

# CAPITULO 1

## ANTECEDENTES DEL PROYECTO

La República de El Salvador se ubica casi en el centro del istmo centroamericano, y limita con Honduras, Guatemala y con el Océano Pacífico. Su territorio abarca una superficie de aproximadamente 21 mil kilómetros cuadrados. La población en el año 1992 fue de 5.4 millones de habitantes, con una densidad de 256 habitantes por km<sup>2</sup>, siendo ésta la más alta en la región de Centroamérica.

Tras haber terminado en enero de 1992 la prolongada guerra civil que había durado 13 años, el Gobierno Central inició los esfuerzos para impulsar el Plan de Reconstrucción Nacional que propone restablecer prioritariamente las instalaciones de producción e infraestructuras que fueron destruidas durante la guerra civil. En este marco, el sector de caminos y puentes aborda la tarea de rehabilitar las principales vías troncales de la región.

La CA:2 es una carretera primaria de 308.4km que integra la red vial primaria de centroamérica, conectando la zona fronteriza occidental con Guatemala en La Hachadura hasta la zona fronteriza oriental en El Guisquil ubicado en las cercanías de La Unión, recorriendo principalmente la zona litoral. Las obras de ampliación de la calzada de la CA:2, inaugurada completamente en los años sesenta, están por terminarse en su totalidad con financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Sin embargo, esta cooperación no incluye ninguna obra de rehabilitación de los puentes antiguos. Los únicos puentes de la CA:2 que han sido rehabilitados o que están siendo habilitados han sido los cuatro puentes seleccionados por el proyecto de Cooperación Financiera No Reembolsable del Japón, y el Puente San Marcos Lempa que atraviesa el Río Lempa que actualmente está siendo habilitado (y que fue inaugurado a fines de mayo del presente año) con financiamiento reembolsable del Japón. Muchos de los puentes restantes cumplieron ya con su vida útil, y presentan un avanzado grado de deterioro por obsolescencia debido al incremento de la carga del tráfico, y su rehabilitación constituye una de las tareas que deberá abordarse en los próximos años.

El Huracán Mitch que azotó Centroamérica en octubre de 1998 fue el mayor huracán registrado en ese año, con una velocidad máxima de viento de 80m/seg. y una presión atmosférica de centro de 905hPa. Es el quinto dentro de los huracanes de mayor intensidad registrados en el Océano Atlántico desde los años cincuenta. Las lluvias torrenciales del Huracán Mitch provocaron inundaciones y deslizamientos en toda la región centroamericana. La zona más afectada de El Salvador han sido las tierras bajas al sur de la CA:2 (al este del Departamento de La Paz). Esta es una de las regiones

donde se concentra las áreas más vulnerables. Se ha establecido que el impacto del Huracán Mitch se hizo aún más grave debido a las débiles infraestructuras económicas y sociales existentes de esta zona.

Los daños sufridos por las infraestructuras viales (caminos y puentes) incluyen la destrucción de puentes, deslizamiento, derrumbes, destrucción de calzadas, obstrucción de los canales de drenaje, etc. En cuanto a los puentes, hasta ahora fueron ejecutadas las obras de emergencia de restauración de los puentes gravemente dañados, mediante la instalación de puentes provisionales de tipo Bailey, pero aún no se han llegado a ejecutar obras permanentes.

Ante esta situación, en marzo de 1999 el Gobierno de El Salvador solicitó al Japón la ejecución de la Cooperación Financiera No Reembolsable para la restauración permanente de los siguientes tres puentes dañados por las inundaciones del Huracán Mitch.

- 1) Puente La Perla : sobre la CA-2
- 2) Puente Cangrejera : sobre la CA-2
- 3) Puente Jiboa : sobre la antigua CA-2

El principal objetivo del Proyecto es el de asegurar un tráfico expedito en los tres puentes del Proyecto por medio de su reconstrucción.

*CAPITULO 2*  
*CONTENIDO DEL PROYECT*

## **CAPITULO 2**

### **CONTENIDO DEL PROYECTO**

#### **2.1 Objetivo del Proyecto**

El objetivo del Proyecto es asegurar el tráfico fluido y seguro sobre los puentes La Perla y Cangrejera situados en la carretera de Litoral (CA:2) y el puente Jiboa, por su parte, en la antigua CA:2, cuyas condiciones empeoraron peligrosamente a causa de la socavación de cimientos y el asentamiento o la caída de estribos y pilas provocadas por la inundación ocurrida cuando el Huracán Mitch azotó el país en octubre de 1998. Además, desde el punto de vista de satisfacer las necesidades básicas humanas, el Proyecto tiene otro objetivo importante que es asegurar el acceso a las instalaciones médicas, educativas y telefónicas de los habitantes que viven alrededor de los citados puentes.

#### **2.2 Concepto Básico del Proyecto**

Los puentes objeto del presente estudio fueron construidos entre la segunda mitad de la década de los 40's y la de los 50's, casi 50 años atrás (se dice que la CA:2 fue habilitada totalmente en la década de los 60's). Por lo tanto, entre los daños que se observan actualmente en estos puentes existen los que directamente causó la inundación provocada por el Huracán Mitch y los que produjo el deterioro derivado de los años transcurridos. Los daños de cada puente son como se describe en la siguiente tabla.

Se dice que la carga viva de diseño utilizada para los puentes existentes equivale al actual AASHTO HS-15. Cada uno de estos puentes está deteriorado y tiene diversos daños por la influencia de la carga del tráfico. En las losas y las vigas de hormigón de los mismos se observan muchas grietas y no son pocos los lugares en donde el concreto está descascarado y el acero de refuerzo se encuentra al descubierto. Las subestructuras de los puentes La Perla y Cangrejera están hechas de mampostería mampostería de piedra sin ningún material de refuerzo como acero, etc. Una de las pilas del puente Jiboa situada en la margen izquierda del río Jiboa se asentó y colapsó, por lo que en el quinto tramo del puente contado desde la orilla izquierda hacia la línea central del río se ha instalado un puente provisional de tipo Bailey. En los 7 tramos restantes, el puente está compuesto por vigas de acero con 2 carriles; sin embargo, en él existen pilas con su cimiento descubierto, cuya estructura no ofrece buena confiabilidad.

**Tabla 2-1 Estado de Daños de Cada Puente**

Nombre del Puente	Daños por la Inundación causada por Mitch	Daños derivados del Deterioro
La Perla	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Socavación del cimiento de la protección de lecho del estribo "A1".</li> <li>- Socavación de los cimientos de las pilas "P1" y "P2".</li> <li>- Socavación del cimiento del estribo "A2".</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Numerosas grietas en losas y vigas, y aceros de refuerzo descubiertos.</li> </ul>
Cangrejera	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Asentamiento e inclinación del estribo "A2", por lo cual provisionalmente está instalado un puente Bailey en la luz situada en la margen izquierda del río.</li> <li>- Asentamiento desigual de las pilas "P2" y "P4".</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Numerosas grietas en losas y vigas, y aceros de refuerzo descubiertos</li> <li>- Flexión de tramos con losas huecas (2 luces situadas en la margen izquierda del río).</li> </ul>
Jiboa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caída de la pila "P10", cimiento descubierto de la pila "P11" y asentamiento de la pila "P8", por lo cual provisionalmente está instalado un puente Bailey en las luces situadas en la margen izquierda del río.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grietas en el concreto de pilas de las 7 luces que quedan al lado de la margen izquierda del río.</li> <li>- Se observan numerosas grietas penetrantes en las losas.</li> </ul>

Debido a que la carga viva real que reciben los puentes referidos es inferior a la del diseño, y al factor de seguridad considerado a tiempo de diseñar estos puentes, éstos permiten pasar todavía vehículos pesados; sin embargo, sus estructuras no corresponden en nada a los actuales requisitos de la carga de diseño (carga viva de diseño: más del AASHTO HS-20 e intensidad sísmica: 0.24).

En cuanto a la longitud, los estribos y la posición del puente actual, se observan los siguientes problemas ante la cantidad y el nivel de agua de inundación del período de retorno de 50 años calculados por el análisis hidráulico e hidrológico como se describe posteriormente en el punto 2) del ítem 2.3.2.

- a) Respecto a la longitud del puente La Perla, no se presentará ningún problema si se puede asegurar la longitud que tiene el actual puente (56 m). Sin embargo, en el caso de que sea reconstruido en su totalidad, es preferible retroceder un poco el nuevo estribo para que deje el revestimiento construido de mampostería de piedras situado al frente del actual estribo al lado de la margen izquierda del río. En este caso, la longitud será de 65 m. Se necesita que la longitud de luz sea más de 23.8 m, por lo tanto, la longitud del puente actual que es de 18.65 m no puede cubrir esta necesidad. En el caso del nuevo puente, será de 2 luces.
- b) La longitud del puente Cangrejera sobresale un poco del río. En el caso de que sea reconstruido totalmente el puente, se debe retroceder el estribo al lado de la margen izquierda del río y aumentar la longitud del puente actual de 113 m a 120

m. Se necesitan más de 23.8 m para la longitud de luz, sin embargo, la del puente actual oscila entre 22.80 y 22.90 m, en lo cual se observa una carencia. En el caso de que sea un puente nuevo, será de 4 luces.

- c) El río Jiboa, después de la construcción del actual puente, bajó su lecho más de 1.5 m. Por lo tanto, no es necesario mantener la longitud del actual puente (146 m) que cruza el río Jiboa y el afluente. En el caso de que sea reconstruido totalmente, se puede cubrir la necesidad de este sitio, diseñando un puente de 90 m de longitud para el río Jiboa y otro de 30 m para el afluente.

Para mejorar las condiciones reales de estos puentes hasta que éstas cumplan con las normas actuales de diseño (carga de diseño y ancho), se puede elegir alguna de las 2 formas existentes: una es aprovechar los existentes, reforzándolos y otra, reconstruirlos totalmente. No obstante, el refuerzo de los 3 puentes actuales referidos no es realmente factible por las razones siguientes:

- (1) En cuanto a la subestructura, para realizar un diseño de refuerzo que sea fiable, aun evaluando que el límite de deformación de la subestructura del actual puente es seguro (no quedan planos de diseño ni de acabado, por lo que es muy difícil juzgar dicho límite), el diseño debe ser efectuado de tal manera que los elementos estructurales adicionales absorban todos los esfuerzos por las cargas estándar de diseño. Además, en caso de agrandar la subestructura, debe considerarse que aparecerán problemas como el aumento de impedimento en el área de la sección transversal del río, el empeoramiento de paisaje, etc.
- (2) En cuanto a la superestructura, debido a que el refuerzo por concreto no es factible (por cuanto además de ser muy difícil su ejecución, incrementa demasiado la carga muerta) no se puede asegurar la confiabilidad sino se utilizan refuerzos mediante vigas de acero. El refuerzo con vigas de acero es factible, pero las condiciones de construcción actuales son deficientes debido a que por no poderse levantar mediante gruas vigas enteras se recurre al cortado y restauración de las vigas horizontales mediante la perforación de orificios en losas y su conexión posterior mediante pernos, etc.

Respecto al costo, el de reconstrucción será el 10 ó 15 % menos que el de refuerzo del puente actual (quedarán problemas hidrológicos como la falta de longitud de luz, etc.).

Por las razones arriba mencionadas, en el presente Proyecto los 3 puentes objeto del mismo serán de reconstrucción en su totalidad.

## 2.3 Diseño Básico

### 2.3.1 Lineamiento y Condiciones de Diseño

#### 1) Consideraciones en el Diseño Básico

- (1) Empotramiento Suficiente de Cimentación y Medidas Adecuadas contra la Bajada del Nivel de Lecho, la Socavación, etc.

Se considera que la mayor causa de los daños producidos por el Huracán Mitch es que los cimientos de estribos y pilas no habían llegado al suelo de soporte. En el diseño de nuevos puentes, se examinarán minuciosamente la sustentación y la profundidad de empotramiento de cimentación, y al mismo tiempo se tomará plena consideración contra la bajada del lecho, la socavación parcial en los alrededores de pilas y la erosión de las orillas de los ríos.

- (2) Aseguramiento de Espacio Libre entre Vigas y el Nivel Máximo de Agua (gálibo)

Se planificarán los puentes que cuenten con un gálibo suficiente que permita pasar la corriente aun cuando estuviera tanto en el nivel máximo de inundaciones registradas hasta ahora como en el de período de retorno de 50 años. En concreto, se asegurará 1.0 m como mínimo.

- (3) Adopción de una Forma Estructural que permita adquirir sus materiales en El Salvador y ofrecer un mantenimiento fácil

En el momento de la selección de la forma de puentes, se considerará plenamente que los materiales principales se puedan adquirir en El Salvador y su mantenimiento sea fácil.

#### 2) Normas de Diseño

- (1) Normas Geométricas de Diseño Estructural

Los puentes La Perla y Cangrejera son los que se ubican en la CA:2 clasificada como primaria, y el puente Jiboa, a su vez, en la antigua CA:2, que es secundaria. Para las normas geométricas de diseño estructural de estos puentes, se ha decidido utilizar las siguientes en conformidad con las normas geométricas de diseño estructural (Normas de Diseño) de la República de El Salvador.

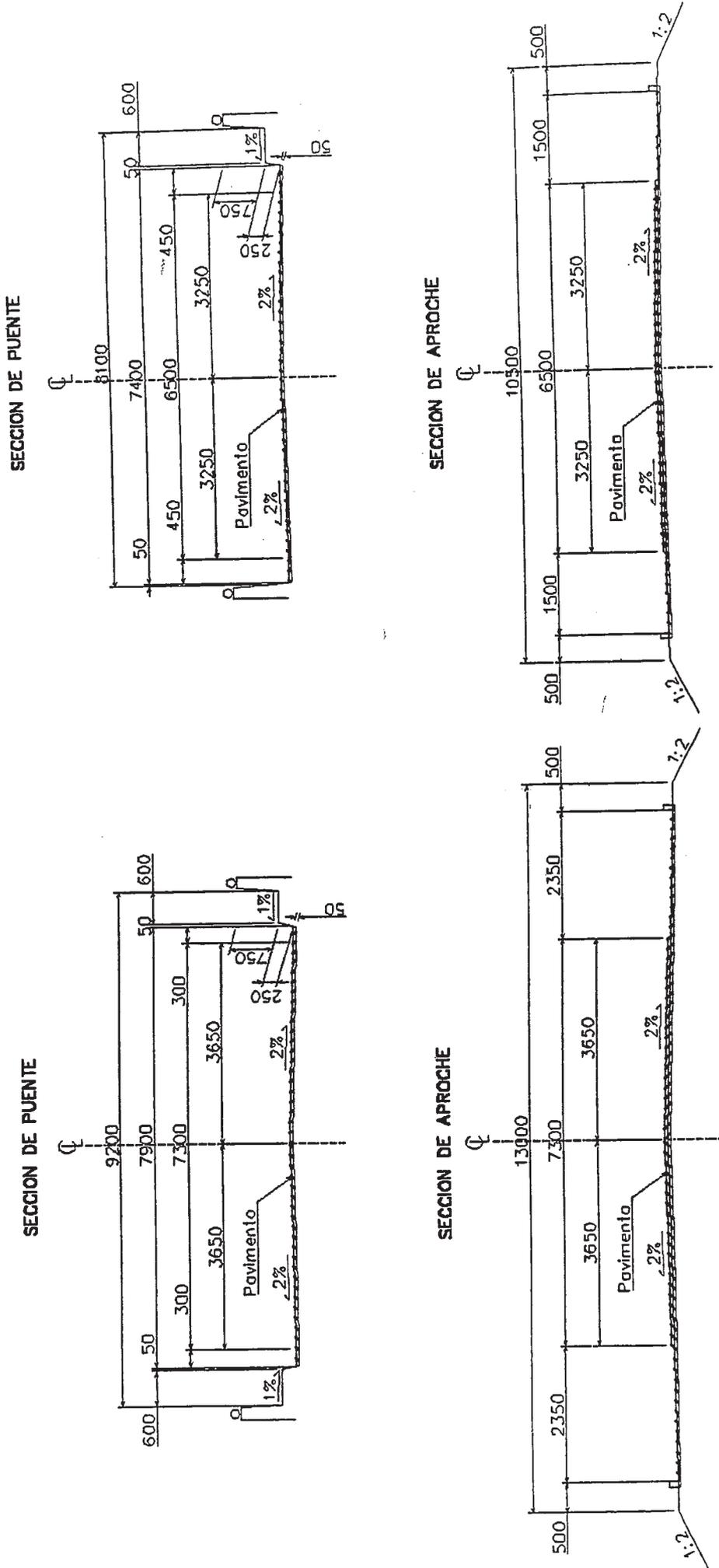
**Tabla 2-2 Normas Geométricas de Diseño Estructural**

Nombre del Puente	La Perla	Cangrejera	Jiboa
Categoría de la Carretera	Primaria (CA:2)	Primaria (CA:2)	Secundaria (antigua CA:2)
Topografía	Ondulada	Plana	Ondulada
Velocidad de Diseño	70 km / hora	90 km / hora	70 km / hora
Pendiente Máxima Longitudinal	6%	5%	6%
Radio de Curvatura Mínimo	200m	250m	100m
Número de Carriles	2	2	2
Ancho de Carril	7.3m	7.3m	6.5m
Ancho de Hombro del Puente	0.3m	0.3m	0.45m
Ancho de Berma del Aproche	2.35m	2.35m	1.5m
Ancho de Paso Peatonal	0.6 m (ambos lados)	0.6 m (ambos lados)	0.6 m (un lado)

En la Figura 2-1 se muestra la composición del ancho en puente y aproche.

PUENTE LA PERLA / PUENTE CANGREJERA  
 en CA-2 (Carretera Primaria)

PUENTE JIBOA  
 en CA-2 Antigua (Carretera Secundaria)



SECCION TRANSVERSAL TIPICA

Figura 2-1 Composición de Anchos

(2) Carga Viva de Diseño

a) Carga de Vehículos

La carga viva que se utiliza para el diseño de puentes, se aplicará el siguiente valor de acuerdo con AASHTO:

**Tabla 2-3 Carga Viva de Diseño**

	Puentes La Perla y Cangrejera	Puente Jiboa
Categoría de Carretera	Primaria (CA:2)	Secundaria (antigua CA:2)
Carga Viva AASHTO	HS 20-44 más el 10%	HS 20-44

b) Carga de Peatones (Paso Peatonal)

Se basará en el Artículo 3.14 de AASHTO: Standard Specifications for Highway Bridges, 1996.

(3) Influencia por Sismo

Como intensidad sísmica básica de diseño para determinar la influencia por sismo de cada sitio se adoptará la de las Normas Técnicas para Diseño por Sismo (Ministerio de Obras Públicas, 1997) de la República de El Salvador.

La fuerza lateral provocada por un sismo (V) se calculará bajo la siguiente fórmula:

$$V = C_s \times W$$

$$C_s = 0.5 \times A \times I$$

$C_s$  : Intensidad sísmica lateral básica de diseño (véase la Figura 2-2)

$A$  : Intensidad sísmica básica según la zona clasificada (véase la Tabla 2-4)

$I$  : Coeficiente de importancia de las estructuras (véase la Tabla 2-5)

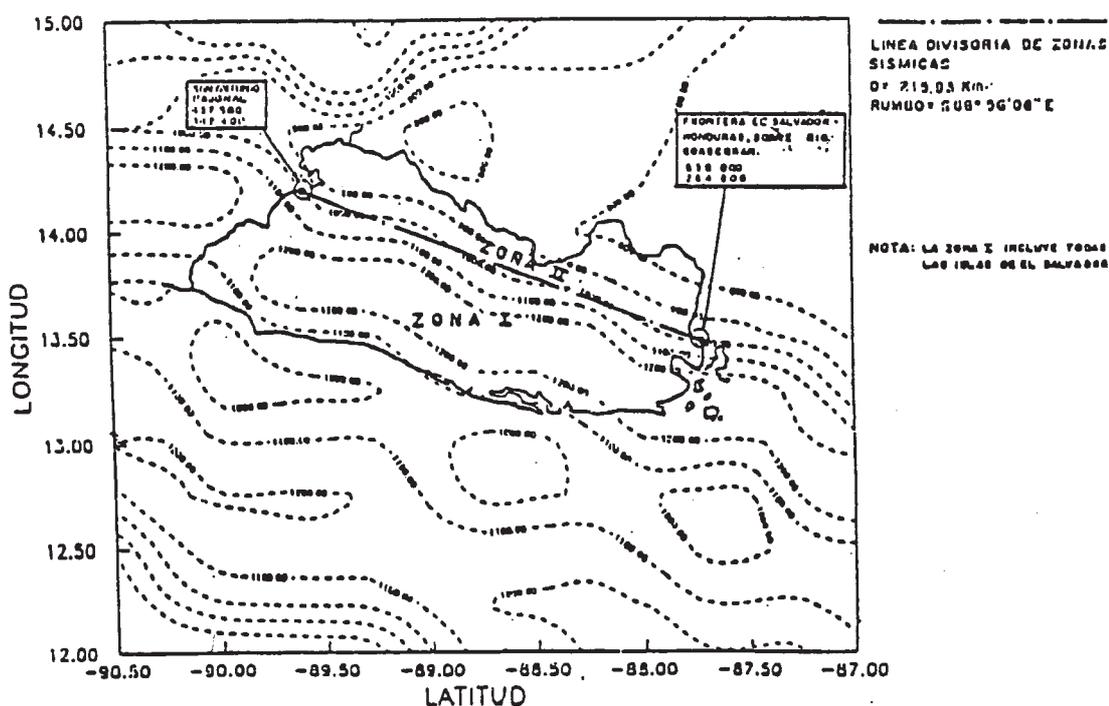
$W$  : Peso propio de la estructura

**Tabla 2-4 Intensidad Sísmica Básica**

Zona	Intensidad Sísmica Básica según la zona clasificada
I	0.40
II	0.30

**Tabla 2-5 Coeficiente de Importancia de las Estructuras**

Clasificación de Estructuras	Coeficiente de Importancia
1. Estructuras Especiales o Peligrosas (hospitales, cuarteles de bomberos, oficinas telefónicas y telegráficas, establecimientos militares, etc.)	1.5
2. Edificaciones para uso especial (instalaciones educativas, edificios de rascacielos, establecimientos de comunicaciones, etc.)	1.2
3. Edificaciones para uso general (fábricas, viviendas, hoteles, establecimientos comerciales generales, etc.)	1.0



ZONIFICACION SISMICA PARA LA REPUBLICA DE EL SALVADOR, SEPT. 1993

**Figura 2-2 Mapa de Regionalización Sísmica**

(4) Influencia de Variaciones de Temperatura

Para la influencia por variación de temperatura se considerará la que está en el margen de  $30^{\circ}\text{C} \pm 15^{\circ}\text{C}$ .

(5) Otros

En cuanto al método de diseño de puentes y otras estructuras, se aplicarán los lineamientos y las normas estipuladas en el Manual de Puentes de Carreteras de Japón.

## 2.3.2 Plan Básico

### 1) Localización de Puentes

#### (1) Puente La Perla

##### a) Posición del Nuevo Puente

El puente actual está situado en una parte recta a casi 140 m de la salida oeste del tercer túnel de la CA:2. Al observar esta situación desde el punto de vista del alineamiento de la carretera, no hay otro lugar más adecuado. Por lo tanto, escogiendo la posición actual del puente para la del nuevo, se planeará su longitud y su división de luces.

##### b) Aseguramiento de Desvío durante las Obras de Reconstrucción

Al ser la reconstrucción en el mismo lugar es absolutamente necesario disponer de un desvío durante las obras de reconstrucción. Sin embargo, no hay muchas alternativas para la ruta de desvío ya que el actual puente está colocado sobre un valle con 11 ó 12 m de profundidad. Se considera que la alternativa óptima es aprovechar el camino no pavimentado situado entre el puente y la salida oeste del túnel (ancho: entre 4 y 5 m) que comunica con tierras agrícolas del lado norte (lado montañoso). El desvío pasará por el lado montañoso a lo largo del río La Perla y al llegar a unos 180 m de aguas arriba del puente existente, atravesará el río por un puente provisional Bailey de unos 40 m de longitud y luego se unirá de nuevo con la CA:2. Este desvío requerirá el arrendamiento de tierras privadas. Además, se asegurará un ancho de desvío que permita tener 2 carriles, excepto el del puente Bailey que será de un sólo carril.

#### (2) Puente Cangrejera

##### a) Posición del Nuevo Puente

El puente actual está situado en el intermedio de una parte recta, que continua unos kilómetros, de la CA:2. Por lo tanto, bajo la idea de que la posición actual será el lugar donde se reconstruya el nuevo, se planeará la longitud y la división de luces del nuevo. El alineamiento horizontal y longitudinal serán los mismos que las del puente actual.

##### b) Aseguramiento de Desvío durante las Obras de Reconstrucción

Las obras de reconstrucción se llevarán a cabo en el mismo lugar del puente actual, por lo que es imprescindible necesario disponer de un desvío durante dichas obras. El puente está colocado sobre el río Tihuapa que pasa

por tierras planas, cuya topografía ofrece 2 alternativas de ruta de desvío: aguas arriba o aguas abajo del puente.

La parte de aguas arriba, en comparación con la de aguas abajo, proporciona una menor posibilidad de que la excavación de las pilas del nuevo puente afecte al desvío, incluido el puente Bailey, asimismo, menos casas a reubicarse (reubicación temporal). Por estas razones, el desvío se instalará aguas arriba. El desvío será ubicado paralelamente al puente actual a unos 25 m aguas arriba del mismo. Se asegurará un ancho del desvío que permita tener 2 carriles, excepto el puente Bailey (con un carril).

### (3) Puente Jiboa

#### a) Posición del Nuevo Puente

Para la posición del nuevo puente, se pueden considerar las 2 propuestas siguientes: una es reconstruir en el mismo lugar que el del actual (mismo lugar) y otra, en otro lugar (otro lugar). En la Tabla 2-6 se muestra la comparación entre estas opciones:

**Tabla 2-6 Comparación en la Posición del Nuevo Puente**

Posición del Puente	Propuesta "Mismo Lugar"	Propuesta "Otro Lugar"
Resumen de la Propuesta	- Aprovechar el alineamiento del puente actual	- Se instalará en otro lugar diferente al del puente actual
Terrenos para el Puente Nuevo y Aproxes	- No necesarios	- Se necesitan terrenos para el puente y aproxes (cargo de la parte salvadoreña)
Costo de Desplazamiento del Puente Existente	- Aprox. 780,000 Colones	- Aprox.590,000 Colones
Costo de Construcción de Aproxes nuevos	- Aprox.55,000 Colones	- Aprox.280,000 Colones
Costo de Construcción del Puente Provisional - Puente temporal - Aproxes	- Aprox.1,260,000 Colones - Aprox.275,000 Colones	- No se generará el citado costo.
Comparación de Costo de Obras (Demolición del puente actual + Aproxes + puente provisional)	- Aprox.2,370,000 Colones	- Aprox.870,000 Colones
Total Período de Obras	- Casi 2 meses más larga que el de la propuesta "Otro Lugar"	

Como se indica en la tabla anterior, la propuesta "otro lugar" es superior a la propuesta "mismo lugar" en economía y en período de obras. Se ha elegido un lugar aguas arriba debido a que en el caso de que fuera aguas abajo, se podrían incurrir en varias inconvenientes como que el alineamiento de los aproxes fuera peor que la del caso aguas arriba, en el que se necesitará la adquisición de terrenos privados, que los

cimientos del puente actual deberían ser completamente demolidos y eliminados para que los mismos no afectaran a los del nuevo puente. Tomando en consideración la topografía de los alrededores, el cauce y la constructibilidad (se ha considerado que la excavación para los cimientos del nuevo puente no afecte al puente actual que se mantendrá para el aseguramiento del tráfico durante las obras de reconstrucción), se estableció un nuevo alineamiento a unos 30 m aguas arriba del puente actual.

2) Longitud del Puente, División de Luces y Espacio Libre debajo de las Vigas

El resumen del resultado del análisis hidráulico e hidrológico relacionado con la decisión de la dimensión del puentes es como sigue:

En los alrededores de los puentes objeto del estudio se seleccionaron los observatorios de lluvia, nivel de agua y caudal y se recopilaron y analizaron los datos de los años anteriores.

**Tabla 2-7 Observatorios de Lluvia, Nivel de Agua y Caudal Objeto del Estudio**

Nombre del puente	La Perla	Cangrejera	Jiboa
Nombre del río	La Perla	Tihuapa	Jiboa
Nombre del observatorio de Lluvia	Comasagua Acajutla	Ilopango San Salvador Nuevo Aeropuerto	Cojutepeque Ilopango Nuevo Aeropuerto
Nombre del observatorio de nivel de agua y caudal	N.A.	N.A.	Montecristo
Superficie de la cuenca	69 km <sup>2</sup>	87 km <sup>2</sup>	230 km <sup>2</sup> (excepto 205 km <sup>2</sup> del lago Ilopango)
Período de recopilación de datos	1961- 1995 (35 años) y 1998	1961-1995 (35 años) y 1998	1961-1995 (35 años) y 1998

Nota: N.A. = no hay datos

Se procesa la precipitación máxima diaria de cada año por probabilidad y a través de una fórmula racional se calculó la cantidad de inundación de cada período de retorno. En cuanto a los valores registrados de nivel de agua y caudal, también se verificó la cantidad de inundación, procesándolos por probabilidad. El nivel de agua de inundación se estimó por el cálculo de flujo variado, aplicando el coeficiente de encrepamiento descrito anteriormente a la citada cantidad.

El caudal y el nivel de agua de la inundación del período de retorno de 50 años, inundación de diseño del Proyecto, en cada uno de los puentes referidos son como se indica en la Tabla 2-8.

**Tabla 2-8 Caudal y Nivel de Agua de la Inundación de Diseño**

	Río La Perla	Río Tihuapa	Río Jiboa	Afluente del río Jiboa
Caudal de inundación de diseño	760m <sup>3</sup> /s	680m <sup>3</sup> /s	1,090m <sup>3</sup> /s	80m <sup>3</sup> /s
Nivel de agua de inundación de diseño	EL.6.50m	EL.17.50m	EL.62.20m	EL.61.10m
Velocidad de corriente	5.5m/s	2.4m/s	4.5m/s	3.8m/s

Del resultado del análisis de las fotos aéreas de la cuenca de cada río (1969, 1978 y 1996) con escalas de 1/20,000 y de 1/15,000 y el del reconocimiento de campo, se analizó la variación del cauce, cuyo resultado es el siguiente:

a) Río La Perla

El río La Perla corre por una zona montañosa y llega al mar sin cambiar de cauce. En la foto aérea tampoco se observa variación del cauce. Por lo tanto, se considera que en el futuro tampoco cambiará. Respecto a la variación del lecho, la pendiente del lecho cercano al puente es muy aguda con un valor inferior a 1/100 y la velocidad de la corriente en inundaciones llega a unos 5 m/seg. Sin embargo, al ir casi 350 m aguas abajo del puente llega a su desembocadura. Por eso, se considera que no habrá bajada del lecho si no hay extracción de materiales del mismo, aunque se produzcan la socavación parcial y la erosión de orillas.

Al observar las características del cauce desde el punto de vista de la velocidad de fricción y tamaño representativo de la partícula, el cauce del río La Perla tiene una tendencia a extenderse. Pese a esto, de 1 m o 1.5 m debajo del lecho actual comienza la roca, la cual no permite avanzar más a la socavación. Por lo tanto, se juzgó que se puede impedir la extensión del ancho del cauce con el revestimiento de orillas y la protección de lecho.

b) Río Tihuapa

En cuanto al cauce del río Tihuapa, en el punto donde se sitúa el actual puente, el canal aguas bajas que pasaba más bien inclinado a la margen izquierda del río se ha movido un poco hacia el centro del mismo, pero no hay casi nada de variación. Debido a que el cauce que pasa por los alrededores del puente no ha cambiado nada durante los 30 años anteriores y que el cauce aguas arriba y abajo se ha transformado en línea casi recta, se considera que no habrá variación en el futuro.

Las características del cauce de río Tihuapa tienen la misma tendencia que la S del río La Perla. Sin embargo, la pendiente es relativamente suave con un valor de 1/500 y la velocidad de corriente es de 2 m/seg., la cual no es tan rápida.

Además, no se ha instalado ninguna estructura transversal hasta ahora. De estos, se juzgó que no habría descenso del lecho si no hubiera extracción de materiales.

#### c) Río Jiboa

En el río Jiboa no se observa ningún cambio del cauce en el punto donde se sitúa el puente actual y se estima que no habrá variación alguna en el futuro. En los alrededores del puente la pendiente del lecho es de 1/200; sin embargo, el centro de corriente se inclina hacia la margen izquierda del río y se observa un gran descenso del lecho. Hasta este momento, ha desaparecido el banco de arena que existía a unos 350 m aguas arriba del puente y se ha reducido otro banco de arena situado a unos 300 m aguas abajo del puente. Además, la protección del lecho situada en aguas abajo inmediata al puente fue llevada por la corriente a causa de sufrir socavación, lo cual fue el factor causante de la caída de la pila del actual puente. Se considera que la causa principal del descenso del lecho es la extracción excesiva de gravas. No obstante, en los últimos años se ha restringido la extracción de gravas y arenas, por lo tanto se estima que no habrá descenso considerable del lecho como se ha presentado hasta ahora.

Al igual que otros ríos, el cauce del río Jiboa tiene una tendencia a extenderse. Sin embargo, de las circunstancias arriba mencionadas, se juzga que se puede impedir la extensión del lecho por medio de la instalación de revestimiento y protección.

Basándose en el resultado del análisis hidráulico e hidrológico, se diseñó la longitud y la división de luces del nuevo puente como se describe a continuación.

#### (1) Puente La Perla

La longitud del puente actual es de unos 56 m. El estribo del lado este (margen izquierda del río) del nuevo puente será ubicado en la parte este del estribo actual. La superestructura del estribo actual será demolida, mientras que se dejará su subestructura para que se reutilice como revestimiento del nuevo estribo. El actual estribo del lado oeste (margen derecha del río) será desmantelado totalmente y el del nuevo se ubicará en un lugar cercano al actual, desplazándolo un poco hacia atrás. La longitud del nuevo puente será de 65 m.

El alineamiento vertical del nuevo puente será igual al del actual, que presenta más de 6.5 m de espacio libre entre el nivel máximo de inundaciones (EL.= 6.500) y la cara

inferior de las vigas. Basándose en los resultados de los estudios de topografía, geología y caudal del río La Perla, para el nuevo puente se planea que tenga 2 luces (luz de  $32.5 \text{ m} \times 2 = 65\text{m}$ ).

### (2) Puente Cangrejera

La longitud del puente actual es de 113 m. El estribo del lado este (margen izquierda del río) del puente actual avanza un poco hacia la línea central del río si se compara con las orillas de aguas arriba y abajo del río. En el nuevo plan, la parte delantera del estribo del lado este retrocederá unos 7 m a fin de fluidificar la corriente. La posición del nuevo estribo del lado oeste (margen derecha del río) será en el mismo lugar del actual y la longitud total del nuevo puente será de 120 m. Del análisis hidrológico, resultó que la longitud de una luz debe ser de más de 22.5 m. Por lo tanto, se planificará que sea del que tiene 4 luces (luz de  $30 \text{ m} \times 4 = 120\text{m}$ ).

El alineamiento vertical será el mismo que el actual. Considerando un período de retorno de 50 años para el nivel probable de aguas en inundaciones, (EL.17.500), se asegura una altura de gálibo contando con un mínimo de 1.0m para el espacio libre debajo de las vigas.

### (3) Puente Jiboa

En la posición del puente actual, un afluente llegado del lado oeste se une con la corriente del río Jiboa que pasa por el lado este. Y entre el río Jiboa y el afluente existe un banco de arena, cuya dimensión es de EL.62.000 y 50 m de ancho. El puente actual cruza el río Jiboa y el afluente, teniendo unos 146 m de longitud total.

Se planeará que el puente nuevo sea instalado a unos 30 m aguas arriba del actual. Sin embargo, del resultado del análisis hidrológico se ha juzgado que sería adecuado planificar separadamente un puente para cada río con estructura de terraplén en la parte intermedia donde está el banco de arena. La longitud necesaria del puente nuevo que cruzará el río Jiboa será de 90 m y la que atravesará el afluente, 30 m. El nuevo puente del río Jiboa requiere una luz de más de 25 m de longitud confirmada por el resultado del análisis hidrológico, por lo que tendrá 3 luces (luz de  $30 \text{ m} \times 3 = 90 \text{ m}$ ). El cauce del afluente cruzará diagonalmente la carretera, por ello, se planeará que el nuevo puente tenga una inclinación de  $75^\circ$  (de una luz).

En el caso de que se unan los enfoques que se sitúan a ambos extremos del puente, la altura del puente nuevo será aproximadamente 1.5 m más baja que la del actual. Aún así todavía habrá suficiente espacio libre contra el nivel de agua de inundación máxima registrada y contra el nivel de agua de inundación del período de retorno de 50 años, se puede asegurar 1.5 m hasta la cara inferior de las vigas. Por lo tanto, se consideró que era adecuado bajar la altura de diseño.

### 3) Forma de Puente

Considerando el puente La Perla con 2 luces, el Cangrejera con 4 luces y el Jiboa con 3 luces, se examinó las formas de puente. Con la condición de seleccionar una forma que permita construir la subestructura básicamente en la época seca y la superestructura en el período de la época de lluvias sin que se cuente con ataguías hincadas en el río, se eligieron 3 formas de puente: vigas de concreto presforzado (PC) simples tipo "T" o "I", vigas de concreto presforzado continuas y conectadas de tipo "T" o "I" y vigas de acero continuas. Se compararon las ventajas y desventajas desde el punto de vista del aspecto estructural, la constructibilidad, el aprovechamiento de materiales locales y la economía. En la Tabla 2-9 se indica dicha comparación.

#### a) Puente de Vigas de Concreto Presforzado Simples de Tipo "T" o "I"

Se montan las vigas de concreto presforzado producidas en el área de trabajo, utilizando vigas ensanchadoras, vigas para montaje o grúas. El costo de obra será un poco más alto que el del puente de vigas de concreto presforzado continuas. La rodadura y la resistencia al sismo son inferiores a las de tipo continuo.

#### b) Puente de Vigas de Concreto Presforzado Continuas y Conectadas de Tipo "T" o "I"

En cuanto a la fabricación y la secuencia de montaje, son casi iguales a las del puente de vigas de concreto presforzado simples de tipo "T" o "I". Por ser de forma continua, la rodadura y la resistencia al sismo son superiores.

#### c) Puente de Vigas de Acero Continuas

La fabricación y la adquisición de los materiales hechos de acero serán llevadas a cabo en el exterior de El Salvador. Además, el costo de obras será más alto que el de las otras alternativas. En el futuro se requerirá sin falta trabajos de mantenimiento como el repintado periódico, para lo cual se deben presupuestar los gastos del mismo.

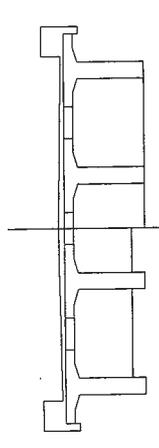
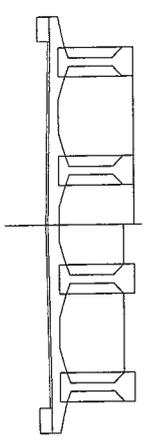
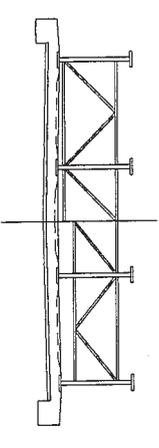
En la comparación entre el puente de acero y el de concreto, el puente de concreto tiene, además de la ventaja en el costo de obras, las que se expresan a continuación. La parte salvadoreña tiene intención de que sea de concreto. Por estas razones, se decidió que los puentes objeto del Proyecto fueran de concreto.

- El hormigón y aceros de refuerzo están disponibles en El Salvador; sin embargo, los materiales de acero, excepto los de refuerzo, no están disponibles en dicho

país.

- Aumentará mucho más la oportunidad de empleo para los trabajadores locales, construyendo un puente principalmente hecho de concreto más que si fuera de acero.
- En general un puente hecho principalmente de concreto ofrece un mantenimiento de menor costo y menos trabajo que uno de acero (el costo anual de mantenimiento del puente de acero que requiere un repintado periódico cada 4 ó 5 años es un 30 % más alto que el del puente de concreto). La estructura principal, excepto los dispositivos de dilatación, del puente de vigas de concreto presforzado es básicamente libre de mantenimiento, mientras la del puente de vigas de acero requiere el repintado periódico. Si se comparan ambos puente bajo una vida útil de 50 años, el costo de mantenimiento del puente de vigas de acero será de unas 4.4 veces más alto que el del puente de vigas de concreto presforzado.

**Tabla 2-9 Selección de la Forma de la Superestructura de Puente**

	Puente de vigas de concreto preforzado simples de tipo "T" <sup>o</sup>	Puente de vigas de concreto preforzado encadenadas y continuas del Tipo "T" o "I"	Puente de vigas de acero continuas
Sección Estándar	 <p>Sección de Viga tipo "T"</p>	 <p>Sección de Viga tipo "I"</p>	
Estructura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En El Salvador generalmente se utilizan vigas simples.</li> <li>• Las vigas simples son inferiores a las vigas continuas en la rodadura vehicular, el mantenimiento y la resistencia al sismo.</li> <li>• El tipo "T" es más bajo en la altura de viga y el espacio libre debajo de las vigas puede hacer un poco más grande que el del tipo "I".</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las vigas continuas son superiores a las vigas simples en la rodadura vehicular, el mantenimiento y la resistencia al sismo.</li> <li>• El tipo "T" es más bajo en la altura de viga y el espacio libre debajo de las vigas se puede hacer un poco más grande que el del tipo "I".</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las vigas continuas son superiores a las vigas simples en la rodadura vehicular, el mantenimiento y la resistencia al sismo.</li> <li>• Entre las formas examinadas en el Proyecto, es la de menor peso y la más ventajosa en la resistencia al sismo.</li> </ul>
Constructibilidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se montan las vigas de concreto preforzado en el área de trabajo, utilizando vigas ensanchadoras y vigas de montaje o grúas.</li> <li>• Se puede realizar el montaje de superestructura en cualquier época.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La fabricación y la secuencia de montaje de vigas de concreto preforzado son las mismas que las de vigas simples. Después de montar las vigas, se las encadena a fin de obtener la continuidad.</li> <li>• Se puede realizar el montaje de superestructura en cualquier época.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Después de ensamblar por grúa en forma de caja las vigas de acero sobre el suelo, se monta 1 ó 2 vigas combinadas.</li> <li>• Cuando se coloca temporalmente o se alza una viga de acero, es necesario que se tenga cuidado con el pandeo que causará la caída transversal.</li> <li>• Se puede realizar el montaje de superestructura en cualquier época.</li> </ul>
Aprovechamiento de Materiales Locales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Excepto los materiales de acero para concreto preforzado, los aceros de refuerzo están disponibles en El Salvador.</li> <li>• La construcción se realizará principalmente en El Salvador, por lo que se aumentará la oportunidad de empleo de los trabajadores salvadoreños.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Excepto los materiales de acero para concreto preforzado, los aceros de refuerzo están disponibles en El Salvador.</li> <li>• La construcción se realizará principalmente en El Salvador, por lo que se aumentará la oportunidad de empleo de los trabajadores salvadoreños.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La adquisición y la fabricación de los materiales de acero necesarios serán llevadas a cabo en el exterior de El Salvador.</li> <li>• Será menor la oportunidad de empleo de los trabajadores salvadoreños.</li> </ul>
Mantenimiento	<p>La estructura principal, excepto el accesorio (dispositivo de dilatación) está libre de mantenimiento.</p>	<p>La estructura principal, excepto el accesorio (dispositivo de dilatación) está libre de mantenimiento.</p>	<p>Además del mantenimiento del accesorio (dispositivo de dilatación), es necesario realizar periódicamente un repintado (cada 10 años). El puente de vigas de acero requiere un costo de mantenimiento 4.4 veces mayor que el de vigas de concreto preforzado.</p>
Economía	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es un poco más costosa que la forma de vigas continuas (proporción : 1.03)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es la menos costosa (proporción : 1.00)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es la más costosa (proporción : 1.05)</li> </ul>
Evaluación Total	<p style="text-align: center;">△</p>	<p style="text-align: center;">○</p>	<p style="text-align: center;">x</p>

En la comparación entre las vigas de concreto presforzado simples y las continuas, se adoptó la forma de vigas de concreto presforzado continuas y conectadas que ofrece la superioridad en el costo de obras, la rodadura y la resistencia al sismo, aunque todavía no hay muchos antecedentes en el uso de dichas vigas en El Salvador. En la comparación entre el tipo "T" y el "I", aunque resulta que no se diferencian ambos tipos en las características estructurales ni el costo de obras, se adoptaron vigas de concreto presforzado continuas y conectadas de tipo "T" que presenta una menor altura de viga y menor duración de período de construcción que las de tipo "I". Se decidió que los 3 puentes objeto del Proyecto fueran diseñados de la misma forma.

