

Cuadro-3.13 Altura de los Puentes

Puente	Altura (m)	Nota
1-1	Cota actual camino + 1,5 m	Altura tomada desde la cota del camino existente
1-4	Cota actual camino + 2,5 m	Idem
1-5	Cota actual camino + 0,5 m	Idem
1-6	Cota actual camino + 1,0 m	Idem
5-1	Cota actual camino + 2,0 m	Idem
5-2	Cota actual camino + 3,0 m	Idem
5-3	Cota igual al dique San Benito	

3.6.5 Tipo de Puente

El tipo de puente a utilizarse coincidirá con los que la Dirección de Vialidad de la República de Paraguay ya tiene experiencia, utilizando materiales locales (cemento, armazón de hierro, etc.) en la medida de lo posible. Para ampliar las posibilidades de uso, se proyecta diseñar los puentes de hormigón (hormigón armado HA y pretensado HP, según el caso).

Los puentes proyectados estarán dimensionados y diseñados en tal forma que se puedan construirse de hormigón, resultando mucho más económicos y fáciles de mantener que los puentes de acero.

La comparación entre puentes de acero y puentes de hormigón se muestra en el Cuadro siguiente.

Cuadro-3.14 Comparación entre Puentes de Acero y Hormigón

Rubro	Puentes de Hormigón	Puentes de Acero
Materiales y producción de vigas	Es posible fabricar las vigas en el lugar de construcción utilizando materiales locales	Se fabrican en el Japón o terceros países utilizando los materiales propios del lugar
Periodo de Construcción	Para la preparación de la planta provisional de fabricación de vigas, producción de las vigas en sí e instalación de las mismas se necesitan 4 meses, necesiándose un menor tiempo que el que se necesita para los puentes de acero	Se necesitan alrededor de 3 meses para la producción de vigas de acero y 2 meses para el transporte de las mismas, por lo que en total se necesitan alrededor de 5 meses sin incluir la instalación. Comparando con el rubro de hormigón se observa la desventaja en lo que a tiempo se refiere
Factibilidad Económica	Es económico ya que se utilizarán materiales locales	No es tan económico, ya que los materiales (incluyendo vigas) se deben importar del Japón o terceros países
Mantenimiento	No se necesita mantenimiento especial para la estructura ni para accesorios	Mantenimiento rutinario (pintura, etc.) es necesario tanto para la estructura como para accesorios

CAPITULO 4
PLAN BASICO

CAPITULO 4 PLAN BASICO

Primera Parte : Maquinaria

4.1 Criterios del Diseño

Este proyecto utilizará topadoras de oruga, excavadoras hidráulicas, camiones, etc., así como otro equipo necesario para la construcción de caminos que serán adquiridos con fondos de la Cooperación Financiera No Reembolsable del Gobierno del Japón, por lo que deberán ser seleccionados teniendo en cuenta los siguientes puntos.

4.1.1 Condiciones Ambientales

En la estación lluviosa, para la seguridad del personal durante la construcción de caminos en las zonas onduladas se debe crear una sala de funcionamiento techado (toldo). Por el contrario, en la estación seca, para proteger el motor contra el polvo se ha decidido colocar una cubierta protectora. En la planta trituradora de rocas se produce un desgaste rápido por erosión de las partes giratorias, lo que afecta el funcionamiento de la maquinaria.

4.1.2 Capacidad Administrativa y de Mantenimiento del Organismo Encargado de las Obras

Tanto el MOPC como el encargado del proyecto tienen gran experiencia en la construcción de caminos. Se ha establecido un sistema de capacitación para la reparación y mantenimiento de la maquinaria de construcción. Así mismo, el personal cuenta con suficientes conocimientos teóricos y prácticos sobre la maquinaria en uso por lo que no existen problemas en la capacidad administrativa para la implementación del proyecto y manejo de maquinaria.

4.1.3 Alcance y Nivel de la Maquinaria Adquirida

Ya que el MOPC cuenta con suficiente experiencia en lo que a la maquinaria existente se refiere, es deseable que la nueva maquinaria y equipo a ser entregado concuerde con los modelos estándar existentes, lo que conllevará al uso de los mismos repuestos y a la facilidad en el mantenimiento de los mismos.

4.1.4 Maquinaria Adquirida en Terceros Países

La maquinaria para construcción seleccionada para este proyecto, es fabricada y vendida no sólo en Japón, sino también en los países limítrofes de Brasil, Argentina, etc. De acuerdo a las especificaciones, precio, adquisición de repuestos, servicio posventa, etc., puede ser conveniente adquirir la mayoría del equipo en terceros países debido a razones de

transporte, obtención de repuestos, etc.

4.1.5 Cronograma de Obras

Los preparativos para la adquisición de la maquinaria hasta su entrega pueden durar alrededor de 10 meses. Sin embargo, dadas las condiciones de transporte locales, será más conveniente evitar la estación lluviosa y realizar la entrega en la estación seca (de diciembre a marzo).

4.2 Plan Básico del Proyecto

Los equipos de construcción adquiridos para este proyecto se instalarán en la oficina de servicios para carreteras regionales de Itapúa. Una vez la Cooperación Financiera No Reembolsable del Japón sea concluida, el equipo y materiales mostrado a confirmación para este proyecto deberán ser adquiridos a través del fondo de la misma (el siguiente Cuadro es similar al Cuadro-3.3 del Capítulo anterior).

(1) Maquinaria y Equipo

Cuadro-4.1 Lista de Maquinara Solicitada

Item	Maquinaria	Especificaciones	Cantidad
A. Planta trituradora de rocas			
1	Compresor	10-12 m ³ /min. 100 PS	1
2	Carrito perforador	5 tons	1
3	Martillete manual	Tipo sirker	10
4	Planta trituradora	80-100 t/h	1
5	Topadora de oruga	190 HP c/escarificador	1
6	Cargadora de rueda	2,5 m ³ , 150 HP	2
7	Camión volquete	8,0 m ³ , 280 PS 6x4	6
8	Motobomba para agua	3" salida, 5 HP	1
B. Maquinaria para pavimentación con asfalto			
9	Mezcladora de áridos		0
10	Planta asfáltica	60-80 t/h	1
11	Terminadora pavimento	100 t/h	1
12	Comp. neumático	8,5 tons, 90 HP	2
13	Comp. vibratorio	10 tons, 130 PS	1
14	Distribuidor asfalto	6.000 lts, 180 PS	1
C. Maquinaria de construcción			
15	Topadora de oruga	170 HP c/escarificador	4
16	Cargadora de rueda	2,5 m ³ , 150 HP	4
17	Motoniveladora	Cuchilla de 3,7 m de largo, 150 HP	5
18	Tractor agrícola	110 HP	3
19	Tractor agrícola	140 HP	4
20	Trailla hidráulica	Balde de 3,0 m ³	4
21	Rastras de discos	Discos 26"-28" diámetro	2
22	Camión cisterna agua	10.000 lts, 280 HP	2
23	Compact. vibratorio	Rodillo liso, 10 t, 130 HP	2
24	Tambor pata de cabra	Intercambiable con ítem 23	1
D. Vehículos para transporte y maquinaria auxiliar			
25	Camión volquete	5,0 m ³ , 220 HP 4 x 2	18
26	Comp. pata de cabra	Arrastre, doble rodillo	1
27	Camioneta doble cabina	4WD	1
28	Camioneta	4WD, 1.000 kg	3
29	Furgoneta	4WD, 9 personas	1
30	Camión plataforma	Con grúa de 3 tons	1
31	Camión taller equipado	Para reparaciones menores	1
32	Camión de lubricación	Para mant. preventivo	1
33	Equipamiento taller	Herramientas requeridas	1 juego
34	Barredora	Limpieza base p/pavimentac.	1
35	Equipo comunicación	Radio, especificaciones Paraguay	1 juego
36	Equipo topografía	Teodolito, nivel, cinta	1 juego
37	Equipo laboratorio	Prueba asfalto, base	1 juego
38	Equipo de báscula	Capacidad 50 tons	1
39	Tanque combustible	15.000 lts	2
40	Retroexcavadora	Capacidad balde 0,5 m ³	1
41	Lavadora de equipo	Presión agua caliente	1
42	Equipo computación	120 MB, Impresora	1 juego
43	Carr. transportador	Capacidad carga 30 tons	1
44	Compresor	5 m ³ /min, 45 PS, 7,0 kg/cm ²	1
45	Transformador	450 KVA	2
46	Repuestos	p/2.700 hs de operación, 5-15% de precio FOB	1 juego

(2) Material

- Asfalto 1.700 toneladas

4.3 Plan de Adquisiciones

4.3.1 Criterios para las Adquisiciones

La adquisición de la maquinaria para la construcción de carreteras deberá hacerse conjuntamente con la adquisición de vehículos y equipo auxiliar relacionados, además de los repuestos, utilizando los fondos generales de la Cooperación Financiera No Reembolsable del Gobierno del Japón.

- Adquisición del equipo de construcción de carreteras
(incluyendo repuestos, capacitación para el uso y mantenimiento de la maquinaria cuando se entrega la misma)
- Adquisición de las plantas trituradora y de concreto asfáltico
(incluyendo capacitación y asesoramiento para la instalación de las mismas y operaciones de prueba)
- Adquisición del cemento asfáltico
- Administración y control de las adquisiciones

El organismo responsable por la parte paraguaya es el MOPC, y el lugar de recepción e inspección de la maquinaria de construcción y otros bienes transportados se realizará en el taller de servicios central del MOPC, cerca de la Ciudad de Asunción, capital del Paraguay (Ciudad de San Lorenzo).

Debido a que parte de la maquinaria se adquirirá de terceros países, en este caso países vecinos, la entrada de la misma será por la Ciudad de Este para el Brasil y la Ciudad de Encarnación para Argentina respectivamente.

4.3.2 Plan de Control y Administración de las Adquisiciones

El control de las adquisiciones para este proyecto deberá iniciarse con los preparativos para la adquisición de la maquinaria para la construcción y finalizará con la inspección y entrega en el lugar de destino. Esta responsabilidad recaerá sobre la consultora japonesa contratada por el Gobierno de la República de Paraguay. La capacitación inicial para el uso y mantenimiento de la maquinaria para construcción adquirida será impartida por técnicos de la empresa vendedora bajo el control de la consultora.

De acuerdo con la Cooperación Financiera No Reembolsable del Japón, la maquinaria y equipo deben ser adquiridos en el Japón. Sin embargo, tomando en cuenta los costos de transporte y el hecho de que en Paraguay están muy familiarizados con la maquinaria de construcción producida en países vecinos, la mayoría será adquirida de terceros países, a excepción de la maquinaria especial y de precisión, que en su totalidad será adquirida del Japón.

4.3.3 Cronograma de Obras

El Cuadro-4.2 muestra la calendarización de las obras.

Cuadro-4.2 Cronograma de Obras

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Diseño de obras	Estudio local			Trabajos en Japón									
Entrega e Instalación						Adquisición							
							Transporte		Transporte en Paraguay		Capacitamiento		

4.3.4 Presupuesto a cargo de la Contraparte Paraguaya

La República de Paraguay no se hará cargo de ningún gasto.

CAPITULO 4 PLAN BASICO

Segunda Parte Puentes

4.4 Criterios para el Diseño Básico

El Diseño Básico del presente Proyecto deberá tener en cuenta las condiciones naturales del lugar de construcción del puente y el nivel tecnológico de la construcción en el Paraguay, materiales disponibles localmente, posibilidades de mantenimiento por parte de la Dirección de Vialidad, etc. Se han tenido en cuenta estos aspectos para establecer los siguientes criterios básicos para el diseño.

- ① En el Paraguay no existen terremotos, por lo que los puentes existentes se han construido sin tomar en cuenta la carga de sismo para el diseño de los mismos. Por lo tanto, en este Proyecto tampoco se considerará la carga de sismo en el diseño.
- ② Se tendrán en cuenta los antecedentes de las empresas constructoras del Paraguay y se confeccionará un método de trabajo que ponga énfasis en la seguridad sin que por ello se haga más difícil el trabajo.
- ③ Dado a que en Paraguay existe una amplia experiencia en construcción de puentes y pudiéndose utilizar al máximo los materiales locales, se realizará un diseño básico con puentes de hormigón que maximizará las oportunidades de empleo.
- ④ Debido a que en la actualidad no se ha confeccionado un plano detallado de caminos, se asignará una altura de franqueo (debajo de la viga) de 1,0 metro sobre el nivel de crecientes.
- ⑤ Se construirán los puentes tomando en cuenta la forma de los caminos existentes y siguiendo la línea recta del camino.
- ⑥ Se elegirán materiales a los que se les pueda proporcionar un mantenimiento fácil, elaborando un diseño tal que disminuya al mínimo los costos de mantenimiento.
- ⑦ En el marco del sistema de Cooperación Financiera No Recembolsable del Gobierno del Japón, se establecerá la confección de un diseño que ejecute y finalice las obras en el menor período de tiempo posible y de un plan de obras que tenga en cuenta el aspecto económico del proyecto.

4.5 Establecimiento de las Condiciones de Diseño

En relación a las normas y condiciones del diseño de este proyecto, se establecieron los puntos que se describen a continuación, resultado de una serie de discusiones llevadas a cabo entre representantes del Gobierno de Japón y de la Dirección de Vialidad (técnicos responsables de puentes) del MOPC de la República de Paraguay.

(1) Normas aplicables

En la Dirección de Vialidad del MOPC del Paraguay no existen normas de diseño de estructuras para carreteras (muros de retención, puentes, etc.), por lo que se aplicarán las normas que se describen a continuación:

- | | |
|-------------------------------|--|
| - Estructura geométrica: | Norma de diseño de caminos rurales
(Paraguay) |
| - Puentes de hormigón: | Manual de caminos y puentes (III)
(Asociación de Caminos del Japón) |
| - Edición de infraestructura: | Manual de caminos y puentes (IV)
(Asociación de Caminos del Japón) |

(2) Dimensiones (velocidad de diseño: 80 km/hora)

	Sección de caminos	Sección de puentes
Calzada	6,5 m	6,5 m
Arcén	1,5 m	1,0 m
Pendiente transversal	2,5 %	2,5 %
Pavimentación	Asfalto (t = 70 mm)	Asfalto (t = 70 mm)

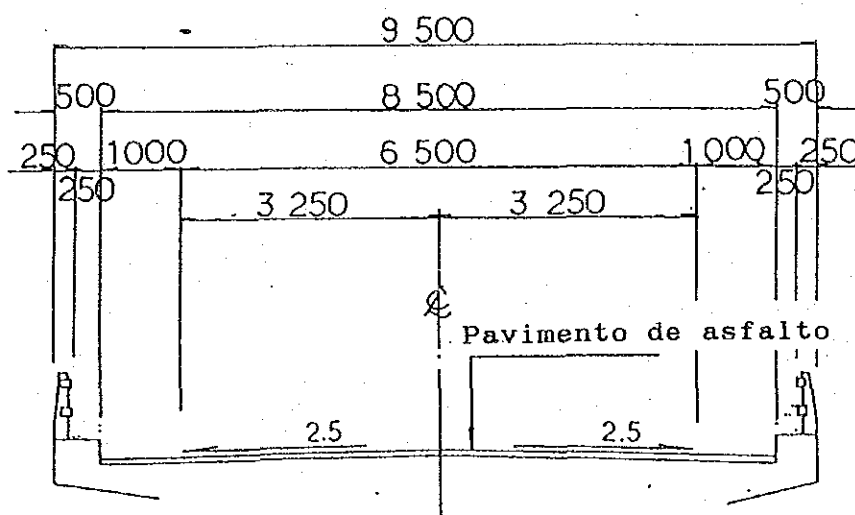


Figura-4.1 Dimensiones del Puente

(3) Altura de franqueo (debajo de la viga)

La altura de franqueo para este proyecto se considerará de 1,0m. Si bien la altura de franqueo mínima para flujo de ríos es de 0,6 m de acuerdo con el reglamento de estructuras para ríos del Japón, se tomará por razones de seguridad una altura de franqueo de 1,0 m, tomando en cuenta la medición del caudal de ríos naturales ubicados en la zona abarcada por el Proyecto así como el arrastre de troncos por los mismos, como se ha podido observar en el estudio de campo.

