

**INFORME DEL ESTUDIO DE DISEÑO BÁSICO  
PARA  
EL PROYECTO DE RECONSTRUCCIÓN DE  
DOS PUENTES SOBRE PRINCIPALES  
CARRETERAS EN LA ZONA SUR  
EN  
LA REPÚBLICA DE HONDURAS**

**JULIO, 2005**

**AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DEL JAPÓN**

**GM**

**JR**

**05-104**

## PREFACIO

En respuesta a la solicitud del Gobierno de la República de Honduras, el Gobierno del Japón decidió realizar un estudio de diseño básico para el Proyecto de Reconstrucción de Dos Puentes Sobre Principales Carreteras en la Zona Sur y encargó dicho estudio a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

JICA envió a Honduras una misión de estudio desde el 10 de febrero hasta el 8 de marzo de 2005.

La misión sostuvo discusiones con las autoridades relacionadas del Gobierno de Honduras y realizó las investigaciones en los lugares destinados al Proyecto. Después de su regreso al Japón, la misión realizó más estudios analíticos. Luego se envió otra misión a Honduras con el propósito de discutir el borrador del diseño básico y se completó el presente informe.

Espero que este informe sirva al desarrollo del Proyecto y contribuya al promover las relaciones amistosas entre los dos países.

Deseo expresar mi profundo agradecimiento a las autoridades pertinentes del Gobierno de la República de Honduras, por su estrecha cooperación brindada a las misiones.

Julio, 2005

Seiji Kojima  
Presidente  
Agencia de Cooperación Internacional  
del Japón

Julio, 2005

## ACTA DE ENTREGA

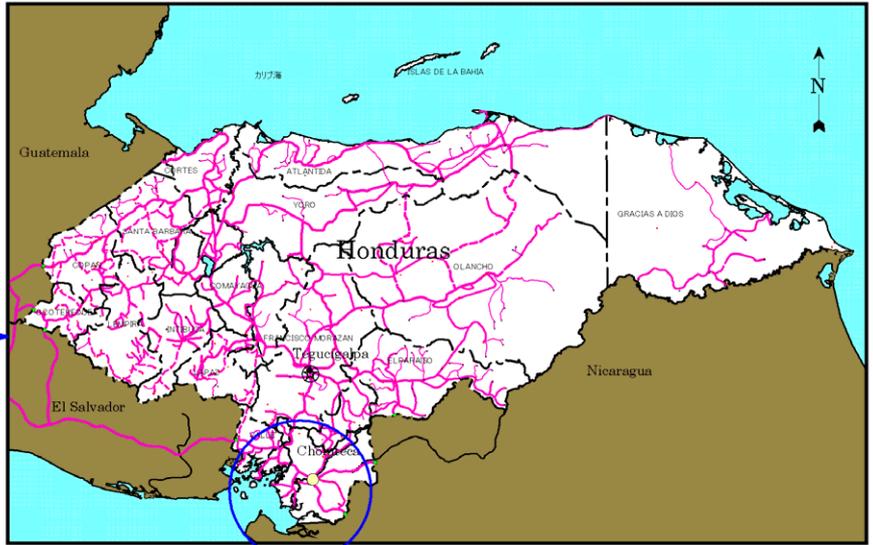
Tenemos el placer de presentarle el Informe del Estudio de Diseño Básico sobre el Proyecto de Reconstrucción de Dos Puentes Sobre Principales Carreteras en la Zona Sur en la República de Honduras.

Bajo el contrato firmado con JICA, Katahira & Engineers International, hemos llevado a cabo el presente Estudio desde Enero, 2005 hasta Julio, 2005. En el Estudio hemos examinado la pertinencia del proyecto en plena consideración a la situación actual de Honduras, y hemos planificado el Estudio más apropiado para el Proyecto dentro del marco de la Cooperación Financiera no Reembolsable del Gobierno del Japón.

Esperamos que este Informe sea de utilidad en el desarrollo del Proyecto.

Muy atentamente,

Shingo Gose  
Jefe del Equipo de Ingenieros  
Misión de Estudio de Diseño Básico  
sobre el Proyecto de Reconstrucción de  
Dos Puentes Sobre Principales  
Carreteras en la Zona Sur en la  
República de Honduras  
Katahira & Engineers International



Mapa de Ubicación del Proyecto



Puente Las Hormigas



Puente Agua Caliente

Perspectiva

## Lista de Figura y Cuadro

### Cuadro

2.2.2.1-1	Resultado de la Inspección de Seguridad de Pilastra .....	2-12
2.2.2.2-1	Propuesta de Obras del Puente Agua Caliente .....	2-15
2.2.2.3-1	Cuadro Comparativo de Tipos de la Superestructura .....	2-19
2.2.2.3-2	Cuadro Comparativo del Método de las Obras de Cimentación de Pilastras del Puente Las Hormigas.....	2-20
2.2.2.4-1	Cuadro Comparativo del Método de las Obras de Protección de los Márgenes del Puente Las Hormigas .....	2-26
2.2.2.4-2	Cuadro Comparativo del Método de las Obras de Protección del Fondo de Río del Puente Las Hormigas.....	2-27
2.2.2.4-3	Cuadro Comparativo del Método de las Obras de Protección de los Márgenes del Puente Agua Caliente. ....	2-28
2.2.3.1-1	Dimensión del Diseño .....	2-29
2.2.4.3-1	Delimitación de la Responsabilidad de Ambos Gobiernos .....	2-36
2.2.4.5-1	Plan de Control de Calidad de las Obras de Concreto .....	2-38
2.2.4.5-2	Plan del Control de Calidad de las Obras de Suelo y Asfalto .....	2-39
2.2.4.6-1	Descripción del Lugar de Adquisición de los Materiales Principales.....	2-40
2.2.4.6-2	Descripción del Lugar de Adquisición de los Maquinarias Principales ..	2-41
2.2.4.7-1	Cronograma de Ejecución del Proyecto.....	2-42
2.5.1-1	Estimación Aproximada del Costo del Proyecto .....	2-45
2.5.2-1	Descripción de Mantenimiento y Gastos Anuales .....	2-46

### Figura

2.2.2.1-1	Estado de Deformación de la Estructura General del Puente Las Hormigas.....	2-6
2.2.2.1-2	Estado Actual de la Zona de Ubicación del Puente Las Hormigas.....	2-8
2.2.2.1-3	Estado Actual del Puente Agua Caliente .....	2-10
2.2.2.1-4	Resistencia de las Vigas Principales de la Superestructura del Puente Agua Caliente Existente.....	2-11
2.2.2.1-5	Resistencia de Concreto de la Losa del Puente Agua Caliente Existente .....	2-12
2.2.2.1-6	Estado de las Grietas en el Capitel de la Pilastra .....	2-12
2.2.2.3-1	Propuesta de la Composición de Ancho Estándar de Puentes.....	2-17
2.2.2.4-1	Alineamiento Horizontal de la Carretera de Aproximación del Puente Las Hormigas.....	2-23
2.2.2.4-2	Sección estándar de Carretera de Aproximación Para el Puente Las Hormigas.....	2-24
2.2.3.2-1	Sección de la Pilastra del Puente Las Hormigas .....	2-29
2.2.3.2-2	Vista general (Puente Las Hormigas) .....	2-30
2.2.3.2-3	Obras de protección de márgenes y fondo (Puente Las Hormigas).....	2-31
2.2.3.2-4	Plan y Perfil de Carretera de Aproximación (Puente Las Hormigas, Lado Choluteca) .....	2-32
2.2.3.2-5	Plan y Perfil de Carretera de Aproximación (Puente Las Hormigas, Lado Nicaragua).....	2-33
2.2.3.2-6	Vista general (Puente Agua Caliente) .....	2-34

### Foto

2.2.2.1-1	Estado de Daños Presentados en las Vigas de la Superestructura .....	2-7
2.2.2.1-2	Profundidad de desplante de la Cimentación de1 Estribo A2 .....	2-7
2.2.2.1-3	Desviación Brusca del alineamiento de la Carretera.....	2-8
2.2.2.1-4	Refuerzo Provisional de Terraplén del Estribo a base de gavión .....	2-13

## Abreviatura

AASHTO	:	American Association of State Highway and Transportation Officials
ASTM	:	American Society for Testing and Materials
CA	:	Carretera Centro Americana
DGC	:	Dirección General de Carreteras
FV	:	Fondo Vial
JICA	:	Japan International Cooperation Agency
JIS	:	Japanese Industrial Standards
PC	:	Prestressed Concrete
PPP	:	Plan Puebla Panama
RC	:	Reinforced Concrete
RICAM	:	Red Internacional de Carreteras Mesoamericanas
SERNA	:	Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente
SN	:	Structural Number
SOPTRAVI	:	Secretaría de Obras Publicas, Transporte y Vivienda

## RESUMEN

La República de Honduras (en adelante denominado Honduras) es uno de los países menos desarrollados de Centroamérica, donde su sistema económico está basado principalmente en la agricultura.

De acuerdo a la reciente tendencia de integración de los países de Centroamérica, se ha activado la distribución internacional de productos tales como los productos agrícolas, etc. Por tal motivo, con el fin de reactivar la economía de Honduras será indispensable asegurar la circulación de las cargas internacionales rehabilitando las carreteras pertinentes.

No obstante, los puentes que están construidos sobre algunas carreteras principales, son puentes antiguos que tienen más de cincuenta (50) años de construcción; están deteriorados, y también hay algunos de ellos que no podrán dar abasto al volumen y la cantidad de tráfico que se está incrementando año con año.

En 1998 cuando Honduras fue azotado por el Huracán Mitch, casi toda la red de carreteras que se encuentra en el país quedó incomunicada. En ese entonces, varios países donantes incluyendo Japón brindaron apoyo y asistencia para rehabilitar los principales puentes, siendo en su mayoría una reparación a nivel de emergencia.

En base a la situación en que se encuentra el país, el Gobierno de Honduras solicitó ante el Gobierno Japonés la Cooperación Financiera No Reembolsable para la reconstrucción de tres (3) puentes (Puente Guacirope, Puente Las Hormigas y Puente Namasigue) que están localizados sobre la carretera CA-1 que es la Carretera Panamericana, es una carretera principal a nivel internacional y la carretera CA-3; parte del Corredor Logístico del Plan Puebla Panamá, y estos puentes fueron diseñados con cargas menores a las que se requieren actualmente.

En respuesta a esta solicitud, el Gobierno Japonés ha enviado un equipo de Estudio Preliminar desde el 17 de junio hasta el 8 de julio de 2004, para analizar la necesidad y la urgencia de la reconstrucción de los cuatro(4) puentes objeto de dicho Estudio, incluyendo el Puente Agua Caliente que se agregó a la solicitud separadamente. Como resultado, se ha considerado viable la Cooperación Financiera No Reembolsable, ya que se estima que la reconstrucción y la rehabilitación de los dos(2) puentes: el Puente Las Hormigas y el Puente Agua Caliente es necesario.

El Gobierno Japonés decidió llevar a cabo el Estudio de Diseño Básico de los dos(2) puentes antes mencionados, y desde el 10 de febrero de 2005 hasta el 8 de

marzo de 2005 envió a Honduras el Equipo de Estudio de Diseño Básico, con el fin de sostener conversaciones con la parte hondureña y realizar estudios en los lugares objeto del Proyecto.

Después de su retorno a Japón, dicho Equipo realizó el diseño básico de acuerdo al contenido del Proyecto en forma más apropiada, tomando en cuenta los resultados del estudio de campo. Luego, elaboró el Borrador del Informe Final de Diseño Básico, como resumen de todo el contenido del Estudio.

JICA envió nuevamente a Honduras el Equipo de Estudio de Diseño Básico para la explicación de dicho informe, desde el 31 de mayo de 2005 hasta el 8 de junio de 2005, y a través de las conversaciones sostenidas con personal asignado para tal fin de Honduras, se confirmó el contenido del Informe logrando su acuerdo.

A continuación se presenta el resumen del Proyecto propuesto finalmente por el Equipo de Estudio de Diseño Básico:

**【Contenido del Proyecto】**

- ① Puente Las Hormigas (Carretera CA- 3) : Reconstrucción Total del puente.
- ② Puente Agua Caliente (Carretera CA- 1) : Sustitución de Superestructura y Pilastra.

En el siguiente cuadro se describe la Escala del Proyecto.