A fin de obtener la unificación en el plan de puentes, el puente de 30 m de longitud con una sola luz del afluente del río Jiboa también será de vigas de concreto presforzado simples de tipo "T".

### 2.3.3 Contenido del Diseño Básico

#### 1) Diseño de Superestructura

##### (1) Vigas de Concreto Presforzado Tipo "T"

Se unificaron los valores de dimensión de las vigas de los 3 puentes: La Perla, Cangrejera y Jiboa. Se determinó que sea 30 m la longitud de luz para los puentes Cangrejera y Jiboa, por lo que la dimensión exterior de las vigas de estos puentes será la misma. El puente Cangrejera tendrá 5 vigas principales y el Jiboa, por su parte, 4.

La longitud de luz del puente La Perla será de 32.5 m y aunque será un poco mayor la altura de las vigas, la forma de las alas superiores será la misma que las de los puentes Cangrejera y Jiboa. El número de vigas, al igual que el del Cangrejera, será 5.

##### (2) Consideración para la Mejora de la Resistencia al Sismo

La adopción de vigas continuas contribuirá significativamente no sólo a la rodadura y al mantenimiento, sino también a la mejora de la resistencia al sismo. En este caso, es conveniente que los apoyos tengan una estructura elástica para que éstos transmitan la fuerza sísmica a la subestructura, esparciéndola.

En la forma de vigas continuas y conectadas, las vigas serán montadas una por una y cada uno de los puntos de apoyo será soportado por el apoyo de goma. El apoyo de goma será diseñado por la fuerza vertical de reacción de la carga viva y la muerta que se miden después de la terminación del encadenamiento continuo de las vigas, y permitirá distribuir la fuerza sísmica dentro de su límite de elasticidad. Como una parte de la prevención contra caídas, además de considerar una longitud suficiente de la cara superior de los estribos que soporta la viga correspondiente, se instalarán barras de

anclaje en cada uno de los estribos y de las pilas como estructura de control del desplazamiento. Estas barras de anclaje serán móviles en la dirección del eje del puente y fijas en la dirección perpendicular del mismo eje.

### (3) Dispositivo de Dilatación

El dispositivo de dilatación será de goma estructuralmente simple que tiene antecedentes de su uso en los proyectos de cooperación financiera no reembolsable de Japón realizados en El Salvador.

## 2) Diseño de Subestructura

### (1) Forma de Cimientos

En el caso de que la roca este expuesta o se ubique cerca de la superficie del suelo, será de cimientos directos.

En el caso de que la línea de roca se sitúe en un lugar con más de 10 m de profundidad desde la superficie del lecho del río o la del suelo, se utilizarán pilotes colados en el sitio del método de Encamisado Total. A través de la comparación entre pilotes de 1.0 m y 1.2 m de diámetro, para el puente La Perla se utilizarán los pilotes de 1.0 m de diámetro y para los puentes Cangrejera y Jiboa, los de 1.2 m (Véase la Tabla 2-10).

### (2) Empotramiento de Cimientos de Pilas

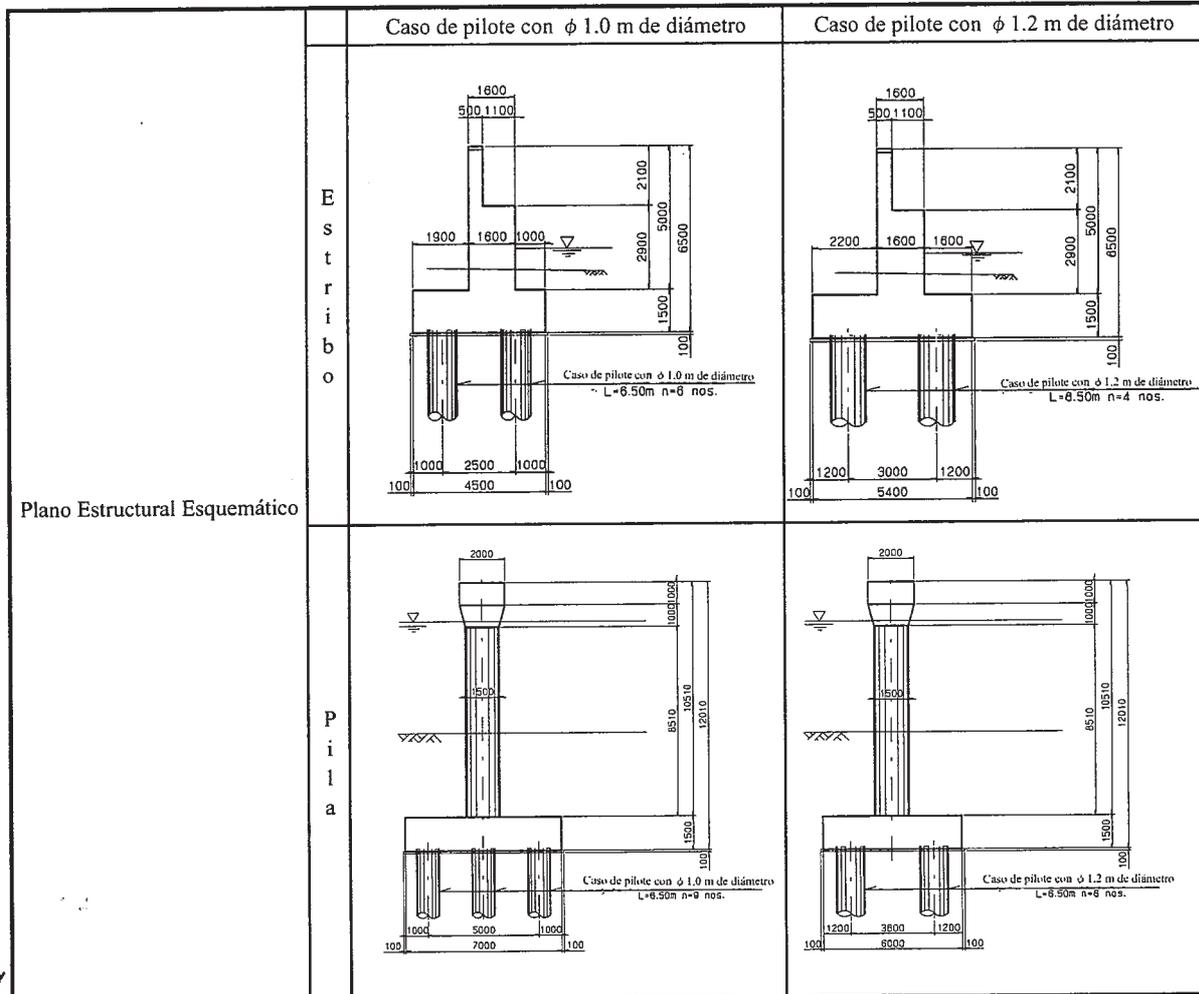
#### a) Puente La Perla

El cimiento de la pila intermedia será empotrado con una profundidad de 50 cm desde la superficie del lecho del río. Se rehabilitará el cimiento del estribo situado en la margen izquierda del río que sufrió la socavación causada por el Huracán Mitch, protegiendo los alrededores de la misma.

#### b) Puente Cangrejera

En base a que la profundidad de socavación parcial causada por las pilas es 1.5 D (D: ancho de pilas en la dirección de la corriente), se decidió que el empotramiento será de 2.25 m.

**Tabla 2-10 Diámetro de Pilotes Colados en el Sitio**



**Resultado de Examen**

Puente	Nombre de parte	Estribo				Pila	
		A1		A2		1.0	1.2
		1.0	1.2	1.0	1.2		
Diámetro de Pilote $\phi$ (m)		1.0	1.2	1.0	1.2	1.0	1.2
LA PERLA	Número de Pilote	6	5	6	5	/	/
	Longitud de Pilote (m)	8.5	8.5	6.0	6.0		
	Proporción de costo	1.000	1.062	1.000	1.066		
CANGREJERA	Número de Pilote	6	5	8	6	8	6
	Longitud de Pilote (m)	15.0	15.0	15.5	15.5	10.0	10.0
	Proporción de costo	1.000	1.045	1.035	1.000	1.076	1.000
JIBOA	Número de Pilote	6	4	6	4	9	6
	Longitud de Pilote (m)	6.5	6.5	12.0	12.0	6.5	6.5
	Proporción de costo	1.016	1.000	1.042	1.000	1.109	1.000

\* En el plano estructural esquemático se dibujan el estribo "A1" y la pila "P1" del puente Jiboa.

### c) Puente Jiboa

En las pilas del puente nuevo de 90 m de longitud que se construirá en el río Jiboa, se considerarán las medidas contra el descenso del lecho del río y la socavación. La estructura descendente situada aguas abajo del puente actual tiene 1.5 m de altura. Se realizará la reparación de dicha estructura (véase el punto 3) del ítem 2.3.3), sin embargo, no se puede considerar que la citada estructura es permanente, por lo que en el diseño se tomará en cuenta 1.5 m de descenso del lecho. Además, añadiendo 1.5 D de socavación parcial de los alrededores de las pilas, se determinó que el empotramiento de los cimientos será de 3.75 m desde la superficie del lecho.

### 3) Diseño de Revestimiento de Orillas y Lecho

#### (1) Puente La Perla

En el río La Perla la pendiente del lecho es muy aguda, presentando un valor  $1/80$ , por lo que se estima que la velocidad máxima de la corriente en inundaciones será más de 5.5 m/seg. Es necesario que se tomen medidas contra la socavación del lecho y la erosión de las orillas del río que causaron grandes daños al antiguo puente. Sin embargo, en los lugares en donde se situarán las pilas nuevas existe una roca firme con poca profundidad. Si se fijan estas pilas en la citada roca, no hace falta que se tomen medidas contra la socavación del lecho. El muro de concreto situado en la parte delantera del estribo de la margen izquierda del río será dejado tal como está, sin embargo, éste requiere medidas para su cimiento. Como medida se planificará no sólo la inyección y el relleno de concreto en la parte socavada, sino también la consolidación del pie con concreto.

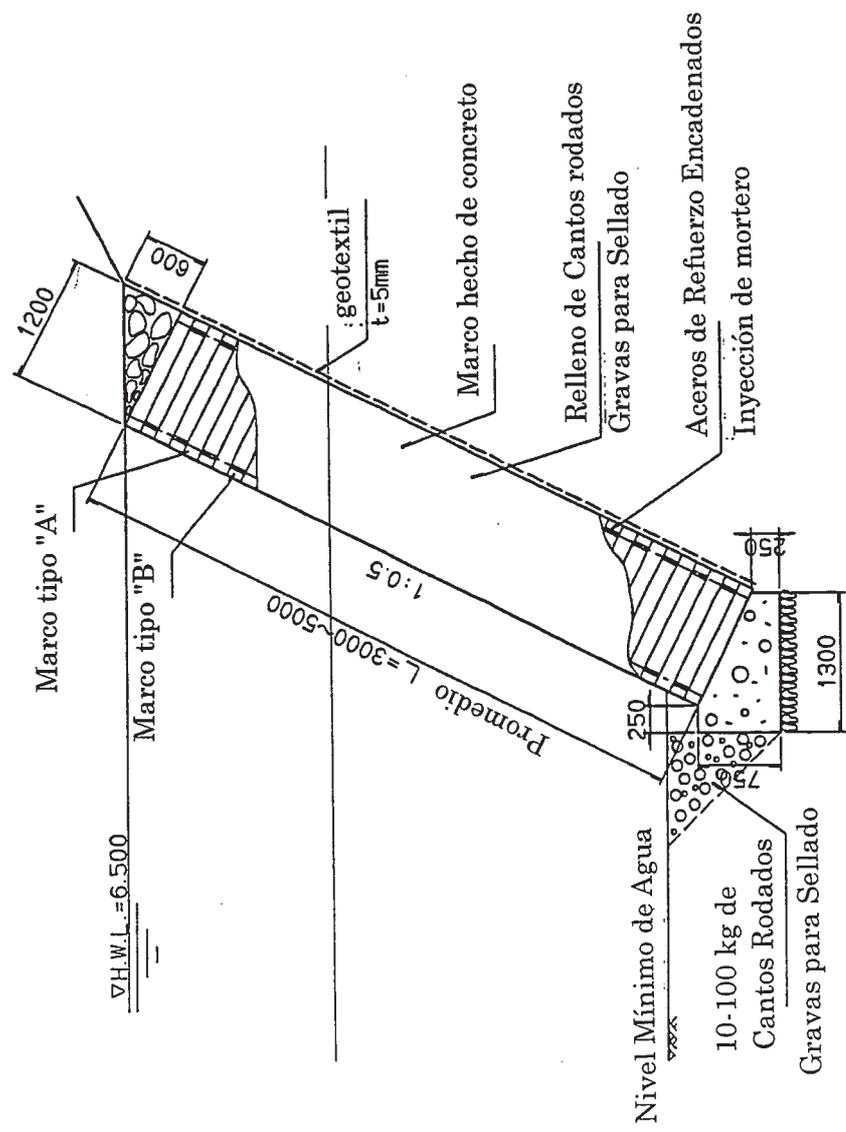
Contra la erosión de las orillas del río se necesita el revestimiento. En el sitio correspondiente la velocidad de corriente es muy rápida, por lo que está previsto utilizar marcos hechos de concreto que ofrecen alta flexibilidad y estabilidad. La altura de corona del revestimiento será del mismo nivel que el de inundaciones. El cimiento del revestimiento será de concreto y estará fijado en la roca (Véase la Figura 2-3).

#### (2) Puente Cangrejera

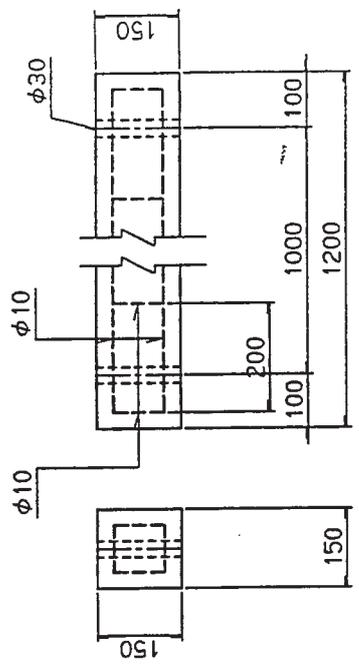
El río Tihuapa tiene pendiente del lecho suave con un valor de  $1/500$  y su cauce es muy estable. No existe ninguna estructura instalada anteriormente. La velocidad máxima de la corriente en inundaciones es de 2.4 m/seg. que no es tan rápida. Se prevé que ocurra la socavación parcial en el momento de inundaciones, contra esto se empotrarán suficientemente las pilas. A este puente no es necesario aplicar el revestimiento ni la protección del lecho.

Plano Estándar de Consolidación y Revestimiento

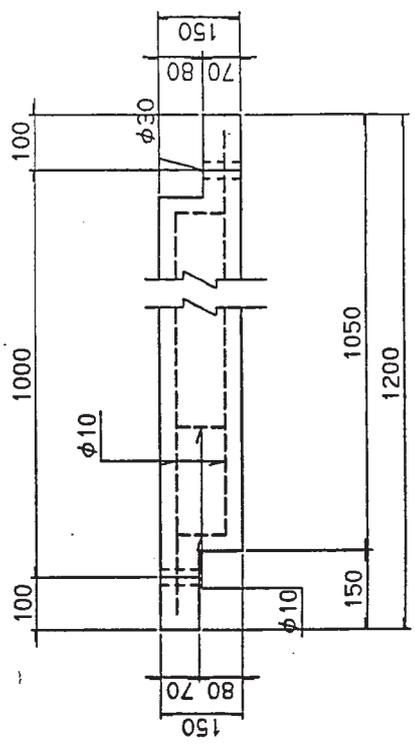
Escala 1:50



Detalle de Marco tipo "A"



Detalle de Marco tipo "B"



Nota) En el caso de que no se fijara en las rocas, se instalará un contrapiso de hormigón (1:3:6)

Figura 2-3 Revestimiento por Marcos de Concreto

### (3) Puente Jiboa

El río Jiboa tiene una pendiente de lecho relativamente aguda con el valor de 1/200. Está instalada una estructura descendente en aguas abajo inmediatas al antiguo puente. Debido a que una parte de dicha estructura fue arrastrada por la corriente, el lecho y las orillas recibieron una grave socavación, lo cual causó la caída de una pila.

Para la reparación de la citada estructura, se utilizarán bloques de concreto prefabricado, y la parte perdida será reconstruida mientras la parte restante recibirá el refuerzo, y está previsto también aplicar la protección del lecho en ambas partes (véase la Figura 2-4). Además, como medida para la erosión de las orillas se instalará el revestimiento en un lugar cerca de la pila del puente nuevo. La estructura del revestimiento será de marcos de concreto por la misma razón que la del puente La Perla. La altura de corona del revestimiento tendrá el mismo nivel que el de la corriente en inundaciones. En cuanto al empotramiento de su cimiento, debido a que este lugar no permite fijar con la roca, se instalarán los bloques para la consolidación del cimiento.

El peso, el ancho y la longitud de la estructura descendente y los bloques de protección del lecho serán como se detalla a continuación:

#### a) Peso de Bloque de Concreto

Como resultado de la comparación entre la fuerza de la corriente de agua y la resistencia por bloques, el peso de la estructura descendente será aproximadamente de 3 toneladas y el de consolidación del cimiento, de 1 tonelada.

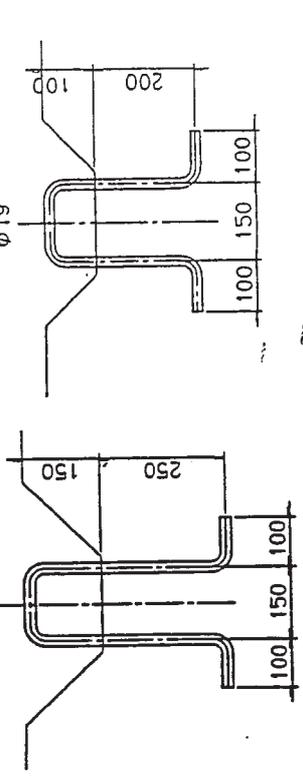
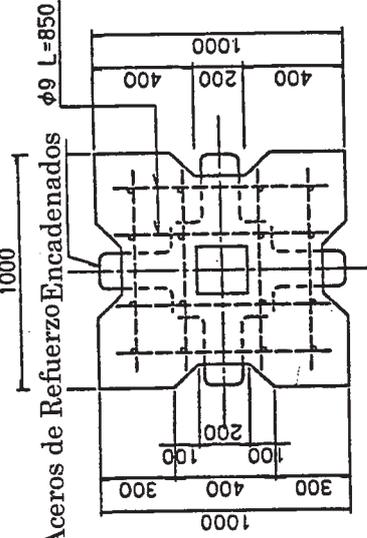
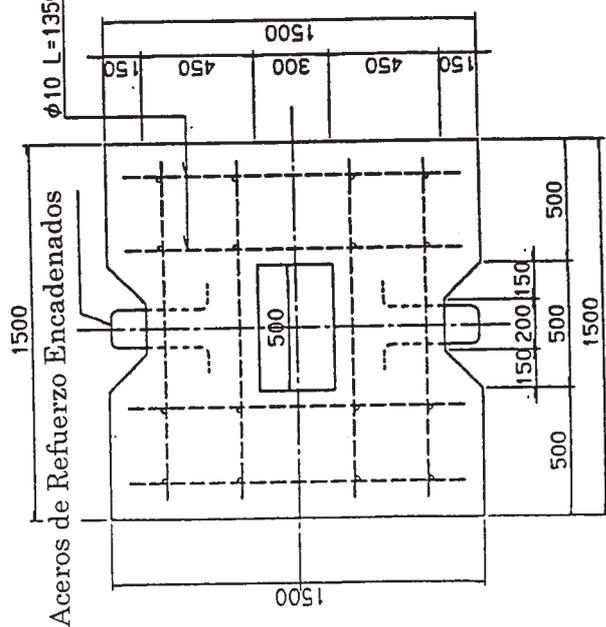
#### b) Ancho de Consolidación del Cimiento

Se examinó en base a la profundidad máxima de socavación que se calcula de la profundidad de agua en la inundación de diseño y se decidió que el ancho de consolidación fuera de 6.0 m.

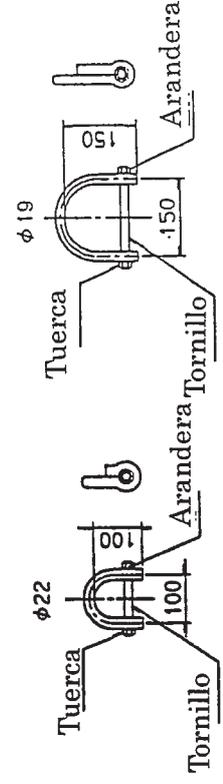
#### c) Longitud de Protección del Lecho

Los bloques de protección del lecho serán acoplados entre ellos en 4 caras y su longitud en aguas abajo será de 8.0 m y en aguas arriba, de 3.0 m.

Plano Detallado de Bloque de 3 t Escala 1:20



Herrajes Encadenados

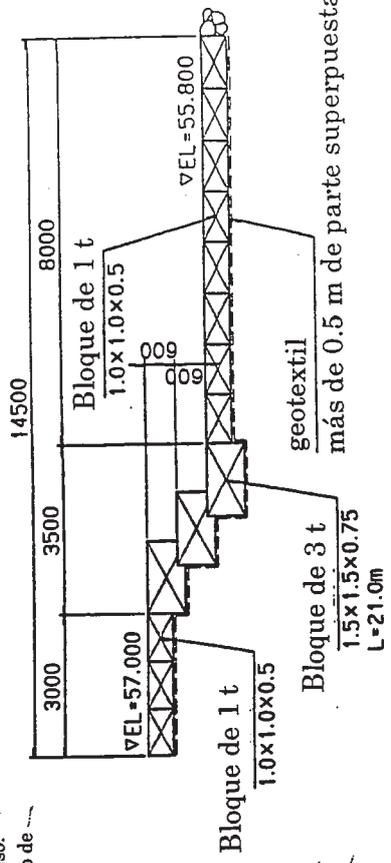


Cantidad de Concreto 0.42 m<sup>3</sup>/bloque

Nota)

1. Está permitido el cambio de forma dentro del límite en que no se reduzca el peso.
2. A cada esquina se aplica un biselado de más de 3 cm.
3. Se utiliza más de 11 kg de D10.

Plano Estándar de Estructura Descendente



Cantidad de Concreto: 1.30 m<sup>3</sup>/bloque

Nota)

1. Está permitido el cambio de forma dentro del límite en que no se reduzca el peso.
2. A cada esquina se aplica un biselado de más de 3 cm.
3. Se utiliza más de 17 kg de D10.

Figura 2-4 Protección del Lecho con Bloques de Concreto Prefabricado

#### 4) Diseño de Aproxes

##### (1) Puente La Perla

El nuevo puente La Perla será construido en el mismo lugar que el actual. El alineamiento horizontal será recto y el longitudinal será igual que el actual y tendrá una superelevación de 3.00 %, bajando de la margen izquierda a la derecha. El enfoque de la margen izquierda será de 20 m, valor del tramo necesario para la construcción del puente (20 m en cada extremo del puente) y el de la derecha, de 110 m, valor calculado sumando dicho tramo y otro tramo necesario para el lugar de fabricación de vigas y el acopio provisional de materiales (90 m). El tramo de aproximaciones necesario para la construcción del puente será de tierra mientras el otro tramo restante se pondrá una capa superficial de concreto asfáltico.

##### (2) Puente Cangrejera

Igual que el puente La Perla, el nuevo puente Cangrejera será construido en el mismo lugar que el actual. El alineamiento horizontal será recto y el longitudinal será igual que el actual y tendrá una superelevación de 0.33 %, bajando de la margen izquierda a la derecha. El enfoque de la margen izquierda será de 110 m, valor calculado sumando el tramo necesario para la construcción del puente (20 m en cada extremo del puente) y otro tramo necesario para el lugar de fabricación de vigas y el depósito provisional de materiales (90 m) y el de la derecha, de 20 m, valor del tramo necesario para la construcción del puente. El tramo de aproximaciones necesario para la construcción del puente será de tierra mientras el otro tramo restante se pondrá una capa superficial de concreto asfáltico. La parte de terraplén situada alrededor de los estribos será protegida con un revestimiento de piedras hasta el nivel de inundación de diseño (EL. 17.500).

##### (3) Puente Jiboa

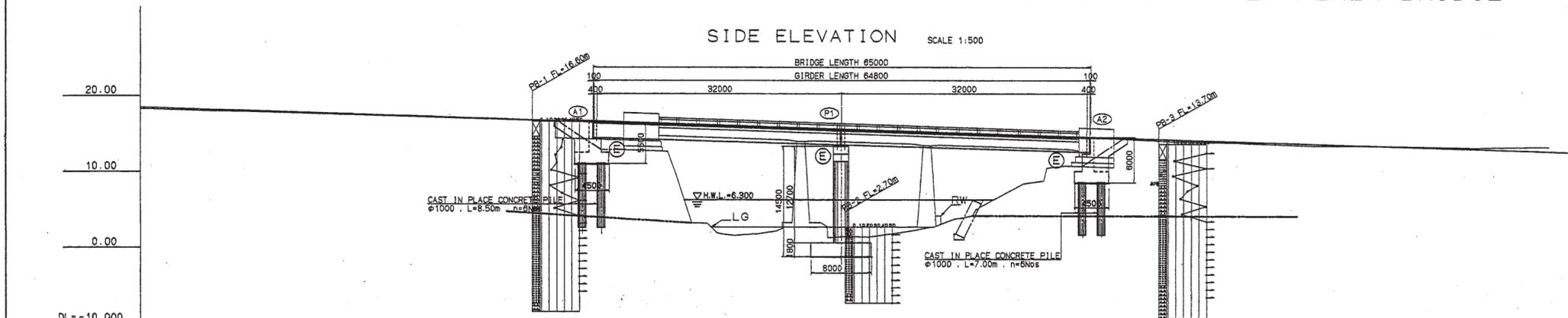
Se diseñará que el nuevo puente se sitúe a unos 30 m aguas arriba del puente actual a fin de que la excavación para las pilas del nuevo puente no afecte al puente actual. El alineamiento horizontal de los nuevos puentes: uno que cruzará el río Jiboa y otro que atravesará el afluente, será el que permita diseñar dentro del tramo recto y empalmará con la carretera actual en ambos extremos de dichos puentes. La margen izquierda será de curva ovalada, resultado del uso de la curva circular con un radio de 250 m y la de 120 m y para la margen derecha se utilizará la curva circular con un radio de 120 m. Los valores de los radios de dichas curvas son mayores que los de la carretera actual. El alineamiento longitudinal une los extremos del puente con una superelevación de 0.5 %. La altura del nuevo puente que cruzará el río Jiboa bajará aproximadamente 1.5 m en comparación con la del actual (EL 67.300). La longitud del enfoque de la margen izquierda es de 428 m y la de la derecha, de 252 m. Aparte de eso, entre el puente que cruza el río Jiboa y el que atraviesa el afluente existe un tramo de terraplén de unos 40 m,

cuyos taludes (a ambos lados) serán revestidos con piedras y cada uno tendrá una escalera de acceso al río para que los habitantes laven la ropa.

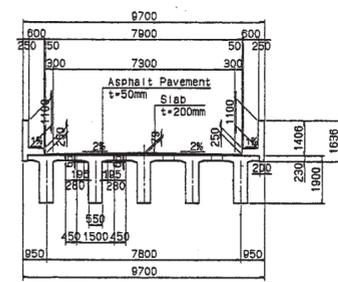
5) Planos del Diseño Básico

En las Figuras de 2-5 a 2-8 se muestran el plano general, la vista en planta y la sección longitudinal de los puentes La Perla, Cangrejera y Jiboa.

# GENERAL VIEW OF LA PERLA BRIDGE



SECTION SCALE 1:200



## DESIGN CRITERIA

TYPE	PC-CONNECTING T-GIRDER
TOTAL BRIDGE LENGTH	L=65.000m
GIRDER LENGTH	L=64.800m
SPAN	32.000 + 32.000
WIDTH	CARRIAGE WAY WIDTH=7.80m SIDEWALK WIDTH=0.60+0.60=1.20m
LIVE LOAD	B LIVE LOAD
IMPACT COEFFICIENT	I=10/(25+L)
SEISMIC COEFFICIENT	Kh=0.24
ANGLE OF SKEW	90° 00' 00"
RADIUS OF CURVATURE	R=∞
LONGITUDINAL SLOPE	1=3.000%

## MATERIALS

CONCRETE	GIRDER	σck=35N/mm²
	DIAPHRAGM	σck=30N/mm²
CONCRETE	SUBSTRUCTURE	σck=24N/mm²
	FOUNDATION	σck=24N/mm²
PC STEEL	GIRDER	12S12.7B (SNPR7B)
	DIAPHRAGM	12S1.8 (SNPR18)

DL = -10.000											
GRADIENT	17.200										
PROPOSED HEIGHT	17.200	17.200	16.800	16.800	16.000	15.565	15.400	14.800	14.590	14.200	13.800
GROUND LEVEL	17.96	17.90	16.66	16.66	1.66	1.67	8.71	8.71	14.02	13.45	13.23
ACCUMULATED DISTANCE	0.000	160.000	200.000	202.000	220.000	234.500	240.000	260.000	267.000	280.000	320.000
DISTANCE	0.000	20.000	2.000	2.000	18.000	14.500	7.000	20.000	7.000	20.000	20.000
STATION	0+160	0+200	0+202	0+204	0+220	0+234.5	0+240	0+260	0+267	0+280	0+320

CROSS SECTION SCALE 1:400

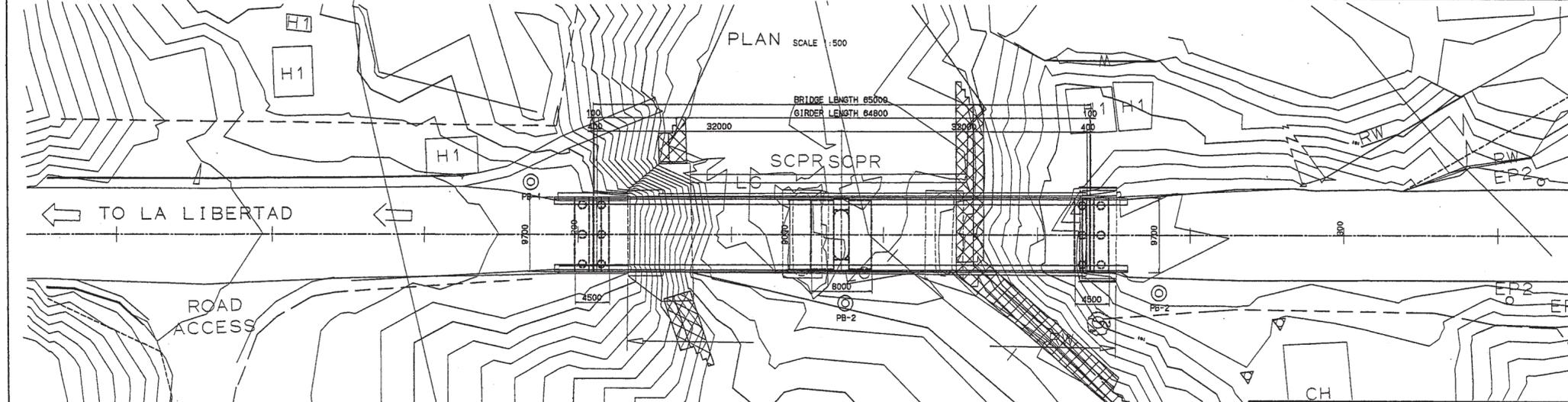
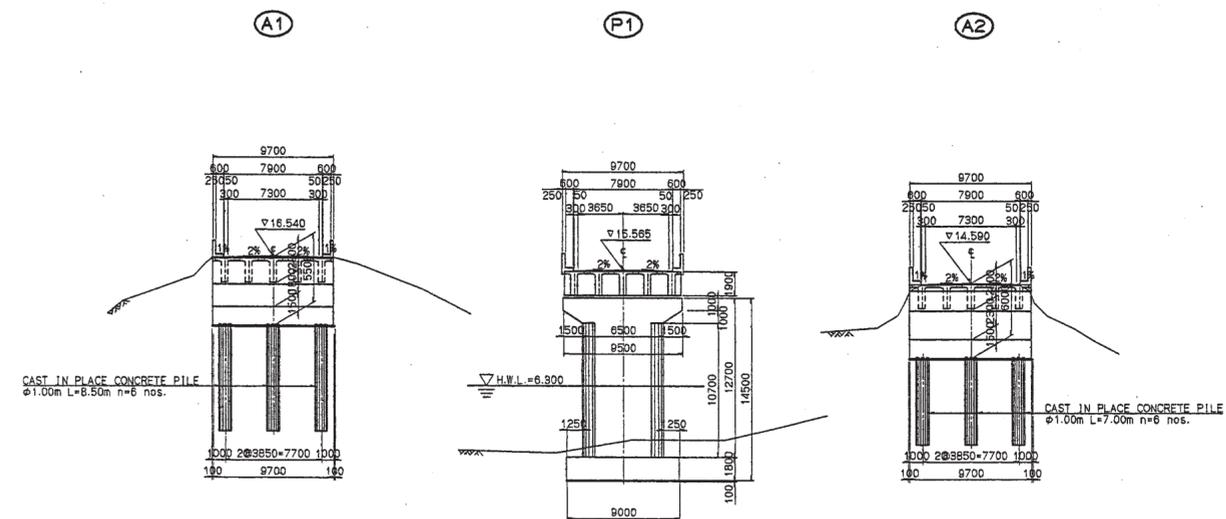
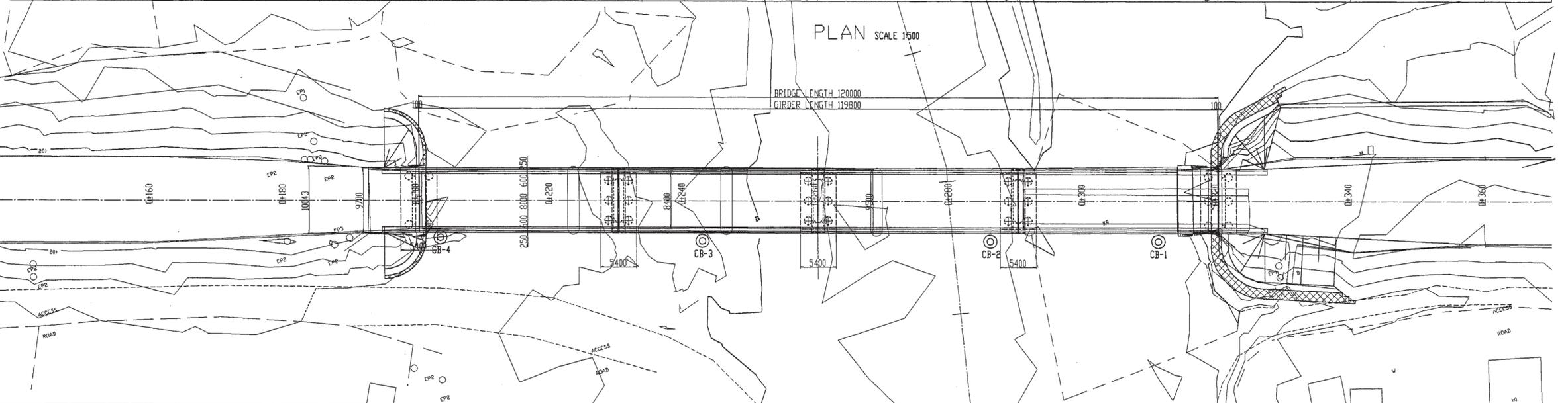
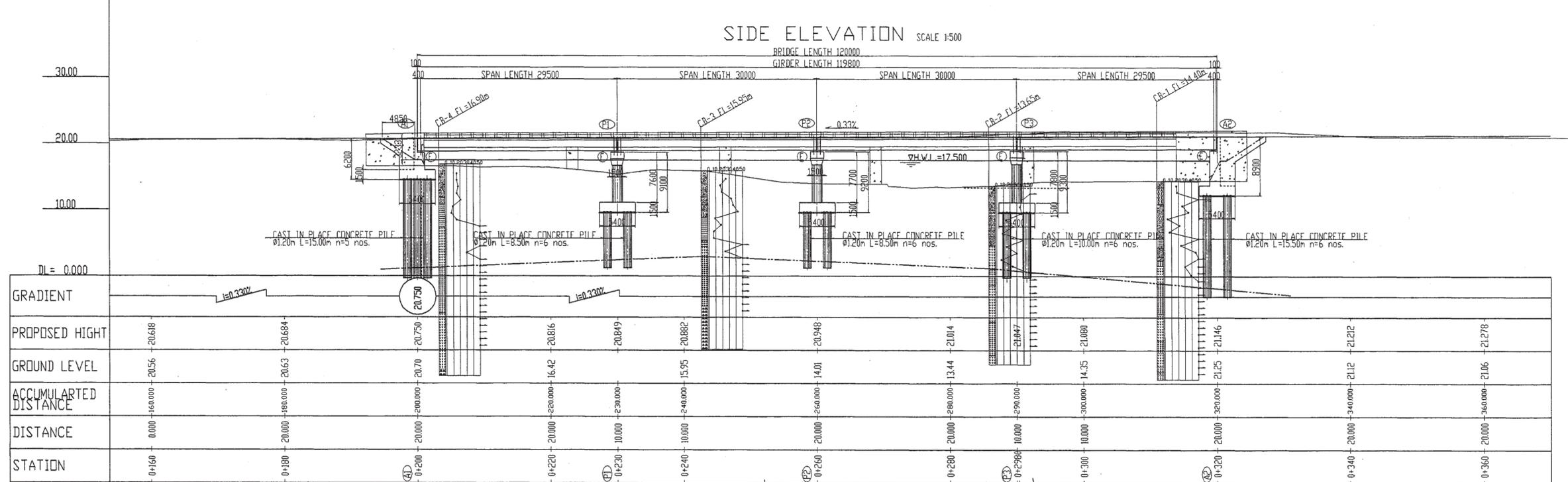


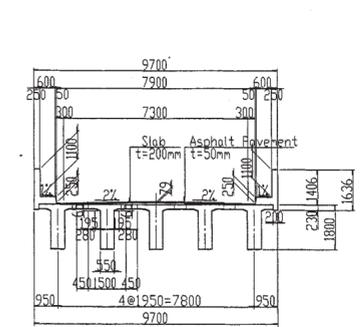
Figura 2-5 Plano General del Puente La Perla

DRAWING TITLE	SCALE	RPREPARED BY	APPROVED BY	DWG.No.
GENERAL VIEW OF LA PERLA BRIDGE	AS SHOWN			

# GENERAL VIEW OF CANGREJERA BRIDGE



## SECTION SCALE 1:200



## DESIGN CRITERIA

TYPE	PC-CONNECTING T-GIRDER
TOTAL BRIDGE LENGTH	L=120,000m
GIRDER LENGTH	L=119,800m
SPAN	29,500 + 30,000 + 30,000 + 29,500
WIDTH	CARRIAGE WAY WIDTH=7,90m SIDEWALK WIDTH=0,60+0,60=1,20m
LIVE LOAD	B LIVE LOAD
IMPACT COEFFICIENT	I=10/(25+L)
SEISMIC COEFFICIENT	Kh=0.24
ANGLE OF SKEW	90° 00' 00"
RADIUS OF CURVATURE	∞
LONGITUDINAL SLOPE	i=0.330%

## MATERIALS

CONCRETE	GIRDER	σ <sub>ck</sub> =35N/Am
	DIAPHRAGM	σ <sub>ck</sub> =30N/Am
	SUBSTRUCTURE	σ <sub>ck</sub> =24N/Am
PC STEEL	GIRDER	I2S12.7B (SVPR7B)
	DIAPHRAGM	IS21.8 (SVPR19)

## CROSS SECTION SCALE 1:400

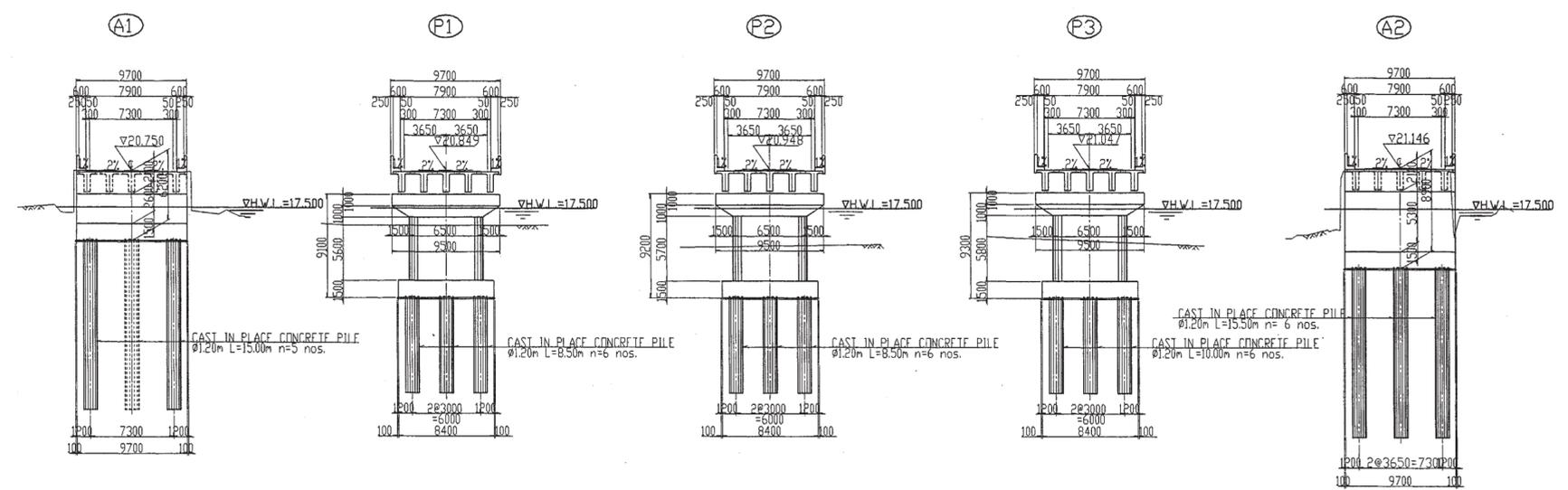


Figura 2-6 Plano General del Puente Cangrejera

DRAWING TITLE	SCALE	RPREPARED BY	APROVED BY	DWG.No.
GENERAL VIEW OF CANGREJERA BRIDGE	AS SHOWN			

# GENERAL VIEW OF JIBOA BRIDGE

SIDE ELEVATION SCALE 1:500

SECTION SCALE 1:200

CROSS SECTION SCALE 1:400

## DESIGN CRITERIA

TYPE	PC-CONNECTING T-GIRDER
TOTAL BRIDGE LENGTH	30.00m, L=90.00m
GIRDER LENGTH	L=29.800m, L=89.800m
SPAN	29.00, 29.50+30.00+29.50
WIDTH	CARRIAGE WAY WIDTH=7.50m SIDEWALK WIDTH=0.60m
LIVE LOAD	B LIVE LOAD
IMPACT COEFFICIENT	I=10/(25+L)
SEISMIC COEFFICIENT	K <sub>s</sub> =0.24
ANGLE OF SKEW	90° 00' 00"
RADIUS OF CURVATURE	∞
LONGITUDINAL SLOPE	i=0.500%

## MATERIALS

GIRDER	σ <sub>ck</sub> =35N/mm
CONCRETE	σ <sub>ck</sub> =30N/mm
DIAPHRAGM	σ <sub>ck</sub> =24N/mm
SUBSTRUCTURE	σ <sub>ck</sub> =24N/mm
FOUNDATION	σ <sub>ck</sub> =24N/mm
PC STEEL	σ <sub>ck</sub> =24N/mm
GIRDER	12S12.7B (SWPR7B)
SLAB, DIAPHRAGM	12S12.8 (SWPR19)