(4) Carga dinámica de diseño

En Paraguay, prácticamente todos los puentes han sido diseñados utilizando la norma HS20 de la AASHTO, y la carga dinámica de diseño toma en cuenta los vehículos de transporte de la región considerada. Por lo tanto, se utiliza como la carga dinámica de diseño la norma HS20 de la AASHTO.

(5) Carga de sismo

En Paraguay no hay terremotos, por lo que para los puentes existentes no se consideró una carga de sismo. Por lo tanto, para los puentes de este proyecto tampoco se considerará la carga de sismo en el diseño.

(6) Otras cargas

a) Cargas principales

Se puede decir que las cargas que actuarán normalmente en el diseño son las siguientes:

- Carga muerta
- Carga de impacto
- Presión del suelo
- Presión del agua
- Sustentación hidráulica (flotación)
- Influencia del escurrimiento plástico (creep) en el concreto
- Influencia de la contracción por desecación del concreto
- Variación de la humedad en el concreto

b) Se consideran las siguientes cargas especiales

- Cargas vivas en el periodo de ejecución de la obra
- Otras cargas

c) Peso específico de los materiales

El peso específico de los materiales en términos de la carga muerta son los siguientes:

Hormigón armado	2.500 kg/m ³
Hormigón	2.350 kg/m ³
Hormigón pretensado	2.500 kg/m ³
Concreto asfáltico para pavimento	2.300 kg/m ³
Acero	7.850 kg/m ³

(7) Metodología de diseño

Para el cálculo de estructuras y materiales de los puentes (superestructura e infraestructura), se calculó la sección en base al análisis estructural utilizando el método de elasticidad, verificando que los esfuerzos de tensión de los materiales a utilizar se encuentren dentro del rango permitido, así como la verificación de que los materiales no fallen al aplicárseles la carga final de diseño.

(8) Resistencia del material

La resistencia de los principales materiales utilizados se detalla a continuación.

- Hormigón:

Resistencia estándar según diseño

Viga principal (HA)	Fc	240 kgf/cm ²
Viga principal (HP)	Fc	300 kgf/cm ²
Losa	Fc	240 kgf/cm ²
Soporte	Fc	210 kgf/cm ²

- Acero (armazón de hierro):

Resistencia fluencia Fy 5.000 kg/cm² (especificación japonesa SD345)

Cuadro-4.3 Barillas de Hierro

Díámetro (mm)	Area (mm)	Perímetro (mm)	Peso (kg/m)
6	28,27	18,85	0,222
8	50,26	25,13	0,393
10	78,54	31,42	0,624
12	113,09	37,69	0,888
16	201,06	50,26	1,570
20	314,16	62,83	2,480
25	490,87	78,54	3,930
32	804,25	100,53	6,240

- Acero en vigas HP (JIS 3536)

Esfuerzo tensión: 165 kgf/mm² SWPRI

4.6 Selección del Tipo de Construcción de Puentes

4.6.1 Ubicación de los Puentes

Para cada lugar donde se va a construir un puente, no existe actualmente un diseño detallado del camino. Será necesario construir el puente en un lugar que no se encuentre muy alejado del camino existente y en una posición tal que quede en línea recta con respecto al camino.

Así mismo, en el lugar de construcción del puente se encuentran localizados cables del tendido eléctrico y telefónico, excepto en el caso de los puentes No. 5-2, que dificultarán la realización de las obras por lo que la contraparte paraguaya deberá encargarse de removerlos antes de iniciar los trabajos de construcción. En el caso del puente No. 5-3, debido a que éstos coinciden con los cables aéreos, será necesario cambiar la línea del tendido eléctrico por la contraparte paraguaya. El Cuadro-4.4 muestra la posición de construcción del puente con respecto al río.

Cuadro-4.4 Posición de Construcción de los Puentes y Posición del Cable Aéreo

No. de puente	Posición de la construcción del puente			Posición del cable aéreo	
	Río arriba	Río abajo	Puente actual	Río arriba	Río abajo
1-1			○	○	○
1-4			○		○
1-5			○		○
1-6			○		○
5-1		○			○
5-2		○			
5-3	○			○	

4.6.2 Selección del Tipo de Superestructura

El tipo de superestructura se seleccionará en base a condiciones naturales tales como la topografía, geología, caudal de agua, etc., y según la carga calculada, en base a los resultados obtenidos hasta el momento en todos los puentes de Paraguay.

En Paraguay se limita la longitud L de la viga a 15,0 m, utilizándose vigas T de hormigón armado para longitudes menores de 15 m ($L < 15\text{m}$) y vigas compuestas de hormigón pretensado para longitudes mayores de 15 m ($\text{Long} \geq 15\text{m}$). La longitud de las vigas a ser utilizadas en la construcción de puentes durante este proyecto es de luces que varían entre los 10 m y 30 m, limitándose así el tamaño de las mismas en la construcción de puentes.

(1) Para el caso en que la viga del puente es de 10 m de largo

Los 3 puentes a construir que se adaptan a este tipo se construirán en lugares donde es comparativamente escaso el caudal de agua, siendo posible las operaciones de apoyo y mantenimiento en el lugar de construcción.

Por lo tanto, se construirán los puentes utilizando losas de hormigón armado (puente con losa HA) o bien vigas T de hormigón armado (viga T de HA).

Sin embargo, para vigas de 10 m de largo, el puente de losa de HA precisaría de un espesor prácticamente similar al peralte de la viga T de HA, produciéndose un incremento en los costos de la obra. Si se trata de economizar, se debería utilizar la viga T de HA. La Dirección de Vialidad del MOPC fabrica vigas T de HA entre 4,0 m y 15,0 m de largo según las normas de diseño, debido a la diversidad de usos que se les puede dar, por lo que se llevó a cabo la planificación de los mismos en base al diseño y uso de vigas T de HA.

A continuación se puede observar la comparación de ventajas y desventajas entre las losas de HA y las vigas T de HA:

Cuadro-4.5 Comparación de Ventajas y Desventajas entre las Losas de HA y las Vigas T de HA

	Losas de Hormigón Armado HA	Vigas T de Hormigón Armado HA
Longitud	4 - 10 m	10 - 20 m
Estructura	La estructura es simple pero la relación entre el peso total y el peso muerto es mayor y las condiciones del corte son adversas.	Se utiliza una forma T para aligerar el peso bruto de las losas y el corte es más racional.
Construcción	Las condiciones del corte son simples y la colocación del encofrado y armado es fácil.	comparado con las losas, la colocación del encofrado y armado es más difícil.
Economía	Comparando pesos, el peso de la losa de HA es mayor que el de la viga T de HA, por lo que el peso de la estructura aumenta.	Comparado con los puentes de losas es más económico

(2) Para el caso en que la viga del puente es de 15 m de largo

La construcción de puentes que se adapta a este tipo es aquella que se proyectó para el tramo La Paz-Fram, en donde el caudal del río es un factor importante. Si se toman en cuenta los resultados obtenidos hasta el momento en todos los puentes de Paraguay, se pueden utilizar ya sea las vigas T de HA o las vigas compuestas de hormigón pretensado

(viga compuesta HP) para el modelo de construcción. Como resultado del estudio comparativo, se ha podido observar que si bien es más económico el uso de vigas T de HA, se dificultan los trabajos de construcción durante el período de lluvias por las condiciones del río, por lo que el período de construcción se ve limitado a la estación seca, prolongándose de esta manera la duración y calendarización de las obras. La viga compuesta HP no es tan ventajosa económicamente, sin embargo si se utiliza la misma, se ve facilitado el trabajo de construcción del puente y un acortamiento en la duración y calendarización de las obras. Debido a que el programa de construcción de puentes se hace a través del sistema de Cooperación Financiera No Reembolsable del Gobierno del Japón, se considera de mayor conveniencia el uso de vigas compuestas HP, dándole mayor importancia a la calendarización y duración de las obras y a las obras en sí, tomando en cuenta que el período en el que pueden ejecutarse las mismas es generalmente limitado. Estas comparaciones se pueden observar en el Cuadro-4.6.

(3) Para el caso en que las vigas del puente son de 25 m y 30 m

Si bien para el caso en que las vigas son comparativamente largas se pueden utilizar vigas T de HP o compuestas HP, se utilizarán vigas compuestas HP en base a los resultados obtenidos hasta el momento en todos los puentes de Paraguay.

Cuadro-4.6 Comparación de las Superestructuras

	Primer tipo : Viga T Simple de HA	Segundo tipo : Viga Compuesta Simple de HP
Dibujo del perfil		
Obras	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se puede llevar a cabo la construcción sin utilizar maquinaria complicada. 2. Para poder llevar a cabo las obras a tiempo y adecuadamente, éstas se limitarán a la estación seca (abril - septiembre) debido al gran caudal de agua de los ríos en la estación lluviosa. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Debido a que las vigas son ligeras, es posible su instalación con un camión-grúa pequeño. 2. Debido a que las vigas serán fabricadas cerca del sitio de construcción de los puentes, consideraciones sobre el periodo de construcción no serán tan importantes.
Periodo de duración de la obra	3,5 meses	2,0 meses (no incluyendo la construcción de vigas)
Diferencia de costos de construcción	1,00	1,10
Evaluación	Si bien es económicamente ventajoso, existen dificultades tanto en la construcción como en la calendarización de obras.	Si bien es ventajoso tanto en el aspecto constructivo como en la calendarización de obras, presenta menos ventajas económicas.

(4) Tipos de superestructura

Cuadro-4.7 Tipos de Superestructura

No. de puente	Longitud de Puente	Superestructura	Instalación
1-1	10,0 m	Viga T de HA	Con soporte
1-4	15,0 m	Viga compuesta de HP	Uso camión con grúa
1-5	15,0 m	Viga compuesta de HP	Idem
1-6	25,0 m	Viga compuesta de HP	Uso viga temporal
5-1	10,0 m	Viga T de HA	Con soporte
5-2	10,0 m	Viga T de HA	Idem
5-3	30,0 m	Viga compuesta de HP	Uso viga temporal

4.6.3 Tipo de Infraestructura, Construcción de Bases

El Informe del Plan de Incremento de los Productos Principales de la Zona Central del Departamento de Itapúa de la República de Paraguay (marzo de 1988, JICA) indica que el suelo de esta región es tierra rojiza con base de roca basáltica. En tres lugares donde se construirán puentes se ha confirmado el afloramiento de la roca. En los demás lugares se han realizado investigaciones geológicas en la etapa del Diseño Básico y se ha comprobado que a una profundidad entre los 3,2 m y 5,6 m existe una base rocosa (basáltica). Según las investigaciones, al hacer perforaciones de la capa basáltica superior se ha encontrado grava, por lo que se piensa que hay un grado de erosión muy avanzado.

(1) Tipo de base

Debido a que la capa basáltica está en una capa relativamente poco profunda, se utilizará esta capa como base del puente. Se ha decidido hacer perforaciones en la capa base debido a que la parte superior de la capa base está erosionada, como lo verifican las muestras obtenidas en las perforaciones de prueba.

(2) Tipo de infraestructura

Debido a que la altura del puente desde la cota del camino a la de la capa base es de 6,0 a 8,5 m, se ha decidido utilizar vigas en forma de T invertida.

4.7 Contenido del Diseño Básico

4.7.1 Diseño de la Superestructura

(1) Vigas de Hormigón Pretensado HP

Se utilizarán las vigas principales de HP debido a que ya han sido utilizadas en el Paraguay con anterioridad, considerando su instalación (limitaciones de peso) y diseño de secciones según las normas de la AASHTO. Se instalarán losas de 18 cm de espesor debido a que las vigas principales estarán empotradas 1 - 2 cm dentro de la losa.

A continuación se enumeran otros detalles:

- ① El hierro de la viga principal de HP utilizará cables de acero de 12,4 mm de diámetro. En el caso de un puente de 30 m de longitud, se colocarán 4 cables (12S12.4), para puentes de 25 m 3 cables (12S12.4) y para puentes de 15 m se colocarán 3 cables (7S12.4).
- ② El hierro de las vigas laterales de HP será uniforme y será el mismo que para la viga principal, con cables de 12,4 mm, colocándose 1 cable (3S12.4) por viga.
- ③ Se utilizarán amortiguadores elásticos de caucho ya que éstos no requieren mantenimiento.
- ④ Debido a que la dilatación y contracción son mínimas y por la misma razón que los amortiguadores de elasticidad, se utilizarán dispositivos de caucho. Debido a que circularán vehículos pesados se utilizarán los de tipo soporte.
- ⑤ Las barandas laterales, sus bases e instalación serán del mismo material y forma que el empleado en los puentes actuales.
- ⑥ El pavimento será de concreto asfáltico con un espesor de 70 mm.

En la Figura-4.2 a continuación se puede apreciar un corte transversal de la superestructura.

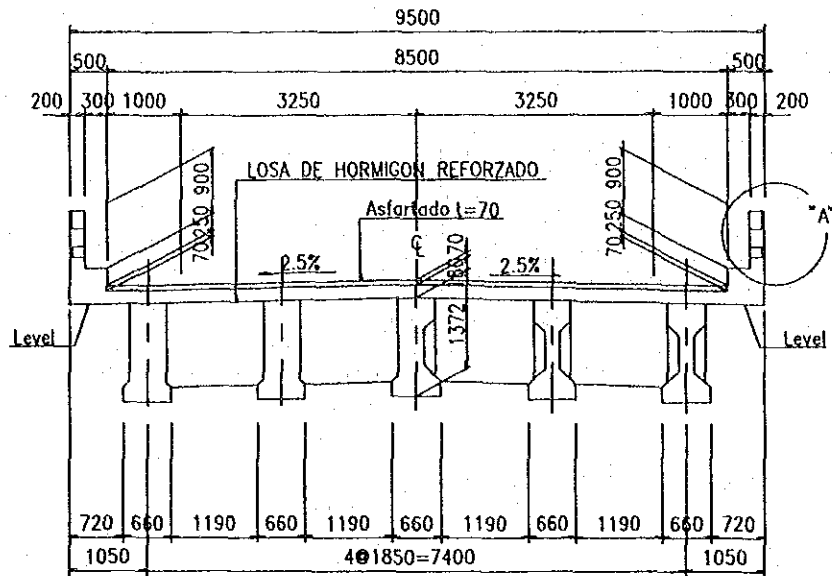


Figura-4.2 Vista en corte de la Viga de Hormigón Pretensado (Viga de HP)

(2) Viga T de Hormigón Armado (HA)

La viga T de hormigón armado (viga T de HA) utilizará barras de hierro de diámetro igual o menor a 25 mm (D25) ya que las de 32mm (D32) se fabrican sólo bajo pedido.

En Paraguay, debido a que los trabajos de fabricación no son muy exactos, no se construyen ménsulas en las columnas. En este Proyecto también se aplicarán las mismas consideraciones por lo que no se instalarán las mismas, utilizando losas de 20 cm de espesor.

Los amortiguadores elásticos, dispositivos de dilatación y contracción, etc., a utilizarse serán los mismos que para las vigas de HP.

En la Figura-4.3 a continuación se puede apreciar un corte transversal de la superestructura.