		Puente Las Hormigas	Puente Agua Caliente
Longitud del puente (número de tramos)		45.00m (dos (2) tramos)	46.27m (dos (2) tramos)
Ancho del puente		10.4m	10.4m
Tipo de estructuras del puente	Superestructura	Viga de concreto preesforzado	Viga de concreto preesforzado
	Subestructura	Estribo : Tipo "T" invertido Pilastra : Marco rígido	Estribo : Aprovechar estribo existente(sistema por gravedad) Pilastra : Columna cilíndrica
	Estructura de base	Estribo : Cimentación directa Pilastra : Pilotes colados en situ	Estribo : Cimentación directa (existente) Pilastra : Cimentación directa
Carretera de aproximación (pavimento de asfalto)		Lado de Choluteca 148.4m Lado de Nicaragua 212.3m	Lado de San Lorenzo :18.0m Lado de Choluteca :18.0m
Protección de márgenes		Manpostería húmeda Lado de Choluteca 65.6m Lado de Nicaragua 38.3m	Muro de contención Lado de Choluteca :17.6m
Protección del fondo		Encachado de piedra : 1,453.4m <sup>2</sup>	-
Principales instalaciones complementarias al puente		Postes guía: A 20m para cada lado de la carretera de aproximación	Postes guía: A 20m para cada lado de la carretera de aproximación

En el caso de que se ejecute el presente Proyecto a través de la Cooperación Financiera No Reembolsable de Japón, el período de diseño detallado será de dos meses y medio(2.5)y el período total de las obras de construcción será de

veinticinco meses y medio (25.5) . El costo total del Proyecto se estima en un monto de ¥789 millones de yenes, de los cuales ¥ 781 millones cubrirá el Gobierno Japonés y ¥ 8 millones de yenes serán sufragados por el Gobierno de Honduras.

Los beneficiarios directos del presente Proyecto son los 570 mil moradores que residen entre los Departamentos de Choluteca y Valle, especialmente los pobladores de la ciudad de Choluteca que será el lugar objeto de la construcción de los dos (2) puentes, y los beneficiarios indirectos será toda la población hondureña que es de 6.86 millones habitantes (2004).

Al llevarse a cabo este Proyecto se pueden esperar los siguientes beneficios:

(1) Beneficio Directo

① Incremento del volumen de tráfico

- Al convertirse de un puente provisional de un carril (Puente Las Hormigas) en un puente permanente de dos (2) carriles, se podrá mejorar su funcionamiento como carretera principal, aumentando el nivel de seguridad e incrementando el volumen de tráfico.

② Incremento del peso del vehículo para el paso sobre el puente

- Con la construcción de un puente permanente donde actualmente se está transitando sobre un puente provisional Bailey (Puente Las Hormigas) y con la rehabilitación del puente se podrá incrementar la resistencia a la carga donde actualmente está haciendo falta. En consecuencia, podrán circular camiones (trailers) con gran volumen de 40 toneladas, garantizando el transporte seguro de pasajeros y mercancías. De esta manera se espera mejorar el funcionamiento de las carreteras principales.

③ Reducción del tiempo requerido para el paso sobre el puente.

- Con la remoción de los túmulos en ambos lados de los puentes y la eliminación de cuello de botella generado en el puente (Puente Las Hormigas), debido al paso de un solo sentido se podrá normalizar la velocidad de circulación de los vehiculos a través del puente. Como consecuencia de esto, el tiempo de transporte entre las principales ciudades se podrá reducir logrando una comodidad durante el paso de los vehículos sobre el puente.

④ Mejora de la seguridad de tráfico

- Al mejorar el alineamiento de la carretera en la aproximación del puente (Puente Las Hormigas) se podrá reducir accidentes de tráfico tales como choques de vehículos con el puente, de esta manera mejorará la

seguridad de los usuarios.

- Con la normalización de la velocidad de circulación sobre el puente y la solución del cuello de botella (circulación de un solo sentido), se mejoraría considerablemente la circulación de los vehículos logrando una comodidad durante el paso de vehículos sobre el puente.

⑤ Reducción de la vulnerabilidad contra los desastres naturales

- La vulnerabilidad contra inundaciones y terremotos se podrá disminuir con incremento de la estabilidad de la subestructura y la instalación apropiada de las estructuras de protección en la zona de terraplén de los estribos, asimismo incrementando la sección hidráulica.

(2) Beneficio Indirecto

① Reactivación socio económica de la región

- Se podrá solucionar el cuello de botella (paso de vehículos de un solo sentido) en las CA-1 y CA-3 que son principales carreteras y asegurar una circulación estable de acuerdo a la carga de transporte especificada. Asimismo, se prevé obtener la eficiencia en el transporte de cargas internacionales con lo cual se promoverá la exportación de los productos agrícolas y pesqueros, impulsando la reactivación socio económica de la región.

② Reducción de pobreza

- A través de la reactivación socio económica de la región se podrá generar fuentes de empleo en la región objeto del Proyecto y como resultado de esto se puede lograr la reducción de la pobreza.

Con el presente Proyecto se espera un gran resultado tal como se mencionó anteriormente, y al mismo tiempo se contribuirá con la mejora del nivel de vida de muchos moradores de la zona objeto del mismo. Por este motivo, se considera viable la ejecución del Proyecto a través de la Cooperación Financiera No Reembolsable de Japón.

Asimismo, en lo que se refiere a la operación y mantenimiento del Proyecto, Honduras dispone de suficiente personal y fuentes financieras, por lo que se estima que no tendrá ningún problema. Además, si se realiza la mejora (reparación de pavimentos, etc.) de las carreteras CA-1 y CA-3, donde se pretende construir los puentes objeto del Proyecto, se estima que el beneficio del mismo se multiplicará aún más.

# ÍNDICE

Prefacio	
Acta de Entrega	
Mapa de Ubicación del Proyecto	
Perspectiva	
Lista de Figura y Cuadro	
Abreviatura	
Resumen	
Capítulo I Fondo del Proyecto .....	1-1
Capítulo II Contenido del Proyecto .....	2-1
2.1 Resumen del Proyecto .....	2-1
2.2 Diseño Básico del Proyecto .....	2-2
2.2.1 Lineamiento de Diseño .....	2-2
2.2.2 Plan Básico .....	2-6
2.2.2.1 Evaluación del Estado de Deterioro de los Puentes Existentes .....	2-6
2.2.2.2 Alcance del Proyecto .....	2-14
2.2.2.3 Plan de Puentes .....	2-16
2.2.2.4 Plan de Carretera de Aproximación y Obras Complementarias .....	2-22
2.2.3 Planos de Diseño Básico .....	2-29
2.2.3.1 Dimensión del Puente .....	2-29
2.2.3.2 Plano de Diseño Básico .....	2-29
2.2.4 Plan de la Ejecución del Proyecto .....	2-35
2.2.4.1 Lineamiento de la Ejecución del Proyecto .....	2-35
2.2.4.2 Puntos Importantes Durante la Ejecución de las Obras de Construcción .....	2-35
2.2.4.3 Delimitación de la Responsabilidad de la Ejecución del Proyecto .....	2-36
2.2.4.4 Plan de Supervisión de Obras de Construcción .....	2-37
2.2.4.5 Plan de Control de Calidad .....	2-38
2.2.4.6 Plan de Adquisición de Equipos y Materiales .....	2-39
2.2.4.7 Cronograma de la Ejecución del Proyecto .....	2-42
2.3 Descripción de Compromisos de la Parte Hondureña .....	2-43
2.4 Plan de Operación y Mantenimiento de Proyecto .....	2-43
2.5 Costo del Proyecto .....	2-45
2.5.1 Estimación Aproximada del Costo del Proyecto .....	2-45
2.5.2 Costo Estimado de Mantenimiento .....	2-46

Capítulo III	Evaluación y Recomendación del Proyecto.....	3-1
3.1	Efecto del Proyecto .....	3-1
3.2	Recomendaciones .....	3-2

Anexo	1	Miembros de la Misión de Estudio	
	2	Programa del Estudio en Honduras	
	3	Lista de los Relacionados en Honduras	
	4	Minuta de Discusiones	
	5	Estimación del Costo Sufragado por el Gobierno de Honduras	
	6	Resultado del Estudio de Tráfico	

## Capítulo I Fondo del Proyecto

La República de Honduras (en adelante denominado Honduras) es uno de los países menos desarrollados de Centroamérica, donde su sistema económico está basado principalmente en la agricultura.

De acuerdo a la reciente tendencia de integración de los países de Centroamérica, se ha activado la distribución internacional de productos tales como los productos agrícolas, etc. Por tal motivo, con el fin de reactivar la economía de Honduras será indispensable asegurar la circulación de las cargas internacionales rehabilitando las carreteras pertinentes.

No obstante, los puentes que están construidos sobre algunas carreteras principales, son puentes antiguos que tienen más de cincuenta (50) años de construcción; están deteriorados, y también hay algunos de ellos que no podrán dar abasto al volumen y la cantidad de tráfico que se está incrementando año con año.

En 1998 cuando Honduras fue azotado por el Huracán Mitch, casi toda la red de carreteras que se encuentra en el país quedó incomunicada. En ese entonces, varios países donantes incluyendo Japón brindaron apoyo y asistencia para rehabilitar los principales puentes, siendo en su mayoría una reparación a nivel de emergencia.

En base a la situación en que se encuentra el país, el Gobierno de Honduras solicitó ante el Gobierno Japonés la Cooperación Financiera No Reembolsable para la reconstrucción de tres (3) puentes (Puente Guacirope, Puente Las Hormigas y Puente Namasigue) que están localizados sobre la carretera CA-1 que es la Carretera Panamericana, es una carretera principal a nivel internacional y la carretera CA-3; parte del Corredor Logístico del Plan Puebla Panamá, y estos puentes fueron diseñados con cargas menores a las que se requieren actualmente.

En respuesta a esta solicitud, el Gobierno Japonés ha enviado un equipo de Estudio Preliminar desde junio hasta julio de 2004, para analizar la necesidad y la urgencia de la reconstrucción de los cuatro(4) puentes objeto de dicho Estudio, incluyendo el Puente Agua Caliente que se agregó a la solicitud separadamente. Como resultado, se ha considerado viable la Cooperación Financiera No Reembolsable, ya que se estima que la reconstrucción y la rehabilitación de los dos(2) puentes; el Puente Las Hormigas y el Puente Agua Caliente es necesario.

## Capítulo II Contenido del Proyecto

### 2.1 Resumen del Proyecto

#### (1) Objetivo Superior y Propósito del Proyecto

Honduras, con el fin de reconstruir el país después del Huracán Mitch ha elaborado el “Plan de Reconstrucción Nacional” en el cual se presenta la visión nacional para el período 2001-2005, por medio del cual se ha venido realizando la recuperación de la infraestructura social del país.

Asimismo en 2001, el Fondo Monetario Internacional y el Banco Mundial aprobaron el “Plan de Implementación de la Estrategia de Reducción de la Pobreza (E.R.P.)” hasta el año 2015, y de esta manera en base a la promoción de un crecimiento económico estable tomando como meta primordial la reducción de la pobreza, se presentan los siguientes objetivos a largo plazo:

- Crecimiento económico equilibrado.
- Incremento de los recursos financieros con miras a la reducción de la pobreza en las zonas rurales y urbanas,
- Elevar el índice de la matrícula escolar en niños, y aumentar y mejorar la calidad de recursos humanos en base a la política de salud y fortalecimiento nutricional,
- Reforzar la protección contra la población más vulnerable de la sociedad tales como niños huérfanos, grupos minoritarios, entre otros, y
- Fortalecimiento de sostenibilidad de la estrategia en base al monitoreo y seguimiento de, el fortalecimiento de la gobernabilidad, gestión de los recursos públicos, igualdad de sexos, conservación y sostenibilidad del medio ambiente, gestión de riesgos y medidas estratégicas contra la pobreza.

A través de dichos planes, el Plan de Reconstrucción Nacional y la Estrategia de Reducción de la Pobreza, la Secretaría de Obras Públicas, Transporte y Vivienda (en adelante denominado “SOPTRAVI”) elaboró dentro del plan de desarrollo vial el “Plan de Rehabilitación del Corredor Logístico”. Este Plan fue establecido de acuerdo al Plan Puebla Panamá (P.P.P.), que une las carreteras principales desde Puebla, México hasta Panamá, ratificado en la Reunión Cumbre de los Ocho Países de Centro América incluyendo México que tuvo lugar en año 2001. Los objetivos del Plan Puebla Panamá son los siguientes:

- Aprovechar las riquezas y ventajas comparativas en los aspectos económico y regional siguiendo los principios del desarrollo sostenible,
- Subsanan el déficit de infraestructura social que permaneció abandonado durante un largo período,
- Reducción de la pobreza,
- Reducción de la vulnerabilidad contra los desastres naturales, y
- Fortalecimiento de los lazos de la cooperación regional, con el fin de lograr los objetivos arriba mencionados.

Dentro del marco del Plan Puebla Panamá se ha llegado a la conclusión de que el 70% de las carreteras principales de centro América se encuentran deterioradas, lo cual aumenta el costo del transporte en más del 200 % de lo que vale en los Estados Unidos de América, por lo cual se ha recomendado la implementación de la Red Internacional de Carreteras Mesoamericanas (R.I.C.A.M.) en 2002. Se trata de una red vial internacional de 8,977 km entre Puebla y Panamá, compuesta por carreteras principales que pasan a lo largo del Océano Pacífico y otras carreteras del lado del Océano Atlántico y sus correspondientes ramales y conexiones regionales complementarios. Dentro de esta red vial, en Honduras

está asignado por RICAM un tramo de 713 Km, considerado como el corredor logístico.