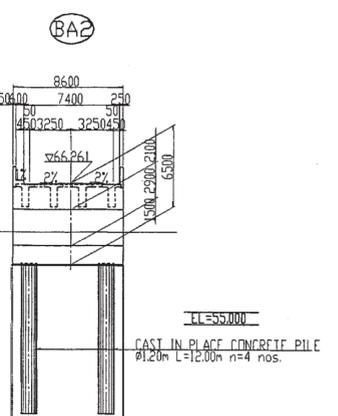
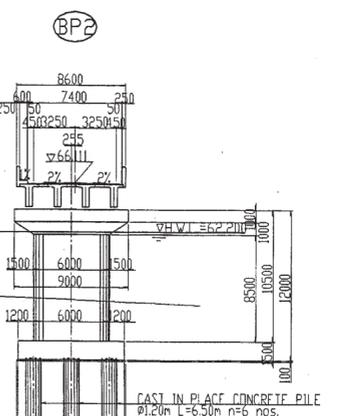
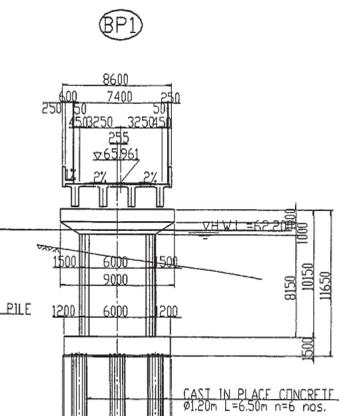
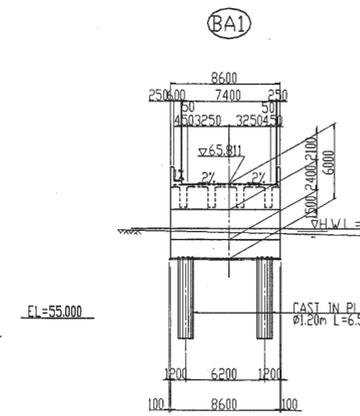
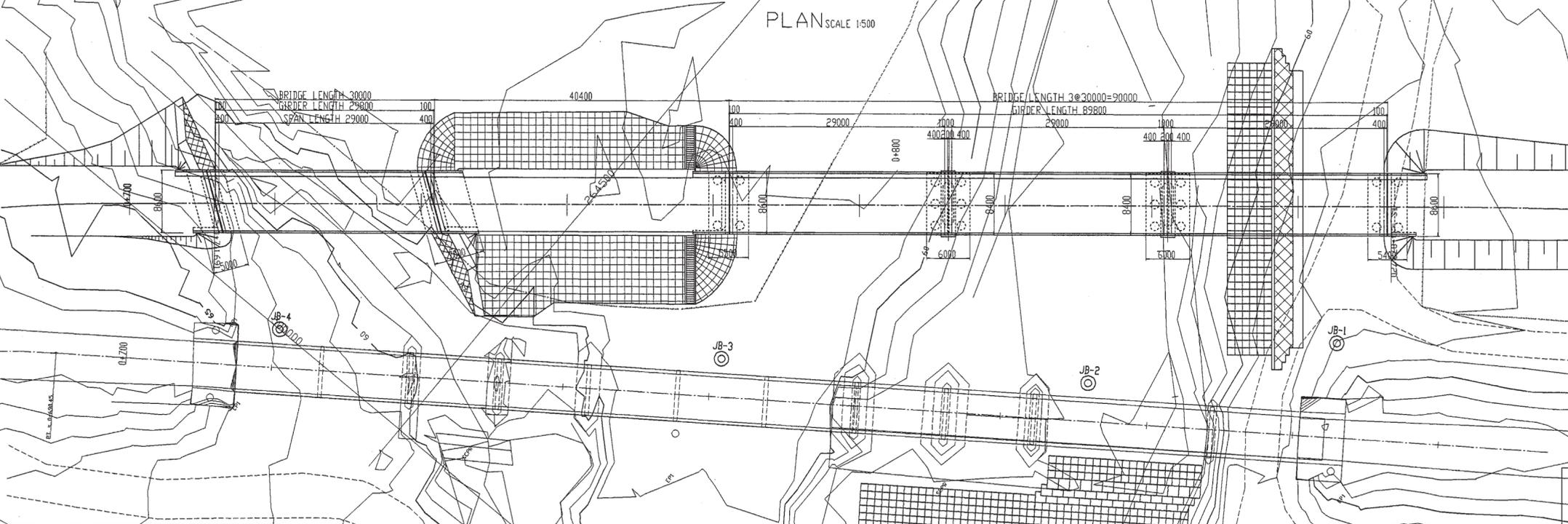
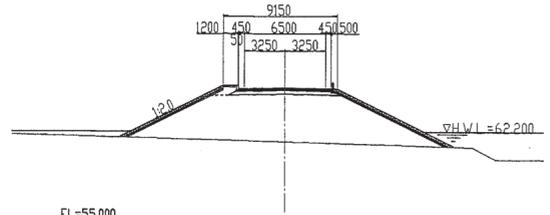
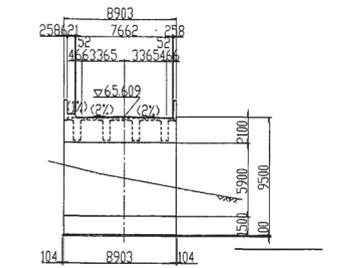
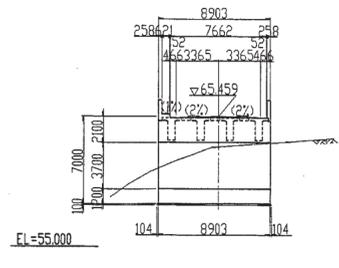
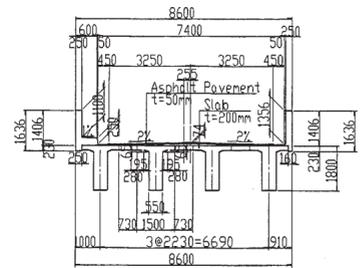
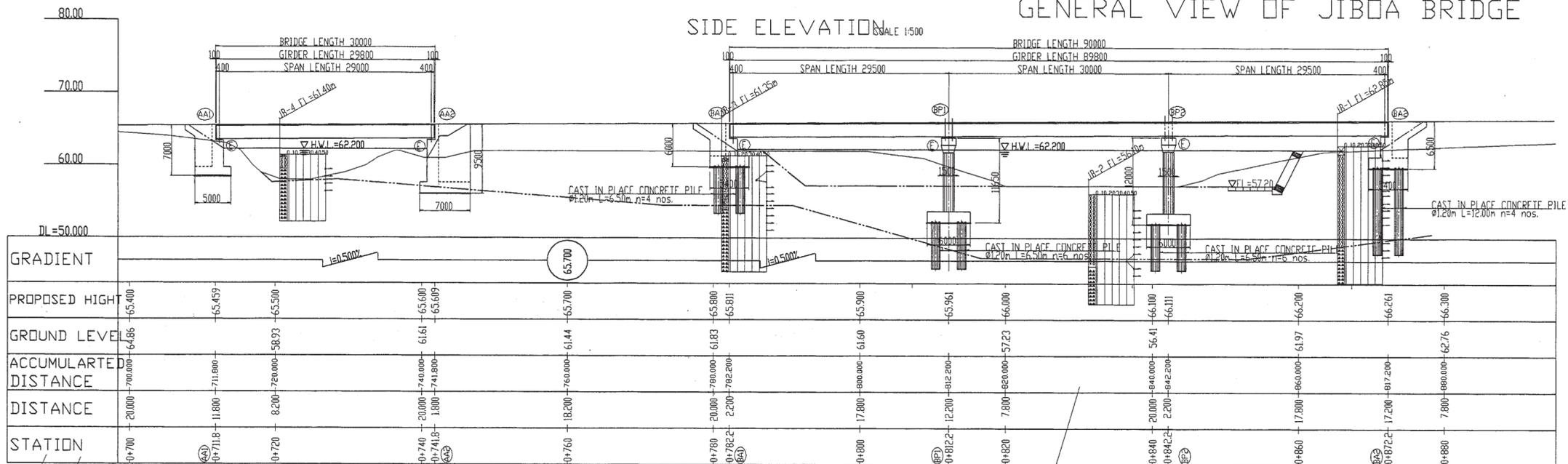
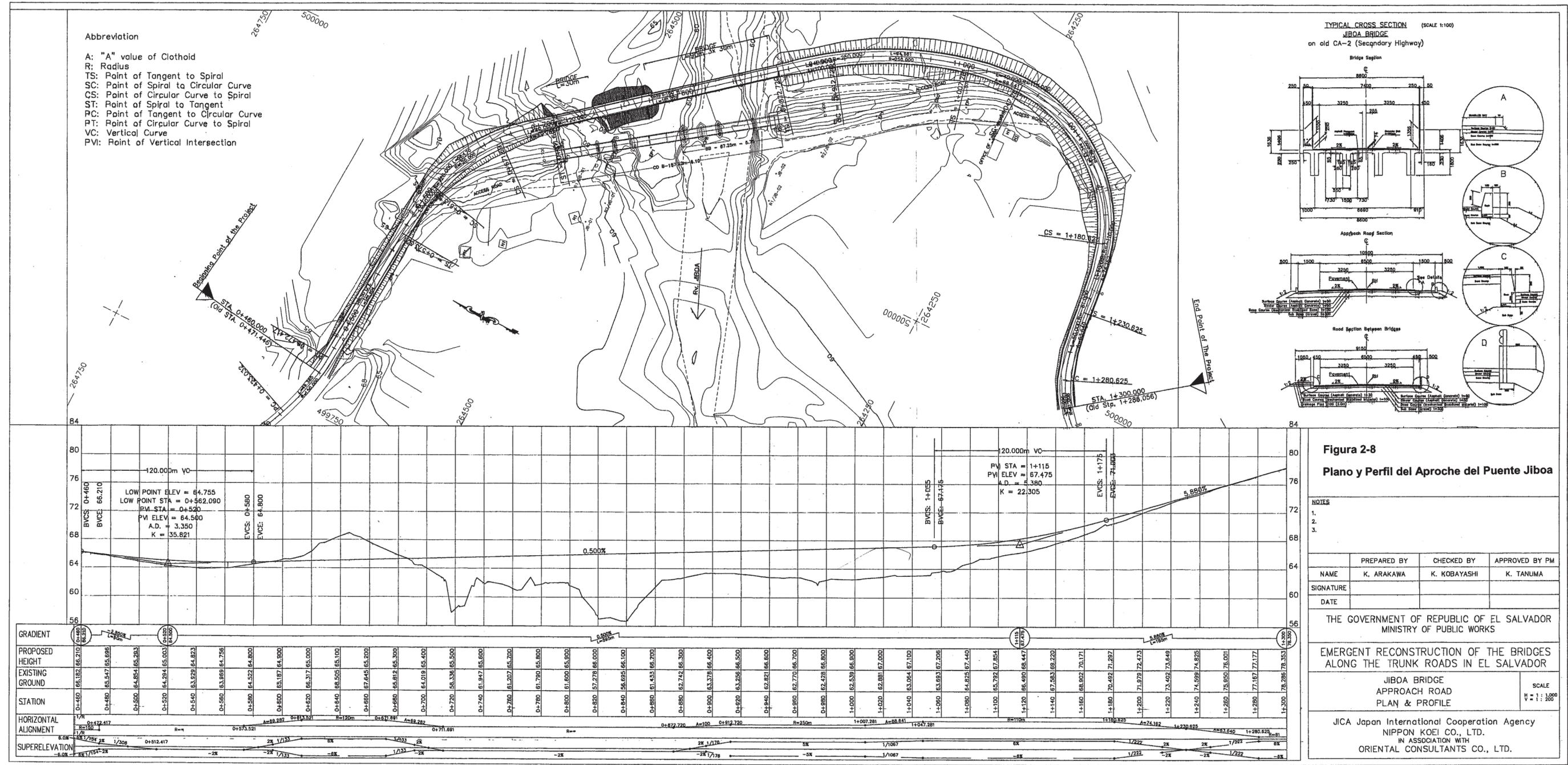


Figura 2-7 Plano General del Puente Jiboa

DRAWING TITLE	SCALE	RPREPARED BY	APPROVED BY	DWG.No.
GENERAL VIEW OF JIBOA BRIDGE	AS SHOWN			



6) Cantidades de las Obras Principales

En la Tabla 2-11 se indica la cantidad de las obras principales de los 3 puentes.

**Tabla 2-11 Volúmenes de Construcción**

	Puente La Perla	Puente Cangrejera	Puente Jiboa	Total
Area de puentes (m2)	630.5	1,164.0	1,032.0	2,826.5
Número de estribos (unidad)	2	2	4	8
Número de pilas (unidad)	1	3	2	6
Aproche (m)	130	130	(Nota 1) 720	980

(Nota: 1) Se incluyen unos 40 m de la parte intermedia de terraplén.

Materiales fundamentales

Puente	Concreto (m3)		Armadura (ton)		Acero de postensado (ton) Superestructura	Pilotes colados in situ (m)
	Superestructura	Subestructura	Superestructura	Subestructura		
Puente La Perla	469.7	687.6	42.6	83.2	18.4	87.0
Puente Cangrejera	844.4	1,292.0	76.2	173.6	28.5	330.0
Puente Jiboa I	170.9	422.8	15.3	35.4	6.8	0.0
Puente Jiboa II	533.4	876.8	46.0	113.1	20.7	152.0
Total	2,018.4	3,279.2	180.1	405.3	74.4	569.0

*CAPITULO 3*  
*PLAN DEL PROYECTO*

## CAPITULO 3

### PLAN DEL PROYECTO

#### 3.1 Plan de Ejecución

El presente Proyecto, una vez examinado por las autoridades afines del Gobierno de Japón en base al presente informe, aprobado en el gabinete y firmado el Canje de Notas relacionado con el mismo entre ambos Gobiernos, procederá a su ejecución. La ejecución del Proyecto se comenzará por medio de la conclusión de los contratos: respecto al diseño y la supervisión entre el Gobierno de El Salvador (Ministerio de Obras Públicas, Transporte, Vivienda y Desarrollo Urbano) y una persona jurídica japonesa de consultoría, y con relación a las obras, el citado Gobierno y una persona jurídica japonesa de construcción. Dichos contratos entrarán en vigor a través de la verificación del Gobierno de Japón.

La organización ejecutora del Proyecto es el Viceministerio de Obras Públicas del Ministerio de Obras Públicas, Transporte, Vivienda y Desarrollo Urbano de la República de El Salvador. La coordinación, la preparación y el control, la supervisión y el mantenimiento en el aspecto técnico de los trabajos relacionados con la cooperación financiera no reembolsable acordada entre ambos países pertenecen a la jurisdicción de dicha institución.

La persona jurídica japonesa de consultoría que haya sido contratada por el Gobierno de El Salvador, bajo la plena comprensión sobre el papel de consultoría permitido en el proyecto de la cooperación financiera no reembolsable, ejecutará los siguientes trabajos:

- Diseño detallado incluyendo la elaboración de los documentos de licitación.
- Precalificación de licitantes y trabajo complementario relacionado con la licitación y el contrato.
- Supervisión de la ejecución del Proyecto.

La persona jurídica japonesa de la construcción seleccionada en conformidad con el sistema de la cooperación financiera no reembolsable de Japón, adquirirá efectiva y adecuadamente los equipos y los materiales necesarios y construirá las estructuras del Proyecto de acuerdo con el programa de trabajo.

### 3.1.1 Lineamiento de la Ejecución

Suponiendo que el presente Proyecto se llevará a cabo dentro del marco de la cooperación financiera no reembolsable de Japón, se consideran los siguientes puntos como lineamiento básico de la ejecución del mismo:

- Para contribuir a la creación de la oportunidad de empleo, el fomento de la transferencia de tecnología y la activación de la economía regional, se aprovechará al máximo trabajadores, equipos y materiales locales.
- A fin de que el Proyecto tenga la mejor ejecución posible, se establecerá un sistema de comunicación estrecha entre el Gobierno de El Salvador, el consultor y el contratista.
- Tomando en cuenta la forma de precipitación en los sitios del Proyecto, el período necesario para la adquisición de los equipos y materiales, el método adecuado de obras, etc., se planeará un plan de ejecución factible.
- Se adoptará un plan de estructuras provisionales y un método de obras que cumplan con las normas ambientales de El Salvador. Además, se tomarán las medidas ambientales adecuadas.
- Se planeará un programa de trabajos de campo que no impida el flujo de tráfico actual ni genere ninguna inconveniencia.

### 3.1.2 Consideraciones en la Ejecución

#### 1) Respeto a las Normas de Trabajo

El contratista cumplirá con las leyes y reglamentos salvadoreños vigentes relacionados con la construcción y evitará conflictos con trabajadores salvadoreños y se encargará de la seguridad de los mismos, respetando adecuadamente las condiciones y limitaciones de trabajo estipuladas en el contrato de empleo.

#### 2) Despacho de Aduanas

Los equipos y materiales de construcción que se importarán de Japón o terceros países serán desembarcados en el Puerto de Acajutla. Para que se desarrolle bien el Proyecto, es absolutamente necesaria la colaboración del Gobierno de El Salvador en el desembarque y el despacho aduanero.

#### 3) Adquisición de Equipos y Materiales

Los materiales disponibles en El Salvador son acero de refuerzo, agregados para cemento y hormigón, gasoil, gasolina, madera, etc. Los cables para concreto presforzado, barras de acero, materiales de acero, apoyos para puente, juntas de

dilatación, etc. serán importados de Japón. En cuanto a la planta de concreto, están operando las empresas "Concreteira Salvadoreña y "Concreteira Mixto Listo" situadas en la ciudad de San Salvador y suministran concreto crudo a dicha ciudad y sus alrededores. Ambas empresas no presentan ningún problema en la calidad y la cantidad de su producto y podrán suministrar satisfactoriamente concreto crudo a las obras del Proyecto (el transporte de San Salvador al puente La Perla, el lugar más lejano del Proyecto, tarda un poco más de 1 hora).

#### 4) Capacidad de Constructores Locales

En El Salvador existen constructores locales con alta capacidad, entre ellos, se encuentran los que tienen experiencia en la construcción de puentes de concreto presforzado. En los anteriores proyectos de construcción de puentes de concreto presforzado realizados bajo la cooperación financiera no reembolsable de Japón participaron algunos de dichos constructores como subcontratistas.

Entre los contratistas locales de obras, hay los que poseen equipos de construcción de su propiedad. Además, existen empresas de alquiler especializadas en equipos de construcción. Por lo tanto, los equipos generales de construcción pueden ser suministrados en El Salvador.

#### 5) Aseguramiento de Terrenos Necesarios

Del aseguramiento de terrenos necesarios para la construcción del desvío y del área de trabajo se hará cargo el Gobierno de El Salvador.

Para la construcción de los tres puentes, se instalarán las oficinas del consultor y del contratista en la ciudad San Salvador. En cada uno de los sitios del Proyecto, se necesitará un área en donde se instalarán las oficinas locales del consultor y del contratista, bodegas, acopios de materiales, fábrica elaboradora de materiales, estacionamiento, etc. El ofrecimiento de dichas áreas será responsabilidad del Gobierno de El Salvador. Es necesario que se obtenga dichas áreas sin que se produzca atraso alguno en el comienzo de las obras.

#### 6) Necesidad de Vigilancia Rigurosa en el Campo

A fin de garantizar la seguridad de los trabajadores relacionados con la ejecución del Proyecto y la prevención contra robos de los equipos y materiales, se solicita al Gobierno de El Salvador que proporcione una vigilancia especial.

#### 7) Realización de Restricción de Tráfico

La reconstrucción de los puentes La Perla y Cangrejera será realizada, asegurando el tráfico a través de la construcción de un desvío. La carretera de Litoral (CA:2) es una de

las carreteras troncales del país, por lo que son muchos los vehículos pesados que pasan por ella. Para que pasen con seguridad dichos camiones por el desvío, se requiere la ejecución de restricciones de tráfico como el control de velocidad, etc.

### 3.1.3 División de las Obras

El resumen de la división de las obras de ambos Gobiernos en la ejecución del Proyecto será el siguiente:

#### 1) Obras Responsabilidad de la Parte Japonesa

- Establecimiento de depósito de trabajo como oficinas locales, bodegas, acopios de materiales, fábricas elaboradoras de materiales, etc.
- Transporte de equipos y materiales de Japón o terceros países
- Construcción de desvíos y su mantenimiento y demolición (puentes La Perla y Cangrejera)
- Demolición del puente actual (puentes La Perla y Cangrejera, no se incluye el desplazamiento del puente Bailey)
- Construcción de nuevos puentes (La Perla, Cangrejera y Jiboa), incluyendo la instalación de sus accesorios como juntas de dilatación, barandas, etc.
- Obras de revestimiento (puentes La Perla y Jiboa)
- Obras de protección del lecho (puente Jiboa)
- Construcción de aproches
- Instalación y demolición de las áreas de trabajo
- Mantenimiento y reparación del actual puente Jiboa y sus aproches durante la construcción de los nuevos

#### 2) Obras Responsabilidad de la Parte Salvadoreña

- Reubicación y rehabilitación de los cables eléctricos y telefónicos que dificulten las obras de construcción (puente Cangrejera)
- Demolición del puente Bailey del actual puente Cangrejera
- Suministro (incluido el transporte) e instalación de los paneles de Bailey necesarios para desvíos. Asimismo, su demolición después de la apertura al tráfico del nuevo (puentes La Perla y Cangrejera)
- Demolición del actual puente Jiboa después de la apertura al tráfico del nuevo (demolición de la superestructura en su totalidad, incluyendo el puente Bailey y

una parte de la subestructura, comprendida desde su tope a la superficie del lecho o del suelo)

#### 3.1.4 Plan de Supervisión de la Ejecución

##### 1) Contenido del Trabajo de Consultoría

Se firmará un contrato de consultoría entre el Ministerio de Obras Públicas, Transporte, Vivienda y Desarrollo Urbano, institución salvadoreña ejecutora del Proyecto, y una persona jurídica japonesa de consultoría. Los trabajos principales que se estipularán en el contrato de consultoría serán los siguientes:

##### (1) Etapa de Diseño Detallado

El consultor, de acuerdo con la generalidad del Proyecto que se decidirá bajo el resultado del presente estudio de diseño básico, realizará el diseño detallado de los puentes y aproches y elaborará un juego de documentos de licitación.

##### (2) Etapa de Selección del Contratista

El consultor ayudará al Viceministerio de Obras Públicas en los siguientes trabajos relacionados con la selección de un contratista japonés:

- Publicación de licitación
- Precalificación
- Reunión explicativa sobre la licitación y los sitios del Proyecto
- Evaluación de licitación
- Negociación de contrato

##### (3) Etapa de Supervisión de la Ejecución del Proyecto

El consultor, a través de la orden de inicio de obras emitida por el Viceministerio de Obras Públicas destinada al contratista, procederá al trabajo de supervisión de las obras. En dicho trabajo, controlará el avance, la calidad y la seguridad de las obras y al mismo tiempo, ayudará al Viceministerio en los trámites del pago al contratista. Asimismo, informará del avance de obras tanto a JICA como a la citada institución.

## 2) Régimen de Ejecución

### (1) Régimen de Ejecución de Diseño Detallado

En el diseño detallado y la elaboración de los documentos de licitación que serán llevados a cabo por el consultor se necesitan los siguientes ingenieros japoneses:

**Tabla 3-1 Personas Necesarias para el Diseño Detallado**

Experto	Trabajos de los que se encarga
Jefe del Trabajo	Diseño de Ejecución, elaboración de los documentos de licitación, responsable de todos los trabajos relacionados con la licitación
Ingeniero de Superestructura	Diseño de la superestructura, elaboración de planos, cálculo de cantidad de los materiales necesarios
Ingeniero de Subestructura	Diseño de la subestructura, elaboración de planos, cálculo de cantidad de los materiales necesarios
Ingeniero de Carreteras	Definición del alineamiento de los enfoques, diseño de la carretera y sus accesorios, cálculo de cantidad de los materiales necesarios
Plan de Ejecución y Estimación de Monto	Elaboración del plan de ejecución, investigación de precios, estimación de monto
Elaboración de los Documentos de Licitación	Elaboración de los documentos de licitación

### (2) Plan de Personas Necesarias para la Supervisión de las Obras

Como régimen de supervisión de las obras del consultor, se necesitan los siguientes ingenieros:

**Tabla 3-2 Personas Necesarias para la Supervisión de las Obras**

Experto	Trabajos de los que se encarga
Jefe del Trabajo	Instrucción del ingeniero residente y responsable de todos los trabajos
Ingeniero Residente	Responsable de los trabajos de campo, calidad, avance, pagos, control de seguridad, trámite de pagos, discusión, negociación e información con la parte salvadoreña
Ingeniero de Puentes	Supervisión de calidad, avance y seguridad de las obras de cimentación, subestructura y superestructura

## 3) Plan de Ejecución de las Obras

### (1) Obras de instalaciones Provisionales (común para los 3 puentes)

Luego de la emisión de la orden de inicio por escrito del Viceministerio de Obras Públicas, el contratista inmediatamente entrará en El Salvador y abrirá una oficina central en la ciudad de San Salvador. Y comenzará la adquisición de los equipos y materiales necesarios para las obras y la contratación de subcontratista(s) local(es) y al mismo tiempo, construirá las siguientes instalaciones en un área de trabajo preparada cerca de cada uno de los sitios del Proyecto. Se estima que la superficie necesaria de dicho área en cada sitio estará entre 6,000 y 8,000 m<sup>2</sup>.

#### i) Oficina de campo del consultor

- ii) Oficina de campo del contratista
- iii) Oficina de campo del subcontratista
- iv) Establecimiento para descanso de los obreros
- v) Bodegas
- vi) Acopio de los equipos y materiales
- vii) Fábrica elaboradora de materiales
- viii) Cuartel de vigilantes

## (2) Puente La Perla

### a) Construcción de Desvío

Se construirá un desvío situado aguas arriba del puente actual para el paso durante la obra. Para el desvío se planeará una ruta que pasará a lo largo del camino no pavimentado situado en la margen izquierda del río que se bifurca de la carretera de Litoral (CA:2) y al llegar a unos 180 m aguas arriba del puente actual cruzará el río. En la margen derecha del río tomará una posición que no molesta las casas ni la Iglesia y se unirá de nuevo con dicha carretera. La superficie del camino será pavimentada con asfalto a fin de que resista el tráfico de vehículos pesados. En la parte donde atraviesa el río se instalará un puente Bailey. Previo a la instalación del puente Bailey, se construirá para la época seca un puente provisional formado por tubos de concreto instalados en el río con objeto de adelantar el comienzo de la demolición del puente actual (antes de que llegue la época de lluvias se necesita terminar la construcción de las pilas hasta por encima del nivel de agua). Los estribos y las pilas del puente Bailey serán de concreto.

### b) Construcción de Acceso a la Obra

El terreno plano situado al lado del comienzo de la encrucijada de la margen izquierda será un patio para obra que se utilizará como acopio de equipos y materiales y lugar de descanso. Del citado patio al puente actual se construirá un acceso a la obra que tendrá una estructura compuesta del terraplén y el puente provisional. Un extremo del acceso situado al lado de dicho puente se convertirá en área de trabajo para la demolición del puente actual y la construcción del nuevo.

### c) Demolición del Puente Actual

Después de demoler con rompedores, etc. y eliminar con mano de obra las losas, se desplazarán las vigas principales con camión grúa. Los estribos y las pilas se demolerán con el rompedor gigante y se eliminan.

d) Cambio del Cauce

El cauce actual del río será desviado entre el estribo A1 y la pila.

e) Construcción de la Subestructura

i) Instalación de Pilotes Colados en el Sitio

Los pilotes colados en el sitio serán instalados por el método de "All Casing". La perforación comenzará en el suelo actual. Previo a la perforación se insertarán encamisados de 1.0 m de diámetro, con las cuales se evitará la caída de la pared del orificio, y se llevará a cabo la perforación del interior del encamisado. Una vez terminada la perforación, se eliminarán las lamas sedimentadas en el fondo del orificio, luego se insertará una jaula hecha de aceros de refuerzo y finalmente utilizando un tubo- embudo se verterá el concreto.

ii) Excavación para la Cimentación de las Pilas

La cimentación de las pilas será de perforación de rocas. Antes de la perforación, se rodearán sus alrededores con cerca con objeto de mantener seco el lugar de perforación.

f) Construcción de Superestructura

i) Fabricación de Vigas de Concreto Presforzado

Una parte de la carretera actual colindante con el extremo del puente actual ubicado en la margen derecha del río será el patio donde se fabricarán vigas de concreto presforzado y acopio provisional de las mismas. El encofrado será de acero y se fabricarán las vigas de concreto postensado. Se utilizará el concreto crudo. Se hará un control riguroso sobre la calidad como por ejemplo la temperatura en el verano.

ii) Montaje de Vigas de Concreto Presforzado

Las vigas de concreto presforzado fabricadas en el área de trabajo serán montadas desde el lado de la margen derecha del río con vigas de montaje.

iii) Montaje Horizontal

Se montarán las losas y vigas transversales, instalando andamios colgantes. Después de confirmar las resistencias señaladas, se tensará con cables de presfuerzo transversal para concreto presforzado.

g) Revestimiento de las Orillas del Río

Como revestimiento de las orillas se instalará el revestimiento de marcos de concreto rellenos de cantos rodados en ambas márgenes del río.

h) Aproxes

Se restaurarán los aproxes de la carretera actual que hayan sido eliminados a causa de la construcción de los estribos.

i) Eliminación de Desvío

Se eliminará el desvío y el acceso a la obra.

(3) Puente Cangrejera

a) Construcción de Desvío

Se construirá un desvío aguas arriba del puente actual y paralelo al mismo. El desvío se dividirá de la carretera actual (CA:2) en el punto situado a unos 120m del estribo del puente actual situado en la margen derecha del río y cruzará el río a unos 25 m aguas arriba del puente actual, y finalmente se unirá de nuevo con la carretera actual en el punto situado a unos 80 m del estribo ubicado en la margen izquierda del río. La superficie del desvío será cubierta con asfalto para que resista el tráfico de vehículos pesados. En la parte donde atraviesa el río se instalará un puente Bailey. Igual que el plan del puente La Perla, previo al montaje del puente Bailey, para la época seca se construirá un puente provisional que se compone de tubos de concreto instalados en el río, con lo cual se adelantará el comienzo de la demolición del puente actual. Los estribos y las pilas del puente Bailey serán de concreto.

b) Construcción de Acceso a la Obra

En el lugar entre el puente actual y el desvío y en aguas abajo del puente actual se construirá respectivamente el acceso a la obra con terraplén. Dichos accesos serán cubiertos y nivelados con piedras trituradas y se utilizarán no sólo para su fin original, sino también para área de trabajo de la construcción del puente nuevo.

c) Demolición del Puente Actual

En el tramo formado por 3 luces, hecho de vigas de concreto presforzado y situado en la margen izquierda del río, primero las losas serán demolidas con rompedor y eliminadas con mano de obra y luego con el camión grúa se desplazarán las vigas principales. El tramo formado por 2 luces con vigas de concreto armado huecas y situado en la margen derecha del río, los estribos y

las pilas serán demolidos con el rompedor gigante y eliminadas.

d) Cambio del Cauce

Desviando el cauce actual entre la pila P3 y el estribo A2, se llevará a cabo la pila P2. Después de la terminación de la construcción de la pila P2, el cauce se desviará nuevamente entre las pilas P1 y P2.

e) Construcción de Subestructura

i) Instalación de Pilotes Colados en el Sitio

Todos son iguales que en el caso del puente La Perla, salvo que el diámetro de pilotes es de 1.2 m.

ii) Excavación para la Cimentación de las Pilas

Previo a la excavación para la cimentación de las pilas, se drenará el agua por el método de "Pozo Profundo (Deep Well)". El agua manantial que sale después de la excavación será bombeada con una bomba sumergible.

f) Construcción de Superestructura

Una parte de la carretera actual colindante con el extremo del puente actual situado en la margen derecha del río será un patio para la fabricación de vigas de concreto presforzado y su acopio provisional. La fabricación, el montaje y el montaje transversal de vigas de concreto presforzado son iguales que los del puente La Perla.

g) Aproxes

Se restaurarán los aproxes que hayan sido eliminados a causa de la construcción de los estribos. Los taludes del terraplén alrededor de los estribos serán protegidos con el revestimiento hecho de encachado de piedras hasta el nivel de inundación de diseño.

h) Eliminación de Desvío

Se removerán el desvío y el acceso a la obra.

(4) Puente Jiboa

a) Construcción de Acceso a la Obra

Se construirá el acceso a la obra en el lado aguas arriba del nuevo puente. En las partes del citado acceso donde cruzan el río Jiboa y el afluente, se instalarán tubos de concreto.

b) Cambio del Cauce

El cauce del río será desviado entre la pila P1 y la pila P2.

c) Construcción de Subestructura

i) Instalación de Pilotes Colados en el Sitio

Será igual que la del puente La Perla, salvo que el diámetro de pilotes es de 1.2 m.

ii) Excavación para la Cimentación de las Pilas

Previo a la excavación para los cimientos de las pilas, se drenará el agua por el método de "Pozo Profundo (Deep Well)". La excavación se llevará a cabo con prudencia a fin de que no cause ningún impacto negativo a los cimientos de las pilas del puente actual. El agua manantial que sale después de la excavación será bombeada por una bomba sumergible.

d) Construcción de Superestructura

Una parte de la carretera actual colindante con el extremo del nuevo puente de una sola luz situado en la margen derecha del afluente (lado oeste) y el terreno cercano al extremo del nuevo puente de 3 luces situado en la margen izquierda del río Jiboa, se convertirán en un patio donde se fabricarán y se hará acopio de las vigas de concreto presforzado. A dicho terreno se le aplicará la nivelación. En cuanto a la fabricación, el montaje y el montaje transversal de dichas vigas, serán iguales que los del puente La Perla.

e) Revestimiento

Como revestimiento, se instalará uno hecho de marcos de concreto rellenos de cantos rodados en la margen izquierda del río Jiboa.

f) Protección del Lecho

Se instalarán los bloques de concreto como protección del lecho en el lado de aguas abajo del río Jiboa.

g) Aproches (margen izquierda, margen derecha, terraplén intermedio)

Se construirán los aproches hasta el nuevo puente, dividiéndose de la carretera actual. Estos aproches, después de la terminación del movimiento de tierra, recibirán un pavimento de 30 cm de subbase inferior, 10 cm de subbase superior y 10 cm de asfalto (capa básica: 5 cm y capa superficial: 5 cm). La superficie del terraplén que se sitúa en el medio de los 2 ríos citados tendrá la misma

estructura de pavimento que la de los aproches, y sus taludes serán revestidos con escolleras para su protección.

Los aproches serán utilizados como camino de acceso a la obra durante la construcción, por lo tanto, la construcción de la subbase (terraplén) de dichos aproches se adelantará a la de los puentes.

### 3.1.5 Plan de Adquisición de Equipos y Materiales

#### 1) Materiales de Construcción

Los aceros de refuerzo, cemento, concreto, gasoil, gasolina, lubricante, asfalto, emulsión, madera y madera aglomerada para encofrado están disponibles en El Salvador. Los materiales de construcción como alambres de acero, barras de acero y fijadores para concreto presforzado, ductos "sheath", aceros de refuerzo (diámetro grande), aditivos, aceros estructurales, perfiles de acero, apoyos, juntas de dilatación, etc. serán adquiridos en Japón para asegurar la calidad de los mismos. A continuación se indica el plan de adquisición de los principales materiales de construcción.

**Tabla 3-3 Materiales de Construcción**

Material de Construcción	Adquisición en El Salvador	Adquisición en Japón
Acero de Refuerzo (diámetro pequeño)	○	
Acero de Refuerzo (diámetro grande)		○
Cemento	○	
Concreto Premezclado	○	
Piedras Trituradas para caminos	○	
Aditivos para Concreto		○
Aceros Estructurales		○
Perfiles de Acero		○
Torzal para Concreto Presforzado		○
Barras de Acero para Concreto Presforzado		○
Fijadores para Concreto Presforzado		○
Ductos para Concreto Presforzado		○
Apoyos		○
Junta de expansión		○
Pintura	○	
Asfalto	○	
Emulsión para Asfalto	○	
Madera	○	
Madera Aglomerada	○	
Gasoil	○	
Gasolina	○	
Aparatos de Pruebas		○

2) Equipos de Construcción

Los equipos estándares de construcción pueden ser alquilados a constructores locales o empresas locales de alquiler. Los que no estén disponibles cuantitativamente en El Salvador se usarán simultáneamente 2 suministros: en El Salvador y en Japón.

En la siguiente tabla se muestra el plan de suministro de los equipos de construcción.

**Tabla 3-4 Equipos de Construcción**

Equipo	Especificación	Suministro en El Salvador	Suministro en Japón
Camión Volquete	11ton	○	
Camión Volquete	4ton	○	
Camión Plataforma	11ton	○	
Camión Plataforma	4ton	○	
Trailer	32ton	○	
Camión con Grúa	4ton	○	
Camión Grúa	50ton	○	
Camión Grúa	35ton	○	
Grúa sobre Oruga	50ton	○	
Retroexcavadora	0.6m3	○	
Bulldozer	15ton	○	
Motoniveladora	3.1m	○	
Acabadora Asfáltica	2.4~4.5m	○	
Rodillo Vibratorio	3ton	○	
Compactadora Neumática	8~20on	○	
Rodillo Macadam	10~12ton	○	
Apisonadora	60~100kg	○	
Rompedora Gigante	1,300kg	○	
Rompedor	20kg	○	
Pico		○	
Compresor	7m3/min.	○	
Bomba Sumergible	2~4inch		○
Generador Eléctrico	100KVA	○	
Soldadora	300A	○	
Gatos Hidráulicas		○	
Camión Taller para Vigas de Concreto Presforzado		○	
Cabrestante		○	
Viga de Montaje	sostenida		○
Viga de Montaje	colgante	○	
Excavadora para Pilotes de Cimentación (Método "All Casing")	φ 1,000mm	○	
Camión con Bomba de Concreto	90m3/hr	○	

3) Mano de Obra

En El Salvador hay disponibles trabajadores especializado (operadores de equipos de construcción, carpinteros, armadores de aceros de refuerzo, soldadores, mecánicos,

eléctricos, etc.) y los obreros generales. Dichos especialistas generalmente son empleados de empresas de construcción salvadoreñas, por lo que es difícil que sean contratados de nuevo por el contratista japonés. Se considera que se subcontratarán algunos constructores salvadoreños para que ellos se encarguen de dichos tipos de trabajo.

### 3.1.6 Programa de Ejecución

El presente Proyecto, después de la firma del Canje de Notas, se llevará a cabo por la siguiente secuencia:

#### (1) Diseño Detallado

Terminado el contrato de consultoría, se ejecutará el diseño detallado y se elaborarán los documentos de diseño y de licitación.

#### (2) Licitación y Contrato del Contratista

Después de ser discutidos y aprobados por JICA los puntos a examinarse, se realizará la precalificación de licitantes, constructores japoneses. La precalificación se llevará a cabo por el consultor en nombre de la institución ejecutora del Proyecto del Gobierno de El Salvador.

A los constructores japoneses, aprobados en la precalificación, se les requerirá la presentación de los documentos de licitación. La apertura de la licitación será realizada con asistencia del encargado del Proyecto de JICA, el consultor, representantes del Gobierno de El Salvador y los licitantes. Después de terminar la evaluación de la licitación y la decisión del adjudicatario, se pasará al contrato de obras.

El Gobierno de El Salvador, paralelo a la conclusión del contrato, firmará lo más pronto posible el acuerdo bancario con un banco japonés autorizado al cambio de moneda extranjera de Japón. El acuerdo bancario es la base para que el Gobierno de El Salvador pueda emitir la autorización de pago (A/P) que se necesita en la aceptación de los fondos donados por el Gobierno de Japón, la recepción de fianza de cumplimiento del contratista y la solicitud para obtener la autorización de exportación del Ministerio de Comercio e Industria de Japón. Esto es absolutamente necesario para empezar la ejecución de las obras de construcción inmediatamente después de la conclusión del contrato.

Posteriormente, se requiere la verificación del contrato. La verificación es la confirmación por parte del Gobierno de Japón de que el contrato de obras de construcción es apropiado para ser objeto de la cooperación financiera no reembolsable,

y es la condición básica para la vigencia del mismo. El contratista japonés contratista procederá a cumplir el contrato a través de la recepción del contrato verificado y la autorización de pago.

### (3) Obras de Construcción

Las obras de construcción se componen de la preparación, instalaciones provisionales, cimentación, subestructura, superestructura, revestimiento, protección del lecho, construcción de aproches y eliminación de instalaciones provisionales. La época de lluvias en El Salvador comienza en abril y termina en octubre, en la cual las obras se limitarán a las que no afecte la crecida de ríos.

En el Tabla 3-5 se muestra el programa de la ejecución de los trabajos del Proyecto. En base al sistema de cooperación financiera no reembolsable, la ejecución del Proyecto será dividida en 2 fases. En la primera fase se realizarán el diseño y la construcción del puente La Perla y en la segunda, el diseño y la construcción de los puentes Cangrejera y Jiboa. La duración del diseño será de 2.5 meses en la primera fase y 3 meses en la segunda y la de construcción se estima que será de 14 meses para el puente La Perla y de 18 para los puentes Cangrejera y Jiboa.

**Tabla 3-5 Programa de Ejecución**

MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14				
DISEÑO FINAL	□ (Estudio en el Terreno)																	
	▬ (Trabajos en Japón)		■ (Confirmación en el Terreno)												(Suma 2.5 meses)			
Puenete La Perla  CONSTRUCCION	▬ (Preparación)																	
	▬ (Desvío, Demolición del Puente Actual, Acceso a la Obra)																	
	▬ (Fundación)																	
	▬ (Subestructura)							▬ (Superestructura)										
													▬ (Revestimiento de Orillas, Accesos)					
	(Suma 14.0 meses)													▬ (Demobilización)				

Fase-2 : Puente Cangrejera y Puente Jiboa

MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
DISEÑO FINAL	▬ (Trabajos en Japón)																	
				■ (Confirmación en el Terreno)												(Suma 3.0 meses)		
Puenete Cangrejera  CONSTRUCCION	▬ (Preparación)																	
	▬ (Desvío, Demolición del Pte. Actual, Acceso a la Obra, Poso Profundo)																	
	▬ (Fundación)					▬ (Subestructura)												
	▬ (Superestructura)							▬ (Revestimiento de Orillas, Accesos)										
	(Sma 18.0 meses)													▬ (Demobilización)				
	Puenete Jiboa  CONSTRUCCION	▬ (Preparación)																
▬ (Acceso a la Obra, Poso Profundo)																		
▬ (Fundación)																		
▬ (Subestructura)					▬ (Superestructura)													
												▬ (Revestimiento de Orillas, Accesos)						
(Suma 18.0 meses)													▬ (Demobilización)					

### 3.2 Plan de Mantenimiento

Como trabajos de mantenimiento futuro de los 3 puentes objeto del presente Proyecto se pueden considerar los siguientes:

- Reparación y cambio de juntas de dilatación de los puentes (cada 7 -10 años)
- Limpieza de azuches de los pilotes y tubos de drenaje
- Reparación de barandas tipo pared y pavimento en el puente (en caso de que sea dañado)
- Reparación de taludes situados cerca del puente (en caso de que sean dañados por una crecida anormal)
- Limpieza de aproches y zanjas
- Reparación de pavimento asfáltico

En el Proyecto se hará un diseño de estructuras que permita evitar tanto como sea posible trabajos de mantenimiento, sin embargo, los trabajos de mantenimiento arriba mencionados son inevitables para las estructuras construidas. Por eso, se debe realizar una revisión periódica y en el caso de que se encuentre una anomalía, debe ser reparada inmediatamente, a efecto de evitar daños secundarios. Los gastos estimados para el mantenimiento durante los 10 años posteriores a la construcción de los 3 puentes objeto del Proyecto se estiman según el siguiente detalle:

#### Gastos de Mantenimiento

(10 años posteriores a la construcción, Total de 3 puentes)

Item	Importe (Colón)
Reparación y Cambio de Juntas de Dilatación	428,000
Limpieza de azuches de los pilotes y Tubos de Drenaje	118,000
Reparación de Baranda tipo pared y Pavimento en el Puente	344,000
Reparación de Taludes situados cerca de Puentes	496,000
Limpieza de Aproches y Zanjas	59,000
Reparación de Pavimento Asfáltico	400,000
Total	1,845,000

Los gastos anuales de mantenimiento serán menos de 200,000 Colones. Si se compara este valor con el presupuesto anual de mantenimiento de carreteras y puentes en los últimos 3 años, cuyo valor oscila entre 154 y 164 millones de Colones, aunque dichos valores no indican sólo los de mantenimiento de puentes, es extraordinariamente bajo. Se considera que el Gobierno de El Salvador puede encargarse sin dificultad de este bajo coste.