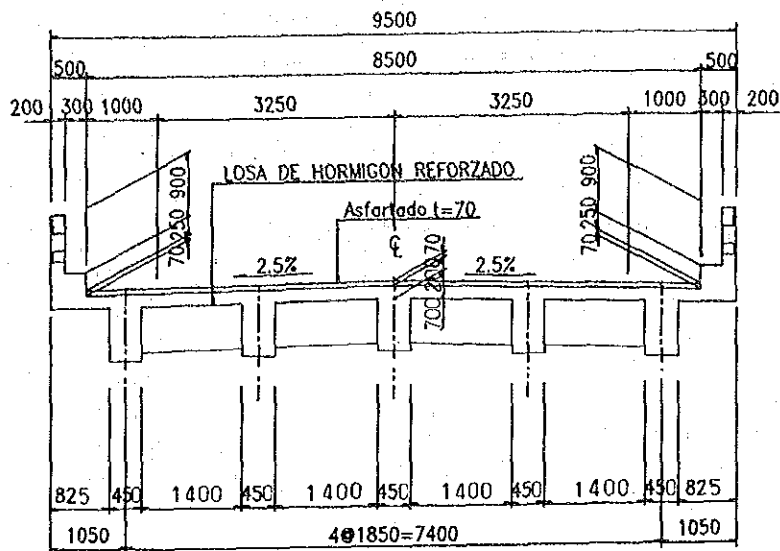


Figura-4.3 Vista en corte de la Viga T de Hormigón Armado (Viga T de HA)

4.7.2 Diseño de la Infraestructura

La infraestructura se decidirá en base al diseño de la superestructura, carga que soporta, condiciones geológicas, etc. Básicamente se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- ① El diámetro de las barras de hierro será igual al de las vigas T de HA, con barras de hierro de diámetro menor o igual a 25 mm (D25).
- ② Para el caso de los muros de contención se diseñarán la punta y el talón con pendiente para el caso en que la punta tenga una longitud mayor de 3 m.
- ③ La penetración en la capa base dependerá de la obtención de muestras de prueba (especialmente en el caso de los puentes 1-4 y 1-5).
- ④ Debido a que la capa base es rocosa, la base será de hormigón con un espesor de 20 cm.
- ⑤ El relleno de la fundición de la base será de una mezcla de arcilla y arena (tosca).

A continuación se pueden apreciar las dimensiones y tipo de estribo en el Cuadro-4.8.

Cuadro-4.8 Tipo y Dimensiones del Estribo

Puente	Tipo	ESTRIBOS		Fundación
		Lado izquierdo (A ¹)	Lado derecho (A ²)	
1-1	Viga T invertida	6,00 m	6,00 m	Directa sin pilotes
1-4	Viga T invertida	8,50 m	7,50 m	Directa sin pilotes
1-5	Viga T invertida	8,00 m	7,00 m	Directa sin pilotes
1-6	Viga T invertida	7,50 m	7,50 m	Directa sin pilotes
5-1	Viga T invertida	7,50 m	7,50 m	Directa sin pilotes
5-2	Viga T invertida	6,50 m	6,50 m	Directa sin pilotes
5-3	Viga T invertida	6,00 m	8,00 m	Directa sin pilotes

4.7.3 Construcción de Muros de Contención en la Orilla

La arcilla empleada en el muro de contención (materiales locales) se erosionará fácilmente y será arrastrada por el caudal de agua. Para proteger el camino de acceso y la base del puente y evitar que el lodo vaya siendo arrastrado, se ha decidido colocar paredes de piedra aproximadamente a 10 m río arriba y río abajo del puente respectivamente.

4.7.4 Caminos de Acceso

La cota de diseño del puente será entre 0,5 y 3,0 m más alta que la del camino actual. Será necesario preparar terraplenes de acceso acumulando tierra y trazando los caminos de acceso al puente. El proyecto incluirá además del puente, los caminos de acceso, considerando las siguientes condiciones del proyecto:

- ① La velocidad proyectada, teniendo en cuenta las condiciones actuales, será de 60 km/h. La pendiente máxima según las normas de diseño de caminos regionales será de 6,0%.
- ② La longitud del terraplén deberá calcularse a partir de la pendiente y cuando la altura sea menor de 1,5 m, la longitud mínima deberá ser de 40 m, como se observa en el Cuadro-4.9.

Cuadro-4.9 Altura y Longitud del Terraplén

Puente	Altura (m)	Longitud en m (para cada lado : m)
5-2, 5-3	3,0	75
1-4	2,5	65
5-1	2,0	50
1-1, 1-5	1,5	40

4.7.5 Suministro de Caños Corrugados

De acuerdo al resultado de las investigaciones en el lugar, las condiciones topográficas en 5 de los 12 puentes a construirse, teniendo en cuenta el caudal y la superficie del río, reúnen las condiciones necesarias para colocar caños corrugados.

Además, cuando sea necesario tender un puente en otros lugares adicionales a los ya solicitados (por ejemplo, cuando se trace una nueva ruta) y en caso de cruzar arroyos, es posible utilizar caños corrugados. El suministro de este material a la República de Paraguay permitirá terminar los trabajos en todos los caminos proyectados (125 km) en el tiempo calculado, mejorando las condiciones de los mismos para que sean transitables en todo tipo de clima.

(1) Lugar de adquisición de los caños corrugados

Debido a la necesidad de un determinado grado de calidad en los caños corrugados, estos se adquirirán en Japón.

(2) Tipo y dimensiones de los caños corrugados

La forma del caño es cilíndrica y su diámetro será de Ø1,5 m y Ø2,0m, tomando en cuenta que no existen facilidades ni experiencia en el uso de los mismos. El espesor del caño corrugado en el caso de que haya un recubrimiento de tierra mínimo de 1,0 m deberá ser de 2,7 mm.

(3) Longitud de los caños corrugados

De acuerdo a los estudios en el lugar, la longitud de los caños corrugados será como se muestra en el Cuadro-4.10.

Cuadro-4.10 Caños Corrugados

Diámetro (mm)	Longitud (m)	Peso (t)	Unidad peso/ml
Ø1500	333,5	50,7	152 kg/m
Ø2000	83,5	16,3	198 kg/m
Total	416,0	67,0	

4.7.6 Planos del Diseño Preliminar

Adjunto se muestran los planos del Diseño Preliminar.

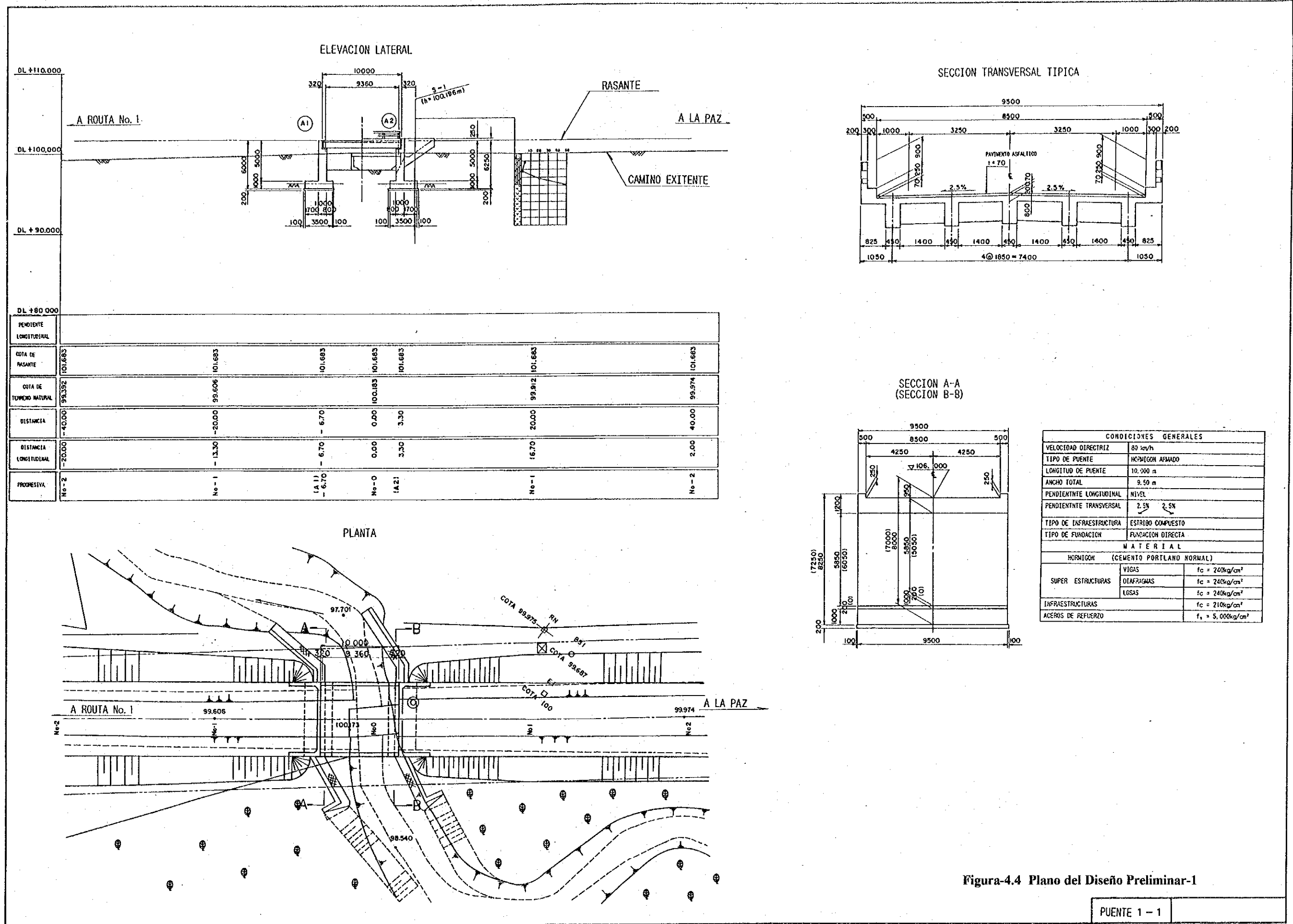
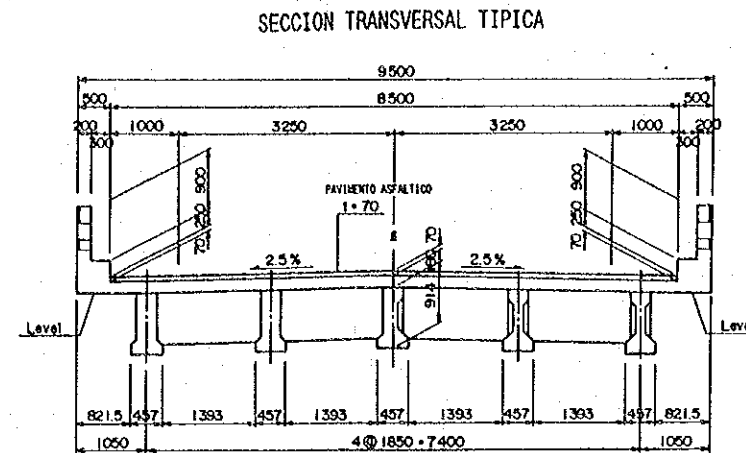
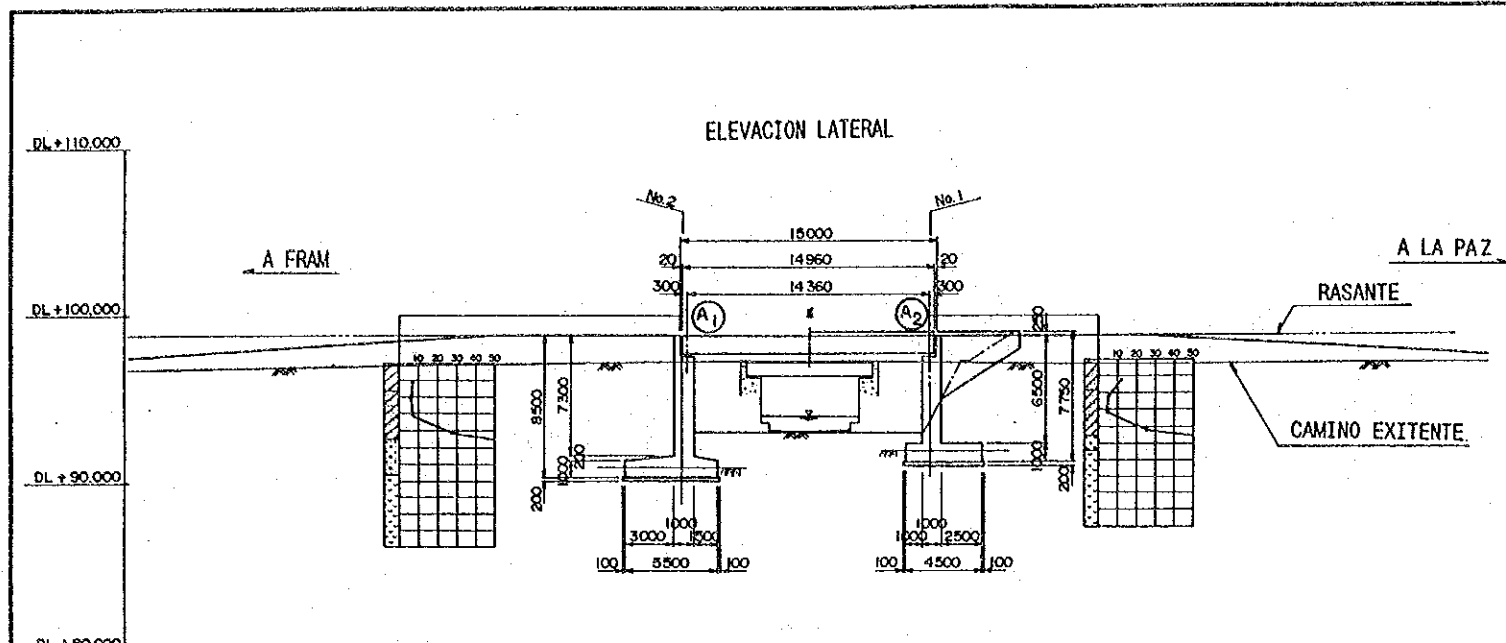
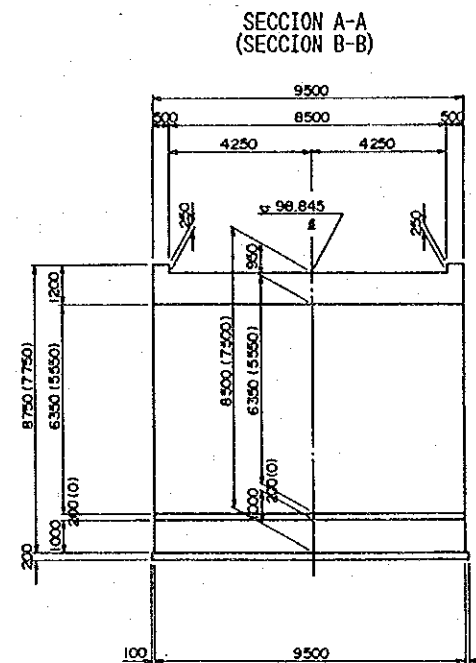
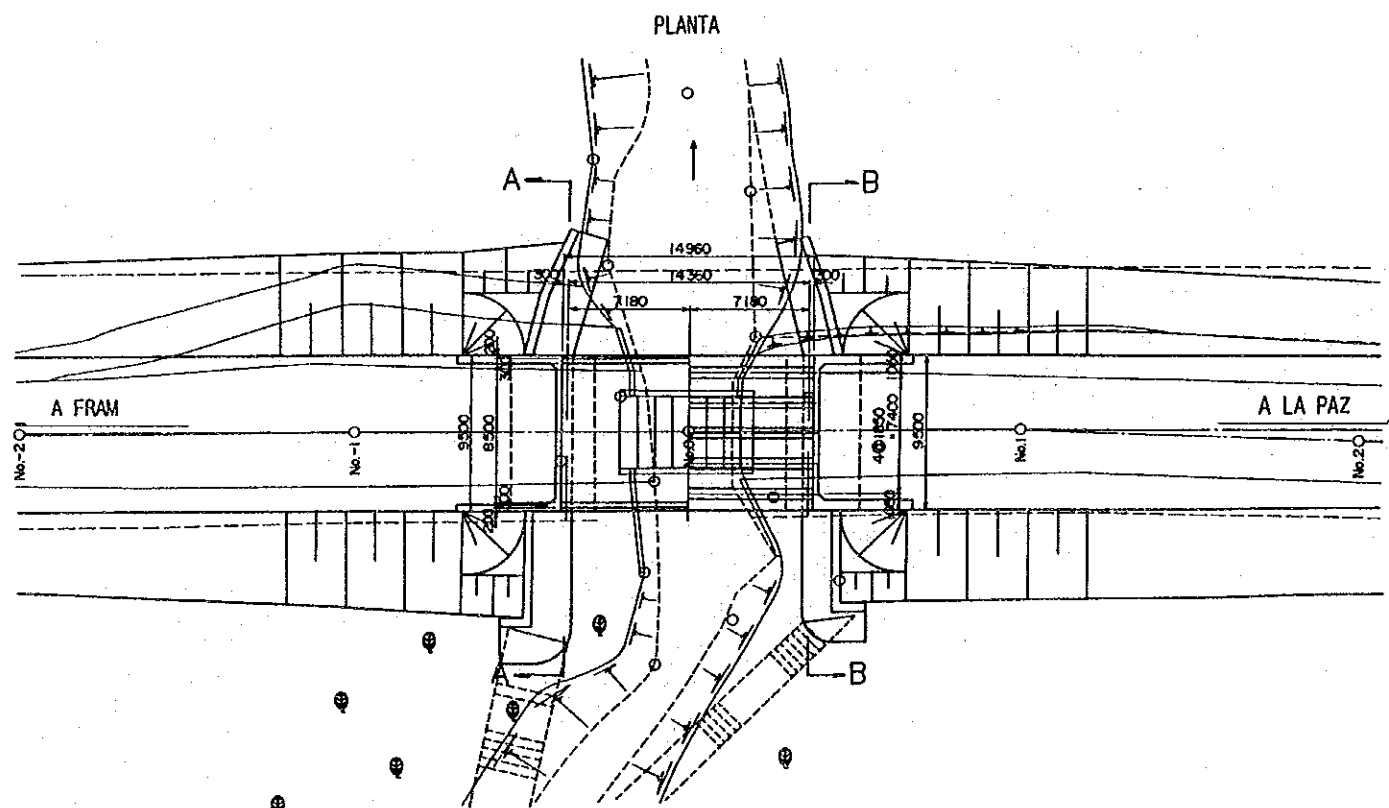