Los dos (2) puentes del presente Proyecto se ubican sobre el corredor logístico. Por lo que el proyecto se llevará a cabo en respuesta a la solicitud del Gobierno de Honduras, tomando en consideración de que se podrá contribuir tanto para el Plan de Reconstrucción Nacional como para el objetivo de la Estrategia de Reducción de la Pobreza y el Plan de Desarrollo Vial de SOPTRAVI. Los Objetivos Generales y los Objetivos Específicos del Proyecto son:

- Objetivos Superiores del Proyecto : Reactivar la economía de Honduras.
- Propósito del Proyecto : A través de la rehabilitación de la Carretera Panamericana asegurar el transporte de pasajeros y mercancías en forma estable.

(2) Resumen del Proyecto

Con el fin de lograr los objetivos antes descritos en el presente Proyecto se reconstruirá el Puente Las Hormigas que se encuentra sobre la Carretera Nacional CA-3 y se substituirá la superestructura y la pilastra del Puente Agua Caliente que está localizado en la Carretera Nacional CA-1.

## 2.2 Diseño Básico del Proyecto

### 2.2.1 Lineamiento de Diseño

(1) Alcance de la Cooperación

El alcance de la Cooperación de los mismos será como sigue:

- Puente Las Hormigas (Sobre la carretera nacional CA-3) : Reconstrucción Total del puente
- Puente Agua Caliente (Sobre la carretera nacional CA-1) : Sustitución de Superestructura y Pilastra

(2) Normas aplicadas del Puente

Los puentes objeto de la Cooperación se situarán sobre el corredor logístico de Honduras. Por lo que las normas aplicadas del puente se requieren las normas correspondientes al dicho corredor.

Tomando consideración en las normas del puente recién construido sobre la carretera nacional, la velocidad de diseño y el ancho de carril se establecen como sigue:

- Carga de Diseño : Trailer de 40.9 toneladas AASHTO HS20-44(32.7 toneladas) más el 25% : carga de diseño usada en Honduras
- Velocidad de Diseño : 80 km/hora (Norma Americana de las Estructuras Geométricas)
- Número de carriles : dos (2) carriles (al igual que la carretera existente)
- Ancho de carril : 3.6m (al igual que la carretera existente)
- Ancho de la banqueta : 1.3m para ambos lados (se utiliza como vereda y paso para bicicleta)

(3) Lineamiento sobre Condiciones Naturales

Para la elaboración del plan de construcción y estimación de la velocidad y caudal de la corriente de los ríos, lo mismo que para el estimado de la profundidad de socavación se tomará como referencia las condiciones meteorológicas.

Las condiciones de los ríos serán un factor muy importante para estimar la necesidad y dimensión de las obras de protección de las márgenes y el fondo de río,

y también para la elaboración del plan de ubicación de los estribos y la determinación de la altura del puente.

Las condiciones geográficas y geológicas servirán para la elaboración del plan de ubicación del puente y los estribos (longitud de puente), lo mismo que para la estimación de la profundidad del estrato soportante y la capacidad de soporte de la cimentación del puente. Además se utilizarán para la selección del tipo de cimentación, y la determinación del plan de construcción.

En la definición de selección del tipo de puente y magnitud de la subestructura y la cimentación se requieren de los datos sísmicos.

En cuanto al nivel de agua máxima de diseño, debido a que no hay diques, es difícil estimar el nivel de inundación a través de los cálculos, por lo que la estimación se llevará a cabo en base a las entrevistas a los moradores, estableciendo los niveles máximos de inundación aparte del nivel de inundación del Huracán Mitch.

En cuanto a la separación entre el nivel de agua y las vigas, se tomará mayor de 1.0m como referencia la altura establecida en otros puentes de proyectos de la Cooperación Financiera no Reembolsable de Japón.

Para la longitud mínima de luz, se tomará como referencia las normas japonesas de la administración de ríos, instalaciones y estructura que están basadas en los caudales de inundación. (Orden Ministerial sobre Normas Estructurales para la Administración de Instalaciones de Ríos de Japón : Asociación de Ríos de Japón)

1) Año de Probabilidad de Crecidas de Diseño y Altura Libre entre el Nivel de Agua y las Vigas

- Año de probabilidad de crecidas de diseño : 50 años (el nivel máximo de diseño está basado en las entrevistas realizadas en el sitio del Proyecto. El nivel del agua equivalente a una crecida de 50 años de probabilidad será el nivel máximo de agua aparte del nivel correspondiente al Huracán Mitch.)
- Altura libre entre el nivel de agua y las vigas : Mayor de 1.0 m

2) Longitud mínima de luz

De acuerdo al resultado de las entrevistas realizadas a los moradores de la zona del Proyecto, durante las inundaciones se han presentado arrastre de objetos tales como troncos de árboles, etc. Por tal motivo se tomará como referencia la longitud mínima de luz, de acuerdo al caudal que influye sobre la magnitud de arrastres de objetos por corrientes, basado en la Norma de Estructuras de Ríos de Japón. (Orden Ministerial sobre Normas Estructurales para Administración de Instalaciones de Ríos, etc. (Asociación de Ríos de Japón)

- Longitud mínima de luz (L)(m) :  $L \geq 20 + 0.005 \cdot Q$  (m<sup>3</sup>/s)  
(Q = Caudal máximo para una probabilidad de 50 años)

(4) Normas Aplicables y Condiciones de Diseño

Se aplican las normas que se presentan a continuación. Las cuales, para la composición de ancho del puente, ancho del carril y el alineamiento geométrico se aplica la norma Americana de las Estructuras Geométricas, el diseño de la superestructura se basará en el estándar AASHTO, y en cuanto a la subestructura incluyendo el diseño antisísmico será de acuerdo a la Norma Japonesa para Puentes y Carreteras. La razón por la cual se diseña la superestructura en base a la norma AASHTO, es porque, en principio, la carga viva está basada en la norma americana.

- Norma Americana de las Estructuras Geométricas
- AASHTO : Lineamiento sobre Normas de Diseño de Puentes Carreteros (Versión Año 2002)
- AASHTO : Lineamiento sobre Normas de Diseño de Estructuras de Pavimentos (Versión Año 1993)

- Norma Japonesa para Diseño de Puentes Carreteros (Asociación de Carreteras de Japón)

A continuación se describen las mayores condiciones de Diseño.

1) Carga de Diseño

- Carga viva : HS20-44 más el 25% (40.9 tonelada)
- Variación de temperatura : 20°C ~ 39°C (Se basará en los datos de la temperatura del Departamento de Choluteca)
- Coeficiente sísmico de diseño : 0.115 (el mismo coeficiente que los puentes construidos a través de la Cooperación Financiera No Reembolsable de Japón)

2) Resistencia de Diseño

- Concreto
  - Viga de Concreto Preesforzado (PC) : 36 N/mm<sup>2</sup>
  - Viga de Concreto Reforzado (RC) : 24 N/mm<sup>2</sup> (La resistencia de las vigas de los puentes existentes es de 28 N/mm<sup>2</sup>. Se aplicará la resistencia de las normas de Japón aumentando la robustez de las vigas, con el fin de mitigar las vibraciones producidas por la carga del tráfico.)
  - Estribo y pilastra : 24 N/mm<sup>2</sup>
- Varillas de refuerzo
  - SD 295 (Norma JIS)
  - Diámetro máximo : 32 mm

(5) Lineamiento sobre Condiciones Sociales y Medio Ambiente Natural

El alcance del presente Proyecto trata de la reconstrucción y/o la reparación parcial de los puentes existentes en el mismo lugar donde actualmente éstos están ubicados. Por lo que la ejecución del Proyecto no modificará condiciones sociales ni medio ambiente natural. No obstante al realizar los trabajos de plan, diseño y construcción, tratará de disminuir los efectos de condiciones sociales y medio ambiente natural considerando los siguientes :

- Evitar la reubicación de los moradores la zona del Proyecto,
- Adoptar el metodo de los trabajos que pueden producir ruidos y vibraciones minimos,
- Tomar nota de la seguridad del tráfico manteniendo el camino de desvío durante las obras de construcción,
- Tomar las medidas de prevención contra la contaminación de agua del río,
- Tratar adecuadamente los desechos de las obras de construcción.

(6) Lineamiento sobre la Subcontratación Local

De acuerdo al resultado del estudio realizado en el lugar del Proyecto, se estima que será factible adquirir casi todos los equipos y materiales, asimismo la mano de obra incluyendo los ingenieros en Honduras. Por lo tanto, la compañía de construcción japonesa que se encargará de las obras de construcción deberá contratarlos en el país. Sin embargo, debido a que las compañías de construcción que trabajan en el Departamento de Choluteca son de pequeña escala, y no cuentan con mucha experiencia en obras de construcción de puentes, la participación en éste Proyecto será principalmente en el suministro de mano de obra. Tomando en cuenta esta situación, el organigrama de la ejecución de las obras de construcción deberá ser de administración directa por la empresa de construcción japonesa.

(7) Lineamiento sobre la Capacidad de Operación y Mantenimiento del Ente Ejecutor

En cuanto al mantenimiento de carreteras, en año 2000 se independizó el Departamento de mantenimiento de carreteras y actualmente se controla a través

de la Dirección General de Carreteras (DGC) y la Dirección Ejecutiva de Fondo Vial (FV) de SOPTRAVI.

La Dirección General de Carreteras principalmente se encarga de la construcción de nuevos proyectos de carreteras y puentes y las reparaciones de gran escala, y la Dirección Ejecutiva de Fondo Vial se responsabiliza por el mantenimiento e inspección de carreteras y puentes. El mantenimiento de los puentes que serán construidos por este Proyecto, estará a cargo de la Dirección Ejecutiva del Fondo Vial (FV). El nivel de mantenimiento en cuanto a la técnica y presupuesto es no alto. Por lo tanto se adoptarán las estructuras más fácil posible en mantenimiento.

(8) Lineamiento sobre el Método de Construcción

Para la construcción de puentes de alta calidad, se pretende aplicar ampliamente la técnica y la metodología que se están utilizando hoy en día, tanto en Japón como a nivel internacional. Asimismo, se especificarán en los documentos de diseño y de las normas, los procedimientos y el criterio de las pruebas necesarias de materiales y de productos acabados. Las obras de construcción, se llevarán a cabo tomando en consideración la seguridad y el medio ambiente de los moradores de la zona del Proyecto y los trabajadores involucrados en las obras. Además, por razones que los puentes objeto de este Proyecto están ubicados sobre las carreteras de mayor envergadura para la economía de Honduras, se deberá tomar la máxima consideración para evitar que las obras afecten a las actividades económicas del país; para lo cual se prevé asegurar los desvíos, etc. durante el período de construcción de los mismos.

(9) Lineamiento sobre la Definición de Tipo de los Puentes

Se seleccionará el tipo más apropiado de los puentes, a través de la evaluación general considerando el punto vista económico, el método de construcción, la dificultad de mantenimiento, el impacto del medio ambiente, el alineamiento vertical, la durabilidad, entre otras.

- Economía : Para obtener la mejor relación beneficio costo, reducir el costo de construcción, reparación y mantenimiento de puentes los más que se pueda.
- Método de Construcción : Aplicar el método de construcción fácil, seguro y confiable.
- Mantenimiento : Realizar el mantenimiento de la manera fácil y de bajo costo. Para poder realizarlo, básicamente la superestructura deberá ser de concreto que es libre de mantenimiento.
- Impacto del Medio Ambiente : Se debe tomar en consideración a los moradores de la zona del Proyecto para minimizar la generación de polvos, ruidos y vibraciones, asimismo el impacto a la naturaleza.
- Durabilidad : En la construcción de los puentes se deberá considerar suficientemente la durabilidad. Sobre todo, las obras de protección se dañan fácilmente, por lo que hay que dar énfasis en su durabilidad.

(10) Lineamiento sobre el Cronograma del Proyecto

El proceso de ejecución de este Proyecto se divide de dos (2) fases; la primera fase para el Puente Las Hormigas y la segunda fase será destinada para el Puente Agua Caliente. A continuación se describe el detalle del cronograma de la ejecución del presente Proyecto:

- Diseño de Detallado : Dos y medio (2.5) meses para los dos (2) puentes.
- Gestión de Licitación : Tres y medio (3.5) meses para cada puente (Documentos de licitación, Proceso de precalificación (PQ), Convocatoria a concurso de licitación, Apertura de licitación, Contrato de construcción)
- Obras de Construcción : Puente Las Hormigas... 14 meses  
Puente Agua Caliente... 15.5 meses

2.2.2 Plan Básico

2.2.2.1 Evaluación del Estado de Deterioro de los Puentes Existentes

(1) Puente Las Hormigas

Estabilidad de la Estructura General

Como se muestra en la Figura 2.2.2.1-1, el estribo A1 se ha asentado en forma considerable y está inclinado hacia el lado de aguas arriba. Sin embargo, en el estribo A2 no se observa ninguna inclinación por asentamiento. Cuando se produjo el asentamiento con inclinación pronunciada hacia aguas arriba en el estribo A1, se estima que la superestructura fue afectada por una gran fuerza de torsión generada durante este fenómeno.

En esta figura se presenta el nivel máximo de las crecidas del Huracán Mitch, el nivel de otras crecidas (nivel máximo con probabilidad de 50 años) y el nivel máximo de períodos normales.