*CAPITULO 4*  
*EVALUACION DEL PROYECTO*  
*Y RECOMENDACIONES*

## CAPITULO 4

### EVALUACION DEL PROYECTO Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Demostración y Verificación de la Pertinencia y los Beneficios del Proyecto

Los puentes existentes además de estar obsoletos, han sido seriamente dañados por el Huracán Mitch, lo que de no tomarse alguna medida, los pone en riesgo de que se derrumben. El presente Proyecto consiste en renovarlos y su implementación traerá los beneficios que se describen a continuación.

##### 4.1.1 Beneficios Directos

1) Satisfacer las necesidades humanas básicas (NBH) de la comunidad local

En el caso de que los puentes se vuelvan intransitables al derrumbarse, la comunidad local se vería directamente afectada. Por lo tanto, habría que analizar la pertinencia de rehabilitar cada puente desde el punto de vista de las necesidades básicas humanas (NBH).

(1) Puente La Perla

Existen ocho comunidades en la cercanía del Puente La Perla (dentro del radio de menos de 10 km.) Estas son: La Perla (la más cercana), El Carrizo, El Socorro, Joya Verde, La Pedrera, San Matías, Hermosa Provincia y Argentina. De éstas, una no tiene escuela, tres no tienen hospital ni clínica y tres no tienen iglesia. Sólo dos cuentan con instalaciones telefónicas. La principal actividad económica de la region es la agricultura. Un elevado porcentaje de los habitantes locales utiliza diariamente el Puente La Perla ya sea por su trabajo (cultivo) o para ir al colegio o de compras. Una vez que el puente se vuelva intransitable, no sólo se verían afectados en el desarrollo de sus actividades cotidianas, sino que además se verían privados de acceder a las instalaciones médicas o telefónicas, lo que se traduce en la no satisfacción de las necesidades básicas humanas (NBH). La población de estas ocho comunidades suma un total de 4,200 habitantes.

Comunidades	Distancia desde el P. Perla (km)	Población (hab.)	Instalaciones existentes				
			Escuela	Hospital	Clínica	Iglesia	Teléfono
La Perla	0.0	220	Sí	-	-	Sí	-
El Carrizo	6.0	490	Sí	Sí	-	Sí	-
El Socorro	3.5	460	Sí	Sí	-	Sí	-
Joya Verde	6.0	270	-	Sí	-	Sí	Sí
La Pedrera	4.4	680	Sí	-	-	-	-
San Matias	2.0	310	Sí	-	-	-	-
Hermosa P.	4.0	250	Sí	Sí	-	-	Sí
Argentina	7.0	1,500	Sí	Sí	Sí	Sí	-
Total		4,180					

## (2) Puente Cangrejera

Cerca del Puente Cangrejera se ubican dos comunidades que son Tihuapa con unos 600 habitantes y Desvío de Amayo con unos 5,000 habitantes. Además, dentro del área de un radio de 5 km desde el puente, están ubicadas las localidades de Santa Cruz, Victoria, Cooperativa Dinamarca, El Cordoncillo, San Alfredo, Melara y Las Palmeras. De éstas, cinco comunidades no tienen escuelas, cuatro no tienen hospital ni clínica y tres no tienen iglesias. Sólo una cuenta con instalaciones telefónicas. La principal actividad de la región es la agricultura, aunque también existen muchos habitantes que trabajan en la industria liviana en La Libertad o en San Salvador. Al igual que el Puente La Perla, un elevado porcentaje de los habitantes locales utiliza diariamente el Puente Cangrejera ya sea por su trabajo (cultivo) o para ir al colegio o de compras. Una vez que el puente se vuelva intransitable, no sólo se verían afectados en el desarrollo de sus actividades cotidianas, sino que además se verían privados de acceder a las instalaciones médicas o telefónicas, lo que se traduce en la no satisfacción de las necesidades básicas humanas (NBH). La población de estas nueve comunidades suma un total de 13,900 habitantes.

Comunidades	Distancia desde el P. Cangrejera (km)	Población (hab.)	Instalaciones existentes				
			Escuela	Hospital	Clínica	Iglesia	Teléfono
Santa Cruz	3.0	1,600	Sí	-	-	Sí	-
Victoria	4.5	800	-	-	Sí	-	-
Tihuapa	0.2	600	Sí	-	Sí	Sí	-
Des. de Amaya	0.5	5,000	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
C. Dinamarca	2.0	720	-	-	-	-	-
El Cordoncillo	2.0	500	-	-	-	Sí	-
San Alfredo	1.0	800	Sí	-	Sí	Sí	-
Melara	3.0	3,440	Sí	-	Sí	Sí	-
Las Palmeras	3.0	450	-	-	-	-	-
Total		13,910					

## (3) Puente Jiboa

Existen nueve comunidades en las cercanías del Puente Jiboa (dentro del área de un radio de 10 km desde el puente). Estas son: Santa Cruz El Tunal (la más cercana), La Flecha, Barahona, Las Conchas, Caserío Los Rivas, Cimarrón, La Galilea, San Pedro Masahuat, San José Obrajito. A unos 2.5 km desde el puente está el municipio El Rosario con una población de 4,400 habitantes, y cuentan con los establecimientos médicos y educativos. De las nueve comunidades mencionadas, dos no tienen escuelas y cinco no tienen hospital ni clínica. Sólo dos cuentan con instalaciones de teléfono. La principal actividad económica es la agricultura, aunque también existen muchos habitantes que trabajan en la industria liviana en la Zona Franca, o en el comercio en El Rosario o Zacatecoluca. Un elevado porcentaje de los habitantes locales utiliza diariamente el Puente Jiboa ya sea por su trabajo (cultivo) o para ir al

colegio o de compras. Al igual que los dos puentes anteriormente mencionados, una vez que este puente se vuelva intransitable, no sólo se verían afectados en el desarrollo de sus actividades cotidianas, sino que además se verían privados de acceder a las instalaciones médicas o telefónicas, lo que se traduce en la no satisfacción de las necesidades básicas humanas (NBH). La población de estas ocho comunidades suma un total de 12,700 habitantes, sin incluir El Rosario.

Comunidades	Distancia desde el P. Jiboa (km)	Población (hab.)	Instalaciones existentes				
			Escuela	Hospital	Clínica	Iglesia	Teléfono
Santa Cruz E. T.	0.5	970	Sí	-	Sí	-	-
La Flecha	1.0	1,160	Sí	-	-	Sí	-
Barahona	8.0	1,420	Sí	-	Sí	Sí	Sí
Las Conchas	5.0	600	-	Sí	Sí	Sí	-
C. Los Rivas	0.8	120	Sí	-	-	Sí	-
Cimarrón	4.0	2,000	-	-	-	-	-
La Galilea	2.5	800	Sí	-	-	Sí	-
S. Masahuat P.	0.8	4,400	Sí	Sí	-	Sí	Sí
S. Obrajito José	3.0	1,210	Sí	-	-	Sí	-
Total		12,680					

## 2) Fortalecer la Red Vial y Asegurar las Rutas de Transporte

Los puentes La Perla y Cangrejera, que de por sí ya estaban obsoletos, fueron seriamente afectados por las inundaciones provocadas por el Huracán Mitch (el estribo y las pilas del Puente La Perla fueron gravemente socavados, mientras que en el caso del Puente Cangrejera, se produjo el asentamiento del estribo y se tuvo que construir un puente tipo Bailey de un sólo carril). De no tomarse una medida adecuada, el deterioro se vería agravado volviéndolos intransitables. No existe una gran ciudad en las cercanías del Puente La Perla, y sólo existe un caserío llamado Amayo cerca del Puente Cangrejera. Sin embargo, los tramos sobre los cuales se ubica el respectivo puente son importantes en la CA:2, por comunicar el Puerto Acajutla con la ciudad capital San Salvador. Si se toma en cuenta el impacto sobre la economía nacional que se produciría en el caso de que estos tramos se vuelvan intransitables, la necesidad y la urgencia de renovar los puentes son sumamente altas. La cuantificación de la población beneficiaria de la renovación de estos dos puentes es una tarea difícil, pero se estima que será aproximadamente de 1,162,000 habitantes, aplicando el siguiente criterio: el transporte de pasajeros y cargas de los departamentos San Salvador (incluyendo el de la capital), La Libertad y Sonsonate, donde se ubica el Puerto Acajutla, está dividido en dos, en dirección este y oeste, por las carreteras CA:1 y CA:2; la población beneficiaria de la renovación de estos dos puentes sería el 50% de la población

total de estos tres departamentos que es de 2,324,000 habitantes (cálculo basado en la estimación del año 2000). Por lo tanto, la población beneficiaria se estima en 1,162,000 habitantes.

El otro puente, Jiboa, se ubica sobre la antigua carretera CA:2 (de 25.2km que une Comalapa – Zacatecoluca). Si bien es cierto que está en un camino secundario, su importancia radica en que funciona como un camino colector para el transporte de los productos agrícolas provenientes de los municipios localizados a lo largo de él (El Rosario, Santiago Nonualco, San Rafael Obrajero, San Juan Nonualco, Zacatecoluca, etc.) así como camino vecinal para la población local. El Puente Jiboa que al igual que los otros dos puentes presentaba un grado avanzado de obsolescencia, fue afectado gravemente por la inundación provocada por el Huracán Mitch (la caída y asentamiento de las pilas obligaron a construir provisionalmente un puente Bailey). De no tomarse una medida adecuada, es muy probable que se vuelva intransitable. Por lo tanto, si se toma en cuenta el impacto que traería esta situación sobre la economía local y la vida de los pobladores, la urgencia de su renovación es sumamente alta. La población beneficiaria se estima en unos 104,000 habitantes (cálculo basado en la estimación del año 2000) que es la suma de la población de los municipios mencionados anteriormente.

#### **4.1.2 Beneficios Indirectos**

##### 1) Contribuir al Programa de Carreteras para la Integración de Centroamérica

De los tres puentes seleccionados para el Proyecto, los de La Perla y Cangrejera están ubicados sobre la CA:2 (Carretera Litoral). Esta es una carretera primaria que se terminó de construir completamente en los años 60's, y junto con la CA:1 (Carretera Panamericana), constituye una de las dos arterias que atraviesan el país en dirección este-oeste. Inicia desde La Hachadua, la zona fronteriza con Guatemala (al oeste) y llega hasta El Guisquil, cerca de La Unión (al este), recorriendo una distancia total de 308.4km principalmente en la zona litoral.

La CA:2, desempeñando un rol importante en el transporte de pasajeros y de carga, es considerada como el camino troncal más importante dentro de la red vial troncal de El Salvador. Su importancia es alta también como un camino internacional. Dentro de la coyuntura de la integración económica regional (Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua y Costa Rica), en abril de 1991 fue elaborado el Programa de Carreteras para la Integración de Centroamérica, que norma tres corredores que atraviesan longitudinalmente estos cinco países, como un marco conceptual de la red vial. Las carreteras CA:1 y CA:2 que recorren El Salvador constituyen dos de estas tres vías.

El Gobierno de El Salvador, después de alcanzar la paz en 1992, inició la tarea de

mejorar la red de caminos arteriales con el fin de fomentar el desarrollo de la economía. Para la CA:2, ejecutó las obras de ampliación y mejoramiento del pavimento para todo el tramo, con financiamiento del BID, cuya tarea ya está por terminar. Sin embargo, este proyecto del BID no incluye el mejoramiento de los puentes que eventualmente presentan un avanzado grado de obsolescencia al cumplir la vida útil, y sufren el incremento de la carga del tráfico. Los puentes deficientes constituyen directamente la causa del cuello de botella incidiendo gravemente en las actividades económicas nacionales. Los únicos puentes de la CA:2 que requerían ser mejorados (aquellos que fueron destruidos durante el conflicto nacional y que habían sido sustituidos por puentes provisionales de tipo Bailey de un sólo carril), fueron habilitados a través de la Cooperación Financiera No Reembolsable del Japón, y el Puente San Marcos Lempa que atraviesa el Río Lempa que actualmente está siendo habilitado (y que va a inaugurarse a fines de mayo de este año) con financiamiento reembolsable del Japón.

El presente Proyecto que incluye la construcción de los puentes sobre la CA:2 contribuirá a impulsar el Programa de Carreteras para la Integración de Centroamérica mencionado anteriormente.

2) Reutilizar los materiales de los puentes provisionales tipo Bailey en otros lugares

Al sustituir los puentes provisionales tipo Bailey por nuevos puentes en el marco del presente Proyecto, los materiales actuales pueden ser utilizados en otros sitios que requieren construir puentes, y consecuentemente, la función de los caminos beneficiados por estos materiales se verá intensificada, contribuyendo a reactivar las actividades socioeconómicas de dichas zonas.

#### **4.1.3 Pertinencia del Proyecto**

El presente Proyecto, además de contribuir en la satisfacción de las necesidades básicas humanas de la población local, como se mencionó anteriormente, constituye un instrumento importante y urgente para recuperar la función inherente de los caminos arteriales, por lo que su implementación es plenamente justificable y pertinente.

Por otro lado, dado que el presente Proyecto consiste en restaurar los puentes actuales afectados por el Huracán Mitch, el impacto sobre el medio ambiente se limitaría sólo en el traslado de los habitantes para la construcción de los desvíos para las obras, y la generación de agua turbia durante la ejecución de obras, ambos en forma meramente temporal.

De esta manera, el presente Proyecto, por su carácter, es un proyecto adecuado para ejecutarse en el marco de la Cooperación Financiera No Reembolsable que otorga el

Gobierno del Japón, y no habrá grandes problemas para su implementación.

## **4.2 Recomendaciones**

Si bien es cierto que no se prevé ningún problema importante en la implementación del presente Proyecto, se considera necesario monitorear adecuadamente el avance de los siguientes dos aspectos que son tareas que debe asumir el Gobierno receptor de la Cooperación.

- (1) Ejecución de la Evaluación del Impacto Ambiental y la obtención de las licencias pertinentes.
- (2) Obtención de las tierras necesarias

Para la ejecución del presente Proyecto, se hace necesario asegurar los terrenos para la construcción de las obras del puente (sólo Jiboa), caminos de desvío durante las obras (para los puentes La Perla y Cangrejera), y para las obras provisionales de campamentos (para los tres puentes). De éstos, para asegurar el terreno que colinda con el estribo del Puente La Perla y el terreno necesario para la construcción del camino de desvío para el Puente Cangrejera, se hará necesario trasladar los habitantes que residen actualmente en dichos terrenos. Si bien es cierto que las autoridades del Gobierno de El Salvador consideran que no habrá problema en este aspecto, es necesario entregar lo más pronto posible a dichas autoridades los datos requeridos para que se puedan adelantar los trámites requeridos (durante el Diseño Detallado).

# ANEXOS

	<u>página</u>
Anexo-1 Miembros de la Misión del Estudio de Diseño Básico .....	A - 1
Anexo-2 Itinerario del Estudio .....	A - 2
Anexo-3 Lista de los Personales Entrevistados .....	A - 5
Anexo-4 Minutas de las Reuniones .....	A - 8
Anexo-5 Estimación de Costos que el Gobierno de El Salvador deberá Cubrir .....	A - 31
Anexo-6 Otros Datos .....	A - 33
Anexo-6.1 Resultados del Estudio Geológico y de Materiales del Lecho .....	A - 33
Anexo-6.2 Análisis Hidrológico e Hidrográfico .....	A - 67
Anexo-6.3 Resultados del Estudio de Tráfico .....	A - 84
Anexo-6.4 Daños en los Puentes del Proyecto .....	A - 87

## ANEXO-1

### Miembros de la Misión del Estudio de Diseño Básico

#### 1) Estudio en el terreno

Makoto ASHINO	: Jefe del Equipo	Director Interino, División Ambiental, Mujeres en Desarrollo y Otros Rubros Globales, Departamento de Planificación y Evaluación, JICA
Koichi TANUMA	: Jefe de Consultores/ Planificador de tráfico vial	Nippon Koei Co., Ltd.
Masaaki TATSUMI	: Diseñador de Puentes	Oriental Consultant Co., Ltd.
Atsutoshi SAKATA	: Investigador Topográfico/ Geólogo	Nippon Koei Co., Ltd.
Takashi INOUE	: Hidrólogo	Oriental Consultant Co., Ltd.
Kazuhisa KOBAYASHI	: Planificador de Construcción/ Estimador de Costo	Nippon Koei Co., Ltd.
Yuko MATSUNAGA	: Intérprete	Nippon Koei Co., Ltd.

#### 2) Explicación y presentación del Borrador del Informe Final

Masato ISHIMORI	: Jefe del Equipo	Oficina de Evaluación, Departamento de Programa de Cooperación Financiera No-Reembolsable, JICA
Koichi TANUMA	: Jefe de Consultores/ Planificador de tráfico vial	Nippon Koei Co., Ltd.
Masaaki TATSUMI	: Diseñador de Puentes	Oriental Consultant Co., Ltd.
Yuko MATSUNAGA	: Intérprete	Nippon Koei Co., Ltd.

## ANEXO-2

### Itinerario del Estudio

#### 1) Estudio en el terreno

Orden del Día	Fecha	Miembros de la Misión	Contenido del Estudio	Alojamiento
1	16 Ene. (Dom.)	Ashino, Tanuma, Tatsumi, Sakata, Matsunaga	Traslado: Salida de Japón (JL062, AA7849)	En el avión
2	17 Ene. (Lun.)		Traslado: Llegada a San Salvador , Visita de Cortesía a JICA, Embajada del Japón, Ministerio de Relaciones Exteriores, Ministerio de Obras Públicas, Transporte, Vivienda y Desarrollo Urbano (MOPTVDU)	San Salvador
3	18 Ene. (Mar.)		Preparación de la oficina Explicación/discusión con MOPTVDU de Informe Inicial	San Salvador
4	19 Ene. (Mié.)		Estudio en el terreno (Puente La Perla, Puente Cangrejera y Puente Jiboa)	San Salvador
5	20 Ene. (Jue.)		Preparación de borrador de Minutas	San Salvador
6	21 Ene. (Vie.)		Firma de Minutas con MOPTVDU Visita a la Embajada de Japón y la oficina de JICA	San Salvador
7	22 Ene. (Sáb.)		Traslado (Ashino): Salida de San Salvador Traslado (Inoue y Kobayashi): Salida de Japón Reunión interna (Programa de Estudio en el terreno, etc.)	San Salvador
8	23 Ene. (Dom.)	Tanuma, Tatsumi, Sakata, Matsunaga, Inoue, Kobayashi	Inoue y Kobayashi llegada a San Salvador Día No Laboral (Procesamiento de datos)	San Salvador
9	24 Ene. (Lun.)		Traslado (Ashino): Llegada a Japón Reunión con MOPTVDU (Presentación de contrapartida, solicitud de apoyo en recolección de datos, programa de Estudio en el terreno, etc.)	San Salvador
10	25 Ene. (Mar.)		Investigación de las condiciones existentes de los 3 puentes (todo el día)	San Salvador
11	26 Ene. (Mié.)		Colección de data/Información y análisis, Estudio en el terreno (Recolección de datos/ Análisis/ Investigación)	San Salvador
12	27 Ene. (Jue.)		Reunión con MOPTVDU (Sobre el contenido de los datos recibidos), Colección de data/Información y análisis, Estudio en el terreno	San Salvador
13	28 Ene. (Vie.)		Colección de data/Información y análisis, Estudio en el terreno	San Salvador
14	29 Ene. (Sáb.)		Colección de data/Información y análisis, Estudio en el terreno Preparación del sumario índice del Estudio en el Terreno	San Salvador
15	30 Ene. (Dom.)		Día No Laboral (Procesamiento de datos)	San Salvador

Orden del Día	Fecha	Miembros de la Misión	Contenido del Estudio	Alojamiento
16	31 Ene. (Lun.)		Reunión con MOPTVDU. Reunión sobre los datos recibidos Recolección de datos/ Información y análisis, Estudio en el terreno	San Salvador
17	1 Feb. (Mar.)		Colección de data/Información y análisis, Estudio en el terreno Ejecución del Estudio de Volúmenes de Tráfico	San Salvador
18	2 Feb. (Mié.)		Colección de data/Información y análisis, Estudio en el terreno	San Salvador
19	3 Feb. (Jue.)		Colección de data/Información y análisis, Estudio en el terreno	San Salvador
20	4 Feb. (Vie.)		Colección de data/Información y análisis, Estudio en el terreno	San Salvador
21	5 Feb. (Sáb.)		Colección de data/Información y análisis, Estudio en el terreno	San Salvador
22	6 Feb. (Dom.)		Día No Laboral (Procesamiento de datos)	San Salvador
23	7 Feb. (Lun.)		Colección de data/Información y análisis, Estudio en el terreno	San Salvador
24	8 Feb. (Mar.)		Colección de data/Información y análisis, Estudio en el terreno	San Salvador
25	9 Feb. (Mié.)		Colección de data/Información y análisis, Estudio en el terreno	San Salvador
26	10 Feb. (Jue.)		Informe a la Embajada, Reunión con MOPTVDU sobre Memoria	San Salvador
27	11 Feb. (Vie.)		Firma de Memoria con MOPTVDU Informe a JICA	San Salvador
28	12 Feb. (Sáb.)		Archivo de los datos recolectados, Reunión interna Traslado (Tanuma, Tatsumi, Sakata y Matsunaga) Salida de El Salvador	San Salvador
29	13 Feb. (Dom.)	Inoue, Kobayashi	Día No Laboral (Procesamiento de datos)	San Salvador
30	14 Feb. (Lun.)		Traslado (Tanuma, Tatsumi, Sakata y Matsunaga): Llegada a Japón. Colección de data/Información y análisis, Estudio en el terreno	San Salvador
31	15 Feb. (Mar.)		Colección de data/Información y análisis, Estudio en el terreno	San Salvador
32	16 Feb. (Mié.)		Colección de data/Información y análisis, Estudio en el terreno	San Salvador
33	17 Feb. (Jue.)		Colección de data/Información y análisis, Estudio en el terreno	San Salvador
34	18 Feb. (Vie.)		Procesamiento de Datos	San Salvador
35	19 Feb. (Sáb.)		Procesamiento de Traslado (Inoue y Kobayashi):Salida de El Salvador	En el avión
36	20 Feb. (Dom.)		Traslado	En el avión
37	21 Feb. (Lun.)		Traslado: Llegada a Japón	

## 2) Explicación y presentación del Borrador del Informe Final

Orden del Día	Fecha	Miembros de la Misión	Contenido del Estudio	Alojamiento
1	15 Mayo (Lun.)	Ishimoto, Tanuma, Tatsumi, Matsunaga	Traslado: Salida de Japón	Miami
2	16 Mayo (Mar.)		Traslado: llegada a San Salvador , Visita de Cortesía a JICA, Embajada del Japón, Ministerio de Relaciones Exteriores, Ministerio de Obras Públicas, Transporte, Vivienda y Desarrollo Urbano (MOPTVDU)	San Salvador
3	17 Mayo (Mié.)		Visita de Cortesía a MOPTVDU y Reunión	San Salvador
4	18 Mayo (Jue.)		Reconocimiento del Sitio (3 puentes) , con la participación de representantes del Ministerio del Medio Ambiente	San Salvador
5	19 Mayo (Vie.)		Reunión con MOPTVDU	San Salvador
6	20 Mayo (Sáb.)		Reunión interna (borrador de Minutas)	San Salvador
7	21 Mayo (Dom.)		Día No Laboral	San Salvador
8	22 Mayo (Lun.)		Discusión sobre borrador de Minutas con MOPTVDU	San Salvador
9	23 Mayo (Mar.)		Firma de Minutas con MOPTVDU Visita a la oficina de JICA y la Embajada de Japón	San Salvador
10	24 Mayo (Mié.)		Traslado: Salida de El Salvador	Los Angeles
11	25 Mayo (Jue.)		Traslado	En el avión
12	26 Mayo (Vie.)		Traslado: Llegada a Japón	

## ANEXO-3

### Lista de los personales entrevistados

1. EMBAJADA DEL JAPON

Lic. Saburo YUZAWA  
Embajador

Lic. Yoshiharu NAMIKI  
Consejero

Lic. Kiyotaka KOSUGI  
Segundo Secretario, Cooperación Técnica y Financiera

2. AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON

Lic. Atsushi KAMISHIMA  
Representante Residente de JICA/JOCV en El Salvador

Lic. Takahiro SHINCHI  
Asesor para Formulación de Proyectos

Lic. Masako TAKAHASHI  
Asistente del Director

3. MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS, TRANSPORTE, VIVIENDA Y DESARROLLO URBANO

Lic. José Angel Quirós  
Ministro

Ing. Carlos M. Dugue González  
Viceministro de Obras Públicas

Ing. Oscar Alfredo Díaz Cruz  
Director, Unidad de Planificación Vial

Lic. Alex Molina  
Coordinador de Dep. de Planificación

Lic Rigoberto Garcia C.  
Coordinador de Inventario Vial

Ing. Marco Antonio Aquino  
Analista de Proyectos

Ing. Alma Morena de Segovia

Ing. Luis Ropez

José Benjamín Yanes Paredes  
Jefe de la Unidad Ambiental

Lic. José Dionisio Velasco  
Técnico de la Unidad Ambiental

Ing. Lorena Evelyn Orellana  
Técnico de la Unidad Ambiental

Ing. Zonia Gorge  
Técnico Administrador de Proyectos  
Gerencia Estudios y Diseños Viales

Ing. Hans Alexis Tovar  
Dirección General de Estudios y Diseños Viales

4. MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES

Sr. Héctor R. González Urrutia  
Viceministro de Relaciones Exteriores y Cooperación Internacional

Ricardo Cardona Alvacenga  
Director General de Cooperación Externa

Sra. Mirna Alas de Miranda  
Directora de Gestión y Negociación

5. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA

Ing. Roberto Handal  
Dirección General de Recursos Naturales Renovables

Lic. Lorena Soriano de Cruz  
Jefa del Departamento de Meteorología

Carlos Sosa  
Tec. Meteorólogo

Ricardo Arévalo  
Tec. Hidrólogo

6. MINISTERIO DE ECONOMIA

Silvo A. Ticay A.

7. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Ricardo A. Martínez Rivera  
Técnico en Evaluación de Impacto Ambiental

8. POLICIA CIVIL NACIONAL

Soto Eleno Juárez

Cabo Victor Manuel Martinez  
Técnico en explosivos  
División Armas y Explosivos

José Luis Heriberto Flores  
División Armas y Explosivos

9. COMISION EJECTIVA PORTUARIA AUTONOMA  
Lic. Xenia Patricia Contreras  
Encargada Medios de Comunicación
  
10. CENTRO NACIONAL DE REGISTROS EL SALBADOR C.A.  
Sr. Enrique de la O. Lemus  
Gerente Cartográfico
  
11. AGENCIA PARA EL DESARROLLO INTERNACIONAL (USAID)  
Sra. Flor de María de Rivera  
Ingeniero de la Misión, Oficina de Crecimiento Económico
  
12. BANCO INTERAMERICANO PARA EL DESARROLLO (BID)  
Augusto Ruiz Elderedge  
Especialista en Infraestructura
  
13. BANCO CENTROAMERICANO DE INTEGRACION ECONOMICO (BICE)  
Roberto Pereira  
Gerente Regional  
  
Ing. José Humberto Zepeda Cerrato  
Supervisor de Proyectos

## **ANEXO-4**

### **Minutas de las Reuniones**

**ANEXO-4.1 Minuta de Discusiones, 21 de Enero de 2000**

**ANEXO-4.2 Memoria, 11 de Febrero de 2000**

**ANEXO-4.3 Minuta de Discusiones, 23 de Mayo de 2000**

**MINUTA DE DISCUSIONES SOBRE EL ESTUDIO DE DISEÑO BASICO PARA  
EL PROYECTO DE RECONSTRUCCION DE EMERGENCIA DE PUENTES  
SOBRE CARRETERAS TRONCALES DE LA REPUBLICA DE EL SALVADOR**

En respuesta a la solicitud del Gobierno de la República de El Salvador, el Gobierno de Japón decidió realizar el Estudio de Diseño Básico para el Proyecto de Reconstrucción de Emergencia de Puentes Construidos sobre Carreteras Troncales del país (en adelante se denominará "el Proyecto") y confió dicho estudio a la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (en adelante se denominará "JICA").

Por consiguiente, JICA ha enviado a la República de El Salvador desde el día 17 de enero hasta el día 19 de febrero del 2000 una Misión de dicho Estudio relacionada con el Proyecto(en adelante se denominará "la Misión"), dirigida por el Ing. Makoto Ashino, interino del director de la División Ambiental, Mujeres en Desarrollo y Otros Rubros Globales del Departamento de Planificación y Evaluación de JICA.

La Misión ha sostenido una serie de discusiones con las autoridades responsables del Gobierno de El Salvador y ha realizado investigaciones en los sitios objeto del Proyecto.

Tras las discusiones e investigaciones de campo, ambas partes han confirmado los principales ítems descritos en las hojas adjuntas. La Misión continuará aún más sus trabajos y preparará el Informe del Estudio de Diseño Básico.

San Salvador, 21 de Enero de 2000



Ing. Makoto Ashino  
Jefe de la Misión del Estudio  
de Diseño Básico



Lic. José Angel Quirós  
Ministro  
Ministerio de Obras Públicas, Transporte,  
Vivienda y Desarrollo Urbano

## ADJUNTO

### 1. Objetivo del Proyecto

Este Proyecto tiene como objetivo asegurar el tránsito fluido y seguro sobre los puentes de La Perla, Jiboa y Cangrejera a través de la sustitución por un nuevo puente o el refuerzo y reparación de los mismos.

El objetivo a largo plazo es obtener la seguridad de importación y exportación de mercancías, distribución interna y transporte de pasajeros en las carreteras del Litoral: nueva y antigua.

### 2. Sitios objeto del Proyecto:

Los sitios a ser objeto del Proyecto son el Puente La Perla y el Puente Cangrejera en la nueva carretera del Litoral y el Puente Jiboa en la antigua carretera del Litoral. (Véase el anexo-1)

### 3. Entidad Ejecutora

La entidad ejecutora del Proyecto es el Ministerio de Obras Públicas, Transporte, Vivienda y Desarrollo Urbano (MOPTVDU), a través del Viceministerio de Obras Públicas. El organigrama de dicha institución se describe en el anexo-2.

El MOPTVDU es la instancia que por ley es responsable de la construcción, rehabilitación y mantenimiento de la red vial de El Salvador para poder garantizar la operación de la misma en condiciones aceptables de circulación. Del mismo le compete desarrollar la construcción, reconstrucción y conservación de la infraestructura de los puentes.

### 4. Contenido de la Solicitud del Gobierno de la República de El Salvador:

Después de las discusiones con la Misión del Estudio de Diseño Básico, el Gobierno de El Salvador solicitó los puntos descritos en el anexo-3. Sin embargo, el contenido definitivo del Proyecto será decidido después de los exámenes y análisis que se realizarán posteriormente.

### 5. Sistema de la Cooperación Financiera No Reembolsable de Japón

- 1) El Gobierno de El Salvador ha comprendido el sistema de Cooperación Financiera No Reembolsable de Japón que se describe en el anexo-4 explicado por la Misión.
- 2) Como condición para la aplicación de la Cooperación Financiera No Reembolsable de Japón al Proyecto, el Gobierno de El Salvador deberá tomar las medidas necesarias descritas en el anexo-5 a fin de obtener una buena ejecución del Proyecto.

### 6. Programa en lo sucesivo

- 1) Los miembros de la parte consultora de la Misión proseguirán sus estudios en El Salvador hasta el día 19 de febrero del 2000.

- 2) JICA analizará los resultados del Estudio, preparará el borrador del Informe de Diseño Básico y enviará una misión para la explicación del mismo alrededor de mayo del 2000.
- 3) En caso de que el contenido del borrador del informe del Estudio de Diseño Básico sea ratificado por el Gobierno de El Salvador, JICA elaborará el informe final del Estudio y enviará dicho informe al Gobierno de El Salvador alrededor de julio del 2000.

## 7. Otros Asuntos Sobresalientes

### 7-1 Confirmación de Seguridad contra Minas

En el presente Estudio, la Misión ejecutará el levantamiento topográfico, las investigaciones geológicas, de materiales de lecho de los ríos correspondientes, etc. sólo en los lugares en que se haya confirmado la seguridad contra minas.

En el momento del Estudio de Explicación del Borrador de Informe del Estudio de Diseño Básico, la misión indicará, a través de los planos, al Viceministerio de Obras Públicas la extensión del Proyecto, incluidos los caminos empalmes, acopios de materiales y equipos, etc. que se requieren en la ejecución del mismo. Y dicha institución tomará las medidas necesarias para la confirmación de la seguridad del área. La confirmación de la seguridad deberá ser terminada antes del Estudio Detallado. Por lo tanto, el período concreto de dicha confirmación (agosto del 2000) será indicado en el momento de la explicación del borrador de informe del Estudio de Diseño Básico.

### 7-2 Expropiación de Terrenos Necesarios y Otros Métodos

#### 1) Adquisición de terrenos

Con base a la información del Diseño Detallado de las obras, de ser necesario, el MOPTVDU presupuestará los recursos financieros que sean requeridos y realizará los trámites para la adquisición y liberación de los terrenos que sean afectados por la construcción de las obras, y son los siguientes:

- (i) Notificación al propietario del terreno y obtención de autorización para la construcción del proyecto.
- (ii) Inspección de campo para elaborar el valúo
- (iii) Elaboración y aprobación del valúo en el MOPTVDU.
- (iv) Notificación y aceptación del valúo por el afectado.
- (v) Obtención de Certificación Extractada (Verificación el Registro de la Propiedad).
- (vi) Elaboración de Acuerdo Ministerial para Escrituración
- (vii) Certificación técnica del expediente por parte del Supervisor de la Obra y el MOPTVDU.
- (viii) Revisión Legal del expediente por parte del Dpto. Jurídico
- (ix) Escrituración (Desde la elaboración del proyecto de escritura hasta su firma)

(x) Remisión de expediente y trámite de pago

El tiempo promedio para desarrollar estos trámites es de 60 días.

2) Remoción de tubos de aguas, cables eléctricos, líneas telefónicas, etc.

Con base a la información del Diseño Detallado de las obras, de ser necesario, el MOPTVDU presupuestará los recursos financieros que sean requeridos y realizará los trámites necesarios para la remoción y traslado de tuberías de agua, energía eléctrica, líneas telefónicas y otras instalaciones, que se requieran para la ejecución de las obras, que son los siguientes:

- (i) El MOPTVDU solicita a la Institución o empresa privada que suministra el servicio, una cotización por la remoción y traslado de dichas instalaciones.
- (ii) Elaboración y Presentación del presupuesto de los trabajos de parte de la Institución o empresa privada que suministra el servicio.
- (iii) El presupuesto es revisado y analizado por el MOPTVDU.
- (iv) Si el MOPTVDU no está de acuerdo con el presupuesto se inicia un proceso de negociación con la institución o empresa dueña del servicio.
- (v) La empresa elabora y presenta un nuevo presupuesto.
- (vi) El MOPTVDU revisa y analiza el presupuesto.
- (vii) Aprobación por el MOPTVDU y remisión para el trámite de pago
- (viii) Remoción de las instalaciones de servicios públicos

El tiempo promedio para desarrollar estos trámites es de 60 días más el tiempo necesario para ejecutar los trabajos de traslado que dependerán de la magnitud de los mismos.

3) Los trámites generales para desarrollar la Evaluación de Impacto Ambiental son los siguientes:

- (i) MOPTVDU Completa el Formulario Ambiental y formula el Perfil Ambiental. /1
- (ii) Presentación del formulario ambiental al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN).
- (iii) El MARN realiza el análisis de la información, inspecciones de campo y define el nivel de EIA que se requiere, así como los términos de referencia para su realización.
- (iv) Formulación del EIA /2
- (v) Remisión del EIA al MARN
- (vi) Revisión y emisión del Permiso Ambiental por el MARN

/1 El formulario ambiental debe ser completado durante la Fase de Diseño Básico (Preliminar) y deberá contener como mínimo la siguiente información de acuerdo a la forma correspondiente:

- a) Información sobre el Responsable del Ministerio que propone realizar el proyecto,
- b) Identificación, Ubicación y descripción del proyecto,

- c) Aspectos del medio físico, biológico, socioeconómico y cultural, que podrían ser impactados,
- d) Marco legal aplicable,
- e) Identificación y priorización preliminar de impactos potenciales, posibles riesgos y contingencias y la estimación de las medidas ambientales correspondientes,
- f) Declaración jurada.

12 Se formula durante la etapa de diseño definitivo (final).

7-3 En conformidad con las cláusulas confirmadas en el literal e) del ítem 3-6 del Anexo 4 y el ítem 5 del Anexo 5, el Gobierno del El Salvador exonerará, de los derechos arancelarios y los impuestos internos que se impongan a los equipos y materiales importados y adquiridos en El Salvador bajo el contrato verificado.

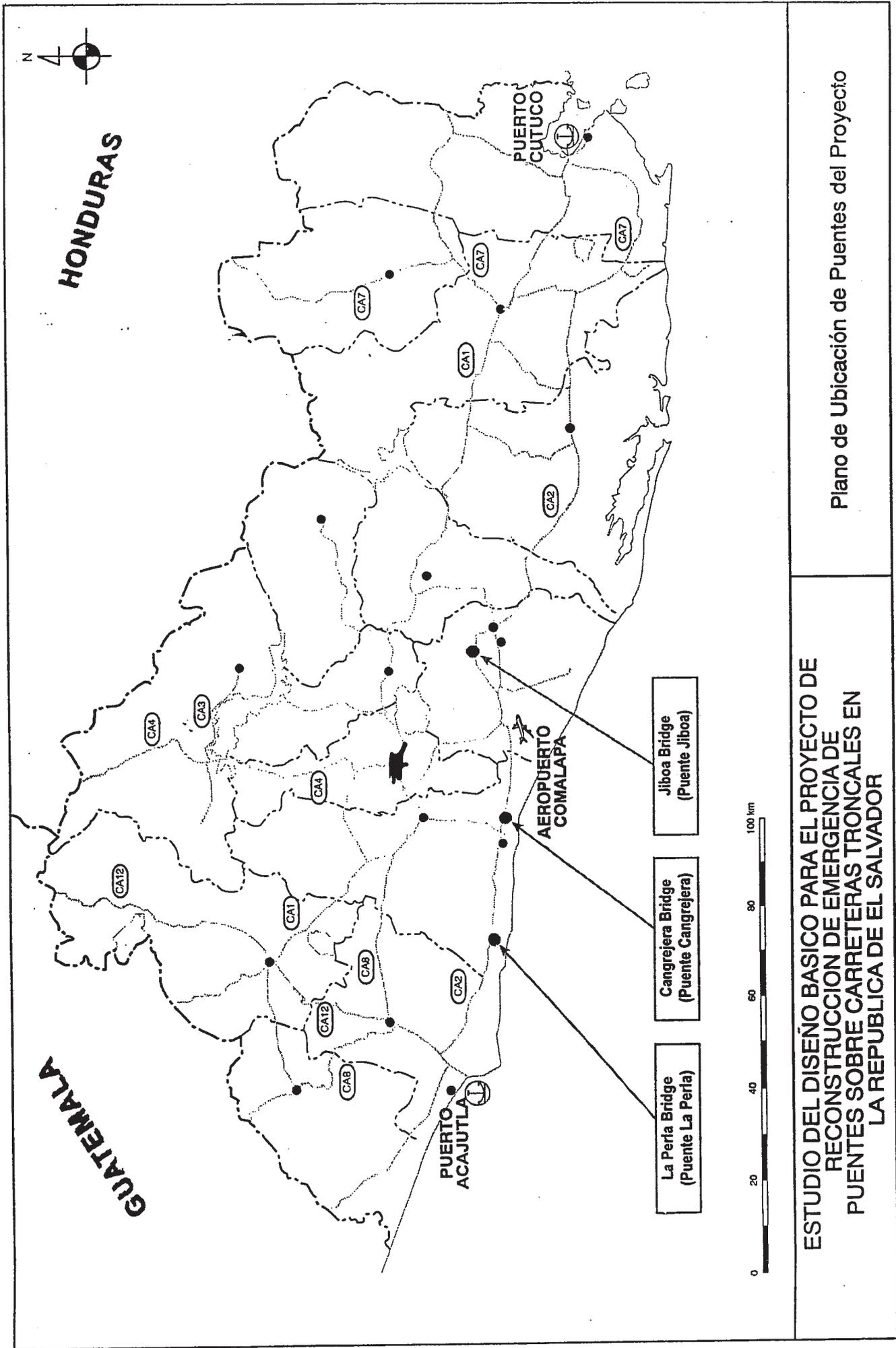
Para la exoneración de los derechos arancelarios de los equipos y materiales necesarios para el Proyecto, únicamente se requerirá la presentación de una copia del canje de notas ratificado por la Asamblea Legislativa, al momento de efectuar los trámites de introducción en la aduana respectiva.

Con la finalidad de facilitar la cooperación del país beneficiario al pronto desembarque, despacho aduanero y transporte interno de los equipos y materiales necesarios para la ejecución del proyecto, es necesario que los contratistas seleccionados para la ejecución de las obras, presente un programa de embarque de estos equipos y materiales.

Los impuestos internos se refieren al Pago del Impuesto a la Transferencia de Bienes Muebles y Prestación de Servicios (IVA), al pago del impuesto sobre la Renta y a los Impuestos Municipales aplicables a la ejecución del proyecto.

Para la exoneración del impuesto sobre la renta y los impuestos municipales únicamente se requerirá la presentación de una copia del canje de notas ratificado por la Asamblea legislativa. En cuanto a la exoneración del pago de IVA, el país beneficiario definirá el proceso a seguir, el cual será presentado a la misión que visitará el país en mayo de 2000

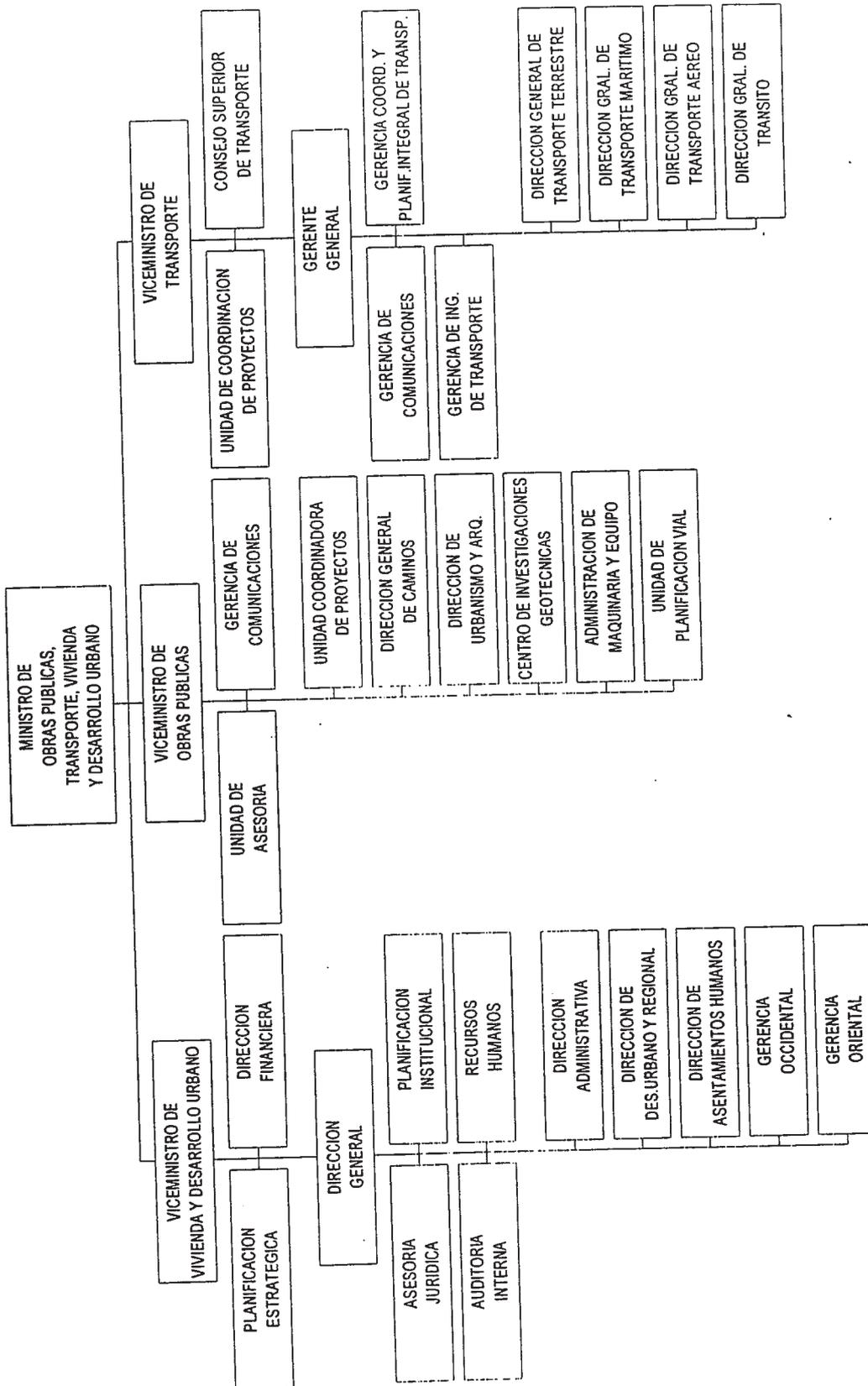




ESTUDIO DEL DISEÑO BASICO PARA EL PROYECTO DE RECONSTRUCCION DE EMERGENCIA DE PUNTES SOBRE CARRETERAS TRONCALES EN LA REPUBLICA DE EL SALVADOR

Plano de Ubicación de Puentes del Proyecto

*[Handwritten signature]*



Ministerio de Obras Públicas, Transporte, Vivienda y Desarrollo Urbano  
Organigrama

### Anexo-3

#### Contenido de la Solicitud del Gobierno de El Salvador

- Sustitución por nuevo puente o refuerzo y reparación de los puentes La Perla, Jiboa y Cangurejera
- Construcción o reparación de los caminos empalmes (el alcance de la ejecución será el mínimo necesario)



## Sistema de la Cooperación Financiera No Reembolsable del Japón

### 1. Procedimiento de la Cooperación Financiera No Reembolsable del Japón

1) La Cooperación Financiera No Reembolsable del Japón será realizada por el siguiente procedimiento:

- Solicitud (Presentación de una solicitud oficial por el país receptor)
- Estudio (Estudio de Diseño Básico conducido por JICA)
- Evaluación y Aprobación (Evaluación del Proyecto por el Gobierno del Japón y aprobación por el Gabinete)
- Decisión de Realización (Firma del Canje de Notas por ambos gobiernos)

2) En la primera etapa, el Gobierno del Japón (el Ministerio de Relaciones Exteriores) estudia la solicitud formulada por el País receptor si el Proyecto es apropiado para la Cooperación Financiera No Reembolsable. Si se confirma que la solicitud tiene alta prioridad como Proyecto para la Cooperación Financiera No Reembolsable, el Gobierno del Japón ordena a JICA a efectuar el Estudio.