Figura-4.4 Plano del Diseño Preliminar-1

PUENTE 1-1



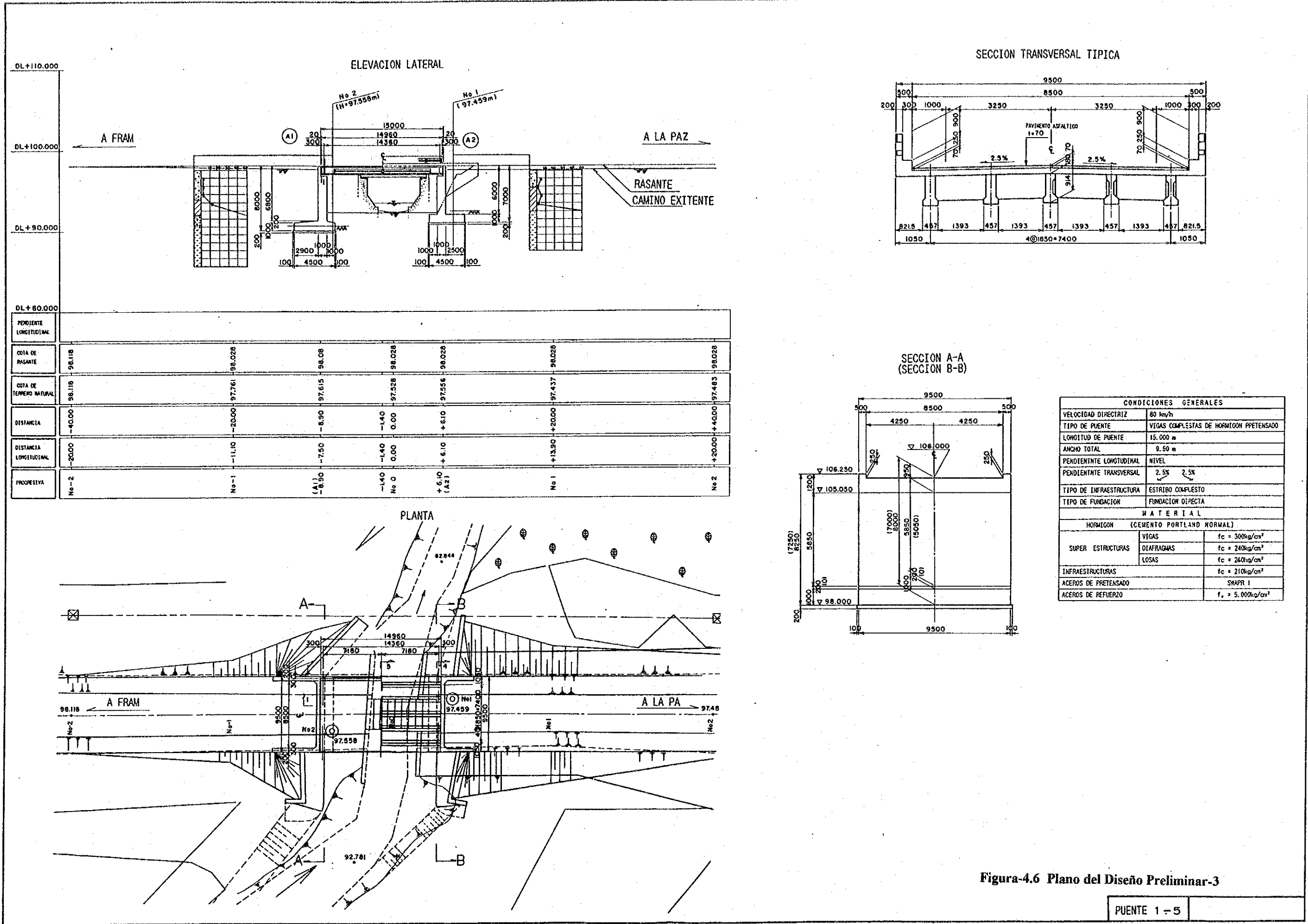
PENDIENTE LONGITUDINAL	i = 6.00%					
COTA DE RASANTE	97.645	98.845	98.845	98.845	98.845	97.645
COTA DE TERRENO NATURAL	96.799	96.919	97.345	97.154	97.154	97.197
DISTANCIA	-40.00	-20.00	-7.500	0.00	+7.500	+40.00
DISTANCIA LONGITUDINAL	-20.00	-12.500	-7.500	0.00	+7.500	20.00
PROCESIVA	No. 2	No. 1	(A1) -7.500	No. 0	(A2) +7.500	No. 1



CONDICIONES GENERALES		
VELOCIDAD DIRECTRIZ	80 km/h	
TIPO DE PUENTE	VIGAS COMPUESTAS DE HORMIGON PRETENSADO	
LONGITUD DE PUENTE	15.000 m	
ANCHO TOTAL	9.50 m	
PENDIENTE LONGITUDINAL	NIVEL	
PENDIENTE TRANSVERSAL	2.5% 2.5%	
TIPO DE INFRAESTRUCTURA	ESTRIBO COMPUESTO	
TIPO DE FUNDACION	FUNDACION DIRECTA	
MATERIAL		
HORMIGON (CEMENTO PORTLAND NORMAL)		
SUPER ESTRUCTURAS	VIGAS	$f_c = 300\text{kg/cm}^2$
	DIAPHRAGMAS	$f_c = 240\text{kg/cm}^2$
	LOSAS	$f_c = 240\text{kg/cm}^2$
INFRAESTRUCTURAS		$f_c = 210\text{kg/cm}^2$
ACEROS DE PRETENSADO	SMAPR I	
ACEROS DE REFUERZO		$f_s = 5.000\text{kg/cm}^2$

Figura-4.5 Plano del Diseño Preliminar-2

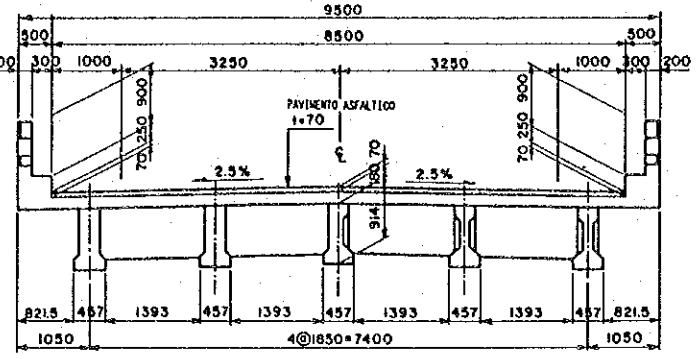
PUENTE 1-4



DL+110.000
DL+100.000
DL+90.000
DL+80.000

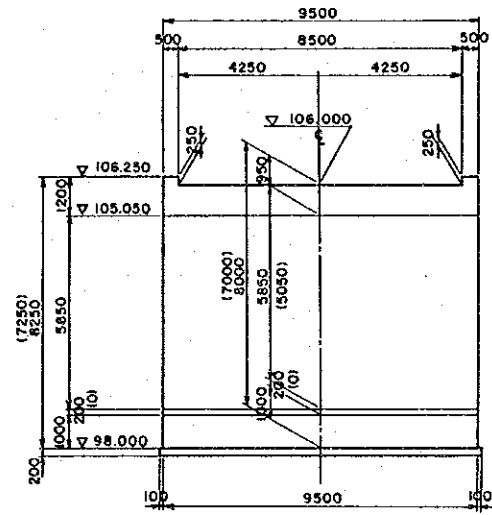
ELEVACION LATERAL

SECCION TRANSVERSAL TIPICA



PENDIENTE LONGITUDINAL										
COTA DE RASANTE	98.118	98.028	98.08	98.028	98.028	98.028	98.028	98.028	98.028	98.028
COTA DE TERRENO NATURAL	98.118	97.761	97.615	97.528	97.556	97.437	97.483	97.483	97.483	97.483
DISTANCIA	-40.00	-20.00	-8.90	-1.40	0.00	+6.10	+20.00	+40.00	+20.00	+40.00
DISTANCIA LONGITUDINAL	-20.00	-11.10	-7.50	-1.40	0.00	+6.10	+13.90	+20.00	+20.00	+40.00
PROGRESIVA	No-2	No-1	(A1) -8.90	-1.40 No 0	+6.10 (A2)	No 1	No 1	No 1	No 1	No 2

SECCION A-A
(SECCION B-B)



CONDICIONES GENERALES		
VELOCIDAD DIRECTRIZ	80 km/h	
TIPO DE PUENTE	VIGAS COMPLEJAS DE HORMIGON PRETENSADO	
LONGITUD DE PUENTE	15.000 m	
ANCHO TOTAL	9.50 m	
PENDIENTE LONGITUDINAL	NIVEL	
PENDIENTE TRANSVERSAL	2.5% 2.5%	
TIPO DE INFRAESTRUCTURA	ESTRIBO COMPLEJO	
TIPO DE FUNDACION	FUNDACION DIPECTA	
MATERIAL		
HORMIGON (CEMENTO PORTLAND NORMAL)		
SUPER ESTRUCTURAS	VIGAS	$f_c = 300\text{kg/cm}^2$
	DIAPRAGMAS	$f_c = 240\text{kg/cm}^2$
	LOSAS	$f_c = 240\text{kg/cm}^2$
INFRAESTRUCTURAS		$f_c = 210\text{kg/cm}^2$
ACEROS DE PRETENSADO		SMAPR 1
ACEROS DE REFUERZO		$f_s = 5.000\text{kg/cm}^2$

