de la capa de superficie. El pavimentado de superficie se diseñará tomando en cuenta los factores de conversión de equivalencia del empedrado actual y la experiencia anterior con proyectos de pavimentación similares en el Paraguay.

(3) Pavimento de la Banquina

El pavimento de banquetas viales usará los siguientes materiales según lo especificado por el MOPC:

- Mezcla de asfalto: 3cm
- Piedra triturada: 23cm

(4) Pavimento de veredas para peatones

Se pavimentarán veredas para peatones de la misma manera que los pavimentos existentes en uso en cada ciudad o pueblo. Los pasos de peatones se diseñarán de acuerdo con la siguiente política:

Aunque el número total de peatones es bajo, se construirán veredas a fin de permitir actividades varias a los lados de la ruta en las áreas urbanas.

- Las áreas ya desarrolladas tendrán veredas de peatones a lo largo de un lado de la ruta con un ancho de 1,5 metros.
- Las áreas comerciales tendrán veredas de peatones a lo largo de ambos lados de la ruta con un ancho de 1,5 metros.

10.4.3 Diseño del pavimento

(1) Nuevas áreas de construcción

1) Composición del pavimento tipo 1

- Categoría de volumen de tráfico de diseño: tráfico L
- CBR de diseño: 4
- Objetivo T_A : 14

Basándose en estas condiciones, la composición del pavimento será la siguiente:

Tipo de construcción	Factor de conversión de equivalencia	Espesor (cm)	T _A
Superficie	1	5	5
Base	0.35	15	5.25
Sub base	0.25	15	3.75
Total		35	14

$\geq T_A' = 14$

2) Composición del pavimento tipo 2

- Categoría de volumen de tráfico de diseño: tráfico A
- CBR de diseño: 4
- Objetivo T_A: 18

Basándose en estas condiciones, la composición del pavimento será la siguiente:

Tipo de construcción	Factor de conversión de equivalencia	Espesor (cm)	T _A
Superficie	1	5	5
Base	0.35	20	7
Sub base	0.25	25	6.25
Total		50	18.25

$\geq T_A' = 18$

3) Composición de pavimento tipo 3

- Categoría de volumen de tráfico de diseño: tráfico B
- CBR de diseño: 4
- Objetivo T_A: 24

Basándose en estas condiciones, la composición del pavimento será la siguiente:

Tipo de construcción	Factor de conversión de equivalencia	Espesor (cm)	T _A
Superficie	1	10	10
Base	0.35	15	5.25
Sub base	0.25	35	8.75
Total		60	24

$\geq T_A' = 24$

4) Tipo de pavimento por sección del proyecto

El tipo de pavimento por sección del proyecto se muestra en el Cuadro 10.4-9.

Cuadro 10.4-9 Tipo de pavimento por sección

Sección	Principio	Fin	km	Tipo de pavimento
M-1	Natalio	Río Tembey	12.7	Tipo 2
M-2	Río Tembey (incl. Puente)	Ao. Gurapay	24.2	Tipo 2
M-3	Ao. Gurapay	Intersección con R15E	22.6	Tipo 2
M-4	Intersección con R15E	Río Yacuy Guazú	15.1	Tipo 3
M-5	Río Yacuy Guazú (inc. puente)	Río Ñacunday	29.8	Tipo 3
M-6	Río Ñacunday (inc. Río)	Los Cedrales	43.4	Tipo 3
M-7	Los Cedrales	Presidente Franco	7.6	Tipo 3
M-8	Presidente Franco	Super Carretera	9.5	Tipo 3
PAR-0	Corredor Principal	Campichuelo	21.0	Tipo 1
PAR-1	Corredor Principal	Paredón	12.1	Tipo 1
PAR-2	Corredor Principal	Caarendy	15.5	Tipo 1
PAR-3	Corredor Principal	Don Joaquín	18.4	Tipo 2
PAR-4	Corredor Principal	Paloma	10.6	Tipo 1
PAR-5	Corredor Principal	Triunfo	11.0	Tipo 1
PAR-6	Corredor Principal	Dos Fronteras	15.9	Tipo 1
PAR-7	Corredor Principal	Torocua	8.8	Tipo 1
PAR-8	Corredor Principal	Tres Fronteras	5.4	Tipo 3
R15E-1	Ruta 6	Frutika	20.9	Tipo 1
R15E-2	Frutika	Corredor Principal	28.7	Tipo 1

10.5 ANÁLISIS DEL PLAN DE DRENAJE

10.5.1 Sistema de Drenaje Objetivo

El sistema de drenaje en este capítulo decide analizar un sistema de drenaje lateral (alcantarilla tubular) y un sistema de drenaje vertical (cuneta al pie del terraplén). Se diseñaron “Puentes” y “Alcantarilla Celular” en el trazado de la estructura vial.

10.5.2 Propósito del Drenaje Vial

El primer propósito del drenaje vial es facilitar un buen drenaje para cada tramo de la ruta, a fin de prevenir el debilitamiento de la ruta debido a lluvia sobre la ruta, agua en la superficie que fluye desde áreas adyacentes sobre tramos de la ruta, aguas subterráneas que se filtran desde áreas adyacentes, o de agua que se levante de la napa freática, y para prevenir la erosión o degradación del gradiente vial debido a lluvias.

El segundo propósito es prevenir demoras o accidentes de tráfico debido a acumulación de agua sobre la ruta.

10.5.3 Sistema de Drenaje Lateral

El sistema de drenaje lateral se clasifica en las siguientes obras:

- Puente
- Alcantarilla Celular
- Alcantarilla Tubular

De estos, se diseñaron “Puente” y “Alcantarilla Celular” en el diseño del trazado de la estructura vial. Este capítulo tiene que ver con el diseño de la alcantarilla tubular.

El diseño del trazado de la estructura vial usualmente define una sección transversal de alcantarilla tubular basándose en el área de captación. Esta alcantarilla tubular, sin embargo, cubre un área de la cuenca muy pequeña, así que es difícil determinar el área del plan de piso usado para el diseño.