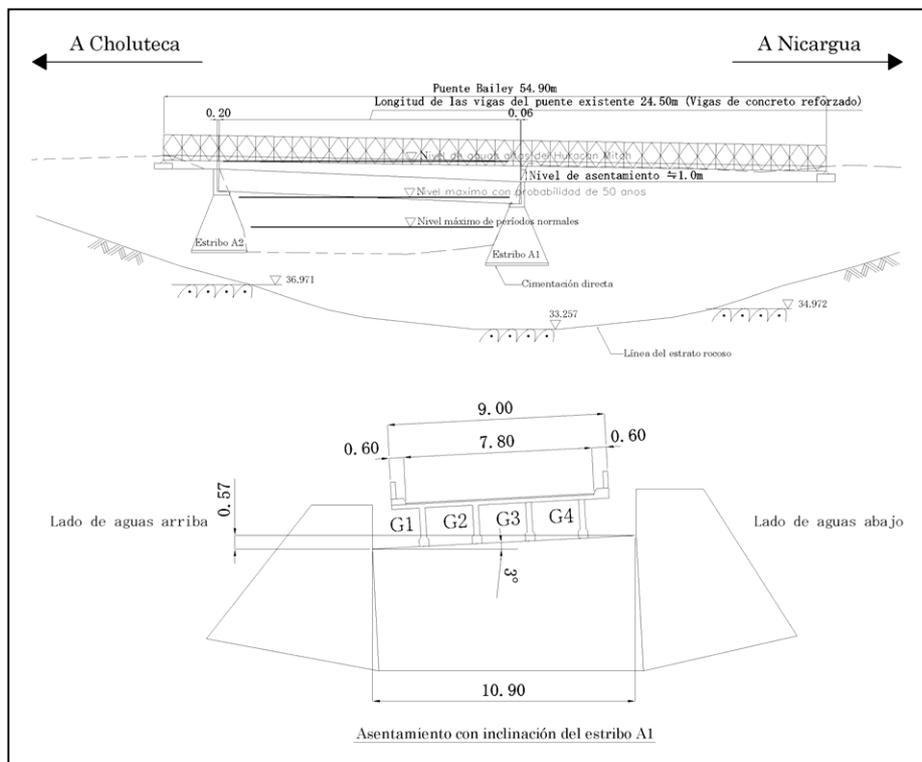


Figura 2.2.2.1-1: Estado de Deformación de la Estructura General del Puente Las Hormigas

### Superestructura

En el extremo de las vigas y en la viga externa de aguas arriba se observan daños causados por la deformación del estribo. Como se muestra en la Foto 2.2.2.1-1 el extremo de las vigas está dañado y en la parte central de la viga exterior se observan grietas en forma de cruz. En base a esta situación, se considera que las causas que provocaron dichos daños, no se deben al asentamiento simple producido por la deformación de la estructura general, sino por la deformación acompañada del efecto de torsión.



Foto 2.2.2.1-1: Estado de Daños Presentados en las Vigas de la Superestructura

### Subestructura

Los daños presentados en la subestructura se deben al asentamiento e inclinación del cuerpo rígido del estribo A1 por socavación. No obstante, no se observaron daños considerables en dicha estructura.

Aunque en el estribo A2 no se observaron asentamiento ni inclinación, tal como se muestra en la Foto 2.2.2.1-2 debido a la poca profundidad de desplante en la cimentación, el fondo ha quedado flotante por socavación. Esto es una situación preocupante, ya que en el futuro pueden producirse deformaciones por causa de socavaciones.

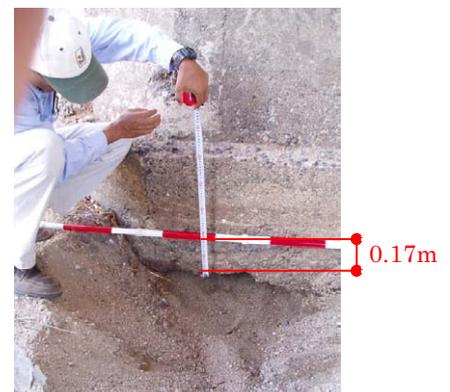


Foto 2.2.2.1-2: Profundidad de desplante de la Cimentación del Estribo A2

### Sección Hidráulica del Puente Existente

En la Figura 2.2.2.1-2 se presenta el plano de ubicación actual del Puente Las Hormigas. A unos 175m aguas arriba del Puente confluyen los ríos 1 y 2. El río 2 es el río que se formó después del Huracán Mitch. El ancho del río 2 es aproximadamente 1.5 veces mayor que el del río 1. Se considera que la sección hidráulica correspondiente al sitio de ubicación del puente actual tiene suficiente capacidad de descarga respecto al río 1. Sin embargo, con la formación del nuevo río es evidente que la longitud de puente actual no sea suficiente. En la misma figura se describe la longitud requerida en base a las secciones del río aguas arriba y aguas abajo. Según lo confirmado en base a entrevistas a los moradores del sitio del Proyecto, se juzga que, debido al efecto del río 2, la dirección de la línea de corriente principal en época de crecidas será tal como se muestra en la figura. Y con el fin de proteger el nuevo puente será necesario construir espigones en el lado aguas arriba de la margen izquierda del río.

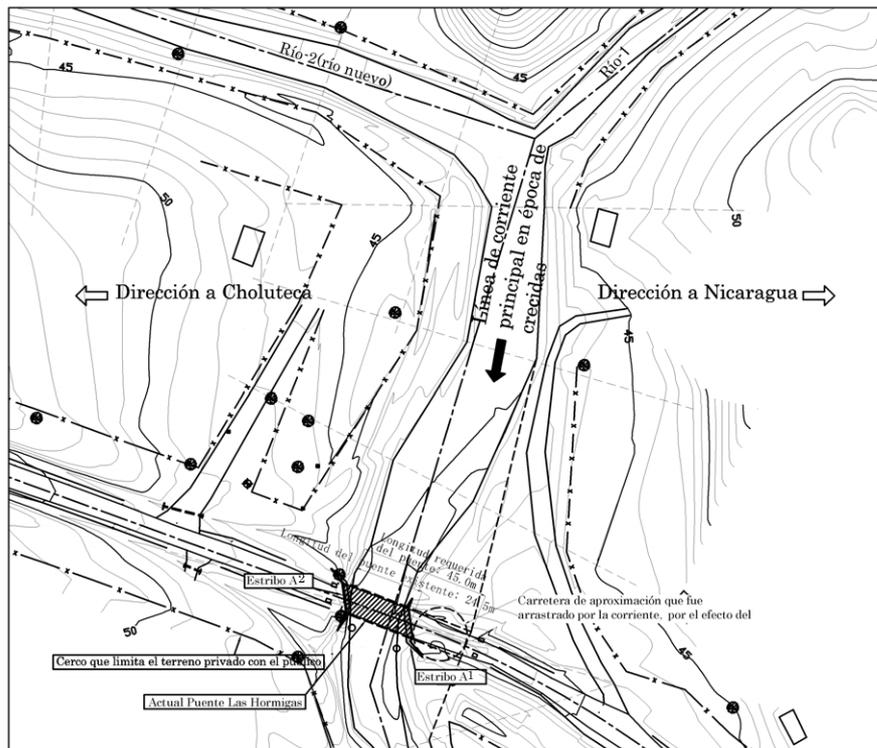


Figura 2.2.2.1-2: Estado Actual de la Zona de Ubicación del Puente Las Hormigas

### Carretera de Aproximación

Sobre el puente existente dañado de 24.5m longitud está construido el puente Bailey de 54.9m de largo. Sin embargo, a pesar de que la longitud del Puente se alargó no se ha corregido el alineamiento de la carretera, por lo cual se presenta un alineamiento horizontal brusco en la carretera de aproximación del lado de Nicaragua, antes de llegar al puente Bailey. (Refiérase la Foto 2.2.2.1-3) De acuerdo a los resultados de la entrevista realizada a los pobladores



Foto 2.2.2.1-3: Desviación Brusca del alineamiento de la Carretera

de esta zona, por el Equipo de Estudio de Diseño Básico, en dicho punto ocurren accidentes de tráfico entre dos(2) a tres(3) veces por mes. En caso de alargar la longitud del nuevo puente respecto a la del puente existente, habrá que modificar el alineamiento de la carretera de aproximación.

#### Medio Ambiente Natural y Entorno Social

En caso de construir el nuevo puente en el mismo sitio del puente actual, no será necesaria la adquisición de terrenos privados. Sin embargo, si será necesario recurrir al alquiler de terreno durante las obras de construcción para el plantel temporal.

#### Evaluación del Grado de Deterioro del Puente

Por razones descritas a continuación, se requiere de la reconstrucción total del Puente.

- Las vigas de la superestructura están destruidas. Además, se presentan grietas notorias en las vigas, las cuales son difíciles de reparar.
- El estribo A1 está asentado e inclinado, y puesto que la cimentación directa no está apoyada en estrato firme es posible que más adelante se puedan generar deformaciones.
- En caso del estribo A2, aunque se considera que está en buenas condiciones, la profundidad de desplante de la cimentación es insuficiente con respecto a los efectos de socavación, y no está apoyada en estrato firme y seguro. Por este motivo, en un futuro cercano se puede producir asentamiento e inclinación por socavaciones.
- En cuanto a falta de longitud para el nuevo puente, se deberá tomar en consideración la influencia del nuevo río.

#### (2) Puente Agua Caliente

##### Estabilidad de la Estructura General

En la Figura 2.2.2.1-3 se presenta la sección longitudinal del puente y el alineamiento estimado del estrato rocoso, de acuerdo al resultado del estudio de perforación. En esta figura se muestra la diferencia entre las dimensiones reales tomadas por el equipo de estudio y las dimensiones correspondientes al plano de diseño, y asimismo se indica el nivel de agua de todas las crecidas ocurridas. La profundidad de desplante de la cimentación es menor que el valor de diseño, y no llega al estrato soportante sano. Por lo consiguiente, es posible que el suelo de la cimentación pueda derrumbarse y erosionarse por socavación, produciendo la caída brusca de las vigas apoyadas sobre los estribos.

En lo que se refiere a la longitud del puente, de acuerdo al nivel máximo de crecida de 50 años de probabilidad, aparte de la crecida del Huracán Mitch, investigado mediante entrevistas a los moradores, la altura libre desde el nivel inferior de las vigas es de aproximadamente 1.4 m, con lo cual se estima que con la longitud del puente existente se puede obtener suficiente capacidad de descarga.

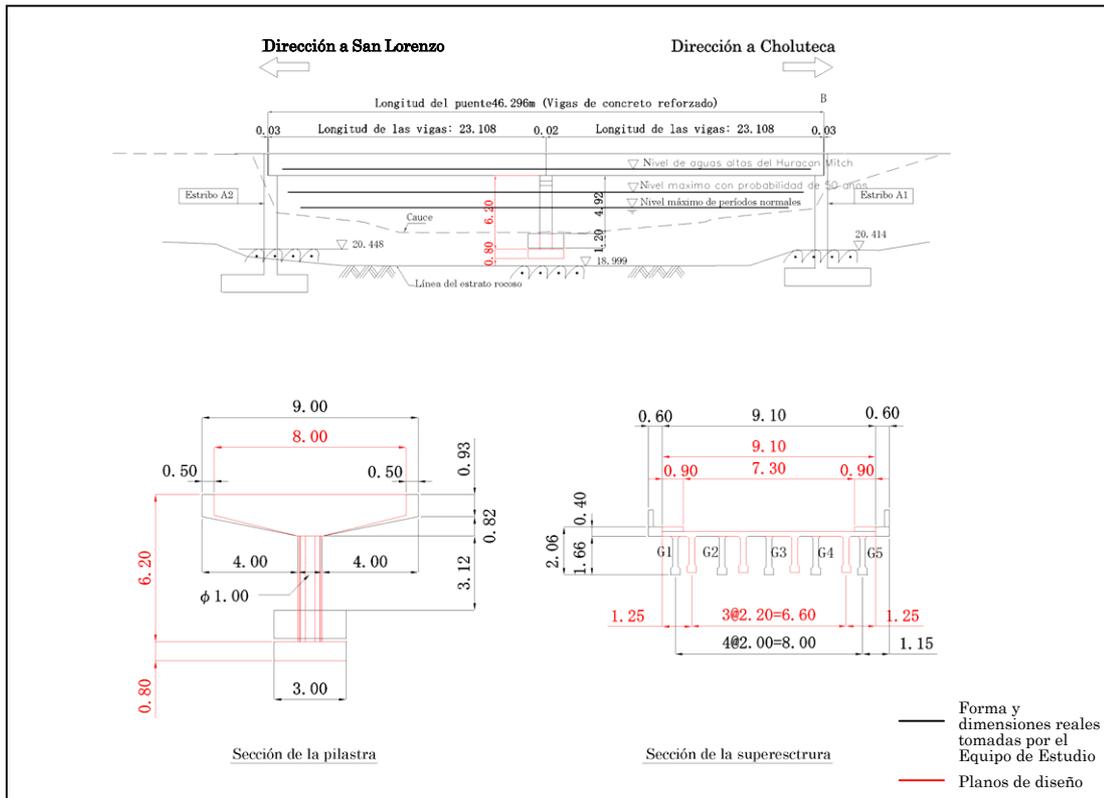


Figura 2.2.2.1-3: Estado Actual del Puente Agua Caliente

Resistencia a la Carga de la Superestructura

En la Figura 2.2.2.1-4 se presenta la resistencia a la carga de la superestructura. En el eje vertical se muestra la carga viva regularizada, y el valor de 1.0 para una carga viva de HS20-44 (32.7 toneladas).