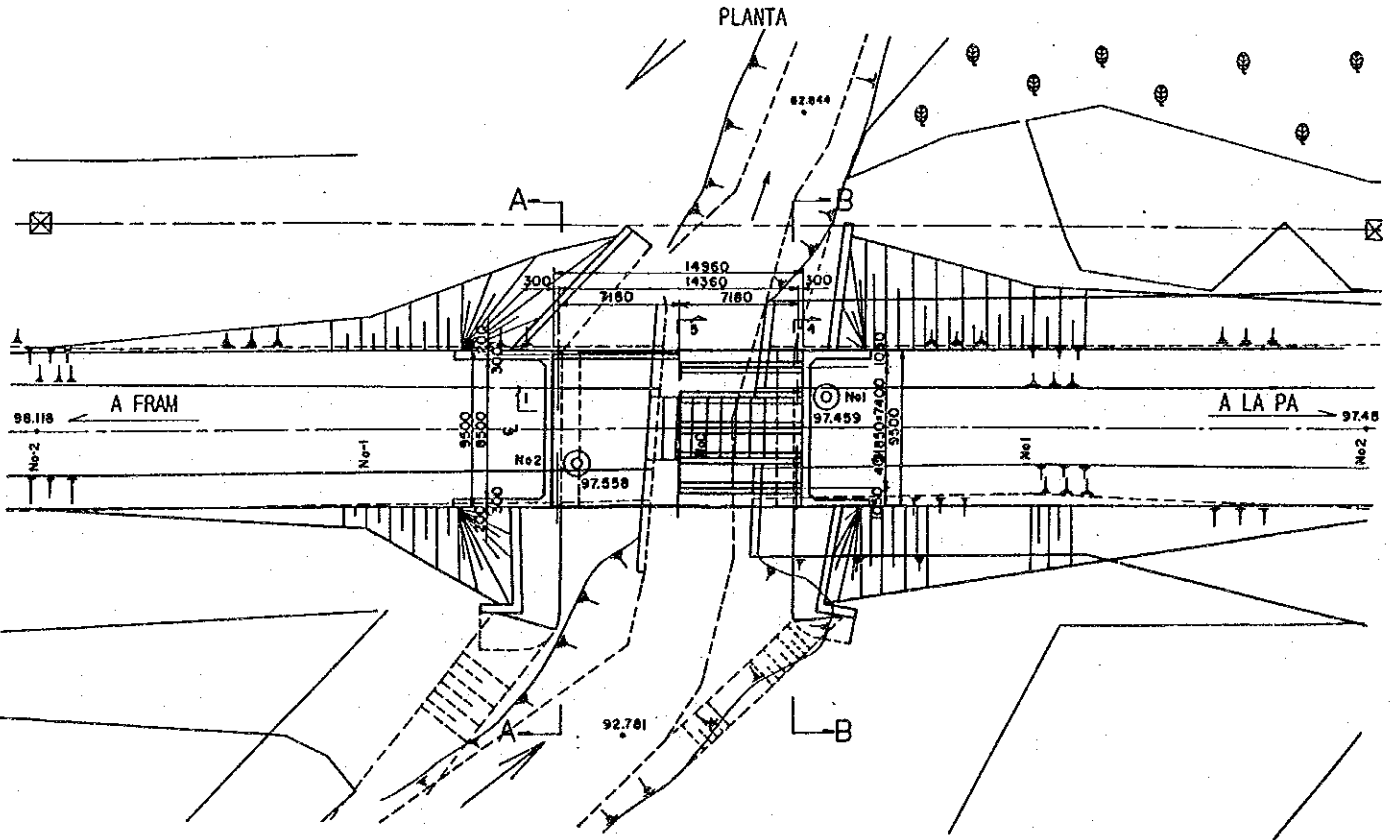
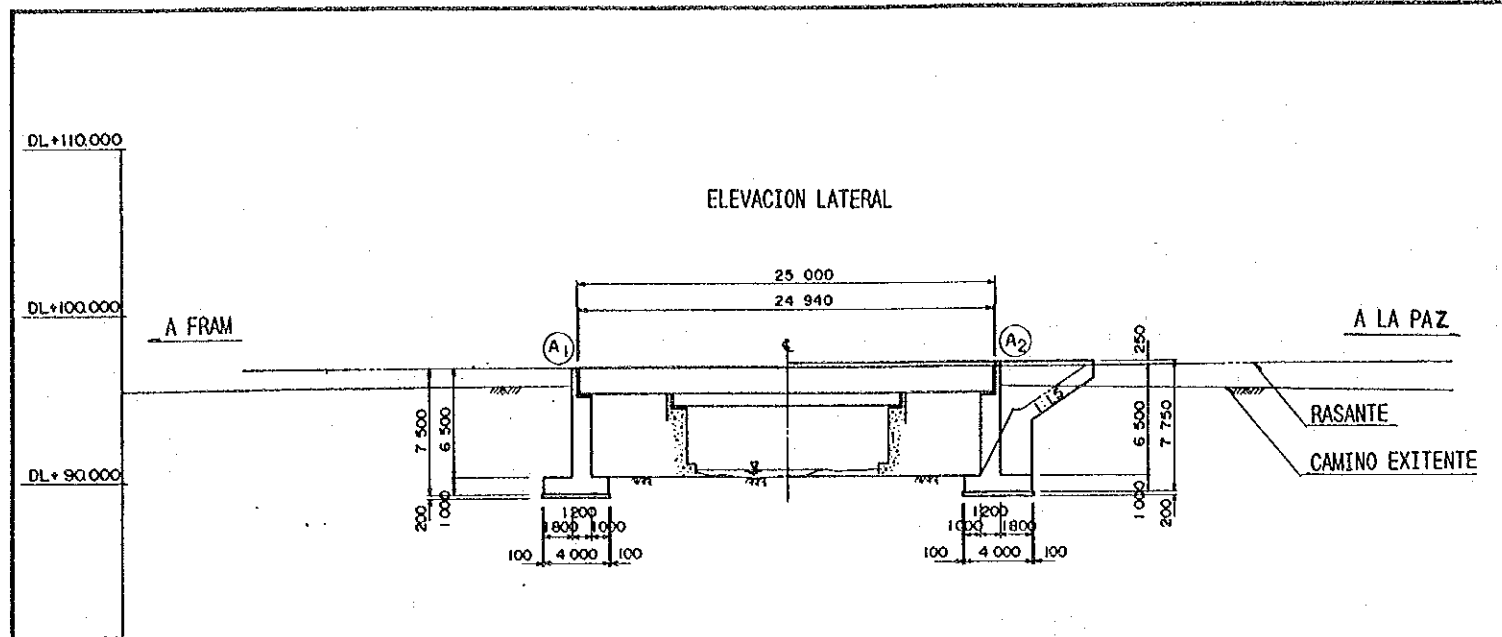
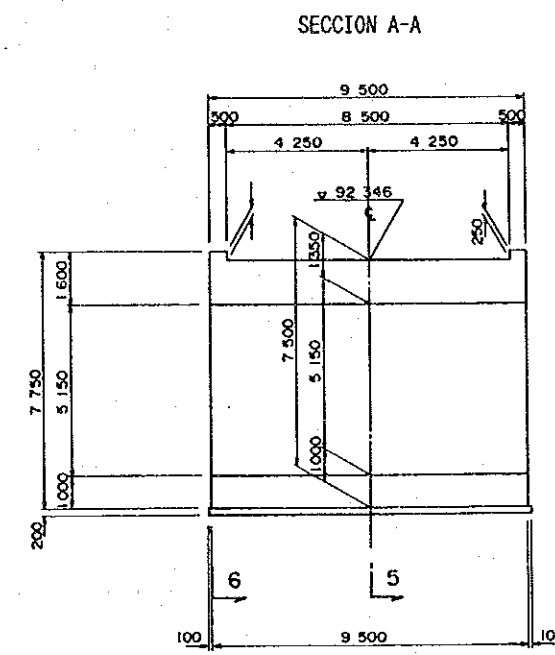
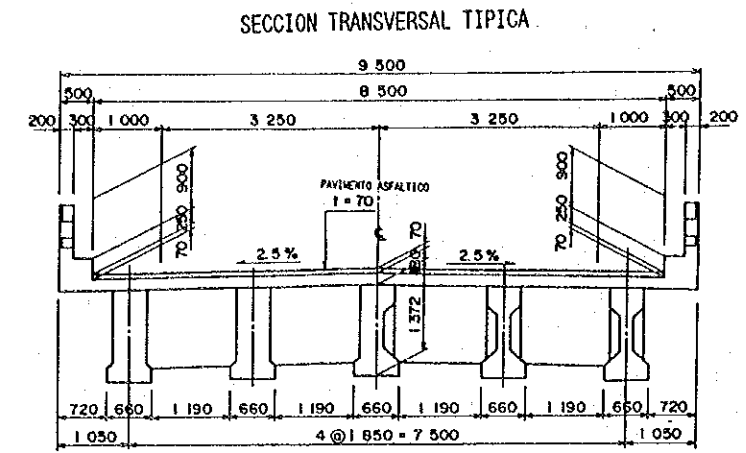
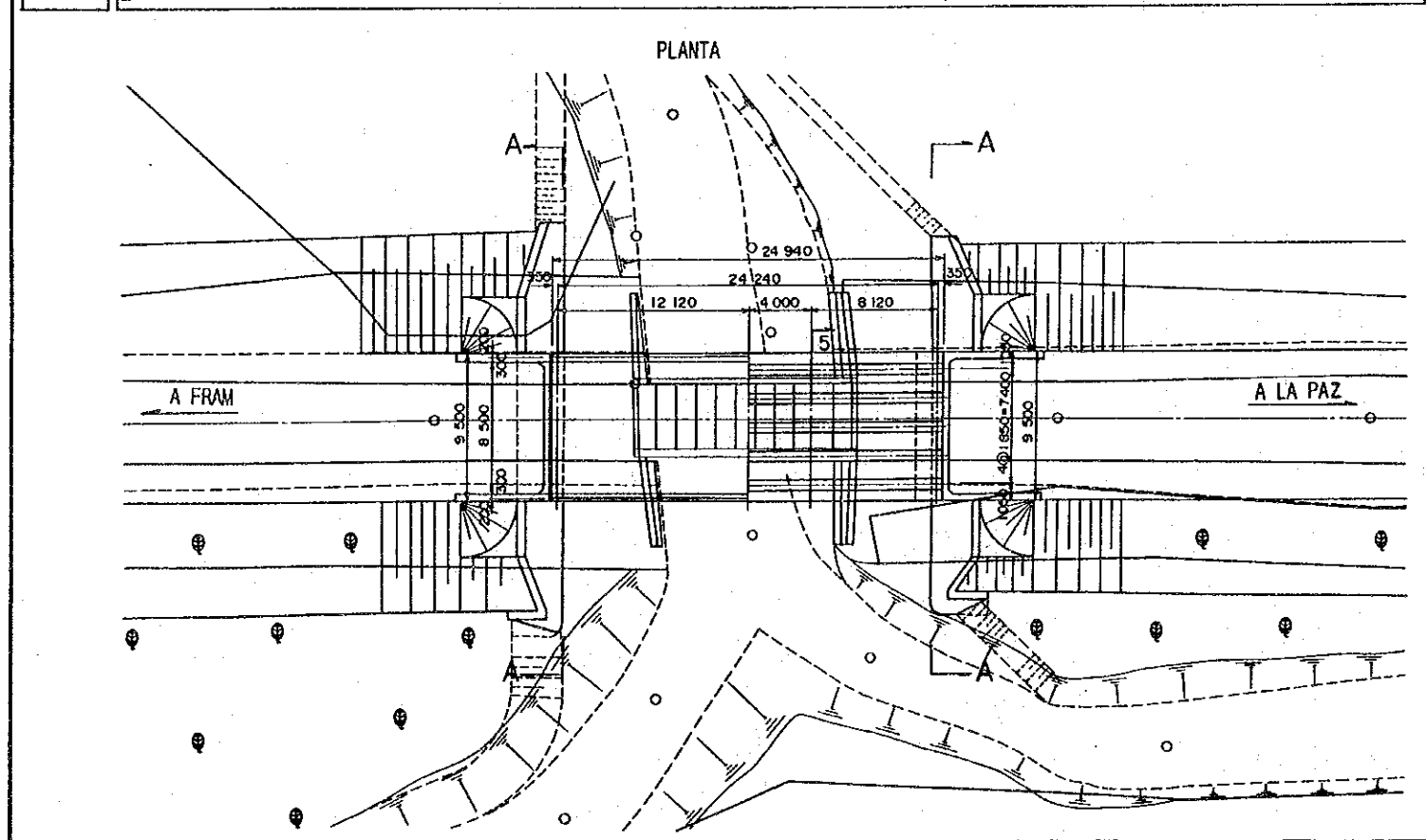


Figura-4.6 Plano del Diseño Preliminar-3

PUENTE 1-5

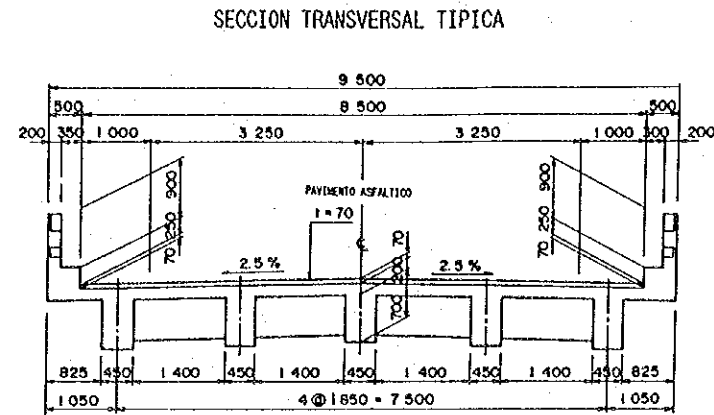
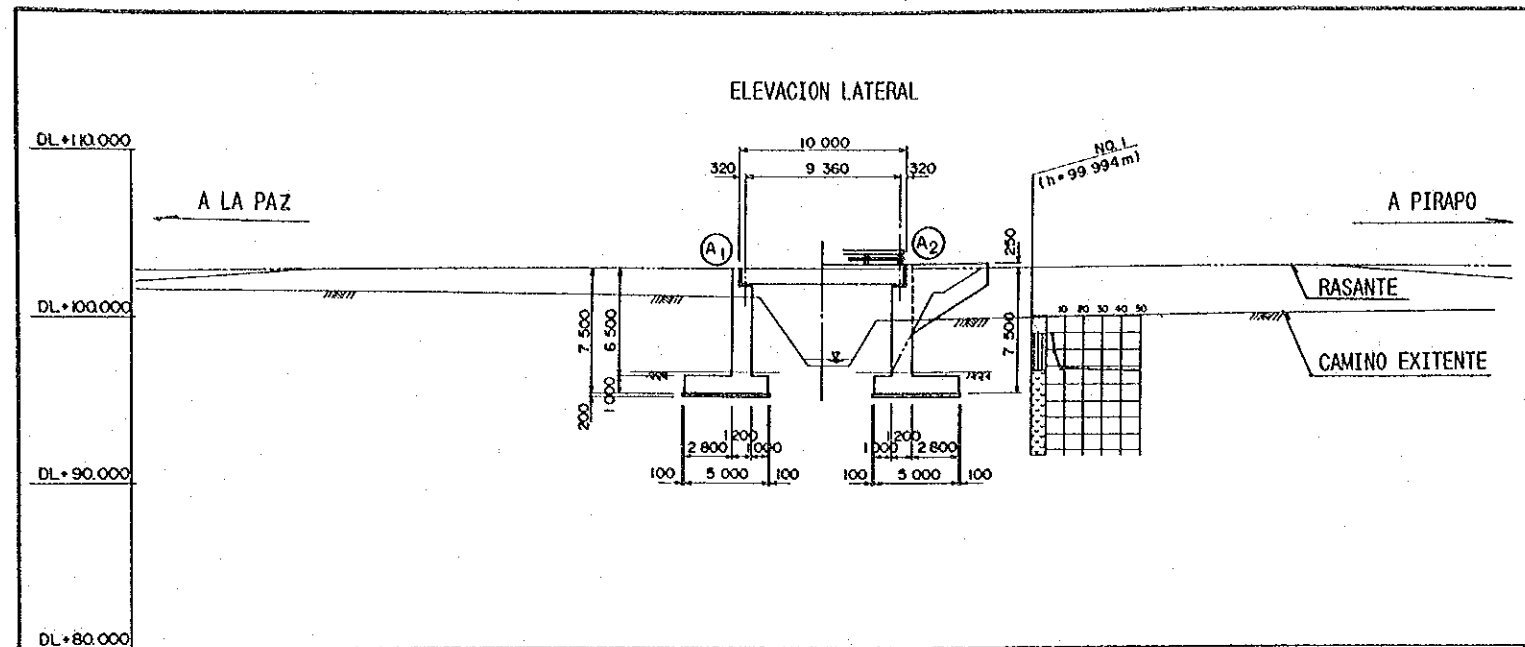


PENDIENTE LONGITUDINAL	1 = 2.5%		LEVEL Δ = 50 000						1 = 2.5%		
COTA DE PASANTE	92.345										
COTA DE TERRENO NATURAL	91.228	91.248	91.345	91.346	91.346	91.346	91.346	91.095	92.345	90.654	
DISTANCIA	-40.00	-20.00	-12.50	-6.85	0.00	+6.85	+12.50	+20.00	+40.00		
DISTANCIA LONGITUDINAL	-20.00	-7.50	-5.65	-6.85	0.00	+6.85	+5.65	+7.50	+20.00		
PROGRESIVA	NO.-2	NO.-1	-12.50	-6.85	NO.0	+6.85	+12.50	NO.1	NO.2		

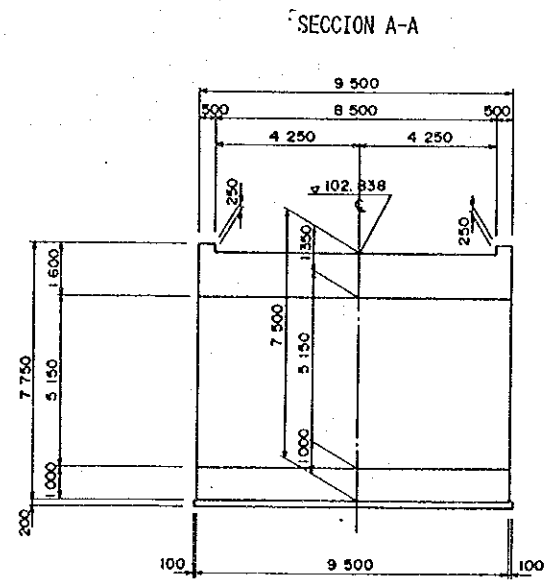
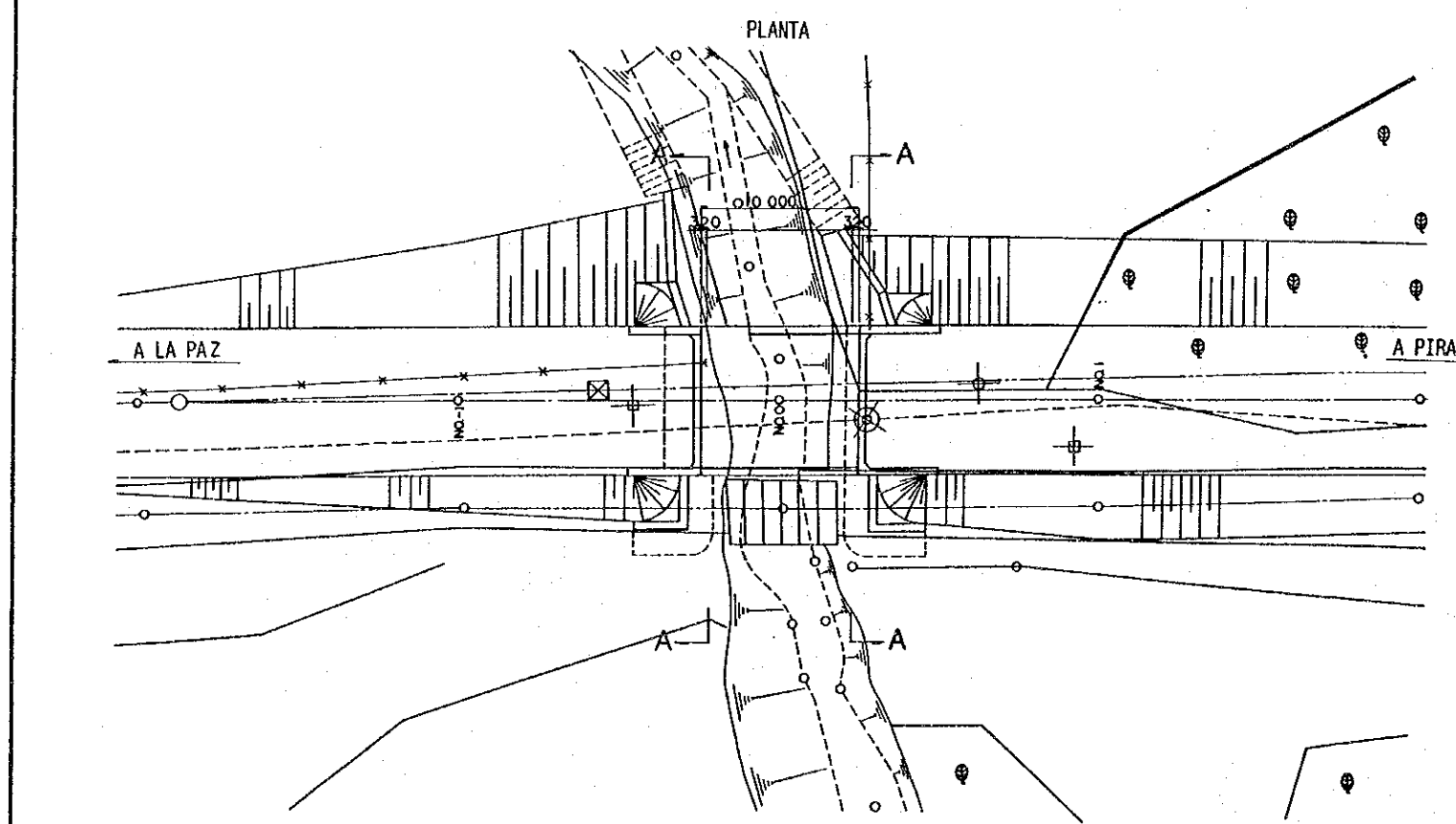


CONDICIONES GENERALES		
VELOCIDAD DIRECTRIZ	80 km/h	
TIPO DE PUENTE	VIGAS COMPUSTAS DE HORMIGON PRETENSADO	
LONGITUD DE PUENTE	25.000 m	
ANCHO TOTAL	9.50 m	
PENDIENTE LONGITUDINAL	NIVEL	
PENDIENTE TRANSVERSAL	2.5% 2.5%	
TIPO DE INFRAESTRUCTURA	ESTRIBO COMPUESTO	
TIPO DE FUNDACION	FUNDACION DIRECTA	
MATERIAL		
HORMIGON (CEMENTO PORTLAND NORMAL)		
SUPER ESTRUCTURAS	VIGAS	$f_c = 300\text{kg/cm}^2$
	DIAPHRAGMAS	$f_c = 240\text{kg/cm}^2$
	LOSAS	$f_c = 240\text{kg/cm}^2$
INFRAESTRUCTURAS		$f_c = 210\text{kg/cm}^2$
ACEROS DE PRETENSADO		SMAPR 1
ACEROS DE REFUERZO		$f_s = 5.000\text{kg/cm}^2$

Figura-4.7 Plano del Diseño Preliminar-4



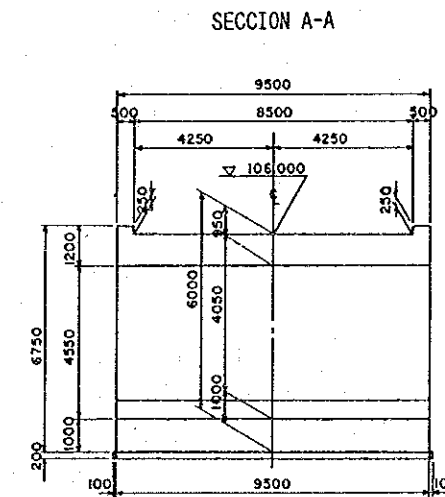
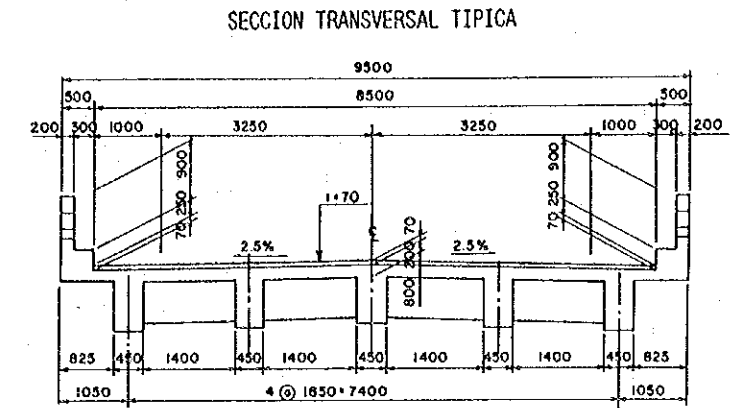
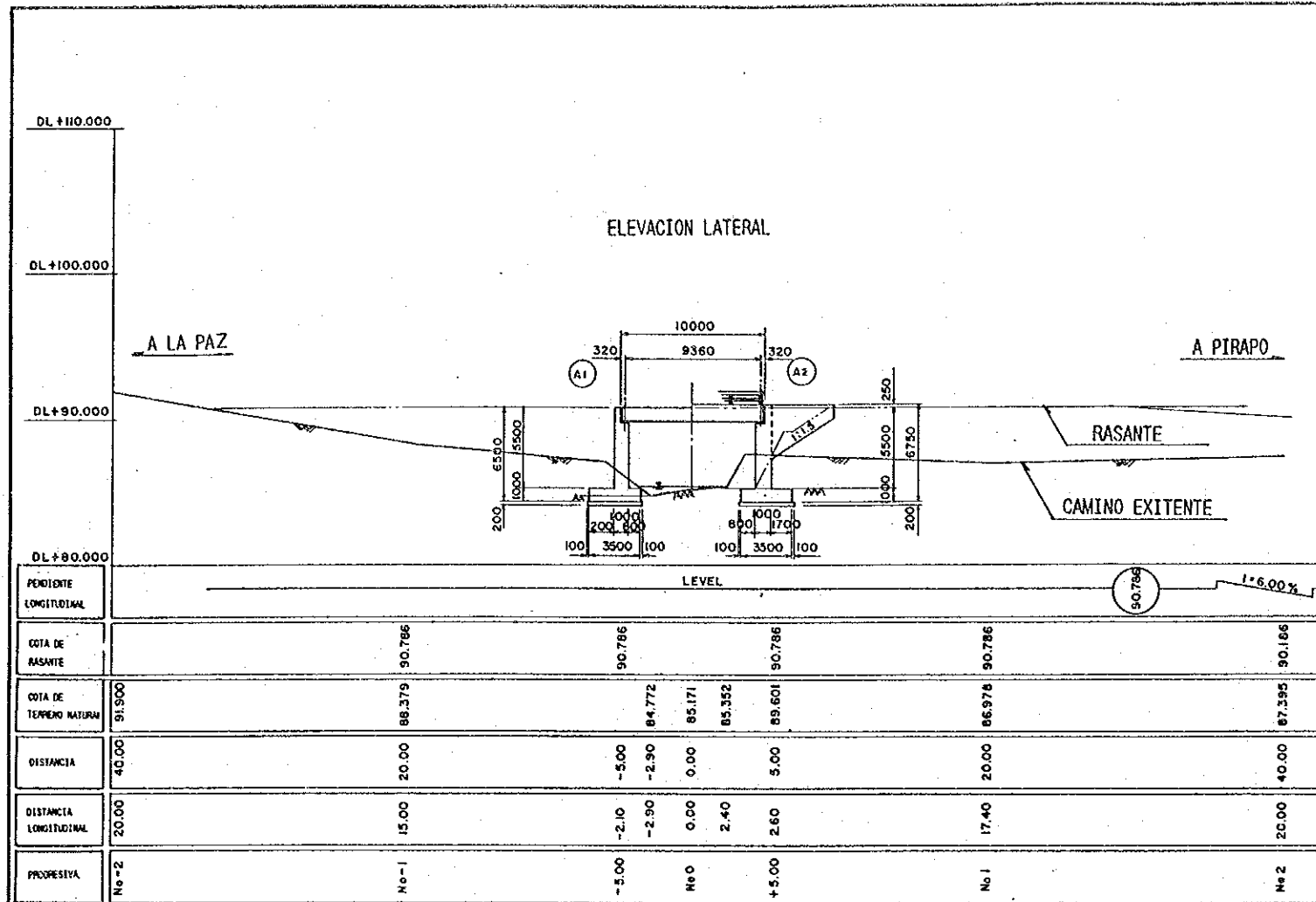
PENDIENTE LONGITUDINAL	LEVEL Z = 60.000									
	I = 6.000									
COTA DE RASANTE	102.838	102.808	102.838	102.838	102.838	102.838	102.838	102.838	102.838	102.838
COTA DE TERRENO NATURAL	101.726	101.511	101.414	101.267	97.078	99.980	100.024	100.065	100.199	100.199
DISTANCIA	-40.00	-30.00	-20.00	-5.00	0.00	5.00	20.00	30.00	40.00	40.00
DISTANCIA LONGITUDINAL	-10.00	-10.00	-15.00	-5.00	0.00	5.00	15.00	10.00	10.00	10.00
PROGRESIVA	NO. 2	-10.00	NO. 1	-5.00	NO. 0	5.00	NO. 1	10.00	NO. 2	NO. 2



CONDICIONES GENERALES		
VELOCIDAD DIRECTRIZ	80 km/h	
TIPO DE PUENTE	HORMIGON ARMADO	
LONGITUD DE PUENTE	10.000 m	
ANCHO TOTAL	9.50 m	
PENDIENTE LONGITUDINAL	NIVEL	
PENDIENTE TRANSVERSAL	2.5% 2.5%	
TIPO DE INFRAESTRUCTURA	ESTRIBO COMPUESTO	
TIPO DE FUNDACION	FUNDACION DIRECTA	
MATERIAL		
HORMIGON (CEMENTO PORTLAND NORMAL)		
SUPER ESTRUCTURAS	VIGAS	$f_c = 240\text{kg/cm}^2$
	DIAFRAGMAS	$f_c = 240\text{kg/cm}^2$
	LOSAS	$f_c = 240\text{kg/cm}^2$
INFRAESTRUCTURAS		$f_c = 210\text{kg/cm}^2$
ACEROS DE REFUERZO		$f_s = 5,000\text{kg/cm}^2$

Figura-4.8 Plano del Diseño Preliminar-5

PUENTE 5-1



CONDICIONES GENERALES		
VELOCIDAD DIRECTAIZ	80 km/h	
TIPO DE PUENTE	HORMIGON ARMADO	
LONGITUD DE PUENTE	10.000 m	
ANCHO TOTAL	9.50 m	
PENDIENTE LONGITUDINAL	NIVEL	
PENDIENTE TRANSVERSAL	2.5% 2.5%	
TIPO DE INFRAESTRUCTURA	ESTRIBO COMPUESTO	
TIPO DE FUNDACION	FUNDACION DIRECTA	
MATERIAL		
HORMIGON (CEMENTO PORTLAND NORMAL)		
SUPER ESTRUCTURAS	VIGAS	$f_c = 240\text{kg/cm}^2$
	DIAPHRAGMAS	$f_c = 240\text{kg/cm}^2$
	LOSAS	$f_c = 240\text{kg/cm}^2$
INFRAESTRUCTURAS		$f_c = 210\text{kg/cm}^2$
ACEROS DE REFUERZO		$f_s = 5.000\text{kg/cm}^2$

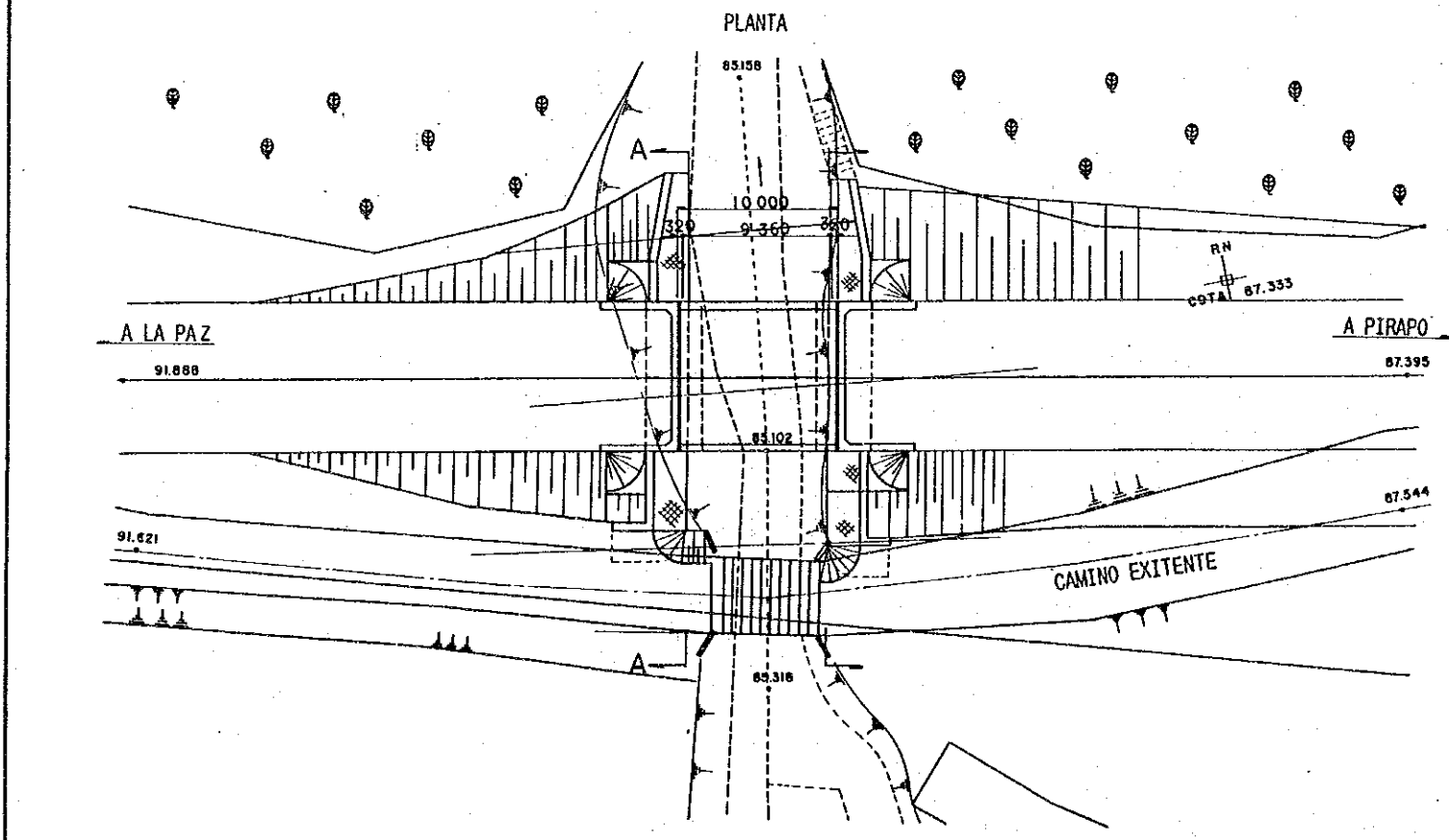
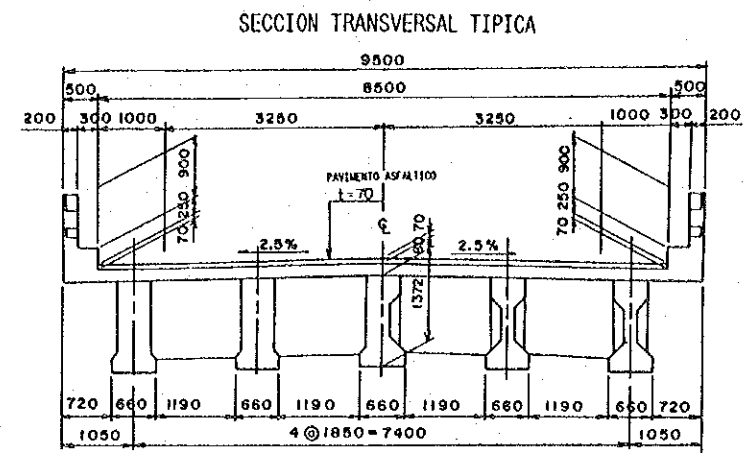
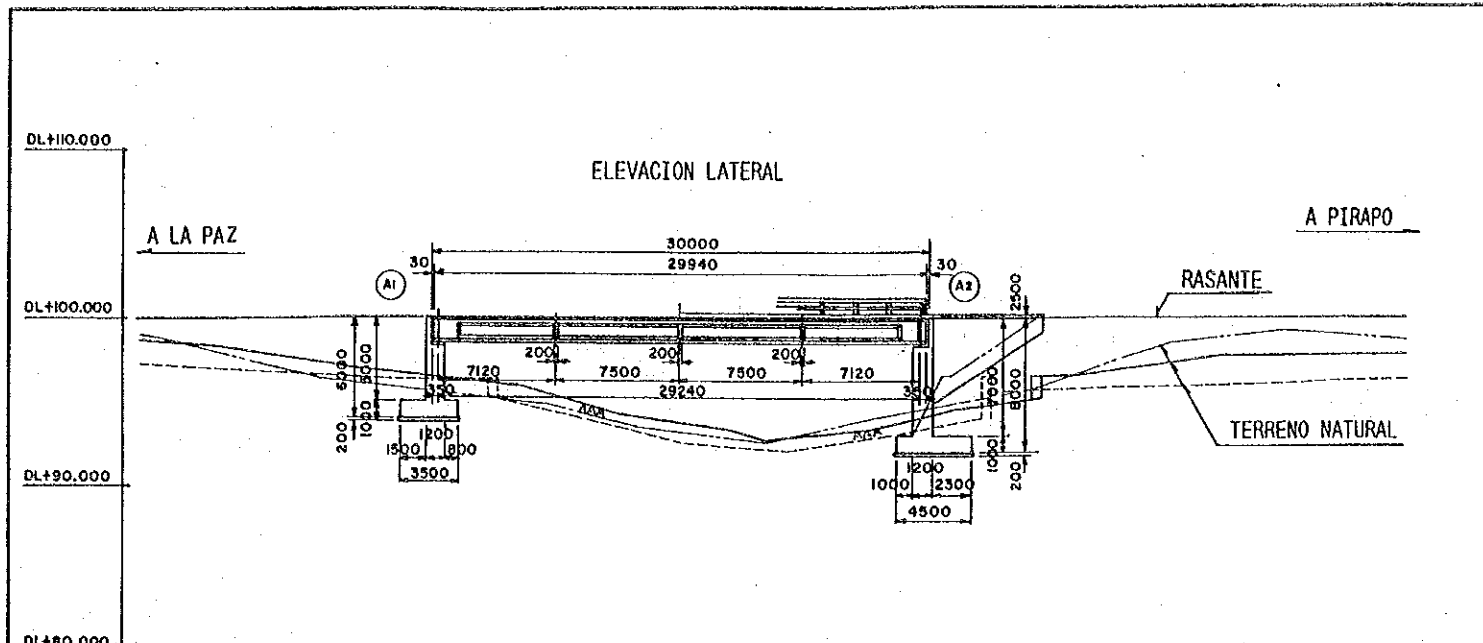


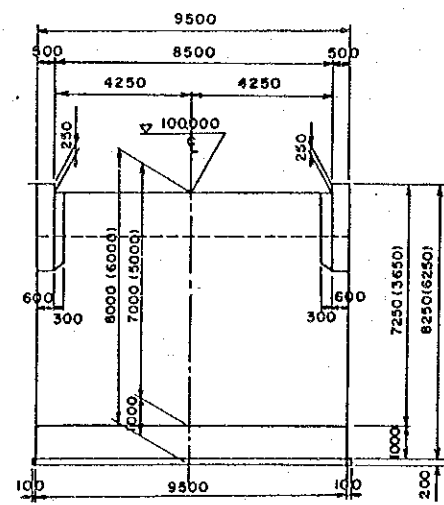
Figura-4.9 Plano del Diseño Preliminar-6

PUENTE 5-2



DL+80.000																					
PENDIENTE LONGITUDINAL																					
COTA DE RASANTE	100.00																		100.00		
COTA DE TERRENO NATURAL	98.833	98.224	96.884	96.436	95.774	94.227	93.217	92.606	93.261	94.393	94.828	95.204	96.492	97.000	97.660				97.660		
DISTANCIA	+4.000	33.00	30.00	24.40	20.00	13.50	10.00	9.00	+1.200	0.00	-6.40	-10.00	-11.00	-15.00	-16.70	-18.50	-20.00	-27.30	-30.00	-4.00	
DISTANCIA LONGITUDINAL	+7.00	+3.00	+5.60	+4.40	+5.50	+4.50	+1.00	+7.800	+6.00	+1.200	0.00	-6.40	-3.60	-1.00	-4.00	-1.70	-1.80	-1.50	-7.30	-2.70	-10.00
PROGRESIVA	NO2	+13.00	+10.00	+4.40	-NO1	+4.50	+10.00	+9.00	+6.00	+1.200	-NO0	-6.40	-10.00	-11.00	-15.00	-16.70	-18.50	-NO-1	-7.30	-10.00	-NO-2

SECCION A-A (SECCION B-B)



CONDICIONES GENERALES		
VELOCIDAD DIRECTRIZ	80 km/h	
TIPO DE PUENTE	VIGAS COMPUESTAS DE HORMIGON PPRENSADO	
LONGITUD DE PUENTE	30.000 m	
ANCHO TOTAL	9.50 m	
PENDIENTE LONGITUDINAL	NIVEL	
PENDIENTE TRANSVERSAL	2.5% 2.5%	
TIPO DE INFRAESTRUCTURA	ESTRIBO COMPUESTO	
TIPO DE FUNDACION	FUNDACION DIRECTA	
MATERIAL		
HORMIGON (CEMENTO PORTLAND NORMAL)		
SUPER ESTRUCTURAS	VIGAS	$f_c = 300\text{kg/cm}^2$
	DIAFRAGMAS	$f_c = 240\text{kg/cm}^2$
	LOSAS	$f_c = 240\text{kg/cm}^2$
INFRAESTRUCTURAS		$f_c = 210\text{kg/cm}^2$
ACEROS DE PRETENSADO		SWAPR 1
ACEROS DE REFUERZO		$f_s = 5,000\text{kg/cm}^2$

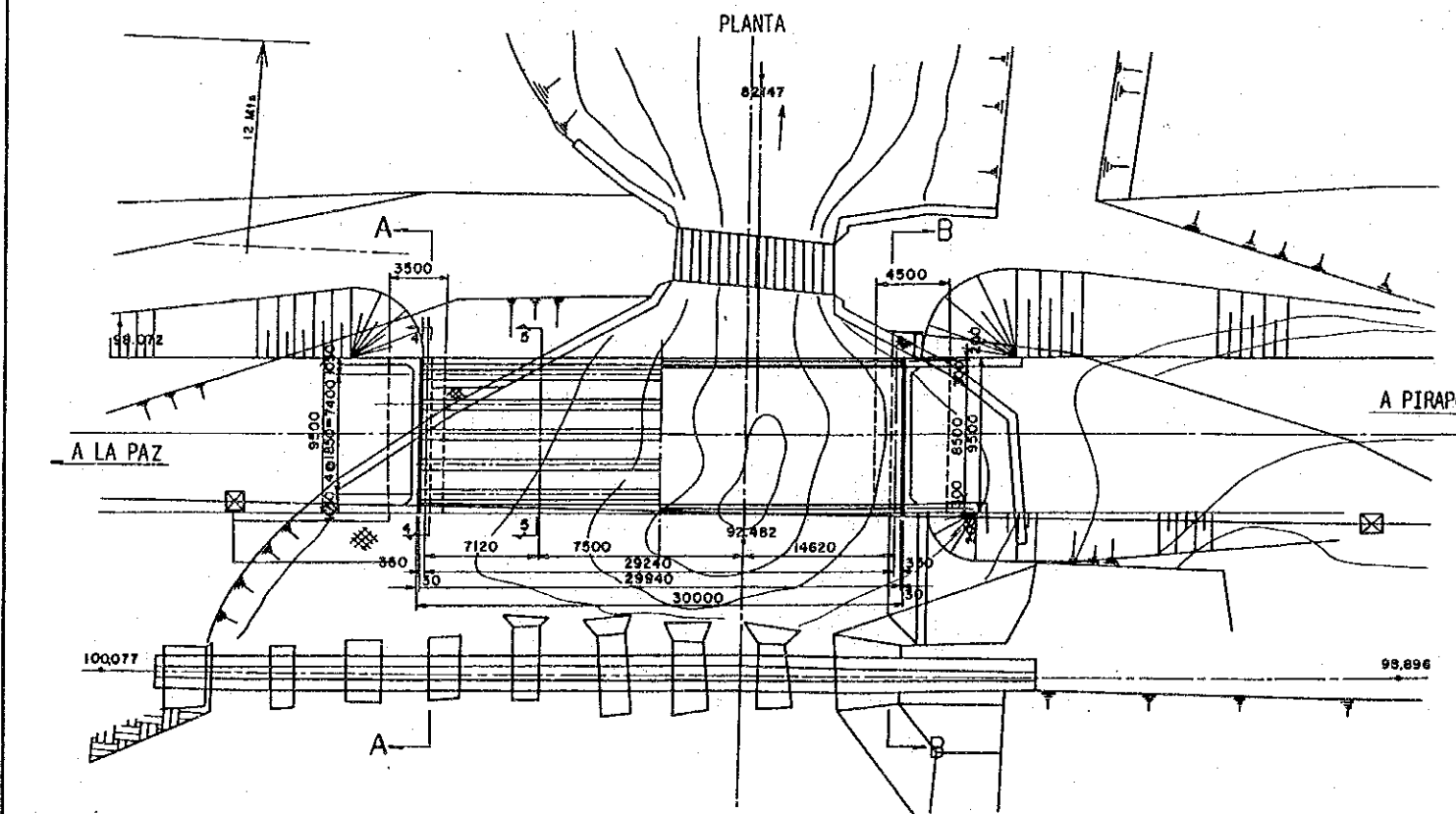


Figura-4.10 Plano del Diseño Preliminar-7

PUENTE 5-3

4.8 Planificación de Obras

4.8.1 Criterios del Trabajo

Teniendo en cuenta que el presente proyecto estará regulado por el sistema de Cooperación Financiera No Reembolsable del Gobierno del Japón, la planificación de obras deberá tener en cuenta los siguientes criterios básicos.

- ① Se utilizará en la medida de lo posible la mayor cantidad de materiales locales.
- ② Se intercambiarán opiniones con las autoridades pertinentes del Gobierno de la República de Paraguay para que los trabajos puedan realizarse sin complicaciones innecesarias.
- ③ Se deberá ejecutar el Proyecto teniendo en cuenta las condiciones sociales, leyes pertinentes y condiciones laborales de la República de Paraguay.

(1) Determinación del cronograma de obras

Las obras se dividirán en una etapa de preparación, obras de infraestructura y obras de superestructura. El período de construcción de las obras será de 12 meses.

(2) Método de trabajo

El estudio de Diseño Básico ha sido hecho en lasando un método de construcción siguiente.

a) Etapa de preparación

Oficina provisional, planta de producción de hormigón, planta de fabricación de barras de hierro

Las oficinas de los contratistas de obras y de la Consultora, la planta de hormigón y la planta de fabricación de barras de hierro estarán ubicadas en La Paz, debido a que está ubicada en un punto más céntrico con respecto a los 7 puentes que se planea construir. Esta Oficina Central administrará el progreso de las obras en cada lugar y se encargará del control y obtención de la materia prima. Para cada obra habrá una planta de preparación de encofrado, depósito de materiales y una oficina local localizadas entre cada 2 puentes.

Plan de suministro de agua

El agua para consumo humano y para mezcla del hormigón se obtendrá del Servicio Público de Aguas de La Paz y el agua para el lavado de vehículos y usos varios se obtendrá del río mediante el uso de bombas.

Energía eléctrica

La luz eléctrica para la oficina central y viviendas de los obreros será suministrada por la Compañía de Electricidad ANDE. Por el contrario, para la planta de hormigón, planta de fabricación de barras de hierro, oficinas locales, etc., se emplearán generadores eléctricos con el fin de no correr el riesgo de quedarse sin electricidad.

Oficina de comunicaciones

Para comunicarse con Japón (facsimil, teléfono, etc.), así como para la obtención de materiales y la comunicación necesaria para que las obras puedan ejecutarse sin problemas, se realizará a través de un centro de comunicaciones ubicado en la Ciudad de Encarnación.

b) Construcción de la infraestructura

La excavación para la base del puente se hará con un sistema de excavación abierto. Teniendo en cuenta las crecientes del río se prepararán muros de contención. Los trabajos de la losa inferior se ejecutarán en 4 fases utilizando el hormigón de la planta de hormigón de la oficina central, transportando e instalando las mismas mediante el uso de grúas.

c) Construcción de la superestructura

Los trabajos de construcción de la superestructura en los puentes de vigas de HP con longitud de 15 m se harán en un taller en el que se fabricarán las vigas, las cuales se instalarán con un camión grúa. Los puentes de vigas de HP para longitudes mayores de 25 m se instalarán utilizando una viga temporal de acero. Después de instaladas las vigas mencionadas anteriormente, se colocarán las losas de hormigón. En el caso de puentes de vigas de HA de 10 m, que atravesarán directamente el río, se construirán los soportes e instalaciones necesarias para construir las vigas y losas en el lugar. El hormigón se instalará utilizando una pluma o camión grúa.

d) Caminos de acceso

Se acumulará tierra para los caminos de acceso utilizando los materiales obtenidos localmente. La base del camino (30 m) se hará con una mezcla de arcilla y arena (tosca) que se obtendrá de Fram, La Paz y Pastoreo.

e) Desvíos

Durante los trabajos de construcción de los cuatro puentes entre Carmen del Paraná y La Paz, se utilizará un camino existente como desvío. En el caso de los 3 puentes de la carretera de Pirapó a Pastoreo, debido a que se construirán los puentes río arriba o río abajo con respecto al puente actual, se podrá continuar el uso de los puentes actuales mientras se están construyendo los nuevos.

(3) Envío de personal

Debido a que la fabricación de vigas de HP y su instalación requieren de técnicas especiales, es necesario asignar el personal especializado para este tipo de obras.

4.8.2 Condiciones de la Construcción y Aspectos a tomar en cuenta en las Obras

(1) Obtención de personal especializado

La República de Paraguay cuenta con muy pocos ingenieros civiles y técnicos especializados en la construcción, por lo que puede ser necesario contratar personal de Argentina y Brasil. En el caso de que este Proyecto sea aceptado y se ponga en marcha, la falta de personal capacitado puede afectar enormemente la terminación de los puentes. Por lo tanto, es necesario proceder a contratar el personal más capacitado.

(2) Política de seguridad

Un pequeño descuido durante el armado del encofrado o en la fabricación, tendido e instalación de vigas puede provocar un accidente de graves consecuencias. Se deben tomar en cuenta todas las precauciones del caso con respecto a los materiales y la administración del personal, estableciendo una política de seguridad adecuada. La República de Paraguay no cuenta con una ley de seguridad e higiene para las condiciones de trabajo, por lo que para evitar posibles conflictos con el personal por causa de accidentes, se debe educar al personal sobre las normas de seguridad y adoptar una estricta política de medidas de

seguridad, de la misma forma con que se hace en las obras en Japón.

(3) Influencia de la estación lluviosa

La estación lluviosa en la República de Paraguay es muy variable y varía según el año, pero en términos generales, se da entre octubre y marzo de cada año. Durante esta estación hay muchos días con una precipitación pluvial de más de 50 mm/día, con lluvias continuas durante 4 - 7 días. Sin embargo, incluso en la estación seca, se han dado casos de lluvias intensas de 103 mm/día (julio de 1992) y es necesario tener en cuenta estos imprevistos en la planificación del cronograma de actividades.

(4) Consideraciones sobre el paso de vehículos ordinarios

Durante el período de ejecución de la obra, se establecerán desvíos para el control del tránsito vial, tomando en cuenta las medidas adecuadas con el fin de que ningún vehículo entre por error en la obra durante la noche. Así mismo se deberán establecer medidas adecuadas para el caso en que el desvío pase cerca de la obra, para evitar que existan desprendimientos o caída de objetos en el camino que puedan causar accidentes o provocar problemas de tránsito.

4.8.3 Actividades de la Consultora

Una vez firmado el contrato con la Consultora, el diseño de los puentes, estimación de costos, preparación de los documentos para la licitación y la licitación en sí estarán a cargo del personal de la misma. Durante el período de construcción se enviará el personal japonés encargado de la supervisión y dirección de las principales obras del contratista.

4.8.4 Plan de Adquisición de Equipo y Materiales

El método de adquisición de equipo y materiales para las obras de construcción de puentes deberá planificarse tomando en cuenta los siguientes principios básicos.

(1) Principios básicos para la adquisición de equipo y materiales

Se dará prioridad a la adquisición local siempre que no haya problemas de calidad o de entrega en tiempo.

Según el sistema de Cooperación Financiera No Reembolsable del Japón, los materiales y

productos que no se puedan adquirir en el Paraguay se importarán del Japón, sin embargo como una excepción, se podrán adquirir en Brasil.

(2) Plan de adquisición de equipo y materiales

A continuación se indican el equipo y materiales principales a ser adquiridos, así como las condiciones laborales para la construcción de puentes, según el resultado del Estudio en la República de Paraguay.

a) Plan de adquisición de materiales

El principal material empleado será el cemento y las barras de hierro que se producen en el país objeto del Estudio, existiendo antecedentes de haber sido utilizados anteriormente en edificios y puentes grandes de HP. En el caso de las barras de hierro, la materia prima viene de Brasil y su procesamiento posterior se hace localmente. El cemento se puede adquirir en una planta en Encarnación por ser el lugar más cercano al lugar de construcción. El agregado fino (arena) que se obtiene del río Paraná contiene muy pocos limos; el agregado grueso se encuentra entre los 5 mm y 25 mm de diámetro. Se utilizarán estos agregados teniendo en cuenta los resultados del examen de resistencia a la compresión del hormigón confeccionado con las mismas. Se ha presupuestado el cable de acero para las vigas de HP y en términos de costo y seguridad de la entrega, se importará de Brasil.

Los principales materiales a adquirirse y los lugares de adquisición de los mismos se muestran en el Cuadro-4.11.

b) Adquisición de maquinaria para la construcción

La mayoría de la maquinaria y equipo para construcción se puede adquirir localmente. Sin embargo, para maquinaria especial que es difícil de obtener localmente, se ha decidido que sería deseable importarla del Japón.

A continuación se muestra el Cuadro-4.12, el cual contiene la maquinaria y equipo necesario para la construcción de puentes así como el lugar de adquisición.

c) Contratación de personal

El personal técnico y obreros locales tienen experiencia en la construcción de puentes de pequeña escala relacionadas con la construcción de carreteras. Sin embargo, para los

puentes incluidos en el presente proyecto, puentes de HP, hay muy pocos ingenieros y técnicos que tengan experiencia en este tipo de construcción. Por lo tanto, debido a la imposibilidad de contratar ingenieros y personal técnico a nivel local, se enviarán técnicos del Japón. Los obreros no especializados podrán contratarse en Encarnación, la cual se encuentra en las cercanías de las obras.

Cuadro-4.11 Lugar de Adquisición de los Materiales para Construcción

Material	Paraguay	Japón	Tercer país	Razón
Cemento	O			Se puede adquirir localmente
Arena (agregado fino)	O			Se puede adquirir cerca de la obra
Agregado grueso	O			Se puede adquirir cerca de la obra
Barillas de hierro	O			Se puede adquirir localmente
Cables de acero para vigas HP			O	Es económicamente conveniente
Ducto flexible para la colocación del acero en vigas HP			O	Es económicamente conveniente
Madera para encofrado	O			Se puede adquirir localmente
Encofrado de metal para viga HP		O		Para mantener la calidad
Amortiguadores de caucho		O		Para mantener la calidad y garantizar el suministro
Dispositivos de dilatación y contracción		O		Para mantener la calidad y garantizar el suministro
Aditivos para hormigón		O		Para mantener la calidad
Elementos de soporte, base	O			Se puede adquirir localmente
Caño PVC	O			Se puede adquirir localmente
Caño de hormigón	O			Se puede adquirir localmente

Cuadro-4.12 Lugar de Adquisición de la Maquinaria y Equipo para Construcción

Maquinaria	Especificaciones	Paraguay	Japón
Camión volquete	11 ton	O	
Topadora de oruga	15, 21 ton	O	
Compact. neumático	8-20 ton	O	
Compact. rodillo	10-12 ton	O	
Compact. vibratorio	60-100 kg	O	
Compact. manual	0.8-1.1 ton		O
Motoniveladora	Cuchilla 3.1 m	O	
Cargador de rueda	0.8-1.8 m ³	O	
Retroexcavadora	0.6 m ³	O	
Viga de acero temporal			O
Camión grúa	5-36 ton	O	
Trailer	20-50 ton		O
Generador eléctrico	15-125 Kva		O
Bomba gato hidráulico	50, 180 ton		O
inyectador mortero cemento	600-800 lt		O
Planta hormigón sencilla	15m ³ /h	O	
Mezcladora hormigón	0.6 m ³		O
Compresor de aire	5m ³ /min	O	
Soldadora eléctrica	300 A		O
Martillete			O
Perforadora pequeña	30 kg		O
Bomba sumergida agua	150, 200 mm		O
Camión cisterna	5.500-6.500 lt	O	

(3) Reglamentación

Las condiciones laborales y jornales están establecidas en la Ley Laboral y en la Ley de Salario Mínimo. El horario de trabajo es de 8 horas diarias y 48 horas semanales. El salario mínimo fue revisado en septiembre de 1993 y su estructura se compone de un salario mínimo, horas extras, asignación familiar, vacaciones pagadas y 6 tipos de asignaciones adicionales. El salario del personal técnico y especializado dependerá del cargo que ocupen y de la experiencia acumulada.

El presente proyecto será realizado por contratistas japoneses y debido a que existe una limitación de tiempo, puede que exista la posibilidad de tener que parar las obras. Se exige una gran precisión en el trabajo y puede ser necesario trabajar horas extras los fines de semana y días de feriado. En este caso, será necesario tomar las medidas de seguridad para evitar accidentes.

(4) Nivel técnico de las empresas constructoras locales

Las empresas constructoras locales tienen gran experiencia en la construcción de caminos; sin embargo la experiencia en la construcción de puentes se ve limitada sólo a puentes pequeños. En la actualidad existen sólo 3 empresas con experiencia en la construcción de puentes de HP, pero en dichos casos se trabajó con técnicos y especialistas extranjeros.

4.8.5 Responsabilidad de ambos Países

De acuerdo al Estudio de Diseño Básico se ha confirmado la distribución de responsabilidades entre el Gobierno del Japón y la República de Paraguay para la construcción de los puentes, siendo resumidas en el Cuadro-4.13.

Cuadro-4.13 Distribución de Responsabilidades entre ambos Países

Japón	Paraguay
1) Construcción de puentes y accesorios <ul style="list-style-type: none">• Superestructura (3 puentes con vigas T de HA) (4 puentes con vigas de HP)• Infraestructura (14 columnas)• Muros de contención en la orilla (En la medida que sean necesarios para proteger la base del puente)• Trabajos en los caminos de acceso (Para la conexión con los caminos existentes)	1) Provisión de terrenos necesarios para la construcción de puentes (oficinas provisionales, espacio necesario para los trabajos, depósito de equipo y materiales).
2) Caños corrugados	2) Mantenimiento de carreteras relacionadas al trabajo, construcción y mantenimiento de los desvíos.
	3) Traslado de postes del tendido eléctrico y telefónico que puedan obstruir en las obras.
	4) Eliminación de los puentes existentes.
	5) Instalación de los caños corrugados.

Una vez realizado el Canje de Notas, se procederá al diseño, preparación de los documentos para la licitación, la licitación en sí y la construcción cumpliendo con el cronograma que se muestra en el Cuadro-4.14.

(1) Diseño de las obras

Una vez firmado el contrato con la Consultora, se preparará un plan detallado y los documentos para la licitación.

(2) Licitación, contrato

La constructora que estará a cargo de las obras será seleccionada entre las empresas japonesas participantes de acuerdo a una licitación pública. Antes de la licitación se hará una investigación de la capacidad de cada empresa participante y una vez terminada la

misma, se les enviará la documentación necesaria para entrar en la licitación.

Las condiciones para participar en la licitación serán decididas conjuntamente con JICA y recibirán su visto bueno. Esta investigación será realizada por la Consultora a nombre del Gobierno de la República de Paraguay.

A la licitación, que se desarrollará en presencia de JICA, asistirán la Consultora, representantes del Gobierno de la República de Paraguay y los participantes de la licitación. Llegada la hora de iniciar la licitación se abrirán inmediatamente las plicas y se procederá a leer los presupuestos presentados por las empresas, firmándose el contrato con la empresa que haya ofrecido el menor precio. Los elementos utilizados para tomar la decisión serán presentados al Gobierno de la República de Paraguay.

Se firmará el contrato de obras después de obtener el acuerdo del Gobierno de la República de Paraguay y de recibir la aprobación del Gobierno del Japón.

Al firmarse el contrato, el Gobierno de la República de Paraguay recibirá los fondos de la Cooperación Financiera del Gobierno del Japón y le pagará a la empresa constructora japonesa, para lo cual se abrirá una cuenta bancaria en un banco japonés con cambio de divisas.

(3) Obras de construcción de puentes

Las obras de construcción se dividirán en obras de preparación, obras de la construcción en sí y obras auxiliares. Las obras de preparación incluyen la construcción de una oficina provisional, construcción de una planta de fabricación y preparación del terreno. Las obras de construcción en sí incluyen la construcción de infraestructura (base del puente, cimientos, etc.) y obras de superestructura (vigas, losas, etc.). Las obras auxiliares incluyen los caminos de acceso, los muros de contención de la orilla, etc. Debido a que las obras se realizan sobre el río, puede haber inundaciones en la época lluviosa, debiéndose tomar las medidas precautorias del caso.

Cuadro-4.14 Cronograma de Obras

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Diseño de la obra		Estudio en el campo										
			Trabajos en Japón									
			Finalización del informe									
Obras de construcción		Obras de preparación										
						Obras de infraestructura						
							Fabricación de vigas					
							Obras de superestructura					
							Obras en los caminos de acceso					

4.8.6 Presupuesto a cargo de la Contraparte Paraguaya

(1) Responsabilidades y presupuesto a cargo de la República de Paraguay

① Adquisición de los terrenos necesarios para la construcción de puentes:	Gs.	0
② Mantenimiento de los caminos necesarios para la construcción, así como la construcción y mantenimiento de los desvíos:	Gs.	46.000.000
③ Traslado de los postes de tendido eléctrico y telefónico:	Gs.	13.300.000
④ Eliminación de puentes actuales:	Gs.	50.200.000
TOTAL:	Gs.	109.500.000

(2) Período de ejecución de las obras

Las actividades por parte de la contraparte paraguaya que se han mencionado arriba deberán finalizarse antes del inicio de las obras de preparación indicadas en el cronograma del Cuadro-4.14.

CAPITULO 5

EFFECTIVIDAD DEL PROYECTO Y CONCLUSIONES

CAPITULO 5 EFECTIVIDAD DEL PROYECTO Y CONCLUSIONES

Este Proyecto de reparación y mejoramiento de caminos rurales está ubicado en el Departamento de Itapúa, en la zona sur del país, que limita con la República de Argentina. Dicha región es conocida en el país como el triángulo de oro, debido a su importante producción agrícola y a que constituye una parte del corredor principal de transporte.

El transporte de la producción de este departamento utiliza las rutas nacionales Ruta 1, que atraviesa el país de sur a norte pasando por la capital, y la Ruta 6, que circula de oeste a este con dirección hacia la República Federativa del Brasil. Así mismo, en la Ciudad de Encarnación ambas rutas se unen, constituyéndose en una sola ruta con dirección hacia el puente internacional de la frontera que la une con la República Argentina.

La red de accesos a estas dos rutas nacionales que conforman este proyecto, unirá las ciudades donde están concentrados los silos como Fram, La Paz, Santa María y Pirapó. Es más, se espera que sea posible la construcción de una red de caminos rurales por el MOPC con el financiamiento del BID que permita el acceso a los pueblos vecinales y a los caminos de este proyecto. La pavimentación de carreteras y reconstrucción de puentes de 2 carriles también contribuirá a desarrollar una conexión estable entre las localidades dedicadas a la agricultura, produciendo grandes beneficios económicos para los pequeños establecimientos agrícolas que aún no tienen rutas de transporte, así como al desarrollo que podrán tener los planes de desarrollo agrícola y la economía de las zonas más reitradas en la región.

Actualmente los caminos considerados en este proyecto no se pueden transitar durante más de 110 días anuales por causa de las lluvias. Una parte del camino en el tramo de Fram a la Ruta No. 1 queda inhabilitada durante un período de más de 150 días. En especial, durante la última etapa del cultivo es cuando se producen las mayores precipitaciones, influyendo negativamente en cuanto a cosecha, recolección y transporte de los productos se refiere dada las condiciones de los caminos. Al darse las condiciones de intransitabilidad en dichos caminos, se producen grandes pérdidas económicas.

Por consiguiente, la implementación de este proyecto solucionará los problemas antes mencionados, así como un equilibrio en la fijación de precios de productos de las zonas involucradas, mejorando así la estabilización económica del país y el desarrollo agrícola de las zonas de la Región. Como consecuencia, también se espera el mejoramiento de las condiciones sociales, tales como mejoras en el nivel educacional de los niños,

oportunidades de empleo para ambos sexos, mejoras en el sector salud, etc.

Se proyecta la finalización del proyecto en un término de 6 años, tomando en cuenta los siguientes dos aspectos para mejorar la eficiencia del mismo y alcanzar los beneficios esperados lo más pronto posible.

- ① Extender la longitud del balasto de grava de la carretera lo más que se pueda.
- ② En caso de desastres, distribuir adecuadamente en los tramos del proyecto la maquinaria y equipo con el fin de reparar los daños lo más pronto posible.

Tomando en cuenta los aspectos anteriores, la efectividad del proyecto será mejorada con la finalidad de lograr una conclusión más temprana del mismo, así como sus consiguientes beneficios.

Hasta ahora, la reparación y mantenimiento de caminos se ha llevado a cabo en forma independiente por cada una de las ciudades, pueblos y centros urbanos por donde pasan los mismos, implicando una carga económica importante para los pobladores de la zona. Por ejemplo, en la Ciudad de La Paz se han invertido anualmente 100.000 dólares americanos en la reparación de caminos y en la Ciudad de Pirapó se ha invertido un monto similar.

Por consiguiente, se espera que con la implementación de la pavimentación y reconstrucción de puentes con una vida útil larga en este Proyecto se alivien drásticamente las cargas económicas de los pobladores en las vecindades en cuanto a gastos de reparación y mantenimiento se refiere, distribuyéndose el equipo adecuadamente en la zona una vez finalizado el proyecto.

Cuando se implemente el Proyecto se pueden esperar grandes beneficios económicos, como ya se ha mencionado anteriormente. Simultáneamente, contribuirá al mejoramiento del nivel de vida de la población de la zona, por lo que es razonable que se ejecute el mismo bajo el sistema de Cooperación Financiera No Reembolsable del Japón. Así mismo, se concluyó que no existen problemas por parte de Paraguay en lo que a la preparación de la mano de obra y al financiamiento requerido para este proyecto se refiere.

En caso de que se lleve a cabo el Proyecto, el mismo será dividido en dos fases. Una primera fase que consistirá en la adquisición de la maquinaria, equipo y asfalto, y una segunda fase que comprenderá la construcción de los puentes y adquisición de los caños corrugados. Por otra parte, se necesitarán 6 años para finalizar el desarrollo de la carretera del Proyecto, incluyendo los trabajos de construcción por parte del Gobierno del Paraguay.

Por último, para ampliar y concretar los beneficios de este Proyecto, la asignación de expertos para supervisión y consultoría que el MOPC ha solicitado exclusivamente para el desarrollo del mismo durante el período de construcción, será estudiado por el sistema de cooperación del Japón, esperando se lleve a cabo su realización.