Consecuentemente, básicamente seguimos el diámetro de la alcantarilla tubular existente que fue identificado en el estudio del inventario vial. Debido a la larga extensión de la alcantarilla tubular, es difícil mantener una forma de la sección transversal debido a su reducción causada por sedimento. Este diseño empleó un diámetro de caño máximo de ϕ 1,0m actualmente usado en consideración a una concesión del tramo. Es natural que se continúen usando las alcantarillas tubulares existentes.

Se pueden colocar más alcantarillas en zonas bajas así que decidimos colocar nuevas alcantarillas tubulares.

La cantidad de alcantarilla tubular en cada tramo se muestra en el Cuadro 10.5-1.

Cuadro 10.5-1 Lista de Alcantarilla Tubular

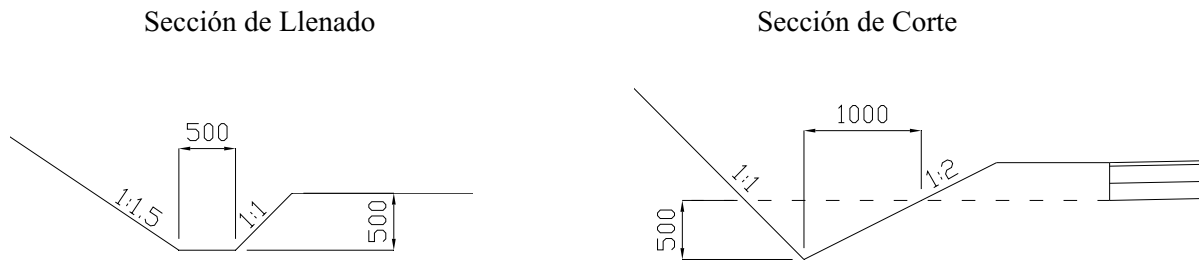
Project	Component			Station			Pipe diameter	Number of installments	
Corredor Principal	M-1	Beginning	Natalio	NO.	0	+	0	φ 1.0	3
		End	Rio Tembey	NO.	12	+	93		
	M-2	Beginning	Rio Tembey (inc.bridge)	NO.	12	+	93	φ 1.0	7
		End	Ao. Gurapay	NO.	35	+	989		
	M-3	Beginning	Ao. Gurapay	NO.	35	+	989	φ 1.0	9
		End	Intersection with R15E	NO.	59	+	315		
	M-4	Beginning	Intersection with R15E	NO.	59	+	315	φ 1.0	9
		End	Rio Yacuyguazu	NO.	72	+	285		
	M-5	Beginning	Rio Yacuyguazu(inc.bridge)	NO.	72	+	285	φ 1.0	11
		End	Rio Nacunday	NO.	97	+	56		
	M-6	Beginning	Rio Nacunday (inc.Rio)	NO.	97	+	56	φ 1.0	13
								φ 1.0 × 2	1
		End	Los Cedrales	NO.	140	+	72	φ 1.0 × 3	1
	M-7	Beginning	Los Cederales	NO.	140	+	72	φ 1.0	0
		End	Prte. Franco	NO.	147	+	500		
	M-8	Beginning	Prte. Franco	NO.	147	+	500	φ 1.0	4
End		Super Carreterra	NO.	157	+	575			
Ruta de Acceso a Puertos	PAR-0	Beginning	Main Corridor	NO.	0	+	0	φ 1.0	5
		End	Pt. Campichuelo	NO.	19	+	660	φ 1.0 × 2	1
	PAR-1	Beginning	Main Corridor	NO.	0	+	0	φ 1.0	9
		End	Pt. Paredon	NO.	11	+	0	φ 1.0 × 2	1
	PAR-2	Beginning	Main Corridor	NO.	0	+	0	φ 1.0	8
		End	Pt. Caarendy	NO.	15	+	600		
	PAR-3	Beginning	Main Corridor	NO.	0	+	0	φ 1.0	10
		End	Pt. Don Joaquin	NO.	16	+	750		
	PAR-4	Beginning	Main Corridor	NO.	0	+	0	φ 1.0	10
		End	Pt. Paloma	NO.	10	+	490		
	PAR-5	Beginning	Main Corridor	NO.	0	+	0	φ 1.0	0
		End	Pt. Triunfo	NO.	11	+	800		
	PAR-6	Beginning	Main Corridor	NO.	0	+	0	φ 1.0	3
		End	Pt. Dos Fronteras	NO.	5	+	650		
	PAR-7	Beginning	Main Corridor	NO.	0	+	0	φ 1.0	5
		End	Pt. Torocua	NO.	8	+	720		
PAR-8	Beginning	Main Corridor	NO.	0	+	0	φ 1.0	0	
	End	Pt. Tres Fronteras	NO.	7	+	900			
Extension Ruta 15	R15E-1	Beginning	Route6	NO.	0	+	0	φ 1.0	0
		End	Frutika	NO.	24	+	800		
	R15E-2	Beginning	Frutika	NO.	24	+	800	φ 1.0	19
End		Main Corridor	NO.	54	+	430			

10.5.4 Sistema de Drenaje Vertical

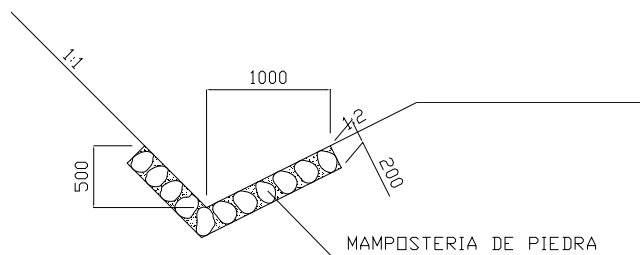
Un sistema de drenaje vertical se clasifica en las siguientes obras:

- Cuneta de tierra al pie del terraplén (relleno y sección de corte)
- Cuneta revestida de pie del terraplén (el punto más cercano al final del flujo)

La canaleta de tierra al pie de la pendiente tendrá la siguiente forma:



Puede que el punto más cercano al final del flujo cause erosión debido a la tasa de flujo en aumento y a una mayor velocidad de flujo. Consecuentemente, decidimos emplear cunetas revestidas a fin de reforzar el canal de drenaje.