En el eje horizontal se presenta la resistencia de las vigas de la superestructura. Es decir, para un nivel de inventario (diseño) de 1.2, se puede asegurar el peso de vehículos de 39.2 toneladas (32.7x1.2) y para un valor de 0.8, se puede resistir vehículos con el peso de 26.2 toneladas (32.7 x 0.8).

Y en caso del nivel de operación, se refiere al peso máximo permisible de vehículos en el puente, lo cual significa que no se permite cargar el puente entero con vehículos, (estado de congestionamiento de tráfico sobre el puente) ;(Se permite solamente el paso de una unidad.) Asimismo, en la misma figura se muestra el rango de la resistencia de las vigas de superestructura de acuerdo a la inspección realizada con el martillo (*schimdt hammer*) separando las vigas de la margen izquierda y derecha respectivamente.

A través de esta figura se puede comprender que la resistencia a la carga es suficiente para la carga viva diseñada originalmente de HS20-44, sin embargo para la carga viva de HS20-44 más el 25% (40.9 toneladas) que es su función esperada como el corredor logístico, la resistencia a la carga será insuficiente. Además existe una gran diferencia entre la resistencia del concreto de las vigas de la superestructura de la margen derecha y las vigas de la margen izquierda, lo cual afectaría considerablemente a la resistencia a la carga. De todas maneras, las vigas de ambos lados no tienen suficiente resistencia a la carga que satisfaga la carga viva de HS20-44 más el 25%.

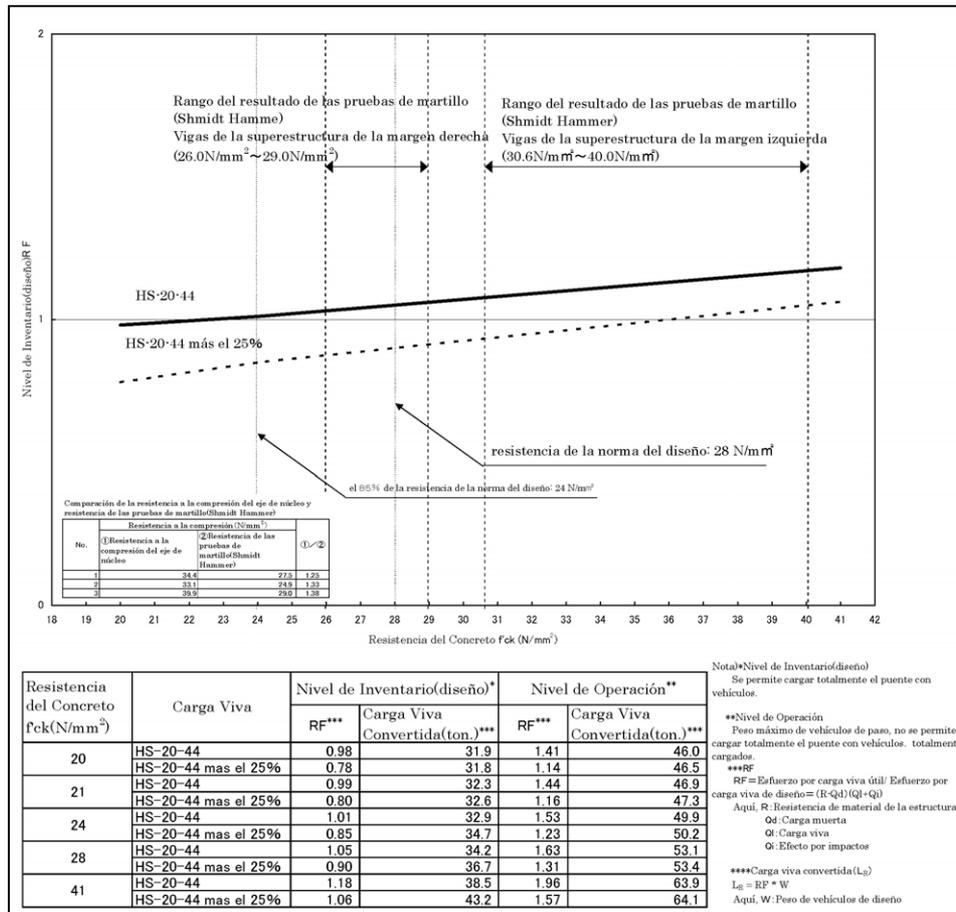


Figura 2.2.2.1-4: Resistencia de las Vigas Principales de la Superestructura del Puente Agua Caliente Existente

En la Figura 2.2.2.1-5 se muestra la relación de resistencia del concreto de la losa de piso. La resistencia mínima del concreto de la losa de la margen derecha del río es de 17.2N/mm<sup>2</sup>, que equivale aproximadamente al 60% de la resistencia de diseño original que es de 28N/mm<sup>2</sup>. Por lo tanto se deberá sustituir. La superestructura y la losa de piso es una sola estructura integrada de concreto reforzado, por lo cual en caso de cambiar la losa se también tendrá que cambiar las vigas.

Tomando en cuenta la situación arriba mencionada, en cuanto a la superestructura, si se analiza el punto de vista de seguridad contra la carga viva de HS20-44, habría que sustituir la superestructura de la margen derecha. Y en caso de satisfacer las funciones de seguridad requeridas para la carretera Panamericana o el Corredor Logístico, que es la carga viva de HS20-44 más el 25%, se deberá sustituir la superestructura en general. Aunque también existe otra alternativa de reforzamiento de la superestructura, en vista de que no se cuentan con los planos de terminación de obras, y no se puede saber con exactitud sobre las condiciones de distribución de las varillas de refuerzo, no es factible realizar la evaluación confiable en forma cuantitativa para la justificación. Por tal motivo, esta alternativa de reforzamiento no es apropiada, ya que no se garantiza la seguridad del puente después de la construcción.

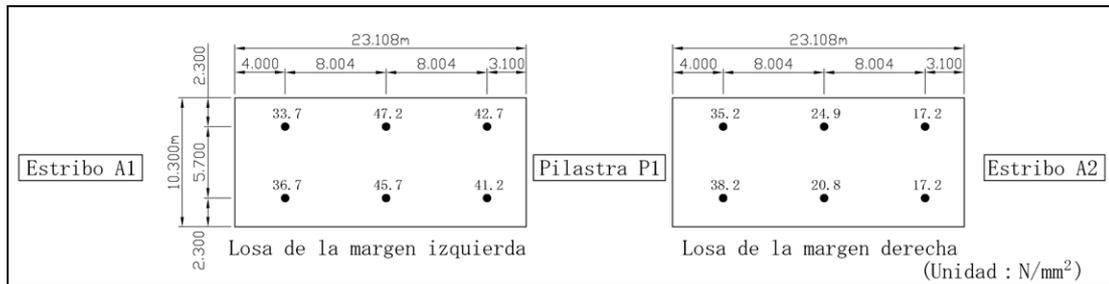


Figura 2.2.2.1-5: Resistencia de Concreto de la Losa del Puente Agua Caliente Existente

**Seguridad de Pilastra**

En la Figura 2.2.2.1-6 se presentan las grietas producidas en el capitel de la pilastra. En el Cuadro 2.2.2.1-1 se describe el resultado de la inspección del esfuerzo unitario del capitel y la columna, el resultado de la inspección de seguridad está vinculado a la estabilidad de cimentación. Referente al capitel, tal como se

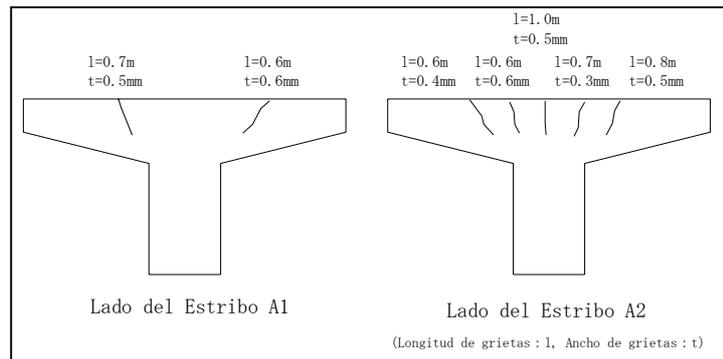


Figura 2.2.2.1-6: Estado de las Grietas en el Capitel de la Pilastra

presenta en la Figura 2.2.2.1-3, la longitud real es mayor que la longitud de diseño. Esto implica que el esfuerzo unitario estimado sobrepasa, sin duda, al esfuerzo admisible. Por lo tanto, se deberá realizar las obras de refuerzo de las mismas. El factor de seguridad de la sección transversal de la columna y la estabilidad de la cimentación, tanto en el caso normal como en el caso de terremotos es menor que el valor admisible. Tomando en consideración todas estas circunstancias, se deberá reconstruir la pilastra. En cuanto a la alternativa de refuerzo, no será apropiada por las mismas razones que el caso de la superestructura. Además, la cimentación es directa y no está bien empotrada en la roca. Esto resulta muy costoso para garantizar la seguridad en la construcción.

Cuadro 2.2.2.1-1: Resultado de la Inspección de Seguridad de Pilastra

	Seguridad del Concreto	Seguridad de las Varillas de Refuerzo
Capitel	Caso Normal : 31.7(Esfuerzo unitario generado) ]9.0N/mm <sup>2</sup> (Esfuerzo unitario admisible) : <b>No cumple</b>	Caso Normal : 499.5(Esfuerzo unitario generado) ]250N/mm <sup>2</sup> (Esfuerzo unitario admisible) : <b>No cumple</b>
Columna	En caso del Sismo : 17.0(Esfuerzo unitario generado) ]14.0N/mm <sup>2</sup> (Esfuerzo unitario admisible) : <b>No cumple</b>	En caso del Sismo : 281.0 (Esfuerzo unitario generado) *375N/mm <sup>2</sup> (Esfuerzo unitario admisible) : <b>Acceptable</b>
Cimentación	Caso Normal : 6.0(Grado de reacción del terreno) ]4.0N/mm <sup>2</sup> (Grado de reacción admisible del terreno) : <b>No cumple</b> En caso del Sismo : 11.8(Grado de reacción del terreno) ]6.0N/mm <sup>2</sup> (Grado de reacción admisible del terreno) : <b>No cumple</b>	

**Estribo**

Aunque en el estribo se observan canecheras y algunas grietas, no habrá problemas de la resistencia de concreto ni la estabilidad del estribo. Por consiguiente, se puede rehabilitar el estribo sellando las grietas y reparando la parte dañada del mismo. Asimismo, la fuerza externa generada contra estribo es principalmente la presión de tierra, y esto casi no afecta a la carga viva, por lo tanto no se toma en consideración. De tal manera que se considera que el estribo

cuenta con suficiente estabilidad y seguridad contra la carga viva de HS20-44 más el 25%.

El terraplén del estribo de la margen izquierda quedó dañado a raíz de las crecidas provocadas por el Huracán Mitch y se ha realizado el refuerzo provisional a base de gavión. ( Referencia, Foto2.2.2.1-4)

Se estima que en época de crecidas la línea de corriente principal en época de crecidas, se desvía hacia la margen izquierda siendo el estribo de la misma margen izquierda el punto de impacto de la corriente. Por lo tanto, se requiere la protección del terraplén del estribo de la margen izquierda con muro de contención de concreto o algo similar.



Foto2.2.2.1-4: Refuerzo Provisional de Terraplén del Estribo a base de gavión.

#### Carretera de Aproximación

El alineamiento de la carretera de aproximación a ambos lados del puente está en buenas condiciones, y en particular, no habrá necesidad de reparación de la misma. Sin embargo, se observan daños en concreto de la losa de aproximación y en algunas partes las varillas de refuerzo quedaron descubiertas, para lo cual se deberá mejorar el terreno de cimentación a 18 m en los dos accesos del puente, sustituir la losa de aproximación dañada y repavimentar.

#### Medio Ambiente Natural y Entorno Social

En la parte frontal del estribo de la margen derecha (dirección a San Lorenzo), se encuentra el manantial de aguas termales. Los moradores de la zona utilizan este manantial como matadero de animales tales como pollos, cerdos, etc. Además, durante la ejecución de los sondeos de perforación se presentó el surgimiento de chorro de aguas termales, lo cual puede generar conflictos con los pobladores durante el proceso de construcción. Al mismo tiempo, se deberá prestar la atención a los moradores del lugar del Proyecto para que ellos sigan teniendo el acceso de dicho manantial, aún durante la construcción del puente.