Luego viene la segunda etapa, que se refiere al Estudio de Diseño Básico; JICA realiza este estudio, en principio, contratando una compañía consultora japonesa.

En la tercera etapa, la Evaluación y la Aprobación. En ella el Gobierno del Japón evalúa y confirma que el Proyecto es apropiado para la Cooperación Financiera No Reembolsable, en base al informe de Diseño Básico elaborado por JICA en la segunda etapa, luego envía el contenido del Informe al Gabinete para su aprobación.

En la cuarta etapa, la Decisión de Realización, unavez aprobado el Proyecto por el Gabinete se firma el Canje de Notas por los representantes del Gobierno del Japón y del Gobierno receptor.

Durante la realización del Proyecto, JICA extenderá ayudas necesarias al Gobierno receptor en los procesos de licitación, contrato, etc.

### 2. Estudio de Diseño Básico

1) Contenido del Estudio

El Estudio de Diseño Básico conducido por JICA está destinado a proporcionar el documento básico necesario para que el Gobierno del Japón evalúe si el Proyecto es viable o no para el sistema de la



Cooperación Financiera No Reembolsable del Japón. El contenido del Estudio incluye;

- a) confirmación de los antecedentes, el objetivo, la eficiencia del Proyecto, y la capacidad de la organización responsable para la administración y mantenimiento del Proyecto.
- b) examen de la viabilidad técnica y socio-económica.
- c) confirmación del concepto básico del Plan Optimo del Proyecto a través de la mutua deliberación con el país receptor.
- d) preparación del Diseño Básico del Proyecto.
- e) estimación del costo del Proyecto.

El contenido del Proyecto aprobado arriba mencionado no necesariamente coincide totalmente con la solicitud original, sino que se confirma en consideración al esquema de la Cooperación Financiera No Reembolsable.

Al realizar el Proyecto bajo La Cooperación Financiera No Reembolsable, el Gobierno del Japón desea que el Gobierno del país receptor tome todas las medidas necesarias para promover su auto-suficiencia. Esas medidas deberán asegurarse aunque estén fuera de la jurisdicción de la entidad ejecutora del Proyecto en el país receptor. Por lo tanto, la ejecución del Proyecto es confirmada por todas las organizaciones relevantes en el país receptor mediante las Minutas de Discusiones.

## 2) Selección de la compañía consultora

Al realizar el Estudio, JICA selecciona una de las compañías consultoras - entre aquellas registradas en JICA - mediante una licitación en la que presentas sus propuestas. La compañía seleccionada realiza el Estudio de Diseño Básico y el Diseño Detallado, y tomando en cuenta que no hay tiempo suficiente para seleccionar la compañía consultora nuevamente, JICA recomienda al país receptor emplear la misma compañía consultora que se hizo cargo del Diseño Detallado y supervisión de la realización del Proyecto.

## 3. Esquema de la Cooperación Financiera No Reembolsable

### 1) Cooperación Financiera No Reembolsable

La cooperación Financiera No Reembolsable consiste en la donación de fondos que no requiere la obligación de reembolso por parte de los países

receptores, y permiten a través del fondo adquirir equipos, materiales y servicios (técnicos, transportes, etc.) necesarios para el desarrollo económico y social de los países, bajo las normas siguientes y las leyes relacionadas del Japón. La Cooperación no se extiende a donaciones en especie.

2) Firma de Canje de Notas

En la realización de la cooperación Financiera No Reembolsable, se necesita el acuerdo y la firma del Canje de Notas (C/N) entre ambos gobiernos. En el C/N se aclaran el objetivo, el período efectivo de la donación, las condiciones de realización y el límite del monto de la donación.

3) Período de ejecución

El período efectivo de la donación debe ser dentro del mismo año fiscal del Japón (del 1 de abril hasta el 31 de marzo del siguiente año) en el que el Gobierno aprobó la cooperación. Durante este período debe concluirse todo el proceso la firma del C/N hasta el contrato con la compañía consultora o constructora, incluyendo el pago final.

Sin embargo, en el caso de un retraso en el transporte, instalación o construcción por la condición de clima u otros, existe la posibilidad de prolongar a lo más por un año (un año fiscal) previa consulta entre ambos gobiernos.

4) Adquisición de los productos y servicios

La Cooperación Financiera No Reembolsable será utilizada apropiadamente por el Gobierno del país receptor para la adquisición de los productos japoneses o del país receptor y los servicios de nacionales japoneses y nacionales del país receptor para la ejecución del Proyecto: (El término "nacionales japoneses" significa personas físicas japonesas o personas jurídicas japonesas controlados por personas físicas japonesas.)

No obstante, lo arriba mencionado, la Cooperación Financiera No Reembolsable podrá ser utilizada, cuando los dos gobiernos lo estimen necesario, para la adquisición de productos de terceros países (excepto Japón y el país receptor) y los servicios para el transporte que no sean de los nacionales japoneses ni de nacionales del país receptor.

Sin embargo, considerando el esquema de la donación del Japón, los contratistas principales para la ejecución del Proyecto como consultores, constructores y proveedores deberán ser nacionales japoneses.

5) Necesidad de Aprobación

El Gobierno del país receptor o la autoridad designada por él, concertará contratos, en yenes japoneses, con nacionales japoneses. A fin de ser aceptable, tales contratos deberán ser verificados por el Gobierno del Japón. Esta verificación se debe a que el fondo de donación proviene de los impuestos generales de los nacionales japoneses.

6) Responsabilidad del Gobierno Receptor

El Gobierno del país receptor tomará las medidas necesarias como sigue:

- (1) asegurar la adquisición y preparación del terreno necesario para los lugares del Proyecto, limpiar y nivelar terreno previamente al inicio de los trabajos de construcción.
- (2) proveer de instalaciones para la distribución de electricidad, suministro de agua, el sistema de desagüe y otras instalaciones adicionales dentro y fuera de los lugares del Proyecto.
- (3) proporcionar los edificios y los espacios necesarios en caso de que el Proyecto incluya la provisión de equipos.
- (4) asegurar todos los gastos y la pronta ejecución del desembarco y despacho aduanero en el país receptor y en el transporte interno de los productos adquiridos bajo la Cooperación Financiera No Reembolsable.
- (5) eximir del pago de derechos aduaneros, impuestos internos y otras cargas fiscales que se impongan a los nacionales japoneses en el país receptor con respecto al suministro de los productos y los servicios bajo los Contratos Verificados.
- (6) otorgar a nacionales japoneses, cuyos servicios sean requeridos en conexión con el suministro de los productos y los servicios bajo los Contratos Verificados, las facilidades necesarias para su ingreso y estadía en el país receptor para el desempeño de sus funciones.
- (7) uso adecuado

El país receptor deberá asegurar que las instalaciones construidas y los productos adquiridos bajo la Cooperación Financiera No Reembolsable sean debida y efectivamente mantenidos y utilizados asignando el personal necesario para la ejecución del Proyecto.

- (8) Reexportación



Los productos adquiridos bajo la Cooperación Financiera No Reembolsable no deberán ser reexportados del País receptor.

(9) Arreglo Bancario

- a) El Gobierno del país receptor o la autoridad designada por él deberá abrir una cuenta bancaria a nombre del Gobierno del país receptor en un banco autorizado para el cambio de moneda extranjera en el Japón (en adelante, referido como "el Banco"). El Gobierno del Japón llevará a cabo la Cooperación Financiera No Reembolsable efectuando pagos, en yenes japoneses, para cubrir las obligaciones contraídas por el Gobierno del país receptor o la autoridad designada por él, bajo los Contratos Verificados.
- b) Los pagos por parte del Japón se efectuarán cuando las solicitudes de pago sean presentadas por el Banco al Gobierno del Japón en virtud de una autorización de pago (A/P) expedida por el Gobierno del país receptor o la autoridad designada por él.



## Anexo-5

### Medidas que serán tomadas por el Gobierno de El Salvador en el caso de que sea aplicada la Cooperación Financiera No Reembolsable de Japón al Proyecto

1. Expropiar los terrenos necesarios para la construcción de puentes y caminos empalmes, acopios de equipos y materiales, oficinas temporales de campo, etc.
2. Trasladar las cañerías, líneas telefónicas, cables eléctricos instalados que serán obstáculos en la construcción de puentes.
3. Cooperar al pronto desembarque, despacho aduanero y transporte interno de los equipos y materiales necesarios para la ejecución del Proyecto.
4. Eximir del pago de derechos aduaneros, impuestos internos y otras cargas fiscales que se impongan a los nacionales japoneses y las personas jurídicas japonesas en El Salvador con respecto al suministro de los equipos y materiales o los servicios bajo el contrato de construcción o el de servicios.
5. Otorgar a nacionales japoneses y personas jurídicas japonesas, cuyos servicios sean requeridos en conexión con el suministro de los equipos y materiales o los servicios por el contrato de construcción o el de servicios verificado, todas las facilidades necesarias para su ingreso y estancia en El Salvador requerida para el desempeño de sus trabajos.
6. Encargarse de las comisiones bancarias requeridas para los trámites (relacionados con la autorización de pagos y los pagos) que proporciona un banco japonés.
7. Utilizar y mantener adecuada y eficazmente las instalaciones como puentes, etc. a construirse bajo la cooperación financiera no reembolsable de Japón.
8. Encargarse de todos los gastos necesarios para la ejecución del Proyecto, excepto aquellos que estén cubiertos por la cooperación financiera no reembolsable de Japón.
9. Coordinar y resolver los problemas que surjan en la relación con los habitantes locales y terceros en las áreas objeto del Proyecto durante su ejecución.



MEMORIA

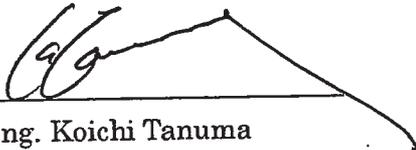
Estudio de Diseño Básico  
para  
El Proyecto de Reconstrucción de Emergencia de Puentes  
sobre Carreteras Troncales en la República de El Salvador

De acuerdo con la Minuta de Discusiones firmada el día 21 de enero del 2000, el Equipo de Estudio de JICA dió continuidad al estudio en El Salvador y se intercambiaron opiniones sobre el Diseño Básico del Proyecto con las autoridades correspondientes del Ministerio de Obras Públicas, Transporte, Vivienda y Desarrollo Urbano (MOPTVDU).

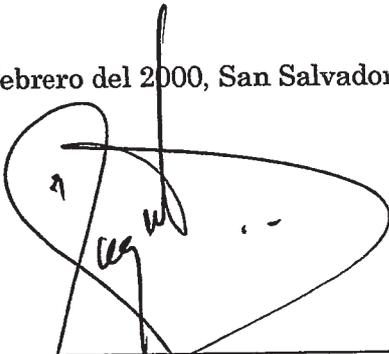
Esta Memoria ha sido preparada para acordar las condiciones básicas necesarias para la preparación del Diseño Básico, en las cuales se incluyen la ubicación de los puentes que abarca el Proyecto, criterios y condiciones de diseño, alternativas estructurales a examinar, etc. que se describen en el documento adjunto.

Sin embargo, este acuerdo está sujeto a la aprobación final de parte de la Oficina Central de JICA.

11 de Febrero del 2000, San Salvador



Ing. Koichi Tanuma  
Jefe de Consultoría  
Equipo de Estudio de  
JICA



Ing. Carlos M. Duque González  
Viceministro de Obras Públicas  
Ministerio de Obras Públicas,  
Transporte, Vivienda y Desarrollo Urbano  
de la República de El Salvador

## ADJUNTO

### 1. Ubicación de Puentes

La ubicación de nuevo puente de los sitios del Proyecto será como sigue:

Puente La Perla	: sobre el alineamiento del puente existente
Puente Cangrejera	: sobre el alineamiento del puente existente
Puente Jiboa	: será desplazado aproximadamente 20 m aguas arriba del puente existente

### 2. Elementos de Sección Transversal

Los elementos de la sección transversal de los puentes y aproches referidos serán como sigue (véase las secciones transversales anexas) :

- 1) Para los puentes La Perla y Cangrejera ubicados en la CA-2, dichos elementos están basados en las normas para las carreteras primarias.

#### Puente

Ancho de calzada	: 7.30 m (2 carriles)
Ancho de hombro	: 0.30 m
Ancho de paso peatonal	: 0.60 m (en ambos lados)

#### Aproches

Ancho de calzada	: 7.30 m
Ancho de hombro	: 2.35 m

- 2) Para el puente Jiboa ubicado en la antigua CA-2, dichos elementos están basados en las normas para las carreteras secundarias.

#### Puente

Ancho de calzada	: 6.50 m (2 carriles)
Ancho de hombro	: 0.45 m
Ancho de paso peatonal	: 0.60 m (en un lado)

#### Aproches

Ancho de calzada	: 6.50 m
Ancho de hombro	: 1.50 m

### 3. Criterios de Diseño

- 1) Criterios Geométricos de Diseño

	<u>La Perla</u>	<u>Cangrejera</u>	<u>Jiboa</u>
Terreno:	ondulado	plano	ondulado
Velocidad de diseño:	70 km/ hora	90 km/hora	70 km/hora
Radio mínimo de curva:	200 m	250m	100 m
Pendiente máxima:	6 %	5 %	6 %

## 2) Cargas de Puentes

### Carga viva

Para calzada : HS20-44 del AASHTO más 10 % adicional para los puentes La Perla y Cangrejera ubicados en la CA-2 (carretera primaria) y HS20-44 para el puente Jiboa ubicado en la antigua CA-2 (carretera secundaria)

Para paso peatonal: se basará en el Artículo 3.14 del AASHTO's Standard Specifications for Highway Bridges, 1996

Carga sísmica : coeficiente sísmico (Cs)= 0.5 A x I = 0.24

donde: A (factor de zonificación) = 0.4 e I (coeficiente de importancia)= 1.2

Carga térmica : será estimada por una temperatura entre 30 °C ± 15 °C

## 3) Método de Diseño

Se basará en "The Specifications for Highway Bridge" publicado por la Japan Road Association en octubre de 1996.

## 4. Alternativas para el Tipo de Puentes

En cuanto a las alternativas del tipo de puentes, ambas partes han acordado lo siguiente:

- a) Se seleccionará el tipo de vigas de concreto, por la razón de que éste permite utilizar más recursos locales y requiere menos mantenimiento en comparación con el tipo de vigas de acero.
- b) Se considerará el tipo continuo para mejorar la calidad de rodamiento vehicular.
- c) Se seleccionará la división de luces más apropiada, considerando los requerimientos hidráulicos y condiciones económicas.

## 5. Otros

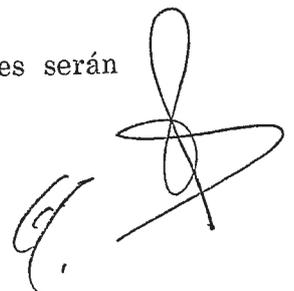
### 1) Construcción de Desvío Temporal

#### Puentes La Perla y Cangrejera

Por la razón de que en estos sitios del Proyecto el puente nuevo será construido en el mismo lugar del puente existente, es necesario construir un desvío temporal a fin de asegurar el tráfico durante la construcción. Dichos desvíos serán construidos y mantenidos por la parte japonesa. La parte salvadoreña deberá suministrar los paneles de puentes Bailey necesarios e instalarlos después de que hayan sido construidos los estribos y pilas de los puentes temporales respectivos por la parte japonesa.

#### Puente Jiboa

No se requiere ningún desvío nuevo. El puente y los aproches existentes serán



mantenidos por la parte salvadoreña para asegurar el tráfico durante la construcción.

2) Control de Tráfico durante la Construcción

La parte salvadoreña será responsable del control de tráfico durante la construcción.

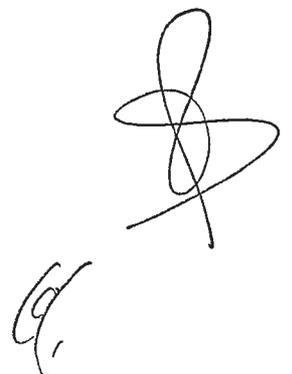
3) Demolición de Puentes Existentes

Puentes La Perla y Cangrajera

La parte japonesa será responsable de la demolición de los puentes existentes para construir uno nuevo en el mismo lugar.

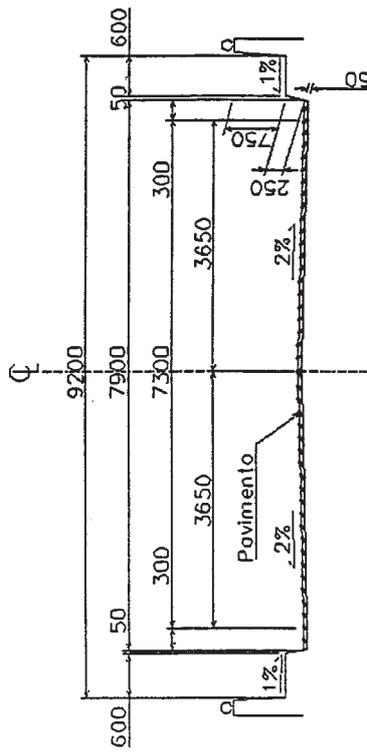
Puente Jiboa

La parte salvadoreña será responsable de la demolición del puente existente después de comenzar la operación del nuevo.

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke at the bottom.

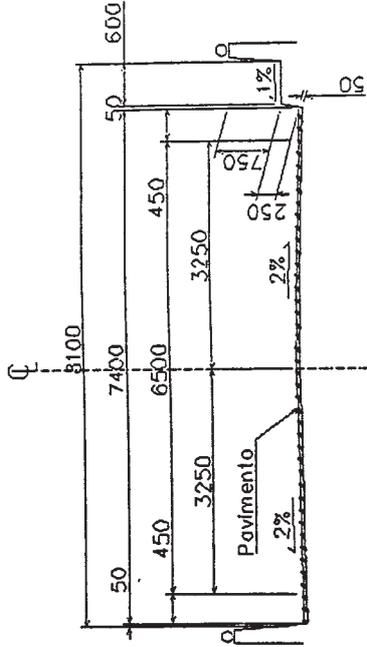
PUENTE LA PERLA / PUENTE CANGREJERA  
 en CA-2 (Carretera Primaria)

SECCION DE PUENTE

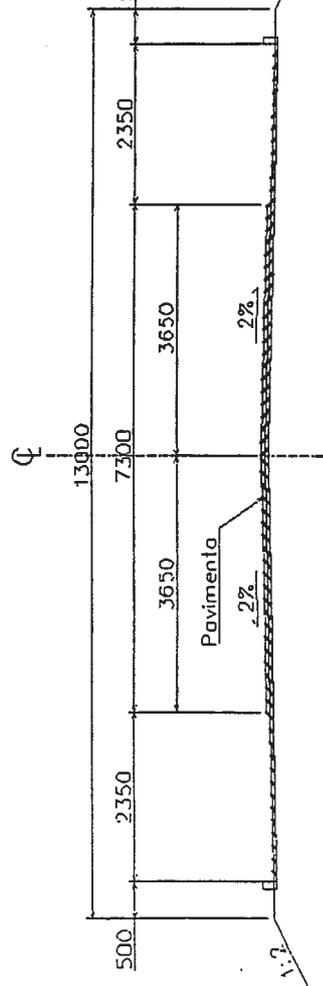


PUENTE JIBOA  
 en CA-2 Antigua (Carretera Secundaria)

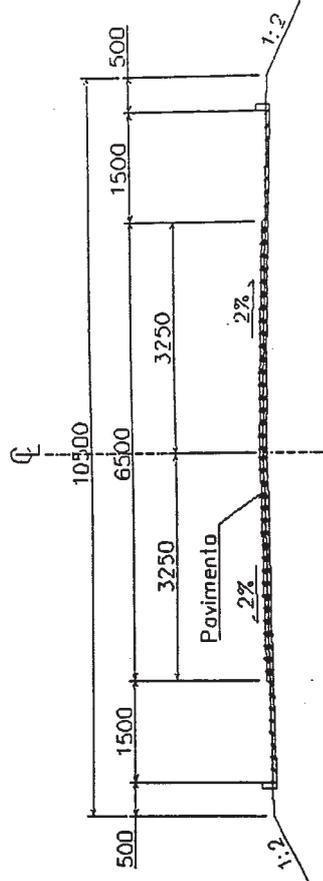
SECCION DE PUENTE



SECCION DE APROCHE



SECCION DE APROCHE



SECCION TRANSVERSAL TIPICA

### ANEXO-4.3 Minuta de Discusiones, 23 de Mayo de 2000

#### MINUTA DE DISCUSIONES DEL BORRADOR DEL INFORME DEL ESTUDIO DE DISEÑO BASICO PARA EL PROYECTO DE RECONSTRUCCIÓN DE EMERGENCIA DE PUENTES SOBRE CARRETERAS TRONCALES EN LA REPUBLICA DE EL SALVADOR

En enero de 2000, la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (en adelante se denominará "JICA"), envió a la República de El Salvador una misión para el Estudio de Diseño Básico relacionada con el Proyecto de Reconstrucción de Emergencia de Puentes sobre Carreteras Troncales (en adelante se denominará "el Proyecto" ) y, tras las discusiones, el estudio de campo y el análisis técnico del resultado del estudio en Japón, elaboró un borrador del Informe del Estudio de Diseño Básico del Proyecto.

JICA, a fin de explicar y consultar el contenido del borrador arriba mencionado a las autoridades del Gobierno de El Salvador relacionadas con el Proyecto, envió una misión dirigida por el Sr. Masato Ishimori, miembro de la Oficina de Coordinación y Examen Técnico del Departamento de Manejo de la Cooperación Financiera No Reembolsable de JICA, a la República de El Salvador. Su estancia en dicho país fue desde el día 16 hasta el día 24 de mayo de 2000.

De acuerdo con las discusiones sostenidas, ambas partes han confirmado los puntos principales descritos en las hojas adjuntas.

San Salvador, 23 de Mayo de 2000



Sr. Masato Ishimori  
Jefe de la Misión de la Explicación  
del Borrador del Informe de Diseño Básico  
JICA



Lic. José Angel Quirós  
Ministro  
Ministerio de Obras Públicas,  
Transporte, Vivienda y Desarrollo  
Urbano

## ADJUNTO

### 1. Contenido del Borrador del Informe del Estudio de Diseño Básico

El Gobierno de El Salvador ha aceptado básicamente el contenido del borrador del Informe del Estudio de Diseño Básico presentado por la Misión.

### 2. Sistema de Cooperación Financiera No Reembolsable de Japón

En cuanto al sistema de Cooperación Financiera No Reembolsable y las medidas que debe tomar el Gobierno de El Salvador en el caso de que sea aplicada la citada cooperación al Proyecto, dicho Gobierno ha comprendido que estos son exactamente iguales a lo explicado por la Misión y a lo descrito en el Anexo-4 y el Anexo-5 de la Minuta de Discusiones firmada por ambas partes en el día 21 de enero de 2000.

### 3. Programa en lo sucesivo

La Misión, de acuerdo con los ítems confirmados, elaborará el informe final del Estudio de Diseño Básico, y lo enviará al Gobierno de El Salvador alrededor de Julio de 2000.

### 4. Otros Asuntos Afines

#### (1) Ejecución de la Evaluación del Impacto Ambiental

En base al borrador del Informe del Estudio de Diseño Básico explicado por la misión, el Ministerio de Obras Públicas, Transporte, Vivienda y Desarrollo Urbano (en adelante se denominará "el Ministerio de Obras Públicas") elaborará "el formulario ambiental". Luego, en conformidad con el examen del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (en adelante se denominará "el Ministerio de Medio Ambiente") se decidirán los términos de referencia de "la evaluación del impacto ambiental" y el Ministerio de Obras Públicas realizará "la evaluación del impacto ambiental", la cual será examinada por el Ministerio de Medio Ambiente y éste emitirá el permiso ambiental pertinente.

El Ministerio de Obras Públicas deberá recibir los términos de referencia de la evaluación del impacto ambiental para el puente La Perla determinados por el Ministerio de Medio Ambiente antes del día 30 de junio de 2000, y para los puentes Cangrejera y Jiboa deberá obtener el permiso ambiental pertinente antes de finales de marzo de 2001.

(2) Confirmación de la Demolición del Actual Puente Jiboa

En cuanto al actual puente Jiboa, el Ministerio de Obras Públicas procederá a la demolición del puente referido inmediatamente después de que haya concluido la construcción del nuevo.

(3) Exoneración del Impuesto de Valor Agregado (IVA)

La exoneración del IVA sobre los equipos y materiales del Proyecto que serán adquiridos por el constructor en El Salvador se llevará a cabo a través del pago del mismo por el Gobierno de El Salvador basado en las facturas presentadas por el constructor.

(4) Adquisición y Arrendamiento de Terrenos Necesarios

Con base a la información presentada por la misión sobre las afectaciones de terrenos y construcciones, así como las propuestas de zonas y campamentos de construcción, el Ministerio de Obras Públicas tomará las medidas presupuestarias necesarias para la adquisición y/o arrendamiento de dichos terrenos, o un equivalente aceptable de mutuo acuerdo, los cuales serán adquiridos antes del comienzo de las obras correspondientes, sobre la base de la información detallada de afectaciones a ser presentada en el informe de diseño detallado en el mes de noviembre de 2000. Estas medidas presupuestarias deberán realizarse a más tardar el 30 de junio de 2000 para el puente La Perla, y a más tardar el 31 de marzo de 2001 para los puentes Cangrejera y Jiboa.

(5) Reinstalación de Cables Eléctricos y Telefónicos

El Ministerio de Obras Públicas se encargará de realizar la reubicación de las líneas de electricidad y de teléfono antes del inicio de las obras. Las instalaciones a reubicarse serán presentadas en el informe de diseño detallado.

(6) Puentes Provisionales del puente La Perla y del Cangrejera

El Ministerio de Obras Públicas se encargará del suministro, montaje y desmontaje de los paneles de Bailey para la construcción de los desvíos temporales pertinentes a los puentes La Perla y Cangrejera (la longitud estimada de cada puente Bailey será de 40 – 50 m) Los estribos y las pilas de los puentes Bailey serán construidos por la parte japonesa.

## ANEXO-5

### Estimación de Costos que el Gobierno de El Salvador deberá Cubrir

A continuación, se presenta la estimación del costo de cada una de las obras relacionadas con la ejecución del presente Proyecto de las que debe encargarse el Gobierno de El Salvador.

#### Costo a Cargo del Gobierno de El Salvador

Item	Costo (en Colones)
(1) Costo de Adquisición de Terrenos para Construcción	210,000
(2) Costo de Alquiler de Terrenos para Acceso a la Obra, Area de Trabajo	480,000
(3) Costo de Re-instalación de Cables Eléctricos y Telefónicos	640,000
(4) Costo de Montaje y Demolición del puente Bailey	90,000
(5) Costo de Demolición del antiguo puente (puente Jiboa)	1,780,000
Total	3,200,000

Además de encargarse del costo arriba mencionado, el Gobierno de El Salvador deberá realizar lo siguiente:

- a) Ofrecer los datos e informaciones necesarios para la ejecución del Proyecto.
- b) Asegurar los terrenos necesarios para la ejecución del Proyecto (para la construcción de los puentes nuevos, aproches, desvíos y áreas de trabajo) y reubicar a los habitantes afectados por dicho aseguramiento de terreno (La reubicación se necesitará en el puente La Perla para la obra de estribos, y en el Cangrejera para la construcción del desvío).
- c) Abrir una cuenta en un banco en Japón y emitir las autorizaciones de pago.
- d) Colaborar en el pronto desembarque y transporte terrestre de los equipos y materiales importados.
- e) Eximir del pago de derechos aduaneros, impuestos internos y otras cargas fiscales que se impongan a los nacionales japoneses o a las empresas jurídicas japonesas en El Salvador con respecto al suministro de los productos y los servicios bajo los contratos verificados.
- f) Permitir a los nacionales japoneses, cuyos servicios sean requeridos en conexión con el suministro de los servicios bajo los contratos verificados, su

entrada y estancia en El Salvador para el desempeño de sus funciones.

- g) Obtener permisos y autorizaciones necesarias para la ejecución del Proyecto.
- h) Mantener y usar adecuada y efectivamente las estructuras a construirse bajo el Proyecto.
- i) Encargarse, dentro del alcance del trabajo del Proyecto, de los gastos necesarios, excepto los que se incluyen en la cooperación financiera no reembolsable de Japón.

## ANEXO-6

### Otros Datos

#### ANEXO-6.1 Resultados del Estudio Geológico y de Materiales del Lecho

A continuación se presentan los resultados del estudio geológico y de materiales del lecho realizado en el marco del presente Estudio de Diseño Básico:

- a) Perforación: 11 perforaciones (tres para el Puente La Perla, 4 para el Puente Cangrejera y 4 para el Puente Jiboa), con una profundidad total de 233m. Ensayo de penetración estándar a cada 1m. Toma de muestras
- b) Muestreo de materiales del lecho: Tres pozos de perforación en cada río (500m aguas arriba y abajo y en el sitio de construcción del puente)
- c) Ensayos de laboratorio: Ensayos de compresión simple, medición de humedad, granulometría, densidad, Límites de Atterberg, porosidad, etc. de las muestras de perforación y del lecho del cauce.

En las siguientes páginas se presentan los resultados de los estudios indicados a continuación:

- 1) Diagramas de columna estratigráfica:

Figuras A-6.1.1 a A-6.1.11

- 2) Resultados de las pruebas de laboratorio para las muestras recuperadas en los sondeos:

Tablas A-6.1.1 a A-6.1.3

- 3) Resultados de la Investigación de Materiales del Lecho del Río:

Tablas A-6.1.4 a A-6.1.6

**LOG OF BORING**

**BOREHOLE PB-1**

SHEET: 1/3

CLIENT: NIPPON KOEI CO.,Ltd.		PROJECT: BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR EMERGENT RECONSTRUCTION OF THE BRIDGES ALONG THE TRUNK ROADS				DRILL RIG: LY -38			
COUNTRY: EL SALVADOR		RIVER: LA PERLA BRIDGE: LA PERLA				DRILLER: F. RIVERA			
DEPTH: 25.00 m ELEV. 16.60 m		BORING LOCATION: BRIDGE APPROACHES (LEFT SIDE)				DATE: 1-2/2/2000			
SOIL SAMPLING		WATER LEVEL: 12.60 m (2/2/2000)				LOGGED BY: RODOLFO ALVARADO V			
ROCK CORE						INSPECTOR: ATSUTOSHI SAKATA			
						20 40 60 80 90 100			
						RQD INDEX			
						SPT TEST			
						10 20 30 40 50 >50 N			
CORE SIZE	RUN NUMBER	RUN LENGTH	RECOVERY cm	% RECOVERY	RQD cm	% RQD	DEPTH m	DESCRIPTION	
HQ	1	100	50	50	0	0	1	BRIDGE APPROACH FILL; rock blocks, fresh to slightly weathered up to 20 cm in size, with sand and silty sand.	
HQ	2	100	35	35	0	0	2		2.00 m [BS]
SPT	1	10	13	15	28	15		Gravel and sandy silt, dark brown, very stiff.	28
HQ	3	55	40	73	0	0	3	Gravel percentage 35% to 73%, fines 27% to 65%.	
SPT	2	11	12	15	27	25		Silty sand, dark brown, medium dense.	27
HQ	4	55	15	27	0	0	4	Gravel and sand, block size up to 5 cm.	
SPT	3	6	8	10	18	10		Silt, dark brown, very stiff, with fine sand and clay traces, high plasticity fines.	18
HQ	5	55	50	91	0	0	5	Idem material.	
SPT	4	10	12	8	20	20			20
HQ	6	55	45	82	0	0	6	Gravel, slightly weathered, up to 20 cm in size, with clayey silt.	
SPT	5	8	10	13	23	20		6.00 m Clayey silt with fine sand, dark brown, very stiff, high plasticity, with rock fragments up to 3 cm in size.	23
HQ	7	55	40	73	0	0	7	Brown clay, Depth 6.45 - 7.00 m	
SPT	6	7	20	34	54	30		Brown clay, Depth 7.50 - 8.00 m	54
HQ	8	55	55	100	0	0	8	Gravel and fine material (sandy silt).	8.00 m [TL C1]
SPT	7	5	5	6	11	10		Clayey silt with fine sand, brown, stiff.	11
HQ	9	55	40	73	0	0	9	Sand and gravel, up to 15 cm in size, fresh to moderately weathered, on fine and medium sand matrix.	
SPT	8	7	17	20	37	20		Gravel percentage 70% to 100%, fines 0% to 30%.	37
HQ	10	55	55	100	0	0	10	Volcanic breccia; mostly andesitic block, slightly to moderately weathered, on tuffaceous matrix, soft, weathered.	

Figura A-6.1.1

Diagramas de columna estratigráfica - Puente La Perla PB-1 (1/3)

**LOG OF BORING**

**BOREHOLE PB-1**

SHEET: 2/3

CLIENT: NIPPON KOEI CO.,Ltd.		PROJECT: BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR EMERGENT				DRILL RIG: LY -38	
COUNTRY: EL SALVADOR		RECONSTRUCTION OF THE BRIDGES ALONG THE TRUNK ROADS				DRILLER: F. RIVERA	
DEPTH: 25.00 m ELEV. 16.60 m		RIVER: LA PERLA		BRIDGE: LA PERLA		DATE: 1-2/2/2000	
SOIL SAMPLING		BORING LOCATION:				LOGGED BY:	
SAMPLE TYPE	SAMPLE NUMBER	1 SET 15 cm	2 SET 30 cm	3 SET 45 cm	N VALUE	RECOVERED Cm	
ROCK CORE		WATER LEVEL:				INSPECTOR:	
CORE SIZE	RUN NUMBER	RUN LENGTH	RECOVERY cm	% RECOVERY	RQD cm	% RQD	
		12.60 m (2/2/2000)				ATSUTOSHI SAKATA	
						20 40 60 80 90 100	
						RQD INDEX	
						10 20 30 40 50 >50 N	
						SPT TEST	
SPT	9	10/50			>50	10	
HQ	11	90	50	56	0	0	
SPT	10	5	7	10	17	40	
HQ	12	55	55	100	0	0	
SPT	11	15	30	38	68	40	
HQ	13	55	55	100	0	0	
SPT	12	6	40	42	82	30	
HQ	14	55	25	45	0	0	
HQ	15	45	10	22	0	0	
HQ	16	55	50	91	0	0	
HQ	17	50	30	60	0	0	
HQ	18	110	100	91	60	55	
HQ	19	100	45	45	12	12	
HQ	20	50	30	60	0	0	
HQ	21	75	60	80	0	0	
HQ	22	50	50	100	17	34	
HQ	23	50	50	100	27	54	

DEPTH m	DESCRIPTION	GRAPHIC LOG
0 - 11.45	Volcanic breccia, mostly andestic block slightly to moderately weathered.	[Pattern: irregular dots]
11.45 - 12.00	Clayey silt, dark brown, stiff, high plasticity, with fine sand traces.	[Pattern: vertical lines]
12.00 - 13.00	Clayer silt, dark brown, very hard, slightly cemented with gravel.	[Pattern: vertical lines with small circles]
13.00 - 16.00	Volcanic blocks; fractured, subangular to subrounded, fresh to slightly weathered, up to 15 cm in size, on silty sand (tuffaceous) matrix.	[Pattern: irregular shapes]
16.00 - 17.00	Volcanic breccia; andestic blocks, fresh, dense, strong to very strong, up to 25 cm in size, on thin tuffaceous matrix, soft, slightly cemented.	[Pattern: irregular shapes with dots]
17.00 - 20.00	From 15.70 m to 24.50 m; closely spaced discontinuities, opened, rough, with white silt on many fracture surfaces.	[Pattern: irregular shapes with dots]

Figura A-6.1.1

Diagramas de columna estratigráfica - Puente La Perla PB-1 (2/3)

**LOG OF BORING**

**BOREHOLE PB-1**

SHEET: 3/3

CLIENT: NIPPON KOEI CO.,Ltd.		PROJECT: BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR EMERGENT					DRILL RIG: LY -38	
COUNTRY: EL SALVADOR		RECONSTRUCTION OF THE BRIDGES ALONG THE TRUNK ROADS					DRILLER: F. RIVERA	
DEPTH: 25.00 m ELEV. 16.60 m		RIVER: LA PERLA BRIDGE: LA PERLA					DATE: 1-2/2/2000	
<b>SOIL SAMPLING</b> SAMPLE TYPE SAMPLE NUMBER 1 SET 15 cm 2 SET 30 cm 3 SET 45 cm N VALUE RECOVERED Cm		BORING LOCATION:					LOGGED BY:	
		BRIDGE APPROACHES (LEFT SIDE)					RODOLFO ALVARADO V	
<b>ROCK CORE</b> CORE SIZE RUN NUMBER RUN LENGTH RECOVERY cm % RECOVERY RQD cm % RQD		WATER LEVEL:					INSPECTOR:	
		12.60 m (2/2/2000)					ATSUTOSHI SAKATA	
							20 40 60 80 90 100 <b>RQD INDEX</b>	
							<b>SPT TEST</b> 10 20 30 40 50 >50 N	
		FRACTURES / M	DEPTH m	SAMPLE TYPE	GRAPHIC LOG	DESCRIPTION		
HQ	24	50	50	100	0	0	21	Idem material as above. Volcanic breccia; andesitic blocks, fresh, dense, strong to very strong, up to 25 cm in size, on thin tuffaceous matrix, weathered.
HQ	25	50	50	100	0	0	22	
HQ	26	100	80	80	35	44	23	
HQ	27	50	45	90	46	92	24	
HQ	28	115	90	78	23	29	24	24.00 m [CG]
HQ	29	60	60	100	0	0	18	From 24.50 m to 25.00 m; opened fractures, rough, cleaned, inclined at 0°, 30° and 45° (from horizontal axis).
HQ	30	40	40	100	17	43	8	25.00 m [TB]
							25	END OF BORING
							26	
							27	
							28	
							30	
							31	

Figura A-6.1.1

Diagramas de columna estratigráfica - Puente La Perla PB-1 (3/3)

**LOG OF BORING**

**BOREHOLE PB-2**

SHEET: 1/1

CLIENT: NIPPON KOEI CO.,Ltd.		PROJECT: BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR EMERGENT				DRILL RIG: CS-1000	
COUNTRY: EL SALVADOR		RECONSTRUCTION OF THE BRIDGES ALONG THE TRUNK ROADS				DRILLER: A. SAVILLON	
DEPTH: 10.00 m ELEV. 2.70 m		RIVER: LA PERLA BRIDGE: LA PERLA				DATE: 1/2/2000	
<b>SOIL SAMPLING</b>		BORING LOCATION:				LOGGED BY:	
SAMPLE TYPE	SAMPLE NUMBER	1 SET 15 cm	2 SET 30 cm	3 SET 45 cm	N VALUE	RECOVERED Cm	BETWEEN PILE 1 AND PILE 2 (RIVER CENTER)
		WATER LEVEL:				INSPECTOR:	
		0.10 m (1/2/2000)				ATSUTOSHI SAKATA	
<b>ROCK CORE</b>						RQD INDEX	
CORE SIZE	RUN NUMBER	RUN LENGTH	RECOVERY cm	% RECOVERY	RQD cm	% RQD	20 40 60 80 90 100
							SPT TEST
							10 20 30 40 50 >50 N
HQ	1	100	80	80	0	0	
SPT	1	0/50			>50	0	
							1.40 m [AG]
HQ	2	100	85	85	24	28	
SPT	2	0/50			>50	0	
							2.75 m [CG]
HQ	3	100	100	100	61	61	
HQ	4	40	40	100	30	30	
HQ	5	90	90	100	22	22	
HQ	6	50	50	100	12	12	
HQ	7	40	40	100	0	0	
HQ	8	80	80	100	46	46	
HQ	9	30	30	100	0	0	
HQ	10	50	50	100	15	15	
HQ	11	35	35	100	0	0	
HQ	12	55	35	64	14	22	
HQ	13	45	45	100	12	12	
HQ	14	35	35	100	25	25	
HQ	15	80	80	100	62	62	
							9.20 m [CG]
							10.00 m [CG]
							END OF BORING

Figura A-6.1.2

Diagramas de columna estratigráfica - Puente La Perla PB-2 (1/1)

**LOG OF BORING**

**BOREHOLE PB-3**

SHEET: 1/3

CLIENT: NIPPON KOEI CO.,Ltd.		PROJECT: BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR EMERGENT RECONSTRUCTION OF THE BRIDGES ALONG THE TRUNK ROADS				DRILL RIG: CS-1000	
COUNTRY: EL SALVADOR		RIVER: LA PERLA BRIDGE: LA PERLA				DRILLER: A. SAVILLON	
DEPTH: 23.00 m ELEV. 13.70 m		BORING LOCATION: BRIDGE APPROACHES (RIGHT SIDE)				DATE: 1-3/2/2000	
SOIL SAMPLING		WATER LEVEL: 10.75 m (3/2/2000)				LOGGED BY: RODOLFO ALVARADO V	
SAMPLE TYPE	SAMPLE NUMBER	1 SET 15 cm	2 SET 30 cm	3 SET 45 cm	N VALUE	RECOVERED Cm	INSPECTOR: ATSUTOSHI SAKATA
ROCK CORE						RQD INDEX	
CORE SIZE	RUN NUMBER	RUN LENGTH	RECOVERY cm	% RECOVERY	RQD cm	% RQD	20 40 60 80 90 100
						SPT TEST	
						10 20 30 40 50 >50 N	
HQ	1	100	82	82	0	0	
SPT	1	14	8/50.		>50	13	
HQ	2	77	63	82	0	0	
SPT	2	4	3	5	8	30	
HQ	3	55	55	100	0	0	
SPT	3	8/50.			>50	0	
HQ	4	55	40	73	0	0	
SPT	4	2	2	4	45	10	
HQ	5	55	54	98	0	0	
SPT	5	6	23	16	39	25	
HQ	6	55	45	82	0	0	
SPT	6	6	17	7	24	18	
HQ	7	55	41	75	0	0	
SPT	7	5	7	9	16	25	
HQ	8	55	50	91	0	0	
SPT	8	10	27	22	49	25	
HQ	9	55	52	95	0	0	
SPT	9	9	8	11	19	30	
HQ	10	55	28	51	0	0	

Figura A-6.1.3

Diagramas de columna estratigráfica - Puente La Perla PB-3 (1/3)



# LOG OF BORING

**BOREHOLE PB-3**

SHEET: 3/3

CLIENT: <b>NIPPON KOEI CO.,Ltd.</b>		PROJECT: <b>BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR EMERGENT</b>				DRILL RIG: CS-1000	
COUNTRY: <b>EL SALVADOR</b>		RECONSTRUCTION OF THE BRIDGES ALONG THE TRUNK ROADS				DRILLER: A. SAVILLON	
DEPTH: 23.00 m ELEV. 13.70 m		RIVER: <b>LA PERLA</b>		BRIDGE: <b>LA PERLA</b>		DATE: 1-3/2/2000	
<b>SOIL SAMPLING</b>		BORING LOCATION:				LOGGED BY:	
SAMPLE TYPE	SAMPLE NUMBER	1 SET 15 cm	2 SET 30 cm	3 SET 45 cm	N VALUE	RECOVERED Cm	BRIDGE APPROACHES (RIGHT SIDE)
<b>ROCK CORE</b>		WATER LEVEL:				INSPECTOR:	
CORE SIZE	RUN NUMBER	RUN LENGTH	RECOVERY cm	% RECOVERY	RQD cm	% RQD	10.75 m (3/2/2000)
							20 40 60 80 90 100
							RQD INDEX
							SPT TEST
							10 20 30 40 50 >50 N
HQ	24	160	160	100	155	97	Idem material as above; crystalline volcanic breccia, light brown-gray, fresh, dense, very strong.
HQ	25	160	160	100	115	72	
HQ	27	120	120	100	115	96	END OF BORING 23.00 m [TB]

Figura A-6.1.3

Diagramas de columna estratigráfica - Puente La Perla PB-3 (3/3)

### LOG OF BORING

BOREHOLE CB-1

SHEET: 1/3

CLIENT: NIPPON KOEI CO.,Ltd.		PROJECT: BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR EMERGENT RECONSTRUCTION OF THE BRIDGES ALONG THE TRUNK ROADS				DRILL RIG: CS-1000	
COUNTRY: EL SALVADOR		RIVER: CANGREJERA BRIDGE: CANGREJERA				DRILLER: A. SAVILLON	
DEPTH: 30.00 m ELEV. 14.40 m		BORING LOCATION: BETWEEN BRIDGE APROACHES AND PILE 1 (LEFT SIDE)				DATE: 30/1 - 1/2/2000	
SOIL SAMPLING		WATER LEVEL: 0.75 m (31/1/2000)				LOGGED BY: RODOLFO ALVARADO V	
ROCK CORE		INSPECTOR: ATSUTOSHI SAKATA				RQD INDEX	
						SPT TEST	
						10 20 30 40 50 >50 N	
CORE SIZE	RUN NUMBER	RUN LENGTH cm	RECOVERY cm	% RECOVERY	RQD cm	% RQD	DESCRIPTION
HQ	1	100	100	100	0	0	Sand, light gray, fine and medium grained, with few gravel, up to 12 cm in size.
SPT	1	7	8	8	16	35	Silty sand with clay, light gray, fine sand grain, medium dense, medium plasticity fines.
HQ	2	55	40	73	0	0	Gravel and sand, gravel size up to 12 cm, subrounded, fresh to slightly weathered, gravel 73%, sand 27%.
SPT	2	8	8	10	18	25	Silty sand with gravel (up to 1 cm in size), medium densa, fine sand grain, low plasticity fines.
HQ	3	55	40	73	0	0	Gravel and sand, size block up to 15 cm, fresh, hard, subangular forms, gravel 73% and sand 27% gravel.
SPT	3	31	37	49	86	40	3.45 m [AG1]
HQ	4	55	55	100	0	0	Gravel and sand
SPT	4	10	11	15	26	35	Fine sand with gravel (up to 3 cm in size), medium dense, with silt traces.
HQ	5	55	55	100	0	0	Light gray sand, and gravel (up to 3 cm in size), coarse and medium sand gravel.
SPT	5	15	16	20	36	40	5.70 m
HQ	6	55	55	100	0	0	Silty sand - sandy silt, light gray, loose (soft), high plasticity fines.
SPT	6	1	2	2	4	45	6.50 m
HQ	7	55	45	82	0	0	Silty sand, light gray, medium dense, fine sand grain, high plasticity fines.
SPT	7	11	11	11	22	40	8.00 m
HQ	8	55	55	100	0	0	Sandy silt, dark brown, medium stiff, with traces of gravel up to 2 cm in size, high plasticity fines. Paleosoil bed
SPT	8	1	4	2	6	30	8.60 m [AS1]
HQ	9	55	40	73	0	0	Sandy silt - silty sand, dark brown, with tobaceous material, hard (very dense), with few rock fragments (up to 0.5 cm in size) and coarse sand.
SPT	9	15	26	45	71	45	10.00 m [AS 1]
HQ	10	55	55	100	0	0	

Figura A-6.1.4

Diagramas de columna estratigráfica - Puente Cangrejera CB-1 (1/3)

**LOG OF BORING**

**BOREHOLE CB-1**

SHEET: 2/3

CLIENT: NIPPON KOEI CO.,Ltd.		PROJECT: BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR EMERGENT RECONSTRUCTION OF THE BRIDGES ALONG THE TRUNK ROADS					DRILL RIG: CS-1000					
COUNTRY: EL SALVADOR		RIVER: CANGREJERA BRIDGE: CANGREJERA					DRILLER: A. SAVILLON					
DEPTH: 30.00 m ELEV. 14.40 m		BORING LOCATION: BETWEEN BRIDGE APPROACHES AND PILE 1 (LEFT SIDE)					DATE: 30/1 - 1/2/2000					
SOIL SAMPLING		WATER LEVEL: 0.75 m (31/1/2000)					LOGGED BY: RODOLFO ALVARADO V					
ROCK CORE		INSPECTOR: ATSUTOSHI SAKATA					20 40 60 80 90 100					
		RQD INDEX										
		SPT TEST					10 20 30 40 50 >50 N					
CORE SIZE	RUN NUMBER	RUN LENGTH	RECOVERY	% RECOVERY	RQD	% RQD	FRACTURES / M	DEPTH m	SAMPLE TYPE	GRAPHIC LOG	DESCRIPTION	SPT TEST
SPT	10	4	8	16	24	45					Sand, light gray, fine and medium grained, medium dense, with silt and fine gravel traces.	
HQ	11	55	55	100	0	0		11			Idem material as above, dense.	
SPT	11	6	15	30	45	45						11.65 m [AS2]
HQ	12	55	55	100	0	0		12			Sandstone, light gray, with rock fragments and whitish pumice	
SPT	12	11/50			>50						Conglomerate, Gravel with silty sand, yellowish brown, with organic content,	
HQ	13	89	65	73	0	0		13				12.85 m [CG1]
SPT	13	4	11	19	30	45					Gravelly tuff	
HQ	14	55	25	45	0	0		14			Silty sand - sandy silt, dark brown, hard (medium dense to dense), high plasticity fines. Tuff	
SPT	14	8	18	21	39	45						13.75 m
HQ	15	55	55	100	0	0		15			Fine sand, greenish gray, very dense, interbedded with silty sand, yellowish brown. Tuff	
SPT	15	7	24	35	59	45						14.50 m
HQ	16	55	20	36	0	0		16			Gravel and sand, block size up to 25 cm, dense, fresh to slightly weathered, andesite origin, with traces of silty sand.	
SPT	16	15	11/50		>50							15.45 m [TF1]
HQ	17	75	10	13	0	0		17			Gravel percentage 36 to 100%, fines (sand and silty sand) 0 to 64%. angular to subrounded.	
SPT	17	13/50			>50							
HQ	18	87	87	100	0	0		18			Block size up to 15 cm.	
SPT	18	10/50			>50							
HQ	20	70	30	43	0	0		19				
HQ	21	50	50	100	0	0						
HQ	22	60	35	58	0	0		20				

Figura A-6.1.4

Diagramas de columna estratigráfica - Puente Cangrejera CB-1 (2/3)

**LOG OF BORING**

**BOREHOLE CB-1**

SHEET: 3/3

CLIENT: NIPPON KOEI CO.,Ltd.		PROJECT: BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR EMERGENT RECONSTRUCTION OF THE BRIDGES ALONG THE TRUNK ROADS				DRILL RIG: CS-1000	
COUNTRY: EL SALVADOR		RIVER: CANGREJERA BRIDGE: CANGREJERA				DRILLER: A. SAVILLON	
DEPTH: 30.00 m ELEV. 14.40 m		BORING LOCATION: BETWEEN BRIDGE APROACHES AND PILE 1 (LEFT SIDE)				DATE: 30/1 - 1/2/2000	
SOIL SAMPLING		WATER LEVEL: 0.75 m (31/1/2000)				LOGGED BY: RODOLFO ALVARADO V	
ROCK CORE		INSPECTOR: ATSUTOSHI SAKATA				20 40 60 80 90 100	
						RQD INDEX	
						SPT TEST	
						10 20 30 40 50 >50 N	
CORE SIZE	RUN NUMBER	RUN LENGTH	RECOVERY cm	% RECOVERY	RQD cm	% RQD	DESCRIPTION
HQ	23	100	90	90	66	66	20.10 m [CG2] Indurated tuff bed, light brown, slightly to moderately weathered, soft a loose on parts, weak to moderate weak.
SPT	18	22	10/50		>50	15	19.90 m Gravel and sand, size block up to 10 cm, with pumice fragments.
HQ	24	100	90	90	85	85	21.25 m Indurated tuff bed, light brown, slightly to moderately weathered, core lenght up to 25 cm, moderately weak. From 23.90 m to 24.20 m soft and loose.
HQ	25	70	50	71	45	64	24.10 m [TF2] Gravel and sand, fresh to slightly weathered, block size; up to 15 cm, angular forms. Gravel percentage 63 to 69%, fines 21% to 27%.
HQ	26	45	45	100	45	100	
HQ	27	60	30	50	0	0	25.25 m Gravel and sand. Conglomerate. light brown, slightly weathered, moderately weak.
HQ	28	80	55	69	0	0	26.00m [CG3] Indurated tuff, light brown, slightly weathered, moderately weak.
HQ	29	40	25	63	0	0	
HQ	30	80	30	38	0	0	28.05 m [TF3] Sand and gravel (up to 10 cm in size), slightly weathered. Sand percentage 43%, gravel 57%.
HQ	31	45	20	44	0	0	
HQ	32	60	40	67	33	55	29.35 m Indurated tuff, beige, slightly to moderate weathered.
HQ	33	100	75	75	55	55	
HQ	34	70	40	57	0	0	30.00 m [CG4] Andesitic gravel, gray, fresh, moderately weathered on fractures. block size up to 20 cm.
HQ	35	60	60	100	0	0	
HQ	36	65	65	100	0	0	30.00 m END OF BORING

Figura A-6.1.4

Diagramas de columna estratigráfica - Puente Cangrejera CB-1 (3/3)

**LOG OF BORING**

**BOREHOLE CB-2**

SHEET: 1/3

CLIENT: NIPPON KOEI CO.,Ltd.		PROJECT: BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR EMERGENT RECONSTRUCTION OF THE BRIDGES ALONG THE TRUNK ROADS				DRILL RIG: CS-1000	
COUNTRY: EL SALVADOR		RIVER: CANGREJERA BRIDGE: CANGREJERA				DRILLER: A. SAVILLON	
DEPTH: 27.00 m ELEV. 13.65 m		BORING LOCATION: BETWEEN PILE 2 AND PILE 3 (LEFT SIDE)				DATE: 28 -30/1/2000	
SOIL SAMPLING		WATER LEVEL: 0.10 m (28/1/2000)				LOGGED BY: RODOLFO ALVARADO V	
ROCK CORE						INSPECTOR: ATSUTOSHI SAKATA	
						20 40 60 80 90 100	
						RQD INDEX	
						SPT TEST	
						10 20 30 40 50 >50 N	
CORE SIZE	RUN NUMBER	RUN LENGTH	RECOVERY cm	% RECOVERY	RQD cm	% RQD	DESCRIPTION
HQ	1	100	100	100	0	0	Sand, dark gray, medium and coarse grained, with few rock gravel, up to 5 cm in size, and silty sand traces+N200.
SPT	1	20	29	21	50	10	
HQ	2	55	45	82	0	0	Idem material, very dense.
SPT	2	17	15	22	37	30	
HQ	3	55	50	91	0	0	Idem material, dense.
SPT	3	20	18	17	35	25	
HQ	4	55	50	91	0	0	Idem material, dense.
SPT	4	9	17	20	37	40	
HQ	5	55	50	91	0	0	Idem material, dense. 4.50 m
SPT	5	3	3	11	14	30	
HQ	6	55	45	82	0	0	Silty sand, dark gray, fine grained, medium dense. 5.50 m
SPT	6	13	15	17	32	30	
HQ	7	55	55	100	0	0	Sand, light gray, fine and medium grained, dense. 6.50 m
SPT	7	3	5	4	9	45	
HQ	8	7	16	23	39		Silty sand, moderately weathered, with rock block, weathered, up to 20 cm in size.
SPT	8	7	16	23	39		
HQ	9	13	10	5	15		medium, fine sand, clay 9.00 m [AS1]
SPT	9	13	10	5	15		
HQ							Pumice tuff, grayish white, clayey, moderately weathered

Figura A-6.1.5

Diagramas de columna estratigráfica - Puente Cangrejera CB-2 (1/3)

**LOG OF BORING**

**BOREHOLE CB-2**

SHEET: 2/3

CLIENT: NIPPON KOEI CO.,Ltd.		PROJECT: BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR EMERGENT RECONSTRUCTION OF THE BRIDGES ALONG THE TRUNK ROADS					DRILL RIG: CS-1000	
COUNTRY: EL SALVADOR		RIVER: CANGREJERA BRIDGE: CANGREJERA					DRILLER: A. SAVILLON	
DEPTH: 27.00 m ELEV. 13.65 m		BORING LOCATION: BETWEEN PILE 2 AND PILE 3 (LEFT SIDE)					DATE: 28 -30/1/2000	
SOIL SAMPLING		WATER LEVEL: 0.10 m (28/1/2000)					LOGGED BY: RODOLFO ALVARADO V	
ROCK CORE		INSPECTOR: ATSUTOSHI SAKATA					RQD INDEX	
SPT TEST							10 20 30 40 50 >50 N	
FRACTURES / M	DEPTH m	SAMPLE TYPE	GRAPHIC LOG	DESCRIPTION	RQD INDEX	SPT TEST		
				Idem rock as above; tuff, light yellowish brown, medium dense, silty matrix, slightly to moderately weathered, with rock block, weathered, up to 20 cm in size.			30	
				Idem material, loose.			6	
					12.50 m [TF1]			
				Volcanic breccia; andesitic block, gray, slightly to moderately weathered, up to 15 cm in size, on silty matrix, soft.			>50	
							>50	
					15.00 m [CG2]			
				Tuff (silty sand with clay), yellowish brown-beige, soft, high plasticity, moderate to highly weathered, very weak.			67	
							74	
							300	
				18.82 m to 20.05 m; tuff, slightly to moderate weathered, core recovered up to 35 cm in size.			75	
							375	
					[TF2]			

Figura A-6.1.5

Diagramas de columna estratigráfica - Puente Cangrejera CB-2 (2/3)

**LOG OF BORING**

**BOREHOLE CB-2**

SHEET: 3/3

CLIENT: NIPPON KOEI CO.,Ltd.		PROJECT: BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR EMERGENT RECONSTRUCTION OF THE BRIDGES ALONG THE TRUNK ROADS				DRILL RIG: CS-1000	
COUNTRY: EL SALVADOR		RIVER: CANGREJERA BRIDGE: CANGREJERA				DRILLER: A. SAVILLON	
DEPTH: 27.00 m ELEV. 13.65 m		BORING LOCATION:				DATE: 28 -30/1/2000	
<b>SOIL SAMPLING</b>		BETWEEN PILE 2 AND PILE 3 (LEFT SIDE)				LOGGED BY:	
WATER LEVEL:		0.10 m (28/1/2000)				INSPECTOR:	
ROCK CORE		DESCRIPTION				RQD INDEX	
SPT TEST						SPT TEST	
CORE SIZE						10 20 30 40 50 >50 N	
RUN NUMBER							
RUN LENGTH							
RECOVERY cm							
% RECOVERY							
RQD cm							
% RQD							
FRACTURES / M							
DEPTH m							
SAMPLE TYPE							
GRAPHIC LOG							
SPT	20	10/50				10	
HQ	21	45	45	100	0	0	
HQ	22	45	35	78	0	0	
HQ	23	50	50	100	0	0	
HQ	24	40	40	100	0	0	
HQ	25	55	40	73	0	0	
HQ	26	55	15	27	0	0	
HQ	27	50	25	50	0	0	
HQ	28	35	20	57	0	0	
HQ	29	100	60	60	12	12	
HQ	30	50	50	100	0	0	
HQ	31	90	90	100	58	64	
HQ	32	60	60	100	45	75	
		20.05 m [TF2]				150	
		Volcanic breccia; andesitic blocks, fresh to slightly weathered, up to 20 cm in size, angular to subangular form, on tuffaceous matrix, with moderately weathering on all fracture surfaces, filled with white silt.					
		25.60 m [CG3]					
		Indurated tuff, brown, slightly weathered, weak to moderate strong. Closely spaced fractures, opened, rough, with oxide staining, inclined at 0°, 30° and 45° (from horizontal axis).					
		27.00 m [TF3]					
		END OF BORING					

Figura A-6.1.5

Diagramas de columna estratigráfica - Puente Cangrejera CB-2 (3/3)

**LOG OF BORING**

**BOREHOLE CB-3**

SHEET: 1/3

CLIENT: NIPPON KOEI CO.,Ltd.		PROJECT: BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR EMERGENT					DRILL RIG: LY 38		
COUNTRY: EL SALVADOR		RECONSTRUCTION OF THE BRIDGES ALONG THE TRUNK ROADS					DRILLER: F. RIVERA		
DEPTH: 27.00 m ELEV. 15.95 m		RIVER: CANGREJERA BRIDGE: CANGREJERA					DATE: 27-29/1/2000		
<b>SOIL SAMPLING</b>		BORING LOCATION:					LOGGED BY:		
SAMPLE TYPE	SAMPLE NUMBER	15 cm	30 cm	45 cm	N VALUE	RECOVERED Cm	BETWEEN PILE 2 AND PILE 3 (RIGHT SIDE)		
		1 SET	2 SET	3 SET			WATER LEVEL:		
							1) 2.60 m (28/1/2000) - 2) 2.28 m (29/1/2000)		
<b>ROCK CORE</b>							INSPECTOR:		
CORE SIZE	RUN NUMBER	RUN LENGTH	RECOVERY cm	% RECOVERY	RQD cm	% RQD	ATSUBOSHI SAKATA		
							20 40 60 80 90 100		
							RQD INDEX		
							SPT TEST		
							10 20 30 40 50 >50 N		
							DESCRIPTION		
HQ	1	100	100	100	0	0	Silty sand, dark brown, medium dense, with rock fragments, up to 3 cm in size, and organic contents.		
SPT	1	7	11	13	24	30	1.50 m		
HQ	2	55	55	100	0	0	Fine sand, dark brown, medium dense, with silt and medium sand traces, and rock fragments up to 2 cm in size.		
SPT	2	7	9	8	17	25	3.00 m		
HQ	3	55	55	100	0	0	Sand, light gray, fine and medium grained, medium dense, with few rock gravel, up to 4 cm in size.		
SPT	3	8	9	10	19	45	Idem material, dense.		
HQ	4	55	55	100	0	0	Idem material.		
SPT	4	12	15	18	33	30	Idem material.		
HQ	5	55	55	100	0	0	Idem material.		
SPT	5	11	16	20	36	25	Idem material.		
HQ	6	55	55	100	0	0	Idem material.		
SPT	6	15	20	22	42	25	Idem material.		
HQ	7	55	55	100	0	0	7.00 m [AS1]		
SPT	7	4	5	4	9	40	Silty sand, with clay (paleosoil), dark brown, loose, high plasticity fines.		
HQ	8	55	55	100	0	0	Idem material.		
SPT	8	5	8	10	18	40	Idem material.		
SH	1	Shelby tube 1						9.10 m	
SPT	9	2	3	3	6	45	Clay, beige - light brown, soft, moderately to highly weathered, with small rock fragments, up to 1 cm in size.		
HQ	10	55	25	45	0	0	Idem material.		

Figura A-6.1.6

Diagramas de columna estratigráfica - Puente Cangrejera CB-3 (1/3)

Swissboring Overseas Corp. Ltd.		JICA		NIPPON KOEI CO.,Ltd.		
<b>LOG OF BORING</b>						
				<b>BOREHOLE CB-3</b>		
				SHEET: 2/3		
CLIENT: NIPPON KOEI CO.,Ltd.		PROJECT: BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR EMERGENT		DRILL RIG: LY 38		
COUNTRY: EL SALVADOR		RECONSTRUCTION OF THE BRIDGES ALONG THE TRUNK ROADS		DRILLER: F. RIVERA		
DEPTH: 27.00 m ELEV. 15.95 m		RIVER: CANGREJERA BRIDGE: CANGREJERA		DATE: 27-29/1/2000		
SOIL SAMPLING			BORING LOCATION:		LOGGED BY:	
SAMPLE TYPE	SAMPLE NUMBER	1 SET 15 cm	2 SET 30 cm	3 SET 45 cm	N VALUE	RECOVERED Cm
ROCK CORE			WATER LEVEL:		INSPECTOR:	
CORE SIZE	RUN NUMBER	RUN LENGTH	RECOVERY cm	% RECOVERY	RQD cm	% RQD
			1) 2.60 m (28/1/2000) - 2) 2.28 m (29/1/2000)		ATSUTOSHI SAKATA	
					20 40 60 80 90 100	
					RQD INDEX	
					SPT TEST	
					10 20 30 40 50 >50 N	
SPT	10	3	3	3	6	45
HQ	11	55	55	100	0	0
SPT	11	10	25	50	75	40
HQ	12	55	40	73	0	0
SPT	12	4	8	15	23	40
HQ	13	89	65	73	0	0
SPT	13	0/50			>50	0
HQ	14	100	90	90	0	0
SPT	14	0/50			>50	0
HQ	15	100	100	100	0	0
HQ	16	50	30	60	0	0
HQ	17	90	90	100	18	20
HQ	18	50	50	100	0	0
HQ	19	110	110	100	27	25
HQ	20	85	35	41	0	0
HQ	21	100	45	45	0	0

DEPTH m	DESCRIPTION	TEST RESULTS
10.45 m [AC]	Tuff, beige - light brown, soft, moderately to highly weathered, with small rock fragments, up to 1 cm in size.	6
11.45 m [TFC]		75
13.00 m [TFL]	Tuff, medium dense	23
	Volcanic breccia; andesitic blocks, fresh to moderately weathered, specially on joints surface, on tuffaceous matrix, soft, weathered. Moderately weathered on all fracture surface, filled with white silt and oxide staining.	>50
	Block size up to 27 cm.	>50
	From 13.00 m to 18.85 m; very closely spaced fractures, opened rough, moderate weathering on all fracture surface, filled with white silt.	
	From 18.85 m to 27.00 m; extremely closely spaced discontinuities, core non intact, moderate weathering on all fracture surfaces.	

Figura A-6.1.6

Diagramas de columna estratigráfica - Puente Cangrejera CB-3 (2/3)

**LOG OF BORING**

**BOREHOLE CB-3**

SHEET: 3/3

CLIENT: NIPPON KOEI CO.,Ltd.		PROJECT: BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR EMERGENT RECONSTRUCTION OF THE BRIDGES ALONG THE TRUNK ROADS				DRILL RIG: LY 38	
COUNTRY: EL SALVADOR		RIVER: CANGREJERA BRIDGE: CANGREJERA				DRILLER: F. RIVERA	
DEPTH: 27.00 m ELEV. 15.95 m		BORING LOCATION: BETWEEN PILE 2 AND PILE 3 (RIGHT SIDE)				DATE: 27-29/1/2000	
SOIL SAMPLING		WATER LEVEL: 1) 2.60 m (28/1/2000) - 2) 2.28 m (29/1/2000)				LOGGED BY: RODOLFO ALVARADO V	
SAMPLE TYPE	SAMPLE NUMBER	1 SET 15 cm	2 SET 30 cm	3 SET 45 cm	N VALUE	RECOVERED Cm	INSPECTOR: ATSUTOSHI SAKATA
ROCK CORE		20		40		60	
CORE SIZE	RUN NUMBER	RUN LENGTH	RECOVERY cm	% RECOVERY	RQD cm	% RQD	RQD INDEX
		80		90		100	
		10		20		30	
		40		50		>50 N	
		SPT TEST					
FRACTURES / M	DEPTH m	SAMPLE TYPE	GRAPHIC LOG	DESCRIPTION			
				20.50 m [CG2]			
	21			Volcanic breccia, andesitic blocks, slightly to moderately weathered, moderately strong, on tuffaceous matrix, soft. From 18.85 to 19.90 m, and from 22.20 m to 23.90 m, and from 23.50 m to 25.00 m; core non intact, moderate to highly weathering on all fracture surface.			
	22						
	23						
	24						
	25						
	26						
	27			END OF BORING 27.00 m [TB]			
	28						
	29						
	30						

Figura A-6.1.6

Diagramas de columna estratigráfica - Puente Cangrejera CB-3 (3/3)

**LOG OF BORING**

**BOREHOLE CB-4**

SHEET: 1/4

CLIENT: NIPPON KOEI CO.,Ltd.		PROJECT: BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR EMERGENT				DRILL RIG: LY 38		
COUNTRY: EL SALVADOR		RECONSTRUCTION OF THE BRIDGES ALONG THE TRUNK ROADS				DRILLER: F. RIVERA		
DEPTH: 32.00 m ELEV. 16.90 m		RIVER: CANGREJERA BRIDGE: CANGREJERA				DATE: 30 -31/1/2000		
<b>SOIL SAMPLING</b> SAMPLE TYPE SAMPLE NUMBER 1 SET 15 cm 2 SET 30 cm 3 SET 45 cm N VALUE RECOVERED Cm		BORING LOCATION:				LOGGED BY:		
		BETWEEN BRIDGE APPROACHES AND PILE 5 (RIGHT SIDE)				RODOLFO ALVARADO V		
<b>ROCK CORE</b> CORE SIZE RUN NUMBER RUN LENGTH RECOVERY cm % RECOVERY RQD cm % RQD		WATER LEVEL:				INSPECTOR:		
		2.55 m (31/1/2000)				ATSUTOSHI SAKATA		
						20 40 60 80 90 100 <b>RQD INDEX</b>		
						10 20 30 40 50 >50 N <b>SPT TEST</b>		
		<b>DESCRIPTION</b>						
HQ	1	100	100	100	0	0		
SPT	1	5	7	8	15	35	15	
HQ	2	55	55	100	0	0		
SPT	2	5	7	8	15	20	15	
HQ	3	55	55	100	0	0		
SPT	3	5	7	10	17	40	17	
HQ	4	55	55	100	0	0		
SPT	4	5	7	8	15	30	15	
HQ	5	55	55	100	0	0		
SPT	5	5	8	13	21	40	21	
HQ	6	55	55	100	0	0		
SPT	6	3	4	5	9	45	9	
HQ	7	55	55	100	0	0		
SPT	7	3	3	5	8	40	8	
HQ	8	55	55	100	0	0		
SPT	8	4	6	9	15	45	15	
SH	1	Shelby tube 1						
SPT	9	13	17	50	67	45	67	
HQ	9	55	50	91	0	0		

Figura A-6.1.7

Diagramas de columna estratigráfica - Puente Cangrejera CB-4 (1/4)

**LOG OF BORING**

**BOREHOLE CB-4**

SHEET: 2/4

CLIENT: <b>NIPPON KOEI CO.,Ltd.</b>		PROJECT: <b>BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR EMERGENT RECONSTRUCTION OF THE BRIDGES ALONG THE TRUNK ROADS</b>					DRILL RIG: LY 38																															
COUNTRY: <b>EL SALVADOR</b>		RIVER: CANGREJERA BRIDGE: CANGREJERA					DRILLER: F. RIVERA																															
DEPTH: 32.00 m ELEV. 16.90 m		BORING LOCATION: BETWEEN BRIDGE APPROACHES AND PILE 5 (RIGHT SIDE)					DATE: 30 -31/1/2000																															
<b>SOIL SAMPLING</b>		WATER LEVEL: 2.55 m (31/1/2000)					LOGGED BY: RODOLFO ALVARADO V																															
SAMPLE TYPE	SAMPLE NUMBER	1 SET 15 cm	2 SET 30 cm	3 SET 45 cm	N VALUE	RECOVERED Cm	INSPECTOR: ATSUTOSHI SAKATA																															
<b>ROCK CORE</b>							<table border="1"> <tr> <td>20</td><td>40</td><td>60</td><td>80</td><td>90</td><td>100</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align:center">RQD INDEX</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align:center">SPT TEST</td> </tr> <tr> <td>10</td><td>20</td><td>30</td><td>40</td><td>50</td><td>&gt;50</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align:right">N</td> </tr> </table>		20	40	60	80	90	100	RQD INDEX						SPT TEST						10	20	30	40	50	>50	N					
20	40	60	80	90	100																																	
RQD INDEX																																						
SPT TEST																																						
10	20	30	40	50	>50																																	
N																																						
CORE SIZE	RUN NUMBER	RUN LENGTH	RECOVERY cm	% RECOVERY	RQD cm	% RQD	DESCRIPTION																															
SPT	10	13	17	50	67	45	Tuff (silty sand), redish brown, moderately weathered, slightly cemented.																															
HQ	10	55	50	91	0	0	From 11.00 m to 14.60 m, widely to closely spaced fractures, opened, rough, inclined at 0°(from horizontal axis).																															
HQ	11	100	100	100	90	90																																
HQ	12	110	85	77	80	73																																
HQ	13	150	80	53	125	83	14.60 m																															
HQ	14	50	40	80	0	0	15.60 m [TF1] Tuffaceous silt, beige to light brown, very soft, highly weathered.																															
HQ	15	60	40	67	0	0	Tuffaceous silt Sandy silt with clay, dark brown, medium plasticity, dense.																															
HQ	16	100	35	35	0	0	17.70 m																															
HQ	17	130	70	54	0	0	Sand and gravel; andesiti blocks, slightly weathered, subrounded, up to 5 cm in size, with silty sand.																															
HQ	18	100	55	55	0	0																																

Figura A-6.1.7

Diagramas de columna estratigráfica - Puente Cangrejera CB-4 (2/4)

**LOG OF BORING**

**BOREHOLE CB-4**

SHEET: 3/4

CLIENT: <b>NIPPON KOEI CO.,Ltd.</b>		PROJECT: <b>BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR EMERGENT RECONSTRUCTION OF THE BRIDGES ALONG THE TRUNK ROADS</b>				DRILL RIG: LY 38	
COUNTRY: <b>EL SALVADOR</b>		RIVER: CANGREJERA BRIDGE: CANGREJERA				DRILLER: F. RIVERA	
DEPTH: 32.00 m ELEV. 16.90 m		BORING LOCATION: BETWEEN BRIDGE APPROACHES AND PILE 5 (RIGHT SIDE)				DATE: 30 -31/1/2000	
<b>SOIL SAMPLING</b>		WATER LEVEL: 2.55 m (31/1/2000)				LOGGED BY: RODOLFO ALVARADO V	
SAMPLE TYPE	SAMPLE NUMBER	1 SET 15 cm	2 SET 30 cm	3 SET 45 cm	N VALUE	INSPECTOR: ATSUTOSHI SAKATA	
						20 40 60 80 90 100	
<b>ROCK CORE</b>						RQD INDEX	
CORE SIZE	RUN NUMBER	RUN LENGTH	RECOVERY cm	% RECOVERY	RQD cm	% RQD	SPT TEST
							10 20 30 40 50 >50 N
HQ	19	100	50	50	0	0	
HQ	20	100	50	50	0	0	
							22.40 m [CG2]
HQ	21	100	80	80	0	0	
HQ	22	100	80	80	0	0	
HQ	23	70	45	64	0	0	
							24.70 m
HQ	24	80	80	100	65	81	
HQ	25	110	110	100	65	59	
HQ	26	60	60	100	55	92	
HQ	27	80	50	63	30	38	
							28.20 m
HQ	28	100	80	80	75	75	
							29.00 m
HQ	29	100	60	60	50	50	

Figura A-6.1.7

Diagramas de columna estratigráfica - Puente Cangrejera CB-4 (3/4)

**LOG OF BORING**

**BOREHOLE CB-4**

SHEET: 4/4

CLIENT: NIPPON KOEI CO.,Ltd.		PROJECT: BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR EMERGENT RECONSTRUCTION OF THE BRIDGES ALONG THE TRUNK ROADS				DRILL RIG: LY 38																									
COUNTRY: EL SALVADOR		RIVER: CANGREJERA BRIDGE: CANGREJERA				DRILLER: F. RIVERA																									
DEPTH: 32.00 m ELEV. 16.90 m		BORING LOCATION: BETWEEN BRIDGE APPROACHES AND PILE 5 (RIGHT SIDE)				DATE: 30 -31/1/2000																									
<b>SOIL SAMPLING</b>		WATER LEVEL: 2.55 m (31/1/2000)				LOGGED BY: RODOLFO ALVARADO V																									
SAMPLE TYPE	SAMPLE NUMBER	1 SET 15 cm	2 SET 30 cm	3 SET 45 cm	N VALUE	RECOVERED Cm	INSPECTOR: ATSUTOSHI SAKATA																								
<b>ROCK CORE</b>		DESCRIPTION				<table border="1"> <tr> <td>20</td><td>40</td><td>60</td><td>80</td><td>90</td><td>100</td> </tr> <tr> <td colspan="6">RQD INDEX</td> </tr> <tr> <td colspan="6">SPT TEST</td> </tr> <tr> <td>10</td><td>20</td><td>30</td><td>40</td><td>50</td><td>&gt;50 N</td> </tr> </table>		20	40	60	80	90	100	RQD INDEX						SPT TEST						10	20	30	40	50	>50 N
20	40	60	80	90	100																										
RQD INDEX																															
SPT TEST																															
10	20	30	40	50	>50 N																										
CORE SIZE	RUN NUMBER	RUN LENGTH cm	RECOVERY cm	% RECOVERY	RQD cm	% RQD	FRACTURES / M																								
HQ	30	100	60	60	20	20	DEPTH m																								
HQ	31	100	100	100	20	20	SAMPLE TYPE																								
							GRAPHIC LOG																								
							31																								
							32																								
							33																								
							34																								
							35																								
							36																								
							37																								
							38																								
							39																								
							40																								

Figura A-6.1.7

Diagramas de columna estratigráfica - Puente Cangrejera CB-4 (4/4)

# LOG OF BORING

BOREHOLE JB-1

SHEET: 1/2

CLIENT: NIPPON KOEI CO.,Ltd.		PROJECT: BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR EMERGENT RECONSTRUCTION OF THE BRIDGES ALONG THE TRUNK ROADS					DRILL RIG: CS-1000	
COUNTRY: EL SALVADOR		RIVER: JIBOA BRIDGE: JIBOA					DRILLER: A. SAVILLON	
DEPTH: 19.00 m ELEV. 62.85 m		BORING LOCATION: BRIDGE APPROACHES, LEFT SIDE					DATE: 26 - 28 / 01/2000	
SOIL SAMPLING		WATER LEVEL: 1) 7.40 m (27/1/200) - 2) 7.80 m (28/1/2000)					LOGGED BY: RODOLFO ALVARADO V	
SAMPLE TYPE	SAMPLE NUMBER	1 SET 15 cm	2 SET 30 cm	3 SET 45 cm	N VALUE	RECOVERED Cm	INSPECTOR: ATSUTOSHI SAKATA	
ROCK CORE		RQD INDEX		SPT TEST				
CORE SIZE	RUN NUMBER	RUN LENGTH	RECOVERY cm	% RECOVERY	RQD cm	% RQD	10 20 30 40 50 >50	N
HQ	1	100	70	70	0	0		
SPT	1	17	24	28	52	37		
							1.20 m [BS]	
HQ	2	55	30	55	0	0		52
SPT	2	50/0	0	0	>50	0		>50
HQ	3	100	80	80	0	0		>50
SPT	3	50/0	0	0	>50	0		>50
HQ	4	100	80	80	0	0		>50
SPT	4	36	2/50.		>50			>50
HQ	5	83	60	72	0	0		>50
SPT	5	50/0	0	0	>50	0		>50
HQ	6	100	70	70	0	0		>50
SPT	6	15	5/50.		>50	0		>50
HQ	7	80	45	56	0	0		>50
SPT	7	50/0	0	0	>50	0		>50
HQ	8	100	65	65	0	0		>50
SPT	8	36	3/50.		>50			>50
HQ	9	82	75	91	0	0		>50
SPT	9	50/0	0	0	>50	0		>50
HQ	10	100	90	90	0	0		>50

Figura A-6.1.8

Diagramas de columna estratigráfica - Puente Jiboa JB-1 (1/2)

**LOG OF BORING**

**BOREHOLE JB-1**

SHEET: 2/2

CLIENT: NIPPON KOEI CO.,Ltd.		PROJECT: BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR EMERGENT RECONSTRUCTION OF THE BRIDGES ALONG THE TRUNK ROADS				DRILL RIG: CS-1000	
COUNTRY: EL SALVADOR		RIVER: JIBOA BRIDGE: JIBOA				DRILLER: A. SAVILLON	
DEPTH: 19.00 m ELEV. 62.85 m		BORING LOCATION: BRIDGE APPROACHES, LEFT SIDE				DATE: 26 - 28 / 01/2000	
SOIL SAMPLING		WATER LEVEL: 1) 7.40 m (27/1/200) - 2) 7.80 m (28/1/2000)				LOGGED BY: RODOLFO ALVARADO V	
SAMPLE TYPE	SAMPLE NUMBER	1 SET 15 cm	2 SET 30 cm	3 SET 45 cm	N VALUE	RECOVERED Cm	INSPECTOR: ATSUTOSHI SAKATA
ROCK CORE						RQD INDEX	
CORE SIZE	RUN NUMBER	RUN LENGTH	RECOVERY cm	% RECOVERY	RQD cm	% RQD	10 20 30 40 50 >50 N
						SPT TEST	
SPT	10	50/0	0	0	>50	0	
HQ	11	100	70	70	0	0	
SPT	11	50/0	0	0	>50	0	
HQ	12	100	70	70	0	0	
SPT	12	28	42	41	83	25	
HQ	13	55	55	100	0	0	
SPT	13	30	22	29	51	15	
HQ	14	55	35	64	0	0	
SPT	14	50/0	0	0	>50	0	
HQ	15	110	110	100	52	47	
HQ	16	140	70	50	108	77	
HQ	17	50	50	100	49	98	
						END OF BORING 19.00 m [TBI]	

Figura A-6.1.8

Diagramas de columna estratigráfica - Puente Jiboa JB-1 (2/2)

**LOG OF BORING**

**BOREHOLE JB-2**

SHEET: 1/2

CLIENT: NIPPON KOEI CO.,Ltd.		PROJECT: BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR EMERGENT RECONSTRUCTION OF THE BRIDGES ALONG THE TRUNK ROADS					DRILL RIG: CS-1000	
COUNTRY: EL SALVADOR		RIVER: JIBOA BRIDGE: JIBOA					DRILLER: A. SAVILLON	
DEPTH: 15.20 m ELEV. 56.10 m		BORING LOCATION: BETWEEN PILE 1 AND PILE 2					DATE: 24 - 26 / 01/2000	
SOIL SAMPLING		WATER LEVEL: 1) 0,10 m (24/1/200) - 2) 0,09 m (26/1/2000)					LOGGED BY: RODOLFO ALVARADO V	
SAMPLE TYPE	SAMPLE NUMBER	1 SET 15 cm	2 SET 30 cm	3 SET 45 cm	N VALUE	RECOVERED Cm	INSPECTOR: ATSUTOSHI SAKATA	
ROCK CORE		RQD INDEX					SPT TEST	
CORE SIZE	RUN NUMBER	RUN LENGTH	RECOVERY cm	% RECOVERY	RQD cm	% RQD	10 20 30 40 50 >50 N	
							DESCRIPTION	
HQ	1	100	65	65	0	0	Alluvial deposit (Qal); recent unconsolidated sediments, gravel and sand materials.	
SPT	1	7	5	10	15	18	Gravel and sand; angular and subangular blocks, dense, fresh, volcanic origin (andesite and basalt), up to 20 cm in size, on the surface the blocks are up to 1 m.	
							Fine sand with silt and gravel (up to 3 cm in size), medium dense.	
HQ	2	55	25	45	0	0	Block percentage 55 - 60%, fines (silty sand) 40 - 45%.	
SPT	2	12/50			>50	12		
HQ	3	88	50	57	0	0	Coarse sand, light gray, hard, with gravel up to 4 cm in size, and dark brown silt traces.	
SPT	3	35	50	31	81	35		
HQ	4	55	30	55	0	0	Block size up to 10 cm, subrounded, dense, fresh.	
SPT	4	18	6/50		>50	15		
HQ	5	45	30	67	0	0	Coarse sand, gray, dense, with gravel blocks up to 3 cm in size.	
SPT	5	45	39	45	84	30		
HQ	6	55	55	100	0	0	Block percentage 50 - 67%, fines (silty sand) 33 - 50%.	
SPT	6	18	5/50		>50	15	Idem material.	
HQ	7	80	40	50	0	0	Gravel, up to 2 cm in size, with coarse and fine sand, and silt traces.	
SPT	7	24	26	35	61	25		
HQ	8	22	22	100	0	0	Sand, dark brown - gray, fine size, very dense, with fine gravel rounded, up to 3 cm in size.	
SPT	8	22	22	30	52	26		
HQ	9	55	55	100	0	0	Idem material	
SPT	9	20	20	20	40	27	END OF ALLUVIAL DEPOSIT 9.70 m [AG1]	
HQ	10	55	50	91	0	0	Andesitic agglomerate - volcanic breccia, greenish gray, slighty	

Figura A-6.1.9

Diagramas de columna estratigráfica - Puente Jiboa JB-2 (1/2)





# LOG OF BORING

**BOREHOLE JB-3**

SHEET: 2/2

CLIENT: NIPPON KOEI CO.,Ltd.		PROJECT: BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR EMERGENT				DRILL RIG: LongYear 34																									
COUNTRY: EL SALVADOR		RECONSTRUCTION OF THE BRIDGES ALONG THE TRUNK ROADS				DRILLER: F.RIVERA																									
DEPTH: 16.00 m ELEV. 61.35 m		RIVER: JIBOA BRIDGE: JIBOA				DATE: 25 - 26 / 1 / 2000																									
<b>SOIL SAMPLING</b>		BORING LOCATION:				LOGGED BY:																									
SAMPLE TYPE	SAMPLE NUMBER	1 SET 15 cm	2 SET 30 cm	3 SET 45 cm	N VALUE	RECOVERED Cm	BETWEEN PILE 3 AND 4																								
		WATER LEVEL:				INSPECTOR:																									
		3.90 m (26/1/2000)				ATSUTOSHI SAKATA																									
<b>ROCK CORE</b>						<table border="1"> <tr> <td>20</td><td>40</td><td>60</td><td>80</td><td>90</td><td>100</td> </tr> <tr> <td colspan="6">RQD INDEX</td> </tr> <tr> <td colspan="6">SPT TEST</td> </tr> <tr> <td>10</td><td>20</td><td>30</td><td>40</td><td>50</td><td>&gt;50 N</td> </tr> </table>		20	40	60	80	90	100	RQD INDEX						SPT TEST						10	20	30	40	50	>50 N
20	40	60	80	90	100																										
RQD INDEX																															
SPT TEST																															
10	20	30	40	50	>50 N																										
CORE SIZE	RUN NUMBER	RUN LENGTH	RECOVERY cm	% RECOVERY	RQD cm	% RQD	DESCRIPTION																								
HQ	10	140	140	100	133	95	<p>10 Volcanic breccia, dense, fresh, with andesitic and basaltic fragments, up to 50 cm in size, strong to very strong.</p> <p>11 Medium spaced fractures, opened, rough, cleaned.</p> <p>12</p> <p>13</p> <p>14</p> <p>15</p> <p>16 END OF BORING 16.00 m [TB]</p>																								

Figura A-6.1.10

Diagramas de columna estratigráfica - Puente Jiboa JB-3 (2/2)

**LOG OF BORING**

**BOREHOLE JB-4**

SHEET: 1/1

CLIENT: NIPPON KOEI CO.,Ltd.		PROJECT: BASIC DESIGN STUDY ON THE PROJECT FOR EMERGENT RECONSTRUCTION OF THE BRIDGES ALONG THE TRUNK ROADS					DRILL RIG: LongYear 34	
COUNTRY: EL SALVADOR		RIVER: JIBOA BRIDGE: JIBOA					DRILLER: F.RIVERA	
DEPTH: 9.20 m ELEV. 61.40 m		BORING LOCATION: BETWEEN BRIDGE APPROACHES AND PILE 7					DATE: 2000/1/25	
SOIL SAMPLING		WATER LEVEL:					LOGGED BY: RODOLFO ALVARADO V	
SAMPLE TYPE	SAMPLE NUMBER	1 SET 15 cm	2 SET 30 cm	3 SET 45 cm	N VALUE	RECOVERED Cm	INSPECTOR: ATSUTOSHI SAKATA	
ROCK CORE							20 40 60 80 90 100 RQD INDEX	
CORE SIZE	RUN NUMBER	RUN LENGTH	RECOVERY cm	% RECOVERY	RQD cm	% RQD	SPT TEST	
							10 20 30 40 50 >50 N	
							DESCRIPTION	
HQ	1	70	70	100	0	0	Fine sand and silty sand, dark brown, with gravel, up to 5 cm in size, and organic contents, low plasticity fines. 0.30 m [TS]	
HQ	2	120	120	100	10	8	Rock blocks, with sand and gravel, up to 30 cm in size 1.90 m [AG2]	
HQ	3	60	60	100	24	40	Volcanic breccia, dark gray with reddish fragments, dense, fresh, very strong, fragments size up to 25 cm, andesitic origin. Widely to closely spaced fractures, rough, opened, mostly cleaned, few with oxides, inclined at 0°, 45° and 60°.	
HQ	4	130	130	100	102	78	From 4.40 m to 5.00 m; Very strong rock, dense, fresh, light and dark gray, widely spaced fractures.	
HQ	5	120	120	100	105	88	Volcanic breccia, dark gray with reddish fragments, dense, fresh, very strong, fragments size up to 30 cm, andesitic origin.	
							END OF BORING 9.20 m [TB]	

Figura A-6.1.11

Diagramas de columna estratigráfica - Puente Jiboa JB-4 (1/1)

Tabla A-6.1.1 Resultados de las pruebas de laboratorio para las muestras recuperadas en los sondeos (Suelos 1)

Sondeo No.	Nombre del Puente	Profundidad de Muestreo (m)	Características del estrato	Simbología	Valor N (Veces/30cm)	Gravedad GS	Contenido de agua W(%)	Peso Unitario $\gamma_t$ (tf/m <sup>3</sup> )	Limite Liquido LL(%)	Limite Plastico PL(%)	Indice de Plasticidad PI	Resistencia a compresion simple qu(kgf/cm <sup>2</sup> )
PB-1	La Perla	7.75-8.00	Arena fina media mezclada	TLC1	11	—	13.80	<1.90>	NL	NP	NP	—
PB-3	La Perla	4.85-5.00	Arcilla	TLC1	8	—	32.00	<1.80>	64.0	36.4	27.6	—
CB-1	Cagrejera	8.60-9.00	Limo Tobaceo	Asi	<10>	—	11.40	<1.40>	NL	NP	NP	—
CB-3	Cagrejera	5.45-6.00	Arena fina media mezclada	AS1	39	2.74	1.80	<1.90>	—	—	—	—
CB-3	Cagrejera	8.45-9.00	Arcilla	AC	18	—	47.90	1.740	77.7	45.1	32.6	2.05
CB-4	Cagrejera	8.45-9.00	Arcilla	AC	15	—	38.40	1.904	62.5	37.0	25.5	1.97
JB-3	Jiboa	5.40-6.00	Arena fina media mezclada	AS2	<40>	2.82	1.60	<1.90>	—	—	—	—

Nota: < > valores estimados

Tabla A-6.1.2 Resultados de las pruebas de laboratorio para las muestras recuperadas en los sondeos (Suelos 2)

Sondeo N <sup>o</sup> .	Puente	Profundidad de muestreo (m)	Características del estrato	Simbología	Arcillas y limos (%)	Arena (%)	Grava (%)	Total (%)
PB-1	La Perla	7.75-8.00	Arena fina media mezclada con grava	TLC1	9.7	63.0	27.3	100.0
PB-3	La Perla	4.85-5.00	Arcilla	TLC1	82.0	16.6	1.4	100.0
CB-1	Cangrejera	8.60-9.00	Limo Tobaceo	Asi	19.0	74.7	6.3	100.0
CB-3	Cangrejera	5.45-6.00	Arena fina media mezclada con grava	AS1	1.3	98.2	0.5	100.0
CB-3	Cangrejera	8.45-9.00	Arcilla	AC	94.6	5.4	0.0	100.0
CB-4	Cangrejera	8.45-9.00	Arcilla	AC	79.3	20.6	0.1	100.0
JB-3	Jiboa	5.40-6.00	Arena fina media mezclada con grava	AS2	13.2	85.2	1.6	100.0

Tabla A-6.1.3 Resultados de las pruebas de laboratorio para las muestras recuperadas en los sondeos (Rocas)

Sondeo N <sup>o</sup> .	Puente	Profundidad de muestreo (m)	Nombre de la Formacion	Tipo de Roca	Simbologia	Valor N (Veces/30cm)	Peso Unitario $\gamma_t$ (tf/m <sup>3</sup> )	Resistencia a compresion simple Sc (kgf/cm <sup>2</sup> )
PB-1	La Perla	24.75-24.95	Bálsamo	Toba brechosa	TB	> 50	2.107	163.81
PB-1	La Perla	18.91-19.32	Bálsamo	Conglomerado	CG	> 50	1.607	11.70
CB-4	Cangrejera	11.25-11.42	Cuscatlán	Toba	TF1	67	1.554	5.10
CB-4	Cangrejera	28.43-28.61	Cuscatlán	Toba	TF2	> 50	1.251	9.78
JB-1	Jilboa	15.10-15.25	Bálsamo	Toba brechosa	TB	> 50	2.418	303.90
JB-4	Jilboa	1.90-2.22	Bálsamo	Toba brechosa	TB	> 50	2.493	237.51

Tabla A-6.1.4 Resultados de la Investigación de Materiales del Lecho del Río  
- Río La Perla -

Muestreo No.	Gradación	%	Coeficiente de Uniformidad U <sub>c</sub>	Gravedad G <sub>s</sub>		Porosidad n(%)	
				Arena	Grava	Arena	Grava
P-TP1-(1) (Tope)	Gravas-Arenas	64	33	2.61	2.56	28.97	27.70
	Arenas	36					
	Limos/Arcillas	0					
P-TP1-(2) (Centro)	Gravas-Arenas	65	33	2.47	2.59	25.43	28.89
	Arenas	35					
	Limos/Arcillas	0					
P-TP1-(3) (Base)	Gravas-Arenas	69	53	2.15	2.77	12.89	32.39
	Arenas	31					
	Limos/Arcillas	0					
P-TP1 Promedio Tamaño Máximo 45cm	Gravas-Arenas	66	40	2.41	2.64	22.43	29.66
	Arenas	34					
	Limos/Arcillas	0					
P-TP2-(1) (Tope)	Gravas-Arenas	60	29	2.47	2.29	25.51	19.66
	Arenas	39					
	Limos/Arcillas	0					
P-TP2-(2) (Centro)	Gravas-Arenas	60	40	2.43	2.27	28.62	23.59
	Arenas	40					
	Limos/Arcillas	0					
P-TP2-(3) (Base)	Gravas-Arenas	65	21	2.26	2.45	19.75	25.97
	Arenas	35					
	Limos/Arcillas	0					
P-TP2 Promedio Tamaño Máximo 30cm	Gravas-Arenas	62	30	2.39	2.34	24.63	23.07
	Arenas	38					
	Limos/Arcillas	0					
P-TP3-(1) (Tope)	Gravas-Arenas	65	42	2.50	2.56	27.01	28.72
	Arenas	35					
	Limos/Arcillas	0					
P-TP3-(2) (Centro)	Gravas-Arenas	65	60	2.63	2.66	30.74	31.52
	Arenas	35					
	Limos/Arcillas	0					
P-TP3-(3) (Base)	Gravas-Arenas	69	21	2.58	2.61	26.28	27.13
	Arenas	31					
	Limos/Arcillas	0					
P-TP3 Promedio Tamaño Máximo 20cm	Gravas-Arenas	64	41	2.57	2.61	28.01	29.12
	Arenas	36					
	Limos/Arcillas	0					

Tabla A-6.1.5 Resultados de la Investigación de Materiales del Lecho del Río  
- Río Cangrejera -

Muestreo No.	Gradación	%	Coeficiente de Uniformidad U <sub>c</sub>	Gravedad G <sub>s</sub>		Porosidad n(%)	
				Arena	Grava	Arena	Grava
C-TP1-(1) (Tope)	Gravas-Arenas	63	58	2.62	2.73	31.16	33.93
	Arenas	37					
	Limos/Arcillas	0					
C-TP1-(2) (Centro)	Gravas-Arenas	63	37	2.54	2.63	19.84	22.58
	Arenas	37					
	Limos/Arcillas	0					
C-TP1-(3) (Base)	Gravas-Arenas	60	44	2.41	2.41	21.87	21.88
	Arenas	40					
	Limos/Arcillas	0					
C-TP1Promedio Tamaño Máximo 20cm	Gravas-Arenas	62	46	2.52	2.59	24.29	26.13
	Arenas	38					
	Limos/Arcillas	0					
C-TP2-(1) (Tope)	Gravas-Arenas	15	4	2.51	-	22.71	-
	Arenas	84					
	Limos/Arcillas	1					
C-TP2-(2) (Centro)	Gravas-Arenas	57	14	2.25	2.68	22.15	34.94
	Arenas	43					
	Limos/Arcillas	0					
C-TP2-(3) (Base)	Gravas-Arenas	59	27	2.50	2.13	27.29	14.56
	Arenas	41					
	Limos/Arcillas	0					
C-TP2Promedio Tamaño Máximo 15cm	Gravas-Arenas	44	15	2.42	2.41	24.05	24.75
	Arenas	56					
	Limos/Arcillas	0					
C-TP3-(1) (Tope)	Gravas-Arenas	41	31	2.66	2.14	29.14	25.13
	Arenas	58					
	Limos/Arcillas	1					
C-TP3-(2) (Centro)	Gravas-Arenas	22	5	2.26	2.35	12.92	20.71
	Arenas	77					
	Limos/Arcillas	1					
C-TP3-(3) (Base)	Gravas-Arenas	51	26	2.33	2.27	23.75	11.86
	Arenas	49					
	Limos/Arcillas	0					
C-TP3Promedio Tamaño Máximo 10cm	Gravas-Arenas	38	21	2.42	2.25	21.94	19.23
	Arenas	61					
	Limos/Arcillas	1					

Tabla A-6.1.6 Resultados de la Investigación de Materiales del Lecho del Río  
- Río Jiboa -

Muestreo No.	Gradación	%	Coeficiente de Uniformidad U <sub>c</sub>	Gravedad G <sub>s</sub>		Porosidad n(%)	
				Arena	Grava	Arena	Grava
J-TP1-(1) (Tope)	Gravas-Arenas	60	52	2.48	2.55	23.67	25.77
	Arenas	40					
	Limos/Arcillas	0					
J-TP1-(2) (Centro)	Gravas-Arenas	60	52	2.57	2.58	23.66	22.48
	Arenas	40					
	Limos/Arcillas	0					
J-TP1-(3) (Base)	Gravas-Arenas	58	41	2.88	2.57	23.03	23.06
	Arenas	42					
	Limos/Arcillas	0					
J-TP1 Promedio Tamaño Máximo 30cm	Gravas-Arenas	59	48	2.64	2.57	23.45	23.77
	Arenas	41					
	Limos/Arcillas	0					
J-TP2-(1) (Tope)	Gravas-Arenas	45	25	2.48	2.58	25.78	30.40
	Arenas	54					
	Limos/Arcillas	1					
J-TP2-(2) (Centro)	Gravas-Arenas	45	38	2.57	2.70	33.44	29.00
	Arenas	54					
	Limos/Arcillas	1					
J-TP2-(3) (Base)	Gravas-Arenas	74	57	2.88	2.66	32.48	29.18
	Arenas	26					
	Limos/Arcillas	0					
J-TP2 Promedio Tamaño Máximo 15cm	Gravas-Arenas	55	40	2.64	2.65	30.57	29.53
	Arenas	44					
	Limos/Arcillas	1					
J-TP3-(1) (Tope)	Gravas-Arenas	11	4	2.48	2.31	31.37	25.13
	Arenas	88					
	Limos/Arcillas	1					
J-TP3-(2) (Centro)	Gravas-Arenas	58	63	2.57	2.75	23.87	20.71
	Arenas	42					
	Limos/Arcillas	0					
J-TP3-(3) (Base)	Gravas-Arenas	63	79	2.88	2.21	11.05	11.86
	Arenas	37					
	Limos/Arcillas	0					
J-TP3 Promedio Tamaño Máximo 10cm	Gravas-Arenas	44	49	2.64	2.42	22.10	19.23
	Arenas	56					
	Limos/Arcillas	0					

## ANEXO-6.2 Análisis Hidrológico e Hidrográfico

El objetivo de este trabajo es realizar el análisis hidrológico e hidrográfico con base en los datos disponibles para determinar el caudal y nivel de inundaciones de diseño de los tres puentes seleccionados. En la Figura A-6.2.1 se muestra el flujograma del análisis.

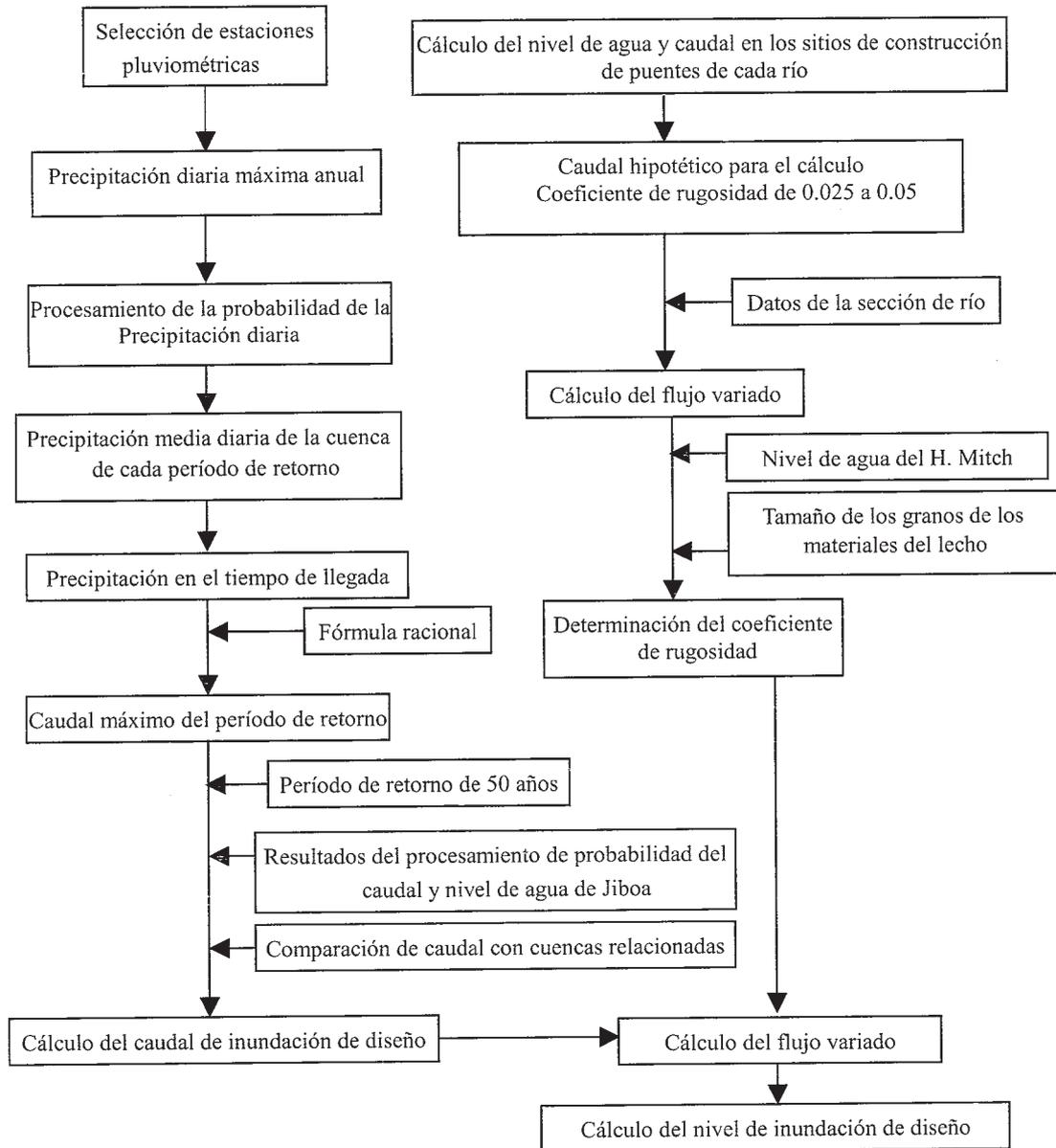


Figura A-6.2.1 Flujograma del Análisis Hidrológico e Hidrográfico

## 1. Selección de las Estaciones Pluviométricas y la Precipitación Diaria Máxima Anual

Las estaciones de Cojutepeque, Ilopango, San Salvador, Nuevo Aeropuerto, Comasagua y Acajutla se seleccionaron como las estaciones pluviométricas y meteorológicas representativas de las cuencas alta y baja de los ríos objeto del Estudio. Estas estaciones, tal como se muestra en el Tabla A-6.2.1, disponen de los datos sobre precipitación máxima diaria anual entre los años 1961 y 1995 (35 años).

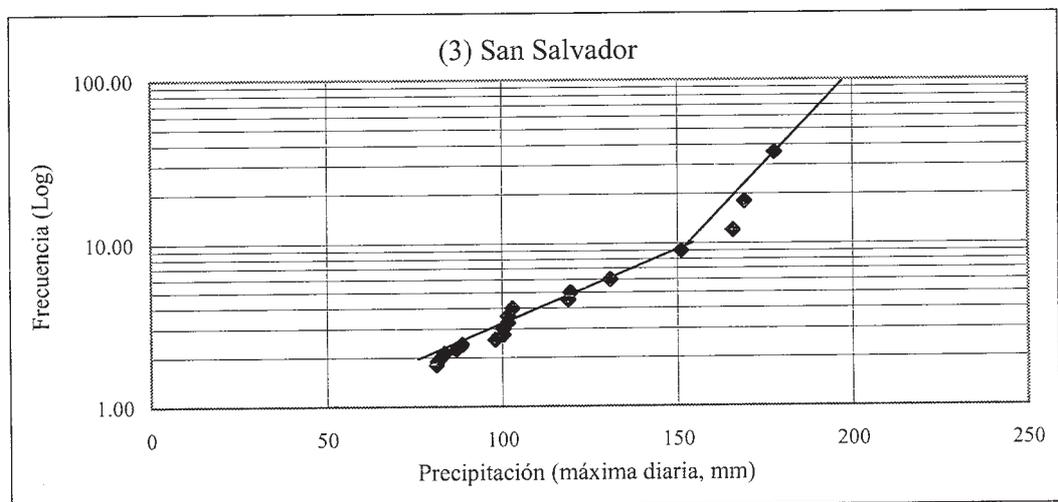
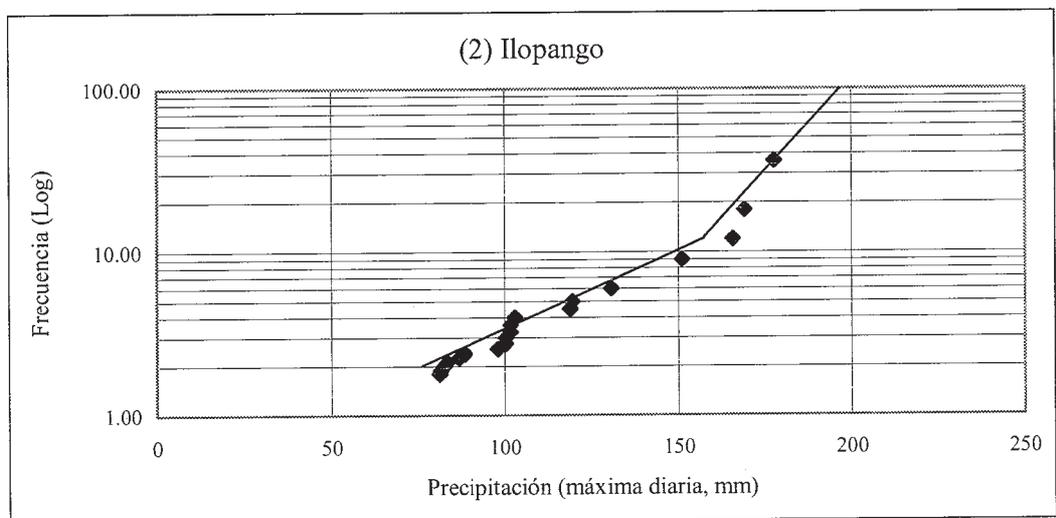
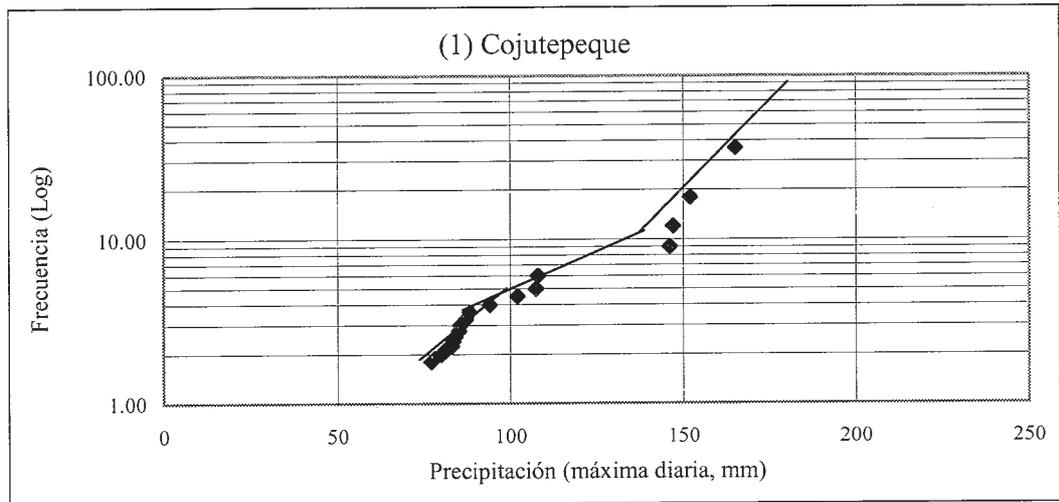
**Tabla A-6.2.1 Precipitación Máxima Diaria de las Estaciones Cercanas a los Tres Puentes**

Años	P (mm)		P (mm)		P (mm)		P (mm)		P (mm)		P (mm)	
	Cojutep	Fecha	Ilopango	Fecha	S. S.	Fecha	Aerop.	Fecha	Comas	Fecha	Acajutla	Fecha
1961	152	8-Sep	141.8	8-Sep	144.8	8-Sep	167.6	8-Sep	220.7	7-Sep	175.3	7-Sep
1962	65	16-Jul	65.7	16-Jul	119.4	14-Oct	124.5	5-Jun	82.6	7-Sep	86	15-Sep
1963	102	9-Nov	111	7-Ago	81	28-Jun	162.6	11-Oct	64.2	13-Jun	82.9	22-Sep
1964	68	24-Jul	66.4	4-Oct	57.2	4-Oct	109.7	30-Sep	60.5	25-Jul	80	5-Jun
1965	94	10-Jun	92.9	10-Jun	101.6	10-Jun	91.4	3-Jun	107.4	10-Jun	70.5	10-Jun
1966	87	12-May	77.3	8-May	73.7	10-Oct	90.3	14-Sep	142.3	27-Jun	75.2	10-Sep
1967	81	20-Jul	90.0	12-Oct	86.7	12-Oct	63.5	3-Jul	91.3	11-Sep	93.4	10-Jun
1968	42	2-Sep	110.2	2-Sep	151.1	2-Sep	85.8	7-Sep	80.7	21-Jun	124	18-Oct
1969	108	4-Sep	84.5	4-Oct	75.3	4-Oct	165.1	4-Sep	156.5	4-Sep	133	4-Sep
1970	64		117.4	10-Sep	83.3	15-Jul	85.3	13-Jul	75.3	11-Sep	176.7	2-Ago
1971	64		82.0		118.8	22-Ago	72.7	25-Ago	93.8	17-Jul	85.6	12-Sep
1972	70		54.0		69.3	23-Jul	96.4	19-Sep	43.7	15-Ago	128.2	23-Ago
1973	84		72.5		71.1	21-Sep	65.4	7-Oct	94	28-Ago	170.6	30-Ago
1974	146	21-Sep	151.1	21-Sep	165.9	26-Oct	172	20-Sep	210.9	20-Sep	162.4	20-Sep
1975	165.1	1-Sep	95.0	18-Sep	100.3	13-Jun	162.3	1-Oct	68.5	8-Jul	92.6	10-Sep
1976	114.3	13-Jun	109.4	13-Jun	130.8	22-Jul	130	13-Jun	70	13-Jun	78	13-Jun
1977	77		69.3		81.3	27-Jun	199.5	1-Jun	75	1-Oct	126	21-Jun
1978	78		78.3		101.6	30-Jun	91.3	21-Jun	70.5	21-Sep	84.4	21-Sep
1979	74	21-Sep	90.2	3-Sep	102.9	24-Jul	119.4	4-Sep	114.2	3-Sep	179.1	3-Sep
1980	85		69.3		82.3	11-Sep	122	24-Jul	55	4-Sep	105.1	30-Ago
1981	65		60.9		73.7	19-Sep	108.8	8-Sep	83	5-Jul	109.1	28-Jun
1982	147	19-Sep	168.4	19-Sep	169.2	6-Jul	157.5	19-Sep	180	19-Jul	176.5	20-Sep
1983	80		83.5		68.3	29-Jul	63.1	6-Jul	98	29-Sep	94.5	13-Sep
1984	83		80.7		63.5	17-Oct	70.8	29-Jul	100.3	2-Sep	112.8	22-Sep
1985	88.2	17-Sep	52.6	17-Sep	98	26-Jun	59.6	17-Oct	92	30-Jul	95.1	16-Sep
1986	75.5	27-Sep	103.9	26-Jun	72.9	6-Jun	82.9	31-Ago	81	18-Jul	76.7	6-Jul
1987	69		78.0		63.4	21-Jun	84.8	11-Jul	75	17-Sep		
1988	83.3	21-Jun	129.2	1-Ago	100.3	11-Ago	112.3	29-Ago	97.3	24-Ago	217.5	24-Oct
1989	69.8		82.5		62	16-Ago	82.8	17-Jul	81	24-Sep	106.7	23-Sep
1990	85.4		64.8		55.9	29-Jul	108.6	19-Oct	80	30-Jun	166.9	29-Ago
1991	107.4	19-Sep	56.0	18-Sep	56	19-Sep	99.4	29-Sep	94	19-Sep	85.3	16-Jun
1992	75.8		68.9		68.9	11-Ago	66.7	31-Jul	99	3-Jul	56.4	7-Oct
1993	72.5		72.8		177.8	11-Ago	66	25-Sep	64	20-Jun	54	25-Sep
1994	72.3		73.4		88.4	11-Ago	76.5	18-May	87	5-May	74.4	13-May
1995	66.4		67.0		45.2	11-Ago	111.8	2-Ago	120.6	26-Jun	85.7	26-May
1998	84.7	1-Nov	112.0	11-Ago	92.5	29-Jul	168	1-Nov	152	29-Jul	237	1-Nov

Estaciones (1) Cojutepeque (2) Ilopango (3) San Salvador  
 (4) Nuevo Aeropuerto (5) Comasagua (6) Acajutla

## 2. Precipitación Media Diaria de la Cuenca en cada Período de Retorno

Se ha calculado la precipitación diaria de cada período de retorno mediante el método *Thomath Plot* utilizando los datos de la precipitación máxima diaria según la estación indicada en el Tabla A-6.2.1.



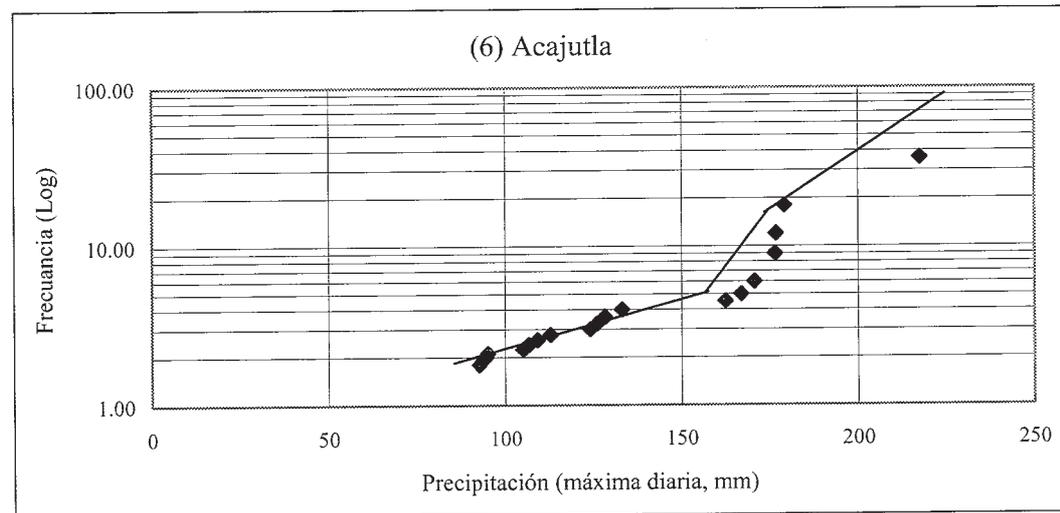
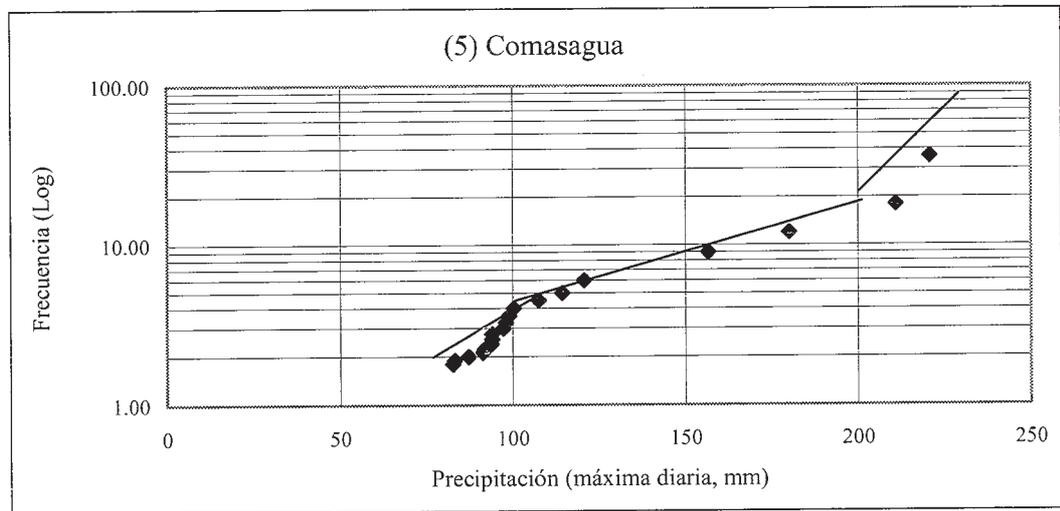
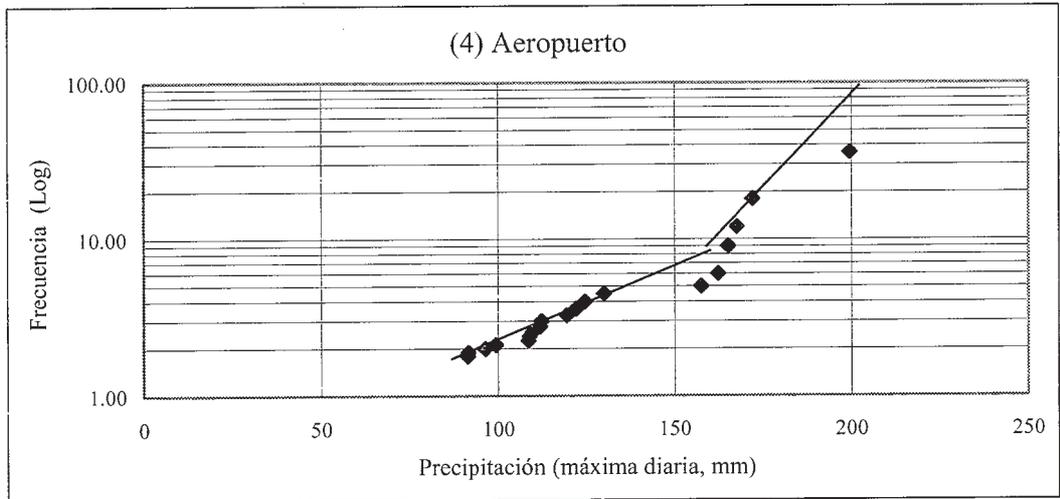


Figura A-6.2.2 Diagrama de Thomath de la Precipitación Máxima Diaria

**Tabla A-6.2.2 Precipitación Máxima Diaria de los Gráficos Thomath**

I	I/(N+1)	Cojutepeque	Ilopango	San Salvador	Aeropuerto	Comasagua	Acajutla	Notas
		mm/día	mm/día	mm/día	mm/día	mm/día	mm/día	
1	1/36	165.1	168.4	177.8	199.5	220.7	217.5	
2	1/18	152	151.1	169.2	172	210.9	179.1	
3	1/12	147	141.8	165.9	167.6	180	176.7	1974-Huracán
4	1/9	146	129.2	151.1	165.1	156.5	176.5	Fifi
5	1/7.5	114.3	117.4	144.8	162.6	142.3	175.3	
6	1/6	108	111	130.8	162.3	120.6	170.6	
7	1/5	107.4	110.2	119.4	157.5	114.2	166.9	1998- Huracán
8	1/4.5	102	109.4	118.8	130	107.4	162.4	Mitch
9	1/4	94	103.9	102.9	124.5	100.3	133	
10	1/3.6	88.2	95.0	101.6	122	99	128.2	
11	1/3.27	87	92.9	101.6	119.4	98	126	
12	1/3	85.4	90.2	100.3	112.3	97.3	124	
13	1/2.77	85	90.0	100.3	111.8	94	112.8	
14	1/2.57	84	84.5	98	109.7	94	109.1	
15	1/2.4	83.3	83.5	88.4	108.8	93.8	106.7	
16	1/2.25	83	82.5	86.7	108.6	92	105.1	
17	1/2.12	81	82.0	83.3	99.4	91.3	95.1	
18	1/2	80	80.7	82.3	96.4	87	94.5	
19	1/1.89	78	78.3	81.3	91.4	83	93.4	
20	1/1.8	77	78.0	81	91.3	82.6	92.6	

Al resumir los resultados del cálculo efectuado anteriormente, se tienen los datos presentados en el Tabla A-6.2.3.

**Tabla A-6.2.3 Precipitación Diaria de Diferentes Períodos de Retorno en Cada Estación**

Período de retorno	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1/100	185	200	200	208	235	235
1/50	170	180	185	193	225	210
1/10	140	130	152	165	170	175
1/2	78	74	80	95	88	93

Estaciones (1) Cojutepeque (2) Ilopango (3) San Salvador  
 (4) Nuevo Aeropuerto (5) Comasagua (6) Acajutla

Se calculó la precipitación media diaria de la cuenca según los ríos mediante las siguientes fórmulas:

Río La Perla  $R_{24} = ((5) + (6)) / 2$

Río Tihuapa  $R_{24} = ((2) + (3) + (4)) / 3$

Río Jiboa  $R_{24} = ((1) + (2) + (4)) / 3$

En el Tabla A-6.2.4 se resumen los resultados del cálculo de precipitación media diaria

de la cuenca para cada período de retorno según los ríos.

**Tabla A-6.2.4 Precipitación Media de las Cuencas (unidad: mm)**

Período de retorno	Río La Perla	Río Tihuapa	Río Jiboa
1/100	235	203	198
1/50	218	186	181
1/10	173	149	145
1/2	91	83	82

### 3. Cálculo del Caudal de Inundación

La superficie de la cuenca de los ríos La Perla y Tihuapa es de 69km<sup>2</sup> y 87km<sup>2</sup>, respectivamente. El caudal de inundación se calcula mediante la fórmula racional debido a la no disponibilidad de los datos del nivel de agua y caudal. Asimismo, se propone comprobar estos resultados aplicando dos o tres datos del caudal de inundación de los ríos cercanos. Si bien es cierto que la superficie de la cuenca del Río Jiboa es de 230km<sup>2</sup>, lo que hace algo difícil aplicar el método racional, por lo que en este Estudio se ha definido aplicar el mismo método. Hay una estación de observación del nivel de agua y caudal aguas arriba del sitio de construcción del nuevo puente; si bien es cierto que los datos no son suficientes, estos serán sometidos a un procesamiento de probabilidad para comparar con el caudal calculado mediante el método racional.

Fórmula racional  $Q=1/3.6frA$

Donde Q: Caudal de descarga pico (m<sup>3</sup>/seg)  
 f: Coeficiente de escorrentía = 0.8 (zona montañosa)  
 r: Precipitación en el tiempo de llegada de la avenida (mm/h)  
 A: Superficie de la cuenta (km<sup>2</sup>)

#### a) Cálculo del tiempo de llegada de avenida

En el presente Proyecto se aplicó el método Ruziha.

Fórmula Ruziha  $T=L/V, V=20(h/L)^{0.6}$

Donde, T: Tiempo de llegada de avenida (hr)  
 V: Velocidad de llegada (m/ s)  
 h: Caída (m)  
 L: Longitud del cauce (m)

**Tabla A-6.2.5 Tiempo de Llegada de Avenida en Cada Río**

Ríos	La Perla	Tihuapa	Jiboa	Tributario de Jiboa
h (m)	1,000	780	740	450
L (m)	25,000	27,000	40,000	3,000
V (m/seg)	2.90	2.38	1.83	6.40
T (h)	2.4	3.2	6.1	0.13
Tiempo de entrada al río	0.5	0.5	0.5	0.37
Total T (h)	2.9	3.7	6.6	0.5

b) Cálculo de la Precipitación en el Tiempo de Llegada de Avenida

Para calcular la precipitación en el tiempo de llegada de la avenida a partir de la precipitación media diaria de la cuenca se aplica la siguiente fórmula:

$$R_t = R_{24}(t/24)^k$$

Donde

- R<sub>t</sub>: Precipitación en el tiempo de llegada de avenida
- R<sub>24</sub>: Precipitación diaria
- t: Tiempo de llegada de avenida
- K: Constante

La constante "K" toma el valor entre 1/2 y 1/3 en los ríos del Japón. Sin embargo, este valor tiende a ser menos en la zona tropical. Es decir, la precipitación real muestra un mayor porcentaje de contracción en el tiempo.

En la Estación Pluviométrica de Ilopango en la cuenca del Río Jiboa se toman y ordenan los datos de precipitación máxima diaria de cada año y de la precipitación de ocho horas en el mismo día. (según el Informe del Plan de Desarrollo Agrícola Integral de la Cuenca del Río Jiboa) .

**Tabla A-6.2.6 Precipitación Máxima Diaria en Ilopongo y la Precipitación en 8 horas en el mismo día**

(unidad: mm)

Años	Precipitación máxima diaria	Precipitación en 8 horas	$R_8/R_{24}$	Fecha de ocurrencia	Notas
1967	90.0	84.0	0.93	10/	
1968	110.2	110.2	1.0	9/	
1969	84.5	72.3	0.86	10/	
1970	117.4	114.8	0.98	9/	
1971	82.0	82.0	1.0	10/	
1972	54.0	52.5	0.97	9/	
1973	72.5	70.5	0.98	6/	
1974	151.1	86.0	0.57	9/	Fifi
1975	95.0	95.0	1.0	10/	
1976	109.7	50.3	0.46	6/	
1977	69.3	57.7	0.83	11/	
1978	78.3	78.3	1.0	8/	
1979	92.0	79.5	0.86	9/	
1980	69.3	68.5	0.99	5/	
1981	60.9	60.9	1.0	10/	
1982	168.4	111.0	0.66	9/	
1983	83.5	66.6	0.80	7/	
1984	80.7	52.0	0.64	9/	
1985	55.1	55.1	1.0	4/	
1986	103.9	86.0	0.83	6/	
1987	78.0	67.0	0.86	5/	
1988	129.2	129.2	1.0	8/	
1989	82.5	68.5	0.83	7/	
1990	64.8	62.0	0.96	6/	
1991	58.4	58.4	1.0	6/	
1992	68.9	49.4	0.72	7/8	
1993	72.8	72.2	1.0	7/	
1994	73.4	67.9	0.93	8/11	
1995	67.0	50.0	0.75	8/6	
Promedio			General 0.075 R100mm o más 0.785		

Al calcular la relación de  $R_{t=8}$  y  $R_{24}$  a partir de estos datos, se tiene que el promedio aritmético de todos los datos es de 0.875, y el de precipitación diaria mayor a 100mm es de 0.785.

Al calcular el valor K aplicando estos valores a la fórmula anteriormente presentada, se tiene el siguiente resultado:

$$\begin{aligned} \text{Todos los datos } R_{t=8}/R_{24} &= (8/24)^k \\ 0.875 &= (0.333)^k, k = 0.12 \end{aligned}$$

$$100\text{mm ó más } 0.785 = (0.333)^k, k = 0.22$$

Por otro lado, el Informe del Estudio para el Proyecto de Medidas Integrales contra la Inundación del Río Grande de San Miguel (JICA, septiembre de 1997) presenta los siguientes resultados del análisis sobre las precipitaciones de 24 y 6 horas, respectivamente.

Ubicación / precip. con probabilidad de 1/50	24 horas	6 horas	R <sub>6</sub> /R <sub>24</sub>
San Francisco Gotera	178.2	129.6	0.727
El. Papalon	286.2	165.6	0.579
Santiago de María	217.1	180.0	0.829
Promedio aritmético			0.712

Al aplicar estos datos en el cálculo, se tienen los siguientes resultados:

$$R_{t=6}/R_{24} = (6/24)^k$$

$$0.712 = (0.250)^k, k = 0.24$$

Como resultado del análisis anterior, en el presente Proyecto se adopta el valor conservador de  $k = 0.20$ .

En el Tabla A-6.2.7 se presentan los resultados obtenidos del cálculo de la precipitación en el tiempo de llegada de avenida de cada río aplicando el valor  $k = 0.20$ .

**Tabla A-6.2.7 Precipitación en el Tiempo y Precipitación Horaria**

(unidad: mm)

Período de retorno	Río La Perla		Río Tihuapa		Río Jiboa		Tributario del Río Jiboa	
	R <sub>2.9</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>3.7</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>6.6</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>0.5</sub>	R <sub>1</sub>
1/100	154	53.1	140	37.7	153	23.2	96	192
1/50	143	49.3	128	34.6	140	21.2	89	178
1/10	113	39.1	103	27.7	112	17.0	76	152
1/2	60	20.6	57	15.4	63	9.6	44	88

c) Resultados del cálculo del caudal de inundación

A continuación se presentan los resultados del caudal de inundación calculado mediante el método racional:

**Tabla A-6.2.8 Precipitación en el Tiempo de Llegada deAvenida según ríos y la Precipitación Horaria**

(Unidad: m<sup>3</sup>/seg)

Período de retorno	Río La Perla	Río Tihuapa	Río Jiboa	Tributario del Río Jiboa
1/100	810	780	1,190	85
1/50	760	680	1,090	79
1/10	600	540	870	68
1/2	320	300	490	40

d) Verificación con el caudal real

Registro del caudal del Río La Perla (Superficie de cuenca = 69.0km<sup>2</sup>)

Dado que no existen datos registrados del caudal de esta cuenca, se tomaron los valores del caudal máximo del río cercano Chilama (superficie de cuenca = 76.5km<sup>2</sup>) convirtiéndolos en valores del Río La Perla.