10.6 ESTABLECIMIENTO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO DE PUENTES

Sobre las rutas objetivo, las construcciones tales como puentes (de concreto, de Madera, y de acero), alcantarilla celular y alcantarilla tubular pueden apreciarse en la cantidad mencionada en los Cuadro 10.6-1 y Cuadro 10.6-2. Entre las construcciones existentes, las que están sobre la ruta desde Natalio hasta Otaño datan de aproximadamente 1986. Fueron construidas para el mantenimiento de estas rutas y están en condiciones relativamente buenas. En esta Sección, tomamos en cuenta el plan de mantenimiento para las construcciones existentes incluyendo 34 puentes y otras construcciones que son iguales o mayores a alcantarilla celular de 2 metros o más. Las construcciones tales como alcantarilla celular de menos de 2 metros así como los tubulares, serán tomadas en cuenta en forma separada como plan de drenaje.

Cuadro 10.6-1 Cantidad de Puentes Clasificados por Tipo

Largo	Corredor Principal			Ruta de Acceso a Puerto			Total		
	Puente de Madera	Puente de Concreto	Puente de Acero	Puente de Madera	Puente de Concreto	Puente de Acero	Puente de Madera	Puente de Concreto	Puente de Acero
Menos de 15m	11	8	0	4	1	1	15	9	1
15m a menos de 30m	2	2	0	0	0	0	2	2	0
30m a menos de 50m	1	2	0	0	0	0	1	2	0
50m o más	0	2	0	0	0	0	0	8	0
Total	14	14	0	4	1	1	18	15	1

Cuadro 10.6-2 Cantidad de Alcantarillado Clasificado por Tipo

Tipo	Corredor Principal	Ruta de Acceso a Puerto	Extensión de Ruta 15	Total
Alc. Celular	5	1	0	6
Alc. Tubular	12	42	6	60
Simple	(10)	(40)	(3)	(53)
Doble	(1)	(2)	(0)	(3)
Triple	(1)	(0)	(3)	(4)

10.6.1 Política del Plan de Mantenimiento de Puentes

Considerando que hay varias construcciones sólidas sobre las rutas objetivo como hemos mencionado arriba, nuestro plan de mantenimiento se basará en la siguiente política:

- a) Los puentes sólidos existentes serán usados por completo.

Los puentes sólidos existentes que tengan un ancho de 7,0 metros o más ($3,25 \times 2 + 0,25 \times 2$) serán usados, y los que tengan menos de 7,0 metros de ancho serán reconstruidos. En cuanto a los puentes dentro de la ciudad y su vecindad que suelen tener tráfico pesado de peatones, se considerará la ampliación de las veredas.

- b) Todos los puentes de madera serán reconstruidos.
- c) Las estructuras de reemplazo tendrán una capacidad de flujo equivalente o mayor a la de las estructuras existentes a ser reemplazadas.
- d) La escala (como secciones de flujo) de las estructuras será determinada basándose en análisis hidrológicos e hidráulicos.
- e) Entre otras estructuras existentes, los puentes de los que se recomienda su reconstrucción desde el punto de vista global que incluye su ubicación y/o flujo de los ríos, serán reconstruidos.

10.6.2 Establecimiento de las Condiciones de Diseño

(1) Norma de Diseño Aplicable

La norma de diseño geométrico de rutas y la norma de diseño de puentes cumplirán con las normas de la AASHTO (Asociación Americana de Rutas Estatales y Oficiales de Transporte). Esto se debe a que en la República del Paraguay, la norma de diseño geométrico que se aplica corresponde a la “Política sobre el Diseño Geométrico de Rutas y Calles” de la AASHTO, y las normas de diseño de puentes aplican las “Especificaciones Standard para Puentes Rateros” de la AASHTO. En cuanto a efectos de terremotos y otras condiciones tales como fluctuación de la temperatura, se establecerán las cargas y promedios que reflejen las condiciones locales.

(2) Composición del Ancho de un Puente

El ancho de los puentes estará compuesto de la forma siguiente, basándose en consulta con el MOPC:

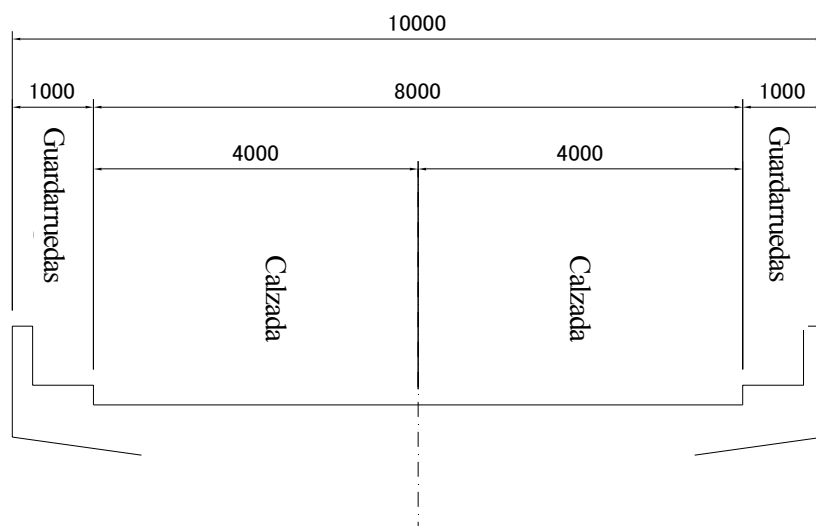


Figura 10.6-1 Sección Transversal Estándar de un Puente

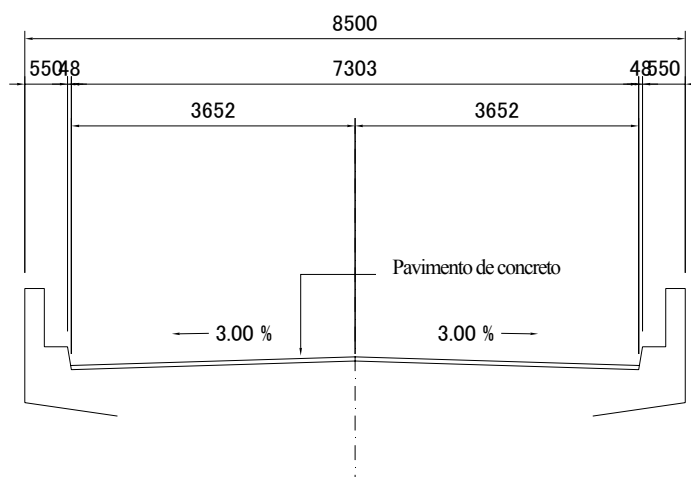


Figura 10.6-2 Composición del Ancho de Puentes de Reutilización

(3) Cargas Vivas de Diseño

Se aplicará el HS20-44 estipulado por la AASHTO en las cargas vivas de diseño en este plan, ya que el Paraguay emplea esta norma para el diseño de sus cargas vivas.

(4) Carga Sísmica

No existe un registro de terremotos en el Paraguay. Sí hay registro de terremotos con centro en los países vecinos, pero sus escalas fueron mínimas. Por ende, nuestro diseño estructural no tomará en cuenta cargas sísmicas, conforme al método de diseño convencional.

(5) Fluctuación de la Temperatura

La fluctuación de temperatura a ser considerada en el diseño será de 0. a 40. (20.±20.) Basándose en el hecho que las temperaturas más altas y más bajas registradas en los cinco años pasados en los observatorios de Encarnación y Ciudad del Este se observan en el cuadro de abajo.

Observatorio	Temp. + baja	Temp. + alta	Fluctuación
Encarnación	4.3 °C	30.3 °C	26.0 °C
Ciudad del Este	7.3 °C	31.5 °C	24.2 °C

10.6.3 Hidrología

(1) Estudio de las Áreas de Captación

Se identificaron las áreas de captación en el área del estudio. El área de captación para instalación de drenaje se muestra en el Cuadro 10.6-3.

Las áreas están siendo drenadas por los ríos. Estos son ríos perennes. Durante la temporada de lluvia, estos ríos fluyen con toda rapidez.

Estos son ríos trenzados. La altura de los bancos del río es variable, de 2 a 3 metros a lo largo de su curso, por lo que el ancho del canal depende de la morfología, pendiente y naturaleza de la formación. Los ríos representan un patrón anatómico típico. El canal del río serpentea haciendo numerosas curvas y dobleces. La mayoría de las áreas de captación son tierra agrícola.

(2) Recolección de Datos Climatológicos e Hidrológicos

1) Precipitaciones

La precipitación anual en el Paraguay aumenta de oeste a este, promediando cerca de 1.400 mm a 1.600 mm anuales. Los meses de octubre a marzo son lluviosos, mientras que los otros meses son secos. Durante la temporada seca, la precipitación mensual promedio es de 100 mm.

La precipitación promedio en el área del proyecto es de 1.500 mm a 1.600 mm.

Los datos de precipitación mensual fueron recogidos de dos estaciones en el área del proyecto. Luego se recogieron los datos de nivel de agua observados por la ANDE en el Río Ñacunday durante el periodo de 1974 al 2005.

2) Análisis Hidráulico

a) Cálculo de Esguerrimiento

- Método

Hay varios métodos para calcular el esguerrimiento. Estos incluyen la fórmula racional, el método de hidrología de unidad, el método triangular, y el método de función de almacenamiento. La fórmula racional puede proveer solamente descargas pico. Sin embargo, los otros proporcionan hidrografías de flujo. El MOPC recomienda usar la fórmula racional para áreas de captación pequeña de menos de 10 km², y el método triangular para captación de más de 10 km².

- Método Racional

$$Q = C \cdot I \cdot A / 6$$

Donde,

$$Q = \text{descarga (m}^3/\text{seg)}$$

C = coeficiente de escurrimiento

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

A = área de captación (hec)

- El Método Hidrográfico Triangular (MHT)

Este método fue desarrollado y recomendado por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos. El MOPC recomienda su uso para el cálculo de corriente.

Fórmulas

$$qp = 2.08 \times A / tp$$

Donde,

qp = pico máximo de flujo (para MHT)

A = área de la cuenca en km²

tp = tiempo pico

$$tp = At/2 + 0.6tc$$

tc = tiempo de concentración, en horas(*)

$$\Delta t = tc/5 \text{ Tiempo Unitario (hora)}$$

tr = 1.67 tp = tiempo de receso (hora)

tb = 2.67tp = tiempo base (hora)

* El tiempo de concentración fue calculado por medio de la misma fórmula usada para la fórmula racional.

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

Precipitación Efectiva

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

$$CN = 1000 / (10 + S)$$

Donde,

CN = número de curvas para la cuenca

S = retención e infiltración para la cuenca estudiada

$$Pe = (P' - 0.2S) \times 2 / (P' + 0.8S)$$

Donde,

Pe = precipitación efectiva en pulgadas

P' = precipitación total en pulgadas

* Se obtuvo la precipitación total (P) usando la fórmula $h = a \ln t + b$ y P'

$$P' = P \times (1 - 0.1 \log A) / 25$$

P' se usa sólo para áreas de más de 25 km²

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

La Hidrografía

Además de la precipitación efectiva para cada ΔT , se calcula la descarga por intervalo multiplicando el orden del MHT por el Δpe (cm). Estos valores para la hidrografía proyectada son:

$$Q_i = Pe_i \cdot q_1 + Pe_{i-1} \cdot q_2 + Pe_{i-2} \cdot q_3 + \dots + Pe_1 \cdot q_i$$

- Valores de Intensidad de Precipitación

Se dispone de los valores de intensidad de precipitación en Ciudad del Este basándose en un largo periodo (1967 – 1991).