Los dos accesos del vado que se pretende utilizar como camino de desvío, es carretera de tierra, y en sus alrededores existen casas de los vecinos.

Por lo que, se deberán tomar las medidas pertinentes para la prevención de la generación de polvo con alguna protección durante el paso de vehículos por dicha carretera.

#### Evaluación del Grado de Deterioro del Puente

Según el resultado del levantamiento en el lugar del Proyecto, el estado de seguridad del Puente Agua Caliente se puede resumir de la siguiente manera:

- Debido a que el concreto de la losa de la superestructura de la margen derecha tiene poca resistencia, es necesario sustituirlo junto con las vigas principales.
- La superestructura de la margen izquierda cuenta con buen estado de seguridad, referente a la carga viva de HS20-44 del diseño original. Sin embargo, considerando la carga viva HS20-44 más el 25%, que se requiere según la norma de la Carretera Panamericana, no satisface la fuerza de resistencia a la carga .
- En cuanto a la pilastra, no satisface los requisitos de seguridad de la sección del cuerpo principal ni la estabilidad de la cimentación, por lo tanto se deberá sustituir.
- Referente a los estribos, se encuentran en buen estado de seguridad. Se pueden aprovechar los estribos existentes sellando las grietas y reparando

otras partes deterioradas.

- A raíz de las crecidas el terraplén del estribo de la margen izquierda quedó dañado, y se ha aplicado refuerzo provisional a base de gavión. Esta parte puede ser la zona de impacto de la corriente en el momento de las crecidas, por lo que se debe proteger con muro de contención de concreto o algo similar.

#### **2.2.2.2 Alcance del Proyecto**

##### **(1) Puente Las Hormigas**

De acuerdo al estado del puente existente, se requiere la reconstrucción total. A continuación se describe el alcance del Proyecto:

- Demolición del puente existente.
- Construcción de un nuevo puente . (Longitud del puente:45m)
- Obras de protección y espigones.
- Corrección del alineamiento de la carretera de aproximación de ambos lados del puente, ya que la longitud de puente será casi el doble del puente existente.

##### **(2) Puente Agua Caliente**

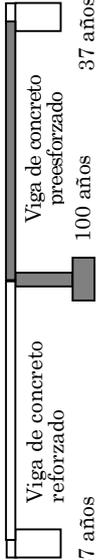
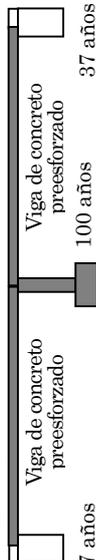
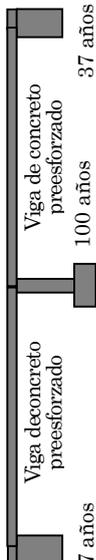
De acuerdo al resultado de diagnóstico del estado de deterioro del Puente existente, se presentan tres (3) propuestas objeto del Proyecto de Cooperación Financiera No Reembolsable de Japón en el Cuadro 2.2.2.2-1. Según el resultado del análisis de comparación presentado en el cuadro mencionado, se aplicará la segunda propuesta, que es el cambio de toda la estructura, menos los estribos para este Proyecto, en base a las siguientes razones presentadas:

- Se cumple con la norma requerida para la Carretera Panamericana sobre la carga viva de HS20-44 más el 25%.
- El costo total de construcción es igual que la propuesta 1, y resulta más económica que la propuesta 3.
- Se pueden evitar conflictos con los vecinos respecto a la alteración que se pueda generar sobre el manantial de aguas termales y/o algunos posibles problemas durante las obras de construcción, ya que se aprovecha los estribos existentes. Por tal motivo, el impacto sobre el medio ambiente natural y social será mínimo.
- Satisface al mismo tiempo la seguridad estructural y la reducción de costo.

Por consiguiente, el alcance del Proyecto será tal como se presenta a continuación:

- Demolición de la superestructura y pilastra existentes.
- Construcción de la superestructura y pilastra.
- Sellado de las grietas producidas en los estribos existentes y reparación de las partes deterioradas de menor escala.
- Protección del terraplén del estribo de la margen izquierda con muro de contención o algo equivalente.

Cuadro 2.2.2.2-1: Propuesta de Obras del Puente Agua Caliente

	Propuesta 1	Propuesta 2	Propuesta 3
<p>Vida útil estimada de la estructura principal</p>	<p>margen izquierda : 60 años    margen derecha: 70 años</p>  <p>37 años    100 años    37 años</p>	<p>margen izquierda : 70 años    margen derecha: 70 años</p>  <p>37 años    100 años    37 años</p>	<p>margen izquierda : 70 años    margen derecha: 70 años</p>  <p>37 años    100 años    37 años</p>
<p>Propuesta de método de obras</p>	<p><u>Superestructura</u> : Reparación de las partes de la margen izquierda(sellar e/o inyectar grietas), sustitución de la superestructura de la margen derecha</p> <p><u>Subestructura</u> : Reparación de los estribos (sellar e/o inyectar grietas), Reconstrucción de la pilastra</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuenta con resistencia a la carga correspondiente a la carga viva de HS20-44. Debido a que en la superestructura de margen izquierda no se realizará ninguna reparación de la estructura, la responsabilidad de diseño lo asumirá la parte hondureña. Por otra parte, la responsabilidad de la superestructura de la margen derecha y la pilastra lo asumirá la parte japonesa, es decir, en un puente se deberá compartir la responsabilidad de diseño entre dos gobiernos.</li> <li>• En cuanto a la sustitución de la pilastra, se deberá realizar las obras apoyando, en forma provisional, la superestructura original. Y como los trabajos prácticamente se encargaría empresa de construcción local, se requiere de una mayor atención a la seguridad durante las obras de construcción.</li> </ul>	<p><u>Superestructura</u> : Sustitución de la superestructura tanto de la margen izquierda como de la margen derecha</p> <p><u>Subestructura</u> : Reparación de los estribos(sellar e/o inyectar grietas), Reconstrucción de la pilastra</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuenta con resistencia contra la carga viva de HS20-44+25%.</li> <li>• La mayor parte de la carga de los estribos es presión de tierra, por lo que aunque se aumente el 25% a la carga viva, se estima que no afecta a la estabilidad. Como este estribo está apoyado en buen estrato rocoso, se deberá aprovechar. Con esta propuesta también se compartirá la responsabilidad de diseño entre ambos gobiernos. El diseño de los estribos estuvo a cargo de la empresa estadounidense y aún después de transcurrir 60 años de construcción, los estribos se mantienen estables y en buenas condiciones. A pesar de que la vida útil de los estribos es corta, la cimentación de los estribos está apoyada en estrato rocoso y la altura de los estribos es baja, se estima que en el futuro la parte hondureña con su capacidad técnica y financiera podrá realizar la sustitución y/o refuerzo con el método seguro.</li> <li>• La carga viva y la resistencia a la carga coinciden con las mismas aplicadas para los puentes construidos a través de la Cooperación Financiera No Reembolsable de Japón, y asimismo satisface la carga viva requerida para los puentes construidos sobre la Carretera Panamericana.</li> <li>• Aunque en comparación con la Propuesta 1, el costo de construcción de la superestructura se aumenta, pero el costo total de las obras sería casi igual. Por las razones que la pilastra no llega hasta un estrato de apoyo en buen estado, en el caso de la Propuesta 1, el costo de las obras de soporte provisional de un lado de la superestructura resultaría muy elevado.</li> </ul>	<p>Reconstrucción total</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuenta con resistencia contra la carga viva de HS20-44+25%.</li> <li>• La carga viva y la resistencia a la carga coinciden con las mismas aplicadas para los puentes construidos a través de la Cooperación Financiera No Reembolsable de Japón, y asimismo coinciden con la carga viva requerida para los puentes construidos sobre la Carretera Panamericana.</li> <li>• Siendo la más costosa, de las tres (3) propuestas presentadas, llama más la atención al público como un proyecto de la Cooperación Financiera No Reembolsable de Japón.</li> <li>• En cuanto a la vida útil del puente terminado, de las tres propuestas aquí mencionadas, sería con la vida útil más larga. Y en cuanto al punto de vista de seguridad estructural, también sería lo mejor.</li> </ul>
<p>Propuesta elejida</p>	<p>○</p>		

### 2.2.2.3 Plan de Puentes

#### (1) Ubicación de los Puentes

##### Puente Las Hormigas

La ubicación del Puente será en el mismo lugar donde está construido el puente existente. A continuación se describen las razones:

- No habrá necesidad de adquirir nuevo terreno.
- Resulta más económico que la propuesta de construir cerca del puente existente, ya sea en aguas arriba o aguas abajo, aprovechando la carretera existente (donde se encuentra el puente Bailey) como camino de desvío. En este caso, para la obra de excavación del nuevo estribo se necesitaría de una obra de gran escala de sostenimiento de tierra con el fin de lograr la estabilidad del terraplén existente, lo cual resultaría más costoso que la demolición del puente existente. Además, se necesitaría la adquisición del nuevo terreno.
- La conexión con ambos lados de la carretera de aproximación queda con un mejor alineamiento.
- El Gobierno de Honduras se ha comprometido en facilitar el puente Bailey para utilizarse en el camino de desvío.
- Además de la disponibilidad del puente Bailey antes mencionado, también se podrá aprovechar el camino de desvío que se usó durante la construcción del puente Bailey existente, y esto implica que no se necesita de alto costo ni largo tiempo para la construcción del mismo.
- El Gobierno de Honduras no necesita demoler el puente existente. (En caso de construirse el nuevo puente separado del puente existente, si hubiera retraso en la demolición del puente existente, existe la posibilidad de las crecidas arrastren dicho puente. Y esto causaría problemas considerables a la seguridad del nuevo puente.)

##### Puente Agua Caliente

La ubicación del Puente será en el mismo lugar donde se encuentra el puente existente, ya que se aprovecharán los estribos existentes. En cuanto al camino de desvío, se puede aprovechar el camino de desvío que se encuentra localizado aguas arriba.

#### (2) Ubicación de los estribos y la longitud de los puentes

##### Puente Las Hormigas

La longitud del puente se determina de acuerdo a la ubicación de los estribos. La ubicación del estribo de la margen derecha (Estribo A2 ) se mantendrá en la posición actual. En cuanto a ubicación del estribo de la margen izquierda (Estribo A1), será en el lugar adecuado en donde se satisfaga la sección del cauce de ambos lados aguas arriba y aguas abajo. Tomando en consideración lo anterior, la longitud del puente sería de unos 45m.

##### Puente Agua Calientes

La ubicación de los estribos y la longitud del puente serán igual al puente existente, en vista de que se aprovecharán los estribos existentes. La altura libre debajo de las vigas será mayor de 1.0 m con respecto al nivel de agua para una crecida de 50 años de probabilidad .

#### (3) Altura Libre Debajo de las Vigas

La altura libre entre la parte inferior de las vigas y el nivel de agua será mayor de 1.0m.

(4) Composición del Ancho del Puesto

En cuanto a la composición de ancho del puente, en la Figura 2.2.2.3-1 se presentan las tres propuestas basadas en los puentes existentes en las carreteras nacionales CA-1 y CA-3 y los puentes construidos a través de los anteriores proyectos de la Cooperación Japonesa. De las cuales, se aplicará la primera propuesta para el presente Proyecto de acuerdo a las siguientes razones:

- Sobre este Puesto transitan muchas bicicletas, por lo que no se elevará el nivel de la acera, y esta será de uso común tanto para paso de bicicletas como para peatones.
- SOPTRAVI solicita que la franja marginal sea de 30cm. El Equipo de Estudio de Diseño Básico también estima apropiada o esta medida, ya que el porcentaje de paso de los vehículos grandes será muy alto.
- El ancho del carril será de 3.6m, lo cual está de acuerdo a la Norma de Estructura Geométrica Mesoamericana.
- Debido a que la acera no se elevará, se puede aligerar el peso de la superestructura y el diseño de las vigas y la subestructura resultaría más bajo en comparación con otras propuestas.
- Se puede garantizar la seguridad de peatones y bicicletas, ya que se tiene previsto instalar una barricada entre la calzada y la acera.
- Coincide con el ancho de los puentes que se encuentran sobre la carretera nacional CA-1 y CA-3

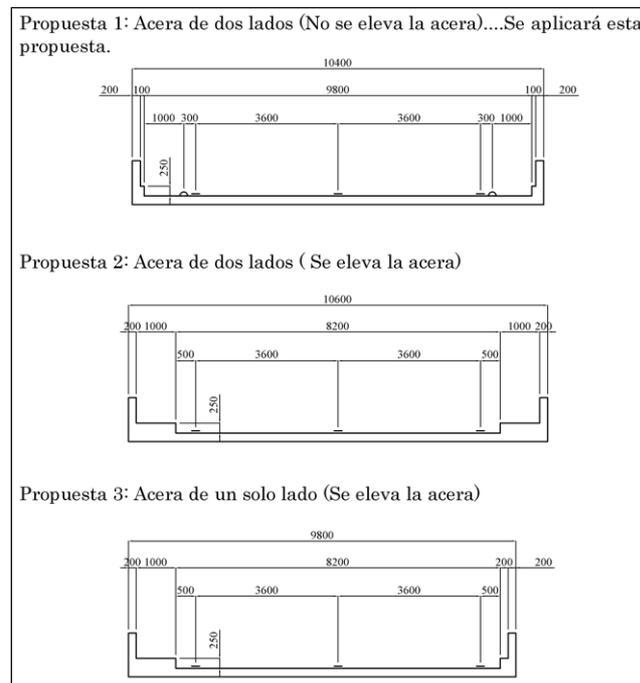


Figura 2.2.2.3-1: Propuesta de la Composición de Ancho Estándar de Puentes

(5) Longitud Mínima de Luz

La longitud mínima de luz se basará en el caudal tomando como referencia la norma de Orden Ministerial sobre Normas Estructurales para Administración de Instalaciones de Ríos, etc. (Asociación de Ríos de Japón), ya que según el resultado de las entrevistas con los pobladores de la zona del Proyecto se han presentado objetos arrastrados por la corriente tales como troncos de árboles, etc.