<u>Año</u>	<u>Caudal máx (m<sup>3</sup>/seg)</u>	<u>Fecha</u>	<u>Caudal calculado del Río La Perla</u>	
	<u>(m<sup>3</sup>/seg)</u>			
1973	157	Oct. 23	x 0.9	140
1974	230	Sept. 20	x 0.9	210
1976	245	Oct. 4	x 0.9	220

Si se toma en cuenta estos datos de los tres años se puede decir que el caudal del Río La Perla es de 220m<sup>3</sup>/seg.

Registro del caudal del Río Tihuapa (Superficie de cuenca = 87.0km<sup>2</sup>)

Dado que no existen datos registrados del caudal de esta cuenca, se tomaron los valores del caudal máximo del río cercano Huiza (superficie de cuenca = 133km<sup>2</sup>) convirtiéndolos en valores del Río Tihuapa.

<u>Año</u>	<u>Caudal máx (m<sup>3</sup>/seg)</u>	<u>Fecha</u>	<u>Caudal calculado del Río Tihuapa</u>	
	<u>(m<sup>3</sup>/seg)</u>			
1972	270	Ago. 27	x 0.65	180
1973	636	Ago. 13	x 0.65	420
1974	186	Sept. 29	x 0.65	120

Si se toma en cuenta estos datos de los tres años se puede decir que el caudal del Río Tihuapa es de 420 m<sup>3</sup>/seg.

Se realizó la verificación con los datos reales del caudal de los ríos La Perla y Tihuapa. Debido a que la confiabilidad de los registros y de los datos del caudal no es alta, y a que el objetivo del presente Estudio es calcular el nivel y caudal de 50 años de probabilidad en los sitios de construcción de los puentes, se ha decidido adoptar los valores del caudal calculados mediante la fórmula racional anteriormente mencionada.

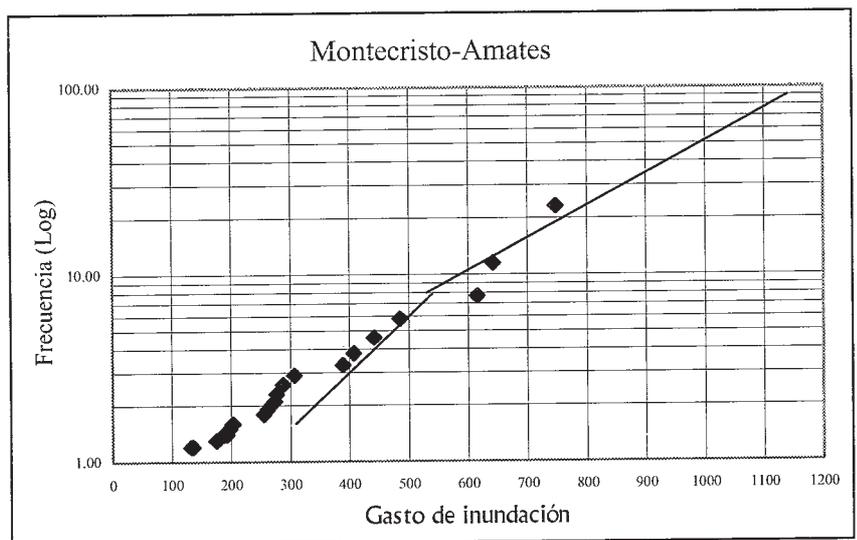
Caudal real del Río Jiboa

El caudal del Río Jiboa fue calculado mediante el procesamiento de probabilidad de los datos tomados en la Estación Montecristo (nivel y gasto) aguas arriba del sitio de construcción, cuyos resultados son los siguientes:

<u>Período de retorno (años)</u>	<u>Caudal (m<sup>3</sup>/seg)</u>
1/100	1,150
1/50	960
1/10	560
1/2	320

**Tabla A-6.2.9 Inundación del Río Jiboa**

		Mont/Amates	
		X	Fecha
1	23.00	748	1995
2	11.50	642	04-Oct-67
3	7.70	616	19-Ago-66
4	5.80	484.8	24-Sep-65
5	4.60	441	03-Oct-68
6	3.80	407	1994
7	3.30	389	21-Sep-74
8	2.90	307	03-Oct-69
9	2.60	288	19-Jun-93
10	2.30	276.94	17-Ago-80
11	2.10	273	20-Jul-73
12	1.90	261	29-Sep-70
13	1.80	254.57	15-Oct-78
14	1.60	203	08-Oct-72
15	1.50	197.01	26-Sep-79
16	1.40	193	01-Oct-75
17	1.40	187	06-Oct-71
18	1.30	175	08-Sep-81
19	1.20	135.5	22-Jul-64
20	1.20	132.79	07-Sep-61



**Figura A-6.2.3 Inundación probable**

Si bien es cierto que estos valores son algo más bajos que los valores del caudal

obtenidos mediante la fórmula racional, en este Proyecto se decidió utilizar el caudal obtenido mediante la fórmula racional tomando en cuenta el equilibrio con la precipitación y desde el punto de vista de aplicar el valor conservador (véase el Tabla A-6.2.8).

#### 4. Cálculo del Nivel de Inundación

##### a) Cálculo del coeficiente de rugosidad

Se ha realizado el levantamiento transversal de los ríos 200 mts aguas arriba y abajo de los sitios de construcción de los puentes. Utilizando estos datos del levantamiento, se procedió a calcular el flujo variado bajo las siguientes condiciones:

<u>Ríos</u>	<u>Condiciones del caudal (m<sup>3</sup>/seg)</u>	<u>Coef. rugosidad (n)</u>
La Perla	300, 500, 800	0.03, 0.04, 0.05
Tihuapa	300, 400, 500	0.025, 0.03, 0.035
Jiboa	500, 1,000, 1,500	0.03, 0.04, 0.05

El coeficiente de rugosidad fue estimado en base a los datos de la cota del nivel de agua obtenida del cálculo del flujo variado, y a las informaciones obtenidas mediante entrevistas a los habitantes locales sobre las inundaciones, incluyendo Mitch. Los resultados son los siguientes:

##### Río La Perla

Los resultados de las encuestas sobre el nivel de inundación de Mitch presentaron un alto grado de dispersión. Sin embargo, si se toma el valor de 5.4m correspondiente a 30m aguas abajo del puente, se estima que el coeficiente de rugosidad es de 0.05 para un caudal de 500m<sup>3</sup>/seg. Por lo tanto, se adopta el valor conservador de 0.05 como coeficiente de rugosidad para el cauce de aguas bajas.

##### Río Tihuapa

El nivel de inundación en el sitio del puente según encuestas locales ha sido de 16.5m. En este punto el caudal es de menos de 300m<sup>3</sup>/seg aún cuando se aplica el coeficiente de rugosidad de 0.025. Al aplicar el nivel de agua según las encuestas locales en No.8 y el coeficiente de rugosidad de 0.025, el caudal resultó ser de 300m<sup>3</sup>/seg. Por lo tanto, se adopta el valor conservador de 0.03 como coeficiente de rugosidad para el cauce de aguas bajas.

## Puente Jiboa

De las diferentes informaciones disponibles, se estima que el caudal de inundación de Mitch ha sido de 500m<sup>3</sup>/seg. aproximadamente. Del nivel de agua según las encuestas en la cercanía del sitio del puente, se estima que el coeficiente de rugosidad es de algo más de 0.04. En este Estudio se adopta el valor conservador de 0.045.

En resumen, los valores del coeficiente de rugosidad del cauce de aguas bajas de cada río serán los siguientes:

Río La Perla	0.050
Río Tihuapa	0.030
Río Jiboa	0.045

De acuerdo con los resultados del análisis granulométrico de los materiales del lecho, se comprobaron los valores del coeficiente de rugosidad aplicando las siguientes fórmulas recomendadas por el borrador de la Guía de Elaboración del Plan de Cauce (División de Control de Avenidas, Departamento de Río, Ministerio de Construcción, abril de 1996, Pág.40):

$$n = (Hm)^{1/6} / g^{1/2} \cdot \psi$$
$$\phi = 0.9(5 + 5.75 \log Hm / 2.5 dr)$$

A continuación se presentan los resultados del cálculo efectuado aplicando los valores de cada río en estas fórmulas:

	H(m)	dr(cm)	$\phi$	N
Río La Perla	3.7	5.0	12.1	0.033
Río Tihuapa	4.2	2.5	14.0	0.029
Río Jiboa	5.0	3.5	13.6	0.031

Los resultados del cálculo, en todos los casos, son algo más bajos que los estimados. Sin embargo, tomando en cuenta que estos son más conservadores, en el presente Proyecto se decidió adoptar los valores estimados anteriormente mencionados.

### b) Resultados del cálculo del nivel de agua

El coeficiente de rugosidad para los causes de aguas bajas se aplicarán los valores anteriormente presentados. Por otro lado, para la zona de inundación, se aplicará un valor uniforme de 0.09 tomando en cuenta la presencia de árboles altos y bajos, y considerando que no corresponde a la zona de agua muerta.

Como la sección transversal de los ríos, se utilizará básicamente la sección transversal actual. Sin embargo, en cuanto a la altura del lecho de los puentes La Perla y Jiboa, se procedió a calcular el nivel mediante la fórmula del flujo variado, corrigiendo las partes localmente socavadas a nivel de la altura de diseño.

En el Tabla A-6.2.10 se presentan los resultados del cálculo del nivel de inundación de diseño de los sitios de puentes para el período de retorno propuesto (50 años).

**Tabla A-6.2.10 Caudal de Inundación de Diseño y el Nivel de Inundación de Diseño en los Sitios de Construcción de los Puentes**

	Río La Perla	Río Tihuapa	Río Jiboa	Tributario de Jiboa
Caudal de inundación de diseño (m <sup>3</sup> /seg)	760	680	1,090	80
Nivel de inundación de diseño (m)	EL. 6.50	EL. 17.50	EL. 62.20	EL. 61.10
Velocidad de flujo (m/seg)	5.5	2.4	4.5	3.8

A continuación se presentan los resultados del cálculo del flujo variado:

Tabla A-6.2.11 Cálculo del régimen variado – Río La Perla (coeficiente de rugosidad 0.05)

No.	Puntos de medición SNAME	Distancia de tramo L(m)	Caudal Q(m <sup>3</sup> /seg)	Área de Escurrimiento A(m <sup>2</sup> )	Velocidad de flujo V(m/s)	Perímetro mojado S(m)	Profundidad d(m)	Tirante de escurrimiento H(m)	Carga de velocidad Hv(m)	Altura de energía EEL(m)	(Pérdida del tramo)		Nivel crítico de agua He(m)	Perímetro mojado seccional Sw(m)	Perímetro mojado de árboles Sw(m)	Número Fr	Coef. de corrección D
											Fricción Hf(m)	Otras Hs(m)					
1	1+180		760.00	206.32	3.684	149.007	1.770	3.330	0.692	4.022			3.330	2.070	0.000	1.000	1.000
2	1+010	170.00	760.00	416.15	1.826	117.865	5.294	5.863	0.197	6.060	2.037	0.000	3.863	14.363	0.000	0.332	1.158
3	0+804	206.00	760.00	137.00	5.548	45.404	3.712	6.512	1.570	8.082	2.022	0.000	6.451	0.000	0.000	0.974	1.000
4	0+602	202.00	760.00	292.17	2.601	79.476	6.527	9.777	0.389	10.166	2.084	0.000	8.048	14.412	0.000	0.451	1.126
5	0+397	205.00	760.00	230.14	3.302	105.741	4.531	10.860	0.630	11.490	1.324	0.000	10.500	7.113	0.000	0.766	1.133
6	0+193	204.00	760.00	175.83	4.322	78.792	4.317	14.028	1.142	15.169	2.966	0.713	14.028	3.495	0.000	1.000	1.198
7	0+000	193.00	760.00	292.08	2.602	121.233	5.819	17.559	0.415	17.974	2.805	0.000	16.738	11.944	0.000	0.588	1.202
	合計	1180.00									13.239	0.713					

Tabla A-6.2.12 Cálculo del régimen variado – Río Tihuapa (coeficiente de rugosidad 0.03)

No.	Puntos de medición SNAME	Distancia de tramo L(m)	Caudal Q(m <sup>3</sup> /seg)	Área de Escurrimiento A(m <sup>2</sup> )	Velocidad de flujo V(m/s)	Perímetro mojado S(m)	Profundidad d(m)	Tirante de escurrimiento H(m)	Carga de velocidad Hv(m)	Altura de energía EEL(m)	(Pérdida del tramo)		Nivel crítico de agua Hc(m)	Perímetro mojado de árboles Sw(m)	Número Fr	Coef. de corrección D
											Fricción Hf(m)	Otras Hs(m)				
1	1+648		680.00	204.26	3.329	124.038	2.770	14.314	0.815	15.129			14.314	1.791	1.000	1.442
2	1+446	202.00	680.00	253.38	2.684	139.690	3.481	15.410	0.711	16.121	0.992	0.000	15.171	2.121	0.840	1.935
3	1+240	206.00	680.00	364.10	1.868	159.116	3.765	16.311	0.371	16.682	0.561	0.000	15.597	2.458	0.576	2.087
4	1+041	199.00	680.00	243.57	2.792	161.810	3.347	16.497	0.852	17.349	0.597	0.071	16.497	1.938	1.000	2.142
5	0+823	218.00	680.00	287.26	2.367	117.360	4.159	17.509	0.499	18.008	0.659	0.000	16.685	2.943	0.613	1.745
6	0+621	202.00	680.00	178.43	3.811	105.315	4.948	18.478	0.991	19.469	0.644	0.817	18.478	2.313	1.000	1.338
7	0+419	202.00	680.00	456.45	1.490	148.535	5.253	19.777	0.206	19.982	0.513	0.000	18.162	3.356	0.366	1.817
8	0+218	201.00	680.00	253.63	2.681	96.799	4.996	19.681	0.526	20.207	0.225	0.000	18.760	3.148	0.601	1.436
9	0+000	218.00	680.00	329.93	2.061	113.189	4.196	20.205	0.295	20.500	0.293	0.000	18.922	3.083	0.445	1.363
	合計	1648.00									4.483	0.888				

Tabla A-6.2.13 Cálculo del régimen variado – Río Jiboa (coeficiente de rugosidad 0.045)

No.	Puntos de medición SNAME	Distancia de tramo L(m)	Caudal Q(m <sup>3</sup> /seg)	Área de Escurrimiento A(m <sup>2</sup> )	Velocidad de flujo V(m/s)	Perímetro mojado S(m)	Profundidad d(m)	Tirante de escurrimiento H(m)	Carga de velocidad Hv(m)	Altura de energía EEL(m)	(Pérdida del tramo)		Nivel crítico de agua Hc(m)	Perímetro mojado seccional Sw(m)	Perímetro mojado de árboles Sw(m)	Número Fr	Coef. de corrección D
											Fricción Hf(m)	Otras Hs(m)					
1	1+649		1090.00	201.16	5.419	78.526	5.715	56.015	1.535	57.550			56.015	2.781	0.000	1.000	1.025
2	1+445	204.00	1090.00	404.60	2.694	136.227	6.107	58.567	0.404	58.971	1.421	0.000	57.352	5.867	0.000	0.514	1.091
3	1+240	205.00	1090.00	559.93	1.947	175.321	5.500	59.240	0.210	59.450	0.478	0.000	56.964	8.114	0.000	0.352	1.085
4	1+033	207.00	1090.00	293.30	3.716	143.151	4.011	59.911	0.797	60.709	1.259	0.000	59.687	8.088	0.000	0.867	1.132
5	0+905	195.00	1090.00	225.43	4.835	60.025	6.047	61.287	1.207	62.495	1.786	0.000	60.502	2.175	0.000	0.757	1.012
6	0+823	5.00	1090.00	206.47	5.279	81.433	4.442	61.542	1.452	62.994	0.046	0.453	61.542	2.489	0.000	1.000	1.021
7	0+802	30.00	1090.00	242.51	4.495	98.955	4.992	62.192	1.102	63.294	0.300	0.000	61.950	1.687	0.000	0.901	1.069
8	0+609	194.00	1090.00	290.82	3.748	79.771	6.313	63.843	0.724	64.567	1.273	0.000	65.261	1.086	0.000	0.600	1.010
9	0+403	206.00	1090.00	409.10	2.664	102.384	6.050	64.830	0.383	65.213	0.646	0.000	62.532	2.280	0.000	0.424	1.057
10	0+206	197.00	1090.00	282.58	3.857	89.316	5.468	65.108	0.791	65.899	0.686	0.000	63.870	2.296	0.000	0.667	1.042
11	0+000	206.00	1090.00	228.69	4.766	66.018	4.476	66.146	1.159	67.305	1.406	0.000	65.613	0.000	0.000	0.807	1.000
	合計	1649.00									9.302	0.453					

Tabla 6.3.1 Resultados del Estudio de Tráfico (1/3)

Estación CA:2, Puente La Perla  
 Fecha 1 de febrero, 2000 (martes)

1) Tráfico hacia el este

(Unidad: veh.)

Hora	Motocicleta	Vehículos Livianos			Vehículos Pesados				Total (excepto motocicleta)	Peatón (persona)	Bicicleta (unidad)
		Automovil	Camioneta	Microbús	Bus	Camion de 2 ejes	Camion de 3 ejes	Remolque			
6:00~7:00	1	2	4		2	2	1	4	15		3
7:00~8:00	1	2	5		3	4	1		15	10	3
8:00~9:00	1	3	5		1	4			13	10	1
9:00~10:00		1	8	1	1	3	1	6	21	7	
10:00~11:00	1		8		1	4		6	19	8	3
11:00~12:00		1	12		2	1	1	9	26	3	1
12:00~13:00	1	3	10		2	1		15	31	26	2
13:00~14:00		3	7		2	3	1	2	18	4	1
14:00~15:00			12		1	3		6	22	2	1
15:00~16:00	1	4	11	1	1	3	1	5	26	4	1
16:00~17:00		4	8		3	4		3	22	17	3
17:00~18:00		3	7		1	2	1	1	15		
合計	6	26	97	2	20	34	7	57	243	91	19

2) Tráfico hacia el oeste

(Unidad: veh.)

Hora	Motocicleta	Vehículos Livianos			Vehículos Pesados				Total (excepto motocicleta)	Peatón (persona)	Bicicleta (unidad)
		Automovil	Camioneta	Microbús	Bus	Camion de 2 ejes	Camion de 3 ejes	Remolque			
6:00~7:00		1	5		1	2	1	10	20	5	2
7:00~8:00		1	14		4	2	2	4	27	28	7
8:00~9:00		2	14			9		12	37	10	
9:00~10:00	2		7		1	1		9	18	13	
10:00~11:00	1	1	13	1	1	3		7	26	15	3
11:00~12:00		1	12		2	4		3	22	8	4
12:00~13:00		1	10		1	4		4	20	18	2
13:00~14:00		3	2		3	4		1	13	3	1
14:00~15:00	1	1	12	1	1	4	1	7	27	2	1
15:00~16:00	1	2	9	1	2	8		10	32	16	3
16:00~17:00		1	13		2	6	3	10	35	4	3
17:00~18:00		1	4				1	5	11	13	5
合計	5	15	115	3	18	47	8	82	288	135	31

3) Volumen del tráfico hacia ambas direcciones

(Unidad: veh.)

Hora	Motocicleta	Vehículos Livianos			Vehículos Pesados				Total (excepto motocicleta)	Peatón (persona)	Bicicleta (unidad)
		Automovil	Camioneta	Microbús	Bus	Camion de 2 ejes	Camion de 3 ejes	Remolque			
6:00~7:00	1	3	9	0	3	4	2	14	35	5	5
7:00~8:00	1	3	19	0	7	6	3	4	42	38	10
8:00~9:00	1	5	19	0	1	13	0	12	50	20	1
9:00~10:00	2	1	15	1	2	4	1	15	39	20	0
10:00~11:00	2	1	21	1	2	7	0	13	45	23	6
11:00~12:00	0	2	24	0	4	5	1	12	48	11	5
12:00~13:00	1	4	20	0	3	5	0	19	51	44	4
13:00~14:00	0	6	9	0	5	7	1	3	31	7	2
14:00~15:00	1	1	24	1	2	7	1	13	49	4	2
15:00~16:00	2	6	20	2	3	11	1	15	58	20	4
16:00~17:00	0	5	21	0	5	10	3	13	57	21	6
17:00~18:00	0	4	11	0	1	2	2	6	26	13	5
合計	11	41	212	5	38	81	15	139	531	226	50

Tráfico de 12 horas

Dirección este 243 veh.

Dirección oeste 288 veh.

Ambos direcciones 531 veh.

Tráfico equivalente a 24 horas

x 1.253 665 veh.

El índice de ampliación esta basado en los datos proporcionados por el MOPTVDU.

表 6.3.2

Resultados del Estudio de Tráfico (2/3)

Estación CA:2、Puente Cangrejera  
 Fecha 1 de febrero, 2000 (martes)

1) Tráfico hacia el este (Unidad: veh.)

Hora	Motocicleta	Vehículos Livianos			Vehículos Pesados				Total (excepto motocicleta)	Peatón (persona)	Bicicleta (unidad)
		Automovil	Camioneta	Microbús	Bus	Camion de 2 ejes	Camion de 3 ejes	Remolque			
6:00~7:00	2	6	20		5	4	1	10	46	8	28
7:00~8:00	2	19	22		3	7		8	59	26	32
8:00~9:00		11	21	1	4	16		4	57	9	11
9:00~10:00	2	11	30	2	2	13		9	67	11	28
10:00~11:00	2	7	26	5	2	11	1	9	61	17	22
11:00~12:00	1	10	35	1	2	9		8	65	2	18
12:00~13:00		7	29		3	3	2	16	60	18	30
13:00~14:00	1	14	18		2	10	1	12	57	10	12
14:00~15:00		11	20		3	10		8	52	14	31
15:00~16:00	1	4	34	2	1	5		9	55	11	30
16:00~17:00	2	9	32	1	4	5		6	57	15	42
17:00~18:00	1	11	22	1	3	1		6	44	30	48
合計	14	120	309	13	34	94	5	105	680	171	332

2) Tráfico hacia el oeste (Unidad: veh.)

Hora	Motocicleta	Vehículos Livianos			Vehículos Pesados				Total (excepto motocicleta)	Peatón (persona)	Bicicleta (unidad)
		Automovil	Camioneta	Microbús	Bus	Camion de 2 ejes	Camion de 3 ejes	Remolque			
6:00~7:00	1	1	18	1	3	4		7	34	6	22
7:00~8:00	3	7	19		4	7		9	46	7	17
8:00~9:00		8	23	1	4	9		11	56	8	16
9:00~10:00	1	6	29	2	3	6	1	8	55	7	17
10:00~11:00		5	21	1	3	8		7	45	5	17
11:00~12:00		7	26	1	2	6		5	47	16	27
12:00~13:00	2	9	28		3	9		7	56	10	12
13:00~14:00	1	13	26	1	3	6		6	55	11	13
14:00~15:00	1	10	23		5	12	1	7	58	1	15
15:00~16:00	1	7	28		3	11	1	16	66	12	25
16:00~17:00		11	34		4	12	2	10	73	12	36
17:00~18:00		12	24	1	5	5		5	52	19	35
合計	10	96	299	8	42	95	5	98	643	114	252

3) Volumen del tráfico hacia ambas direcciones (Unidad: veh.)

Hora	Motocicleta	Vehículos Livianos			Vehículos Pesados				Total (excepto motocicleta)	Peatón (persona)	Bicicleta (unidad)
		Automovil	Camioneta	Microbús	Bus	Camion de 2 ejes	Camion de 3 ejes	Remolque			
6:00~7:00	3	7	38	1	8	8	1	17	80	14	50
7:00~8:00	5	26	41	0	7	14	0	17	105	33	49
8:00~9:00	0	19	44	2	8	25	0	15	113	17	27
9:00~10:00	3	17	59	4	5	19	1	17	122	18	45
10:00~11:00	2	12	47	6	5	19	1	16	106	22	39
11:00~12:00	1	17	61	2	4	15	0	13	112	18	45
12:00~13:00	2	16	57	0	6	12	2	23	116	28	42
13:00~14:00	2	27	44	1	5	16	1	18	112	21	25
14:00~15:00	1	21	43	0	8	22	1	15	110	15	46
15:00~16:00	2	11	62	2	4	16	1	25	121	23	55
16:00~17:00	2	20	66	1	8	17	2	16	130	27	78
17:00~18:00	1	23	46	2	8	6	0	11	96	49	83
合計	24	216	608	21	76	189	10	203	1,323	285	584

Tráfico de 12 horas

Dirección este 680 veh.

Dirección oeste 643 veh.

Ambos direcciones 1,323 veh.

Tráfico equivalente a 24 horas

x 1.371 1,814 veh.

El índice de ampliación esta basado en los datos proporcionados por el MOPTVDU.

Tabla 6.3.3

Resultados del Estudio de Tráfico (3/3)

Estación CA:2 Antigua, Puente Jiboa

Fecha 1 de febrero, 2000 (martes)

1) Tráfico hacia el este

(Unidad: veh.)

Hora	Motocicleta	Vehículos Livianos			Vehículos Pesados				Total (excepto motocicleta)	Peatón (persona)	Bicicleta (unidad)
		Automovil	Camioneta	Microbús	Bus	Camion de 2 ejes	Camion de 3 ejes	Remolque			
6:00~7:00		5	25		9	5		1	45		5
7:00~8:00	6	8	19	1	11	6			45	8	3
8:00~9:00	5	17	28	1	9	11			66	1	
9:00~10:00	4	9	38		9	6	1		63		3
10:00~11:00	3	15	30		14	7			66	2	1
11:00~12:00	3	12	28	1	11	5			57		1
12:00~13:00	3	8	41		14	6		1	70		
13:00~14:00	2	4	28		8	8			48		
14:00~15:00		6	30		10	8			54		2
15:00~16:00	6	11	33		8	7	1	1	61	3	1
16:00~17:00	5	10	33		10	8		1	62	3	1
17:00~18:00	3	11	29	1	15	6			62	6	3
合計	40	116	362	4	128	83	2	4	699	23	20

2) Tráfico hacia el oeste

(Unidad: veh.)

Hora	Motocicleta	Vehículos Livianos			Vehículos Pesados				Total (excepto motocicleta)	Peatón (persona)	Bicicleta (unidad)
		Automovil	Camioneta	Microbús	Bus	Camion de 2 ejes	Camion de 3 ejes	Remolque			
6:00~7:00	2	10	22	1	13	6			52		2
7:00~8:00	6	6	29		13	5	2	1	56	2	10
8:00~9:00		4	32		10	5	1	1	53	3	2
9:00~10:00	4	11	37		6	9	1		64	1	1
10:00~11:00	3	14	36		9	8			67	2	2
11:00~12:00	2	12	38		11	4	2		67	2	2
12:00~13:00	1	6	26	1	12	6		1	52		
13:00~14:00	6	8	28	1	9	6	1	1	54		1
14:00~15:00	4	11	33	1	10	16			71	4	1
15:00~16:00	4	7	43	1	14	9	1	1	76		
16:00~17:00	2	16	28	1	10	7			62	1	2
17:00~18:00	4	19	36		5	1			61	4	2
合計	38	124	388	6	122	82	8	5	735	19	25

3) Volumen del tráfico hacia ambos direcciones

(Unidad: veh.)

Hora	Motocicleta	Vehículos Livianos			Vehículos Pesados				Total (excepto motocicleta)	Peatón (persona)	Bicicleta (unidad)
		Automovil	Camioneta	Microbús	Bus	Camion de 2 ejes	Camion de 3 ejes	Remolque			
6:00~7:00	2	15	47	1	22	11	0	1	97	0	7
7:00~8:00	12	14	48	1	24	11	2	1	101	10	13
8:00~9:00	5	21	60	1	19	16	1	1	119	4	2
9:00~10:00	8	20	75	0	15	15	2	0	127	1	4
10:00~11:00	6	29	66	0	23	15	0	0	133	4	3
11:00~12:00	5	24	66	1	22	9	2	0	124	2	3
12:00~13:00	4	14	67	1	26	12	0	2	122	0	0
13:00~14:00	8	12	56	1	17	14	1	1	102	0	1
14:00~15:00	4	17	63	1	20	24	0	0	125	4	3
15:00~16:00	10	18	76	1	22	16	2	2	137	3	1
16:00~17:00	7	26	61	1	20	15	0	1	124	4	3
17:00~18:00	7	30	65	1	20	7	0	0	123	10	5
合計	78	240	750	10	250	165	10	9	1,434	42	45

Tráfico de 12 horas

Dirección este 699 veh.

Dirección oeste 735 veh.

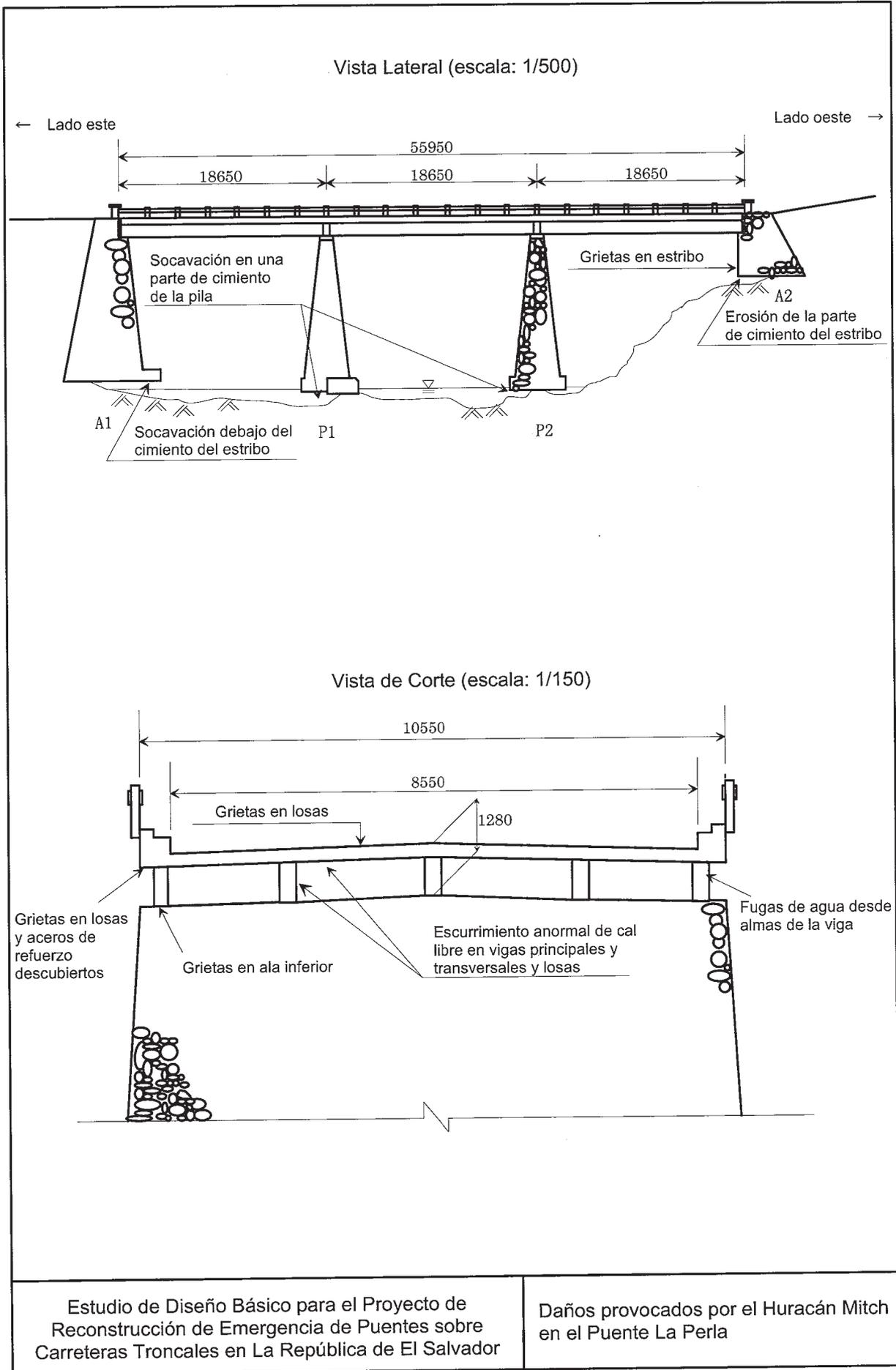
Ambos direcciones 1,434 veh.

Tráfico equivalente a 24 horas

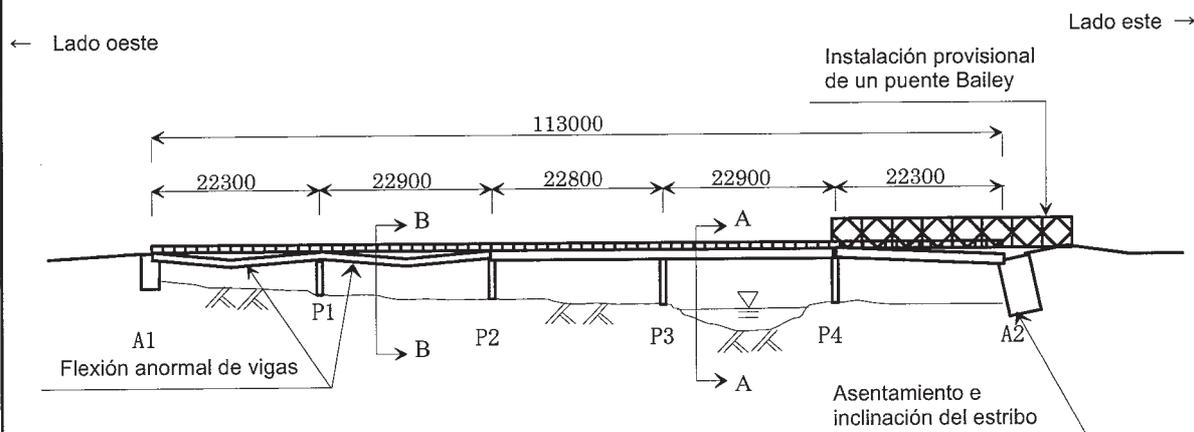
x 1.371 1,966 veh.

El índice de ampliación esta basado en los datos proporcionados por el MOPTVDU.

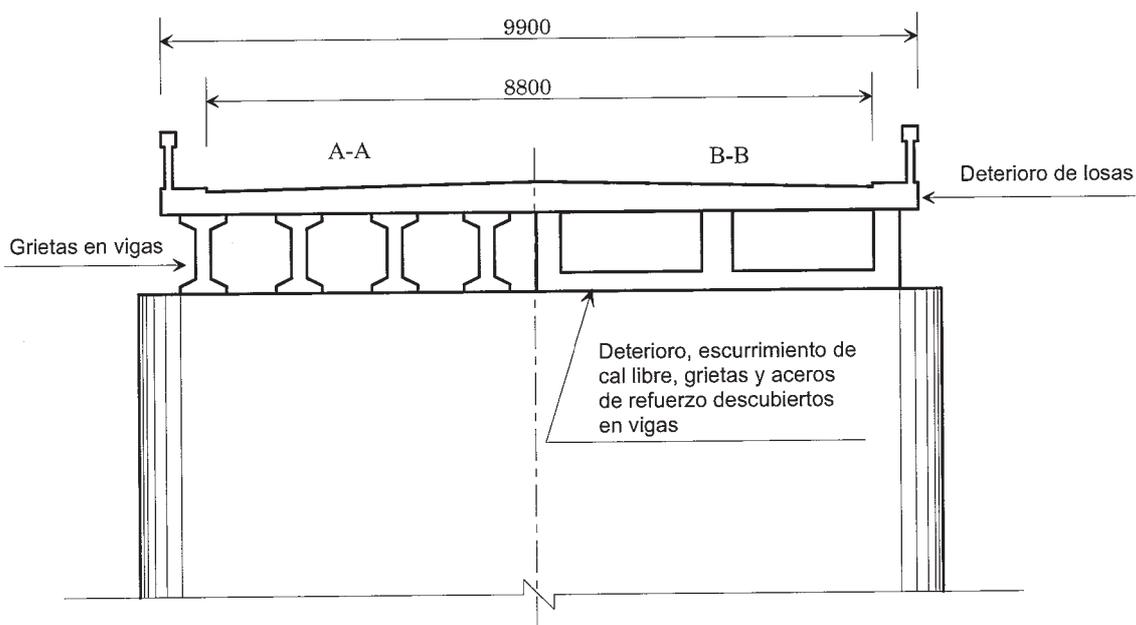
# ANEXO-6.4 Daños en los Puentes del Proyecto



Vista Lateral (escala: 1/1000)



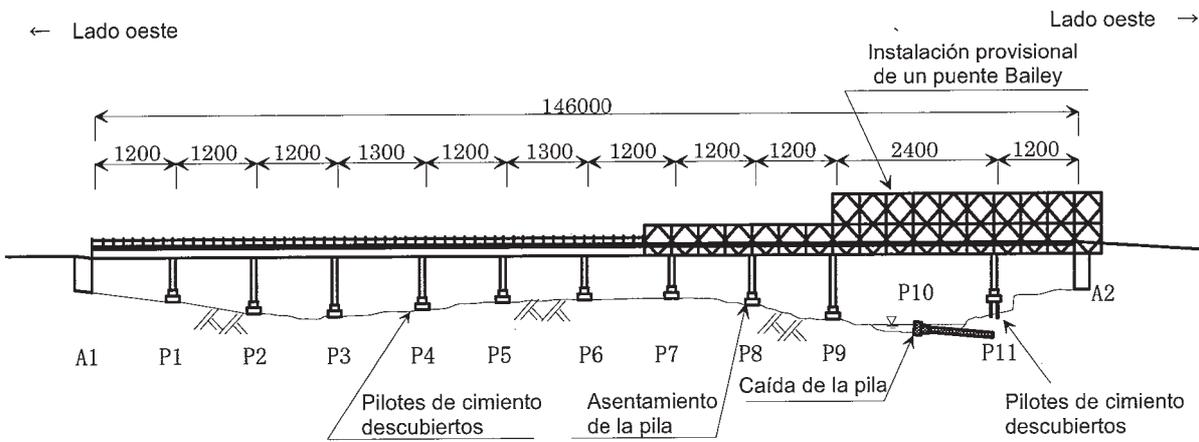
Vista de Corte (escala: 1/150)



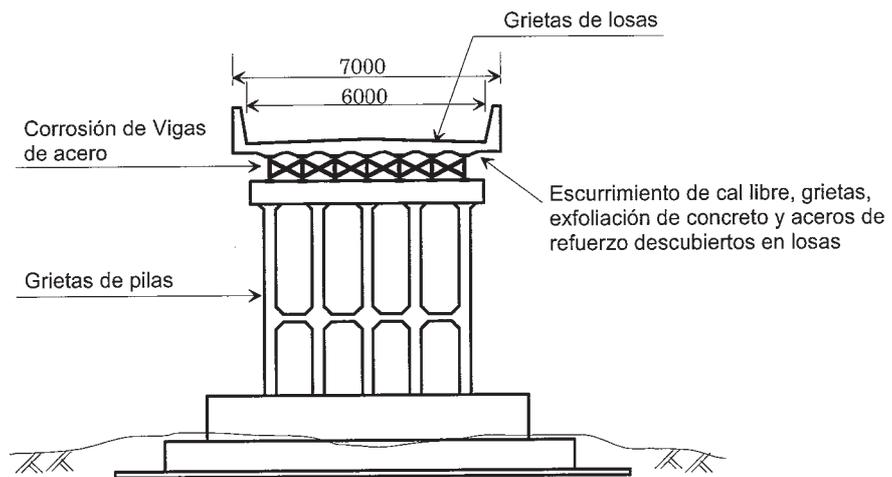
Estudio de Diseño Básico para el Proyecto de Reconstrucción de Emergencia de Puentes sobre Carreteras Troncales en La República de El Salvador

Daños provocados por el Huracán Mitch en el Puente Cangrejera

Vista Lateral (escala: 1/1000)



Vista de Corte (escala: 1/200)





Fue socavado profundamente el fondo de cimiento de la pila a causa de la inundación causada por el "Mitch".



También fue socavado profundamente el fondo de cimiento del estribo del lado este (la margen izquierda del río).



Actualmente no se puede reconocer los daños recibidos debido a la reparación urgente realizada.



El cimiento del estribo del lado oeste (la margen derecha del río) fue erosionado por la lluvia torrencial y el agua fluida de taludes.



Se observa mucha cal libre en la cara inferior de la superestructura. Se puede estimar la penetración de agua desde las grietas de losas.



Se han generado grietas en las alas situadas debajo de la viga principal. En la cara inferior de las losas hay lugares donde están al descubierto los aceros de refuerzo.

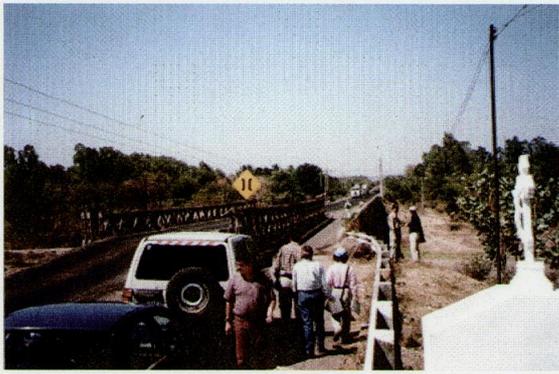
**Foto 1 Daños del Puente La Perla**



El estribo del lado este (la margen izquierda del río) se asentó e inclinó por la inundación causada por el "Mitch".



Debido al asentamiento del estribo, la primera luz del lado este se inclinó, en este tramo está instalado provisionalmente un puente Bailey.



Se ha convertido en un obstáculo para el tráfico debido al cambio del número de carriles de 2 en CA: 2 a 1 en el puente Bailey.



Se ha generado una flexión anormal en las vigas de concreto armado tipo hueco colocadas en 2 luces del lado oeste.

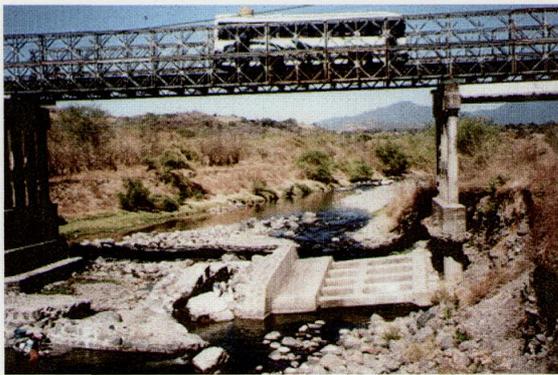


Las vigas de concreto armado colocadas en 2 luces del lado oeste están muy deterioradas, tienen muchas grietas penetrantes, exfoliación de concreto y aflojamiento de los aceros de refuerzo.



Se han generado grietas tipo hexagonal en el punto de apoyo de la viga de concreto presforzado tipo "I" del lado este.

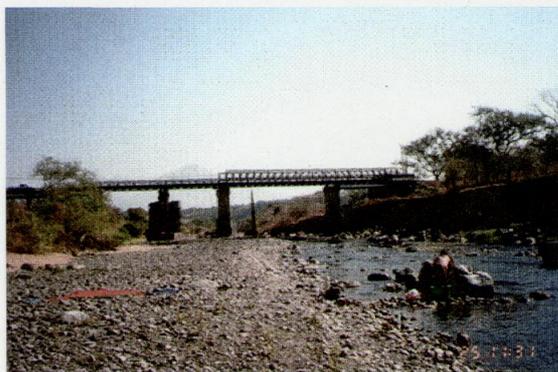
**Foto 2 Daños del Puente Cangrejera**



Fue socavado profundamente el cimiento de la pila No.2 del lado este por la inundación causada por el "Mitch" que acabó cayéndose.



Fue socavado profundamente el cimiento de la pila No.1 del lado este y han aparecido pilotes.



Incluyendo la medida para la influencia del asentamiento de la pila No.4 del lado este, está instalado un puente Bailey en las 5 luces del lado este.



Los pilotes de cimentación para pilas son de una estructura sencilla que uniendo tubos de concreto se insertan unos perfiles de acero y se inyectan cantos rodados y mortero.



En losas de concreto situadas en 7 luces del lado oeste, se han generado muchas grietas y penetrantes.



En la cara inferior de las losas, existen fugas de agua desde las grietas. También están al descubierto los aceros de refuerzo.

**Foto 3 Daños del Puente Jiboa**