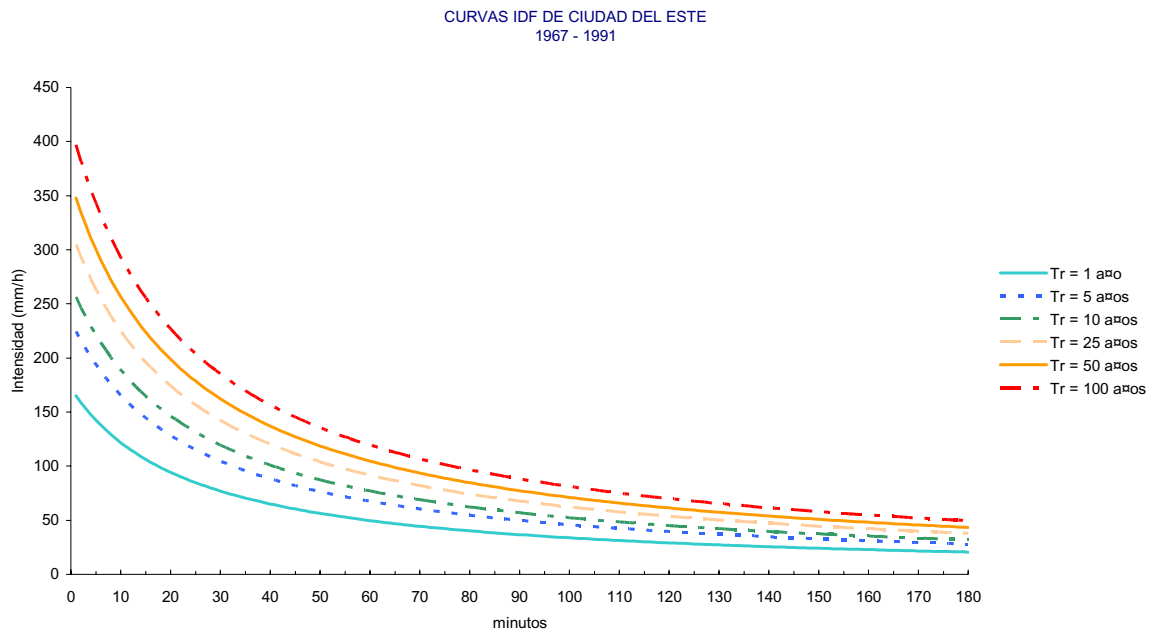


Figura 10.6-3 Indica los Valores en Varias Frecuencias (Fuente: MOPC)

La intensidad del tiempo de concentración se calcula basándose en la siguiente fórmula:

$$I \text{ (mm/hora)} = \frac{4013 \times Tr^{0.19043}}{(t+24)^{0.99108}}$$

Donde,

I: Intensidad de precipitación

Tr : Periodo de retorno

t: Tiempo de concentración

- Resultado del Cálculo

Las áreas de captación se miden basándose en el mapa topográfico. Luego se obtiene la descarga probable por medio del método racional y el método hidrográfico triangular como lo muestra el Cuadro 10.6-3.

Cuadro 10.6-3 Descarga Probable en el Sitio

MAIN CORRIDOR												
Component	Basin No.	No	River Name	Area (ha)	Length (m)	Peak Discharge(m ³ /s)			T.H.M(m ³ /s)			Remarks
						10years	25years	50years	10years	25years	50years	
M-1	1	3+250	Aro.Pai Curuzu(1)	1,310	5,300	42	50	57	35	46	59	
	2	5+553	Aro.Pai Curuzu(2)	850	4,300	28	33	17	23	30	39	
M-2	3	12+093	Rio Tembey	116,140	153,700	348	407	465	253	362	465	
	4	22+768	M-2-1									
	5	23+623	M-2-2									
	6	27+777	Aro. San Rafael	1,140	3,500	48	57	65	37	30	61	
M-3	7	35+989	Rio Guarapay	32,840	48,700	214	263	296	185	263	338	
	8	47+616	Aro.Yhaca Guazu	23,770	35,700	190	226	262	161	230	294	
	9	55+137	Aro.Alegre	2,240	7,900	65	78	89	55	74	99	
M-4	10	56+642	Aro.Cure-Ky	1,160	4,700	47	56	64	36	52	67	
	11	64+430	Aro.Emilia	2,466	8,250	70	84	95	59	84	107	
	12	64+562	Aro.San Juan	8,660	18,700	130	152	173	110	156	200	
	13	70+447	Aro.Yhaca-Mi	6,810	19,600	106	126	143	92	131	168	
M-5	14	72+250	Rio Yacuy Guazu	73,000	117,500	256	329	365	217	309	397	
	15	83+566	Aro.Diamante	2,250	6,300	75	90	102	62	88	112	
	16	88+291	Aro.Imperial	3,940	14,300	91	106	122	76	107	136	
	17	89+425	Aro.Imperial Afluen.1	1,750	8,300	55	66	74	46	65	83	
	18	90+000	Aro.Imperial Afluen.2	370	3,400	24	29	33	17	22	31	
	19	94+240	Aro.Carpincho	5,580	15,100	106	126	142	89	126	163	
M-6	20	97+048	Rio Nacunday	243,820	237,600	366	488	610	304	436	760	*1
	21	99+782	Rio Nacunday Afluen.	490	3,400	28	33	38	20	29	37	
	22	111+462	Aro.Pira Pyta Afluen.	1,390	5,400	45	54	61	37	53	67	
	23	114+575	Aro.Pira Pyta	16,730	25,900	159	192	218	137	196	251	
	24	117+337	Aro.Pira Pyta Afluen.	3,550	9,800	76	91	103	65	92	118	
	25	126+177	Aro.Y-Tuti	9,310	14,200	112	135	154	100	142	182	
	26	134+683	Aro.Yta Coty	7,210	14,900	94	112	130	84	120	153	
M-7	27	146+413	M-7-1									
M-8	28	149+845	Rio Monday	701,300	241,100	-	-	-	-	-	2000	*2
	29	155+910	Aro.Amambay			-	-	-	-	-	-	
PORT ACCESS ROAD												
PAR-0	30	Par 0-2.7	Aro.Maestora	1,350	5,900	63	72	78	37	52	67	
	31	Par 0-3.2	Aro.Pe	920	3,400	43	49	53	31	43	57	
	32	Par 0-6.2	Aro.Curi-Y①	6,700	16,900	141	162	177	96	136	176	
PAR-3	33	Par 3-9.0	Aro.Pora	1,850	6,600	64	73	80	47	68	87	
PAR-6	34	Par6-11.7	Aro Cure-ky	860	102,000	13	15	16	9	13	17	