- Longitud Mínima de Luz  $L (m) \geq 20 + 0.005 \times Q (m^3/s)$   
(Q: Caudal Máximo con Probabilidad de 50 Años)

De acuerdo a la fórmula arriba presentada, la longitud mínima de luz de referencia es la siguiente. No obstante, es simplemente una referencia, y con esto no se asegura un valor mayor de lo que se describe.

- Puente Las Hormigas :  $L = 22.3m$  (Q=448m<sup>3</sup>/s)
- Puente Agua Caliente :  $L = 22.6m$  (Q=504m<sup>3</sup>/s)

(6) Profundidad mínima del terreno de recubrimiento de la Zapata

La profundidad del terreno de recubrimiento deberá ser mayor de 1.5m. Sin embargo, en caso de realizar la protección contra la socavación tales como las obras de protección de márgenes, etc. esta profundidad será aproximadamente de 1.0m.

(7) Tipo de la Superestructura de los Puentes

En el Cuadro 2.2.2.3-1, se presenta la comparación de los tipos de la superestructura de los Puentes. En lo que se refiera a la longitud de puente se describe como ejemplo el Puente Las Hormigas. Según el resultado de análisis de comparación presentado en dicho cuadro, el tipo de superestructura de los dos (2) Puentes será de Viga de Concreto Preesforzado (PC). La longitud de luz y del puente de los dos (2) puentes son casi iguales, por lo que se aplicará el mismo tipo de superestructura para ambos puentes

- Puente Las Hormigas : Viga simple de concreto preesforzado de dos (2) tramos (Longitud del Puente : 45.00m, Longitud de luz :  $21.84m \times 2=43.68m$ )
- Puente Agua Caliente : Viga simple de concreto preesforzado de dos(2) tramos (Longitud del Puente : 46.27m, Longitud de luz :  $22.50m \times 2=45.00m$ )

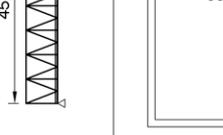
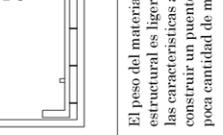
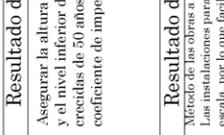
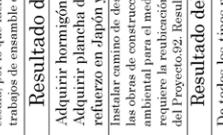
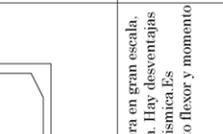
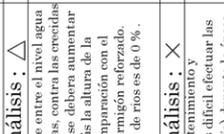
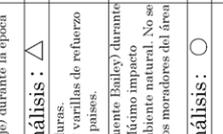
(8) Tipo de Cimentación

Debido a que el estrato rocoso de los estribos del Puente Las Hormigas y la cimentación del Puente Agua Caliente no tiene mucha profundidad, es conveniente la cimentación directa. El estrato rocoso de la cimentación de la pilastra del Puente Las Hormigas es relativamente profundo, por lo que se tiene que decidir entre cimentación directa y la cimentación de pilotes. En el Cuadro 2.2.2.3-2 se presenta la comparación de estos tipos de cimentación.

De acuerdo al resultado del análisis comparativo mostrado en dicho cuadro, el método de pila de pilotes(marco rígido) sería el más ventajoso, tanto desde el punto de vista de manejabilidad durante la construcción como por el costo de las obras.

El método de cimentación es estable al momento de socavación, ya que será de una estructura de marco rígido para la dirección de la descarga, y la resistencia horizontal en caso de socavación, se puede contribuir no solamente a la fuerza horizontal de subsuelo lateral, sino también a la fuerza vertical contra el modo de rotación.

Cuadro 2.2.2.3-1: Cuadro Comparativo de Tipos de la Superestructura

Tipo del Puente	Puente de Tres (3) Tramos	Puente de Dos (2) Tramos	Puente de Tamo Simple	Puente de vigas armadas simples.
Dibujo de Perfil				
Croquis de la Estructura				
Características de la Estructura	<p>Aligerar la carga de la subestructura en un tramo corto. Aumentar resistencia antisísmica por medio de la conexión de puente. Se puede aplicar las normas de la sección tística de AASHTO.</p>	<p>Es de peso propio ligero, y se puede aligerar la carga a la subestructura. Es ventajoso contra sismos.</p>	<p>Peso propio pesado. Genera en gran escala, la carga a la subestructura. Hay desventajas en el punto de vista antisísmica. Es resistente contra momento flexor y momento torsional.</p>	<p>El peso del material de componente estructural es ligero. Es ventajoso contra las características antisísmicas. Se puede construir un puente de tramos amplios, con poca cantidad de material de acero.</p>
Características Hidrológicas	<p>Resultado del análisis : <math>\Delta</math></p>	<p>Resultado del análisis : <math>\Delta</math></p>	<p>Resultado del análisis : <math>\Delta</math></p>	<p>Resultado del análisis : <math>\Delta</math></p>
Manejabilidad en las Obras de Construcción	<p>Resultado del análisis : <math>\times</math></p>	<p>Resultado del análisis : <math>\Delta</math></p>	<p>Resultado del análisis : <math>\times</math></p>	<p>Resultado del análisis : <math>\Delta</math></p>
Adquisición	<p>Método de las obras con sostenimiento y fijación (empotramiento) Es difícil efectuar las obras de instalación (montaje) durante la época de lluvias.</p>	<p>Método de las obras a través de la grúa camión. Se puede realizar las obras de instalación (montaje) durante la época de lluvias.</p>	<p>Método de las obras con sostenimiento y fijación (empotramiento) Es difícil efectuar las obras de instalación (montaje) durante la época de lluvias.</p>	<p>Método de las obras a través de la grúa camión. Las instalaciones para construcción son de pequeña escala, por lo que facilita el traslado. Hay muchos trabajos de ensamble en el lugar de obras.</p>
Impacto Medio Ambiental de la Carretera de Aproximación, etc	<p>Mínimo impacto ambiental para el medio ambiente natural. No se requiere la reubicación de los moradores del área del Proyecto.</p>	<p>Mínimo impacto ambiental para el medio ambiente natural. No se requiere la reubicación de los moradores del área del Proyecto.</p>	<p>Mínimo impacto ambiental para el medio ambiente natural. No se requiere la reubicación de los moradores del área del Proyecto.</p>	<p>Mínimo impacto ambiental para el medio ambiente natural. No se requiere la reubicación de los moradores del área del Proyecto.</p>
Periodo de las Obras de Construcción	<p>Resultado del análisis : <math>\times</math></p>	<p>Resultado del análisis : <math>\Delta</math></p>	<p>Resultado del análisis : <math>\times</math></p>	<p>Resultado del análisis : <math>\Delta</math></p>
Costo de Construcción	<p>Resultado del análisis : <math>\Delta</math></p>	<p>Resultado del análisis : <math>\Delta</math></p>	<p>Resultado del análisis : <math>\times</math></p>	<p>Resultado del análisis : <math>\Delta</math></p>
Mantenimiento	<p>Resultado del análisis : <math>\Delta</math></p>	<p>Resultado del análisis : <math>\Delta</math></p>	<p>Resultado del análisis : <math>\times</math></p>	<p>Resultado del análisis : <math>\times</math></p>
Evaluación General	<p><math>\times</math></p>	<p><math>\Delta</math></p>	<p><math>\times</math></p>	<p><math>\Delta</math></p>

**Cuadro 2.2.2.3-2: Cuadro Comparativo del Método de las Obras de Cimentación de Pilastras del Puente Las Hormigas**

	Propuesta 1: Cimentación de Pilotes Colados en Situ.	Propuesta 2: Cimentación de Tipo Entubado Telescopio	Propuesta 3: Pilastra de Pilotes
Croquis de Cimentación			
Características Estructurales	<p>Debido a que es un pilote combinado, la estructura de cimentación es muy estable.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>El diámetro de pilotes es de 1.0 m a 1.2 m, que es un tamaño versátil.</li> <li>Tiene mayor fuerza de apoyo vertical y resistencia horizontal.</li> <li>La calidad de pilotes depende de la capacidad de construcción.</li> </ul>	<p>Debido a que es un pilote simple, la resistencia de estabilidad contra la fuerza horizontal dependerá del suelo lateral. Para asegurar la estabilidad se requiere de un desplante a gran escala hacia dentro del estrato rocoso.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Es un pilote de diámetro mayor, que es de 3.0 m de diámetro.</li> <li>Tiene mayor fuerza de apoyo vertical y resistencia horizontal.</li> <li>Debido a que las obras de construcción se tendrá que ejecutar a través de los trabajos manuales de trabajadores, se podrá observar las variaciones de estratos y estado del estrato de apoyo en forma visual.</li> </ul>	<p>Debido a que el pilar y los pilotes son de una estructura continua, no se requiere de zapata.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Apoyo vertical solo depende de Estrato de apoyo en punta.</li> <li>La calidad de pilotes depende de la capacidad de construcción.</li> </ul>
Manejabilidad en las Obras de Construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>Debido a que las obras de construcción se llevarán a cabo en la época de lluvia, se deberá subir el terraplén hasta la altura de 44.0 m sobre nivel de mar para tenerlo como la base de obras de construcción.</li> <li>La escala de las obras de construcción será menor, en comparación con la propuesta 1, ya que las obras se llevarán a cabo con excavación manual y para la remoción de tierra se utilizará la excavadora de almeja.</li> <li>Si el nivel de agua subterránea es alto y/o si hay afloramiento de agua en los pilotes, no se podrá llevar a cabo este método de cimentación. (Para poderlo aplicar, se necesita de un tratamiento de agua subterránea y/o afloramiento de agua a través de pozo profundo, etc.)</li> <li>La longitud de excavación desde la superficie de cimentación construida será de unos 12 m, es profunda.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Debido a que las obras de construcción se llevarán a cabo en la época de lluvias, se deberá subir el terraplén hasta la altura de 44.0 m sobre nivel de mar para tenerlo como la base de obras de construcción.</li> <li>La escala de las obras de construcción será menor, en comparación con la propuesta 1, ya que las obras se llevarán a cabo con excavación manual y para la remoción de tierra se utilizará la excavadora de almeja.</li> <li>Si el nivel de agua subterránea es alto y/o si hay afloramiento de agua en los pilotes, no se podrá llevar a cabo este método de cimentación. (Para poderlo aplicar, se necesita de un tratamiento de agua subterránea y/o afloramiento de agua a través de pozo profundo, etc.)</li> <li>La longitud de excavación desde la superficie de cimentación construida será de unos 12 m, es profunda.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Debido a que las obras de construcción se llevarán a cabo en la época de lluvias, se deberá subir el terraplén hasta la altura de 44.0 m sobre nivel de mar para tenerlo como la base de obras de construcción.</li> <li>La escala de las obras de construcción provisional será la más pequeña, ya que no se requiere de la excavación a cielo abierto.</li> </ul>
Adquisición	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las excavadoras de pilotes y las maquinarias para las obras de construcción serán adquiridas en Japón y/o en los terceros países.</li> <li>Se puede adquirir concreto en Honduras.</li> <li>Las varillas de refuerzo serán de importación.</li> <li>La atagüía y tablestacas de acero para retención de tierra serán adquiridas en Japón.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las pequeñas maquinarias de construcción serán adquiridas en Japón o en los terceros países.</li> <li>Se puede adquirir concreto en Honduras.</li> <li>Las varillas de refuerzo serán de importación.</li> <li>La atagüía y tablestacas de acero para retención de tierra serán adquiridas en Japón.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las excavadoras de pilotes y las maquinarias para las obras de construcción serán adquiridas en Japón y/o en los terceros países.</li> <li>Se puede adquirir concreto en Honduras.</li> <li>Las varillas de refuerzo serán de importación.</li> <li>La atagüía y tablestacas de acero para retención de tierra serán adquiridas en Japón. La cantidad de atagüía y tablestacas de acero es la más baja de todos los métodos aquí comparados.</li> </ul>
Impacto del Medio Ambiente	<p>Es necesario un tratamiento para contaminación de agua durante las obras de excavación y para los desechos generados durante las obras, etc. (Se tomarán las contramedidas pertinentes.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Produce poco ruidos y vibraciones durante las obras de construcción.</li> </ul>	<p>Es necesario un tratamiento para los desechos generados por obras, etc., ya que se pretende realizar excavación de todos. (Se tomarán las contramedidas pertinentes.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Produce poco ruidos y vibraciones durante las obras de construcción.</li> </ul>	<p>No se necesita zapata y la excavación de tierra es menor de todos métodos presentados en este cuadro, por lo tanto el impacto del medio ambiente sería mínimo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Produce poco ruidos y vibraciones durante las obras de construcción.</li> </ul>
Período de las Obras de Construcción	<p>Debido a que se utilizan pocos pilotes, se pueden ejecutar las obras en un solo período de época seca.</p>	<p>Debido a que se utilizan pocos pilotes, se pueden ejecutar las obras en un solo período de época seca.</p>	<p>Debido a que se utilizan pocos pilotes, se pueden ejecutar las obras en un solo período de época seca.</p>
Costo de Construcción	<p>El costo de construcción, de todos los métodos presentados en este cuadro, es de costo moderado.</p> <p>(1.10)</p>	<p>El costo de construcción es más alto de todos los métodos aquí presentados.</p> <p>(1.15)</p> <p>(No incluye costo de tratamiento de agua, por medio de pozo profundo, etc.)</p>	<p>El costo de construcción es más bajo de todos los métodos aquí presentados.</p> <p>(1.00)</p>
Evaluación General	<p>○</p>	<p>△</p>	<p>○</p>