(Note) Area Catchments Area

Length River Length

*1 : The flow discharge was determined based on data of ANDE.

Relation between Depth of water and Flow discharge is shown in Figure 9.6.4

*2 : The flow discharge was determined based on Relation between Water level and Flow discharge
Relation between Depth of water and Flow discharge is shown in Figure 9.6.5

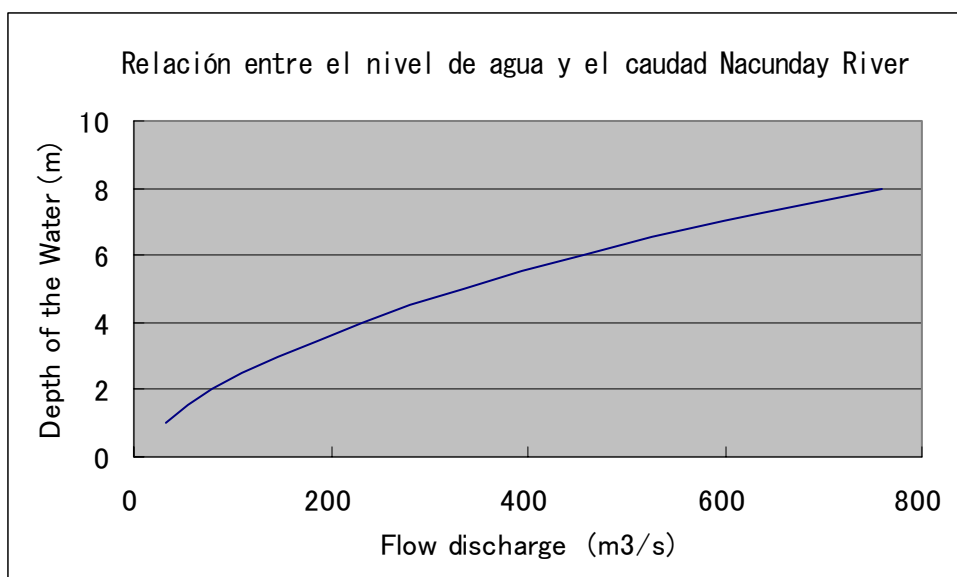


Figura 10.6-4 Relación entre Profundidad del Agua y Caudal en el Río Ñacunday

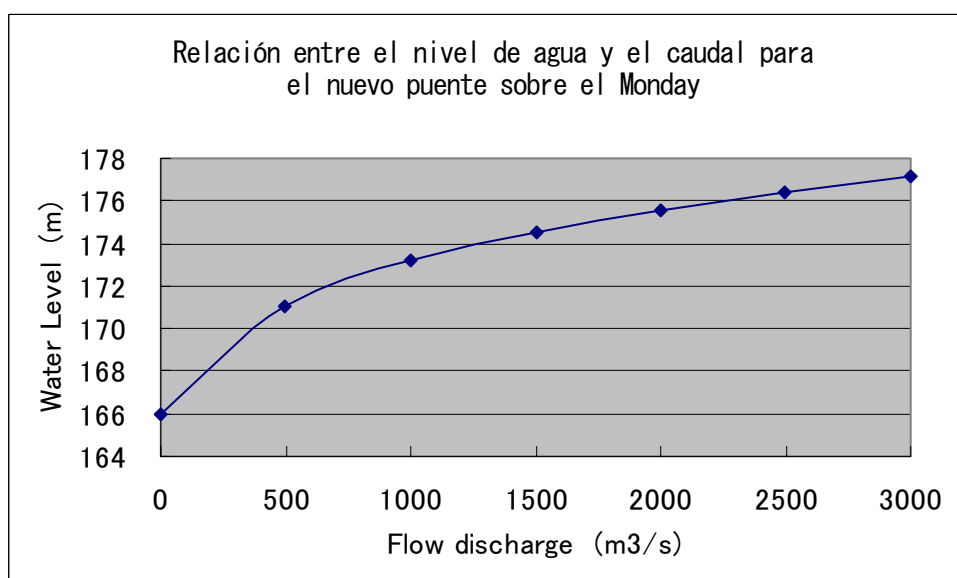


Figura 10.6-5 Relación entre el Nivel de Agua y el Caudal en el Río Monday
(Refiérase al Apéndice, Revisión Hidráulica del Río Monday)

(3) Estableciendo Frecuencias de Inundación

Las escalas de las estructuras se establecerán en base a los análisis hidráulicos e hidrológicos, y se estimará la frecuencia de inundación en base a datos del MOPC como muestra el cuadro de abajo. Como la tolerancia de los puentes contra el nivel del agua no se ha estipulado en el Paraguay, se aplicarán las Reglas de Estructuras Fluviales del Japón, y se establecerá la tolerancia para el caso de flujo de inundación máxima.

Cuadro 10.6-4 Frecuencia de Inundación por Estructura

Estructuras	Frecuencia
Puentes	Una vez en 50 años
Alcantarillas Celulares	Una vez en 25 años
Alcantarillas Tubulares	Una vez en 10 años
Bancos	Una vez en 25 años
Superficie vial	Una vez en 5 años

Fuente: MOPC

Cuadro 10.6-5 Tolerancia del Puente por Nivel de Agua

Clasificación	1	2	3	4	5	6
Alto estimado del flujo de agua (m ³ /seg)	Menos de 200	200 a menos de 500	500 a menos de 2.000	2.000 a menos de 5.000	5.000 a menos de 10.000	10.000 o más
Tolerancia por nivel de agua (m)	0,6	0,8	1	1,2	1,5	2

Fuente: Reglas de Estructura de Instalaciones Fluviales del Japón. Sección 20.

10.6.4 Plan de Mantenimiento de Puentes

El plan de mantenimiento de puentes, basado en la política y en las condiciones de diseño mencionadas, será el siguiente. Por más detalles, refiérase al Cuadro 10.6-6 Plan de Mantenimiento de Puentes Detallado.

Cuadro 10.6-6 Plan de Mantenimiento de Puentes Detallado.

Método de Mantenimiento	Nº de puentes	Observaciones
Reuso de las estructuras existentes	12	Se necesitará investigar los detalles.
Reconstrucción de los puentes existentes	20	
Construcción de nuevos puentes	2	Cuando no se dispone de puente existente o si la(s) ruta(s) ha(n) sido cambiada(s).

Reconstrucción de los puentes existentes: Los que aparentemente tienen una menor capacidad de carga (puentes de Madera, etc.), o que tienen menos ancho, o que requieren una sección de flujo menor como resultado del análisis hidrológico, serán reemplazados con nuevos puentes o alcantarillado.

Reuso de los puentes existentes:

Los que tengan un ancho vial de 7,0 metros o más y estén en sólidas condiciones serán reusados. También, los que tengan un ancho de menos de 7,0 metros pero puedan ser ensanchados, serán reusados.

En cuanto al Puente del Río Monday, es bastante reusable, pero debido al cambio de ruta, el punto de cruce del río ha cambiado y se necesita construir un nuevo puente.

Cuadro 10.6-7 Plan de Mantenimiento de Puentes Detallado

Component	Basin No.	No	River Name	Area (ha)	Length (m)	Culvert Box			Bridges			Remarks
						n	b(m)	h(m)	L(m)	B(m)	H.W.L(m)	
M-1	1	3+250	Aro.Pai Curuzu(1)	1,310	5,300	2 -	4.500	× 2.850		—		Reuse
	2	5+553	Aro.Pai Curuzu(2)	850	4,300	2 -	4.500	× 2.850		—		Reuse
M-2	3	12+093	Rio Tembey	116,140	153,700				70.000	8.500	134.400	Reuse
	4	22+768	M-2-1			1 -	3.000	× 3.000		—		Reuse
	5	23+623	M-2-2			1 -	3.000	× 3.000		—		Reuse
	6	27+777	Aro. San Rafael	1,140	3,500	2 -	4.500	× 2.800		—		Reuse
M-3	7	35+989	Rio Guarapay	32,840	48,700				48.000	8.500	166.200	Reuse
	8	47+616	Aro.Yhaca Guazu	23,770	35,700				48.000	8.500	173.200	Reuse
	9	55+137	Aro.Alegre	2,240	7,900	2 -	4.500	× 2.800		—		Reuse
M-4	10	56+642	Aro.Cure-Ky	1,160	4,700	2 -	3.500	× 3.000		—		Reconstruction
	11	64+430	Aro.Emilia	2,466	8,250	2 -	4.500	× 3.000		—		Reconstruction
	12	64+562	Aro.San Juan	8,660	18,700				20.000	10.000	155.320 *1	Reconstruction
	13	70+447	Aro.Yhaca-Mi	6,810	19,600				20.000	10.000	164.689	Reconstruction
M-5	14	72+250	Rio Yacuy Guazu	73,000	117,500				75.000	10.000	173.200	Reconstruction
	15	83+566	Aro.Diamante	2,250	6,300	2 -	4.500	× 3.000		—		Reconstruction
	16	88+291	Aro.Imperial	3,940	14,300				15.000	10.000	163.100 *1	Reconstruction
	17	89+425	Aro.Imperial Afluen.1	1,750	8,300	2 -	4.000	× 3.000		—		Reconstruction
	18	90+000	Aro.Imperial Afluen.2	370	3,400	1 -	3.500	× 3.000		—		Reconstruction
	19	94+240	Aro.Carpincho	5,580	15,100				20.000	10.000	147.800 *1	Reconstruction
M-6	20	97+048	Rio Nacunday	243,820	237,600				100.000	10.000	154.419	Construction
	21	99+782	Rio Nacunday Afluente	490	3,400	1 -	3.500	× 3.000		—		Reconstruction
	22	111+462	Aro.Pira Pyta Afluen.2	1,390	5,400	2 -	3.500	× 3.000		—		Reconstruction
	23	114+575	Aro.Pira Pyta	16,730	25,900				20.000	10.000	188.700 *1	Reuse of Existing Pier
	24	117+337	Aro.Pira Pyta Afluen.3	3,550	9,800				16.000	8.000	192.300 *1	Reuse, Widening of Wid
	25	126+177	Aro.Y-Tuti	9,310	14,200				25.700	8.000	199.400 *1	Reuse, Widening of Wid
	26	134+683	Aro.Yta Coty	7,210	14,900				15.000	10.000	199.000 *1	Reconstruction
M-7	27	146+413	M-7-1			2 -	2.000	× 2.000		—		Reuse
M-8	28	149+845	Rio Monday	701,300	241,100				150.000	10.000	176.000	Construction
	29	155+910	Aro.Amambay			2 -	3.500	× 3.000		—		Reconstruction
PORT ACCESS ROAD												
PAR-0	30	Par 0-2.7	Aro.Maestora	1,350	5,900	2 -	4.000	× 3.000		—		Reconstruction
	31	Par 0-3.2	Aro.Pe	920	3,400	2 -	3.000	× 3.000		—		Reconstruction
	32	Par 0-6.2	Aro.Curi-Y①	6,700	16,900				15.000	10.000	124.000 *1	Reconstruction
PAR-3	33	Par 3-9.0	Aro.Pora	1,850	6,600	2 -	4.000	× 3.000		—		Reconstruction
PAR-6	34	Par 6-11.7	Aro Cure-ky	860	102,000	1 -	2.500	× 2.500		—		Reconstruction

(Note) Area : Catchments Area

Length: River Length

*1 is presumed height than topographical map.