(9) Otros

El nivel de crecida de la magnitud del Huracán Mitch puede alcanzar hasta a la altura de las vigas. Previniendo un caso como este, se tomarán las medidas contra los daños o pérdidas de superestructura ocasionados por las fuertes corrientes. Asimismo, se aplicarán las medidas necesarias para la prevención de colapso del puente en el caso de terremoto. Se tomarán las medidas necesarias para prevención de los daños por fuerte corriente y la caída del puente, con el fin de que no se separe la superestructura de la subestructura utilizando la barra de conexión. Por tal motivo, resultaría más económico aplicar las medidas útiles para ambos casos.

(10) Condiciones de Diseño

1) Condiciones de diseño a ser aplicado

- Norma Americana de las Estructuras Geométricas(Norma de Estructura Geométrica Mesoamericana)
- AASHTO : Lineamiento sobre Normas de Diseño de Puentes Carreteros (Versión Año 2002)
- AASHTO : Lineamiento sobre Normas de Diseño de Estructuras del Pavimentos (Versión Año 1993)
- Norma Japonesa para Diseño de Puentes Carreteros (Asociación de Carreteras de Japón)

2) Velocidad de Diseño

80km/h (de acuerdo a la Norma Americana de las Estructuras Geométricas)

3) Carga de Diseño

- Carga viva : HS-20-44 (32.7toneladas) más el 25% (40.9toneladas)
- Variación de temperatura : 19°C (la temperatura mínima del Departamento de Choluteca es de 20°C y la máxima es de 39°C )
- Coeficiente sísmico de diseño : 0.115 (es el mismo coeficiente que se aplicó para los puentes construidos a través de la Cooperación Financiera No Reembolsable de Japón)

4) Material a Usarse

- Concreto
  - Viga de Concreto Preesforzado (PC) : Resistencia de diseño... 36 N/mm<sup>2</sup>
  - Viga de Concreto Reforzado (RC) : Resistencia de diseño ... 24 N/mm<sup>2</sup>
  - Estribo, pilastra y losa de aproximacion : Resistencia de diseño... 24 N/mm<sup>2</sup>
- Varillas de refuerzo
  - Norma : SD 295 (JIS)
  - Diámetro máximo : 32 mm

5) Obras de prevención contra la caída de puentes

Con el fin de prevenir la caída de puentes, debido a generación de la carga horizontal en el caso de terremotos y grandes crecidas, se pretende instalar un mecanismo para la prevención de desplazamiento de las vigas.

6) Medidas de prevención contra el arrastre de vigas por efecto de las crecidas

Con el fin de evitar el efecto de flotación por la fuerza boyante durante grandes crecidas, está previsto preparar orificios de escape de aire en el diafragma.

### 2.2.2.4 Plan de Carretera de Aproximación y Obras Complementarias

#### (1) Puente Las Hormigas

##### 1) Obras para carretera de aproximación

- Alcance de las obras de la carretera de aproximación  
El alcance de las obras será el tramo donde se conecta con la carretera existente. (lado de Cholulteca : 212.3m y lado de Nicaragua: 148.4m)  
En la Figura 2.2.2.4-1 se muestra el alineamiento horizontal después del mejoramiento.
- Estructura del pavimento de la carretera de aproximación  
El diseño de pavimento se basará en la norma AASHTO (1993) ; Lineamiento sobre Normas para Diseño de Estructuras del Pavimento.

#### Condiciones de diseño

Período de Rendimiento Inicial (*Initial Performance*) : durante diez años (2007~2016)

#### Carga de tráfico

Primer año(Año 2007) : Camioneta (Pick up) : 614 unidades/día, Omnibus 196 unidades/día, Camión: 170 unidades/día, Camión grande: 8unidades/día, Carro de remolque (Trailer) : 314unidades/día(en dos (2) direcciones )  
Porcentaje de crecimiento del volumen de tráfico : 4.8% por año

#### Índice de la estructura de pavimento requerido (SN)

Fórmulas básicas del pavimento flexible del Lineamiento de la Norma AASHTO

Por lo tanto : SN=2.796

#### Estructura del pavimento

Estructura del pavimento	Índice de estructura del pavimento				
	Estrato	EspesorD (en pulgadas)	Coefficiente de estrato a	Coefficiente de desagüe m	Índice de estructura SN=Dam
Carpeta superficial de concreto asfáltico: 5cm	Carpeta superficial de concreto asfáltico: 5cm	1.968	0.390	—	0.768
Carpeta base de concreto asfáltico:3cm					
Base: 15cm	Carpeta base de concreto asfáltico: 3cm	1.181	0.370	—	0.437
Subbase: 20cm	Base : 15cm	5.905	0.135	1.0	0.797
	Subbase : 20cm	7.873	0.110	1.0	0.866
	Total				2.868

El índice de estructura de pavimento sobrepasa el valor requerido de 2.796.

En la Figura 2.2.2.4-2 se presenta la sección estándar de carretera de aproximación para el Puente Las Hormigas.

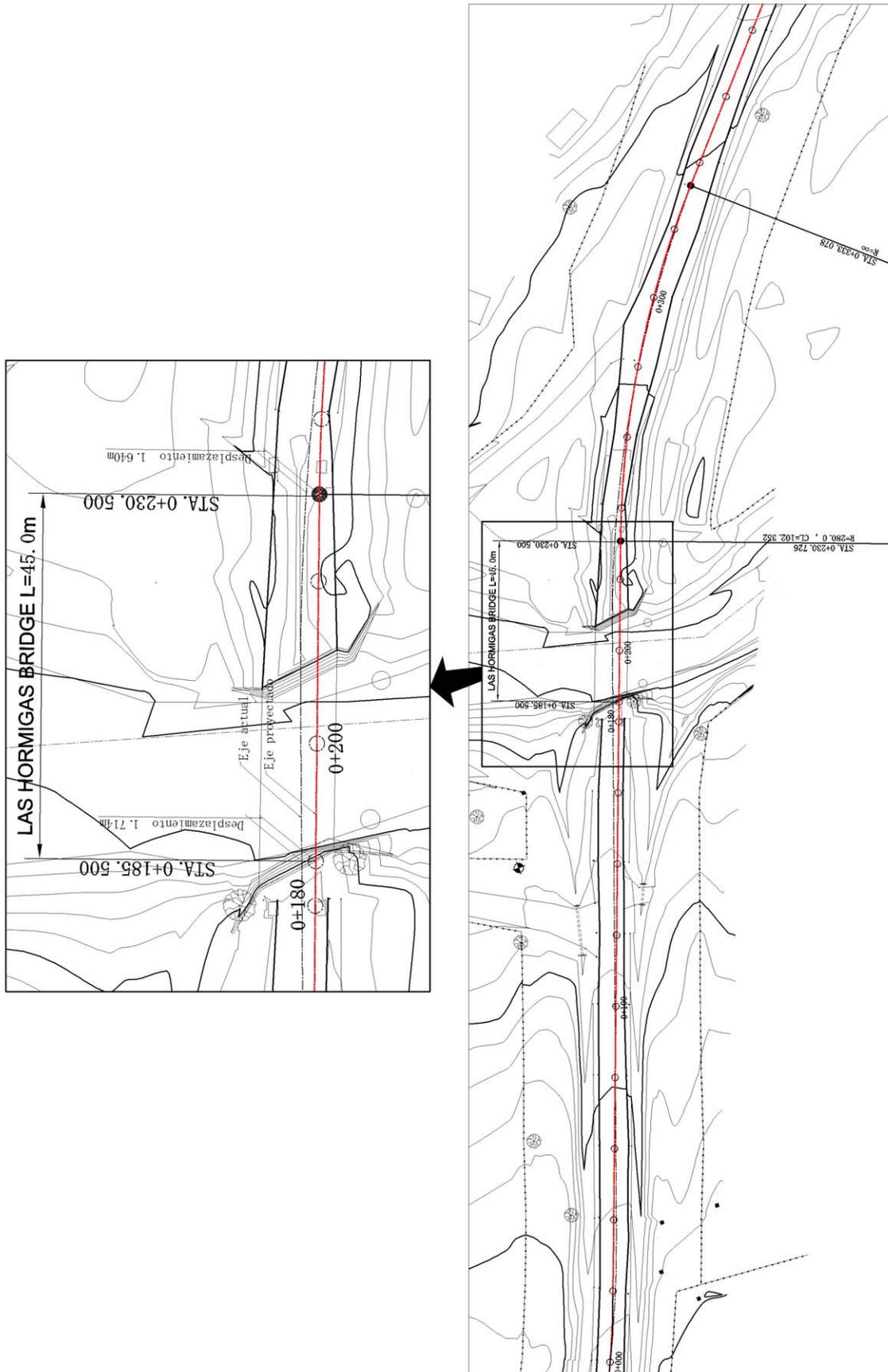


Figura 2.2.2.4-1: Alineamiento Horizontal de la Carretera de Aproximación del Puente Las Hormigas

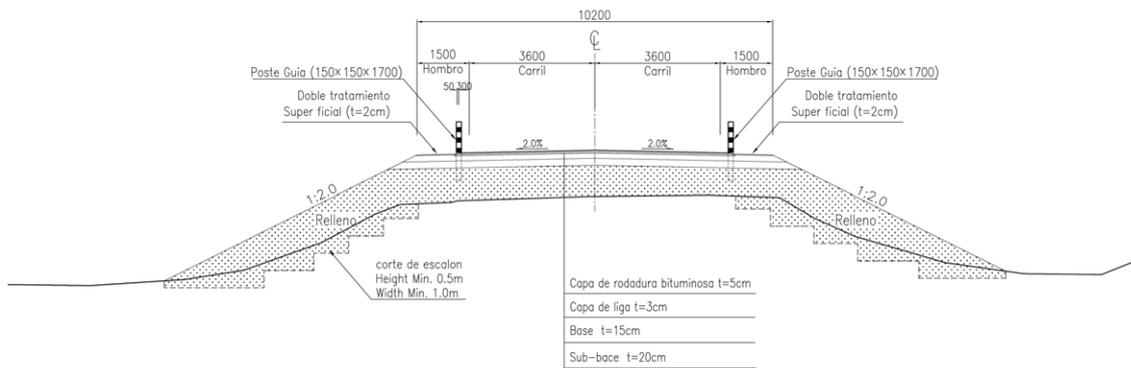


Figura 2.2.2.4-2: Sección estándar de Carretera de Aproximación Para el Puente Las Hormigas.

- Instalación complementaria a la carretera de aproximación

#### Instalación de drenaje

Se sustituirán las tuberías de drenaje que están instaladas atravesando la carretera de aproximación.

- tamaño de tuberías de  $\phi 450\text{mm}$  : 9.7m

#### Señalización en la superficie de rodadura

Se señalarán la línea central, tachuelas de carretera para línea central y línea lateral. El número a instalarse se describe a continuación:

- Línea central (con líneas discontinuas) : 360.7m (en el tramo de construcción de la carretera de aproximación)
- Línea lateral (líneas llenas) : 721.4m (en el tramo de construcción de la carretera de aproximación)

#### Postes guía

Se instalarán los postes guía de concreto con un intervalo de 2.0m , en una área de 20 m desde los dos (2) extremos del puente.

- Condiciones de diseño de la estructura geométrica

Velocidad de diseño : 80 km/hora (Norma Americana de las Estructuras Geométricas)

Número de carriles : dos (2) carriles

Ancho de carril : 3.6 m (al igual que la carretera existente)

Ancho de la banqueta : 1.5 m (al igual que la carretera existente)

Pendiente transversal : 2 % (al igual que