10.7 EXAMEN DE LAS INSTALACIONES ASOCIADAS DE LA RUTA

10.7.1 Instalaciones de Seguridad

Decidimos instalar lo siguiente como instalaciones de seguridad, refiriéndonos a los resultados de la investigación vial actual y al estado de servicio de las rutas nacionales existentes.

(1) Guarda carriles

Se instalarán guarda carriles en los siguientes puntos:

- Tramos que puedan causar daño humano a los pasajeros si los vehículos salen de la ruta
- Tramos que puedan causar daño humano a terceros si los vehículos salen de la ruta
- Tramos en los que la ruta esté construida cerca de una torre de acero de líneas de alto voltaje (protección de la torre de acero).

(2) Marcación del Pavimento

La intención del marcado del pavimento es controlar, guiar y regular el tráfico. En este plan, se proveerán marcaciones de “carril central” y “de borde”.

(3) Señales Viales

Se colocarán los siguientes cuatro tipos de señales viales:

- Señales indicadoras de la dirección y la distancia con relación a destinos, puntos prominentes, límites municipales, tipos de rutas y número de ruta.
- Señales que indiquen los puntos peligrosos de la ruta, tales como intersecciones y curvas.
- Señales de prohibición de estacionar y control de velocidad máxima que deben ser obedecidas por los usuarios de la ruta.
- Señales que indiquen puntos necesarios para el control de tráfico, tal como cruce de peatones y zona de seguridad.

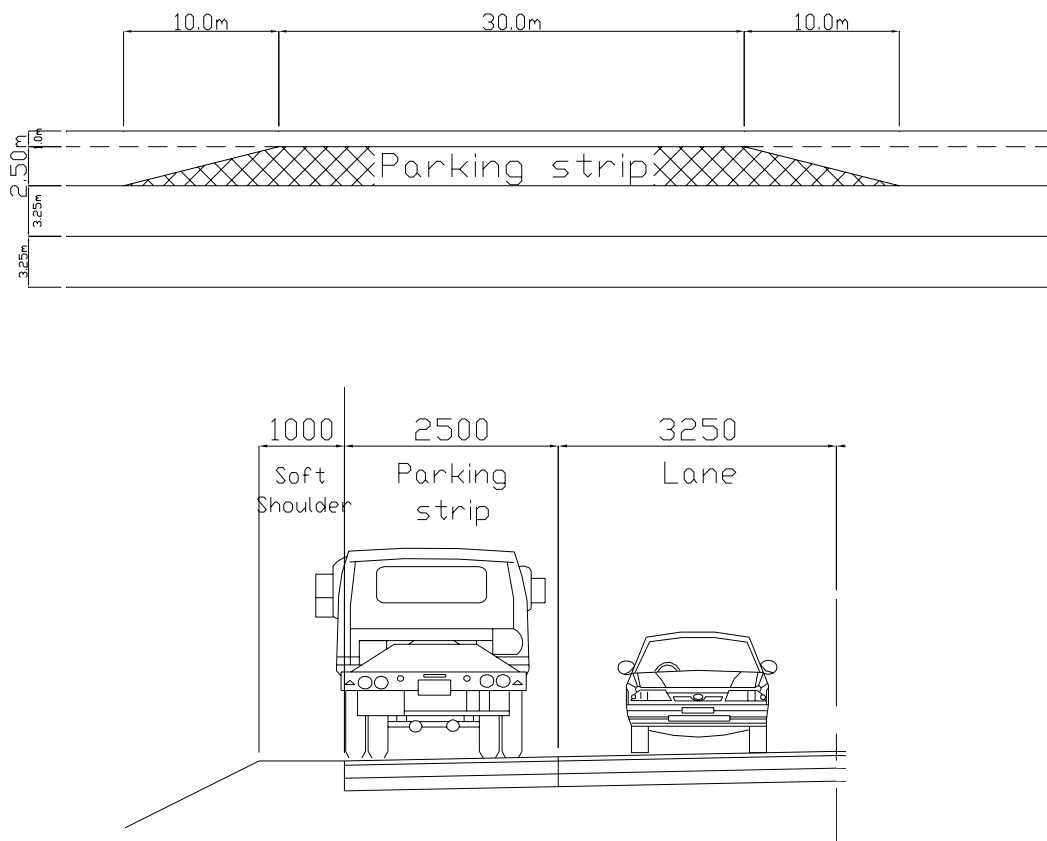
(4) Pavimento de la Banquina

La banquina deberá ser pavimentada para servir como vereda y marcar una clara distinción entre autos y peatones.

10.7.2 Otras Instalaciones

(1) Franja de Estacionamiento

Se proveerán franjas de estacionamiento a fin de sacar a los vehículos de los carriles de circulación cuando el auto no quiere funcionar o cuando el chofer necesita tomar un descanso. Se ubicará una franja de estacionamiento cada 1 kilómetro.



(2) Instalaciones de Báscula Vehiculares

Se proveerán instalaciones para medir el peso de los vehículos y regular los vehículos ilegales, con el objetivo de preservar la estructura vial o prevenir peligros del tráfico.

(3) Instalaciones de Descanso

Es necesario colocar instalaciones de descanso en espacios razonables para tener viajes seguros y cómodos. Estas instalaciones de descanso están diseñadas para satisfacer las “llamadas de la naturaleza” del conductor, reducir su fatiga y tensión por el viaje continuo o satisfacer los requerimientos de carga de agua y combustible para los autos. Se recomienda que las municipalidades individuales o las organizaciones privadas coloquen las instalaciones. Debería haber una instalación de descanso más o menos cada 50 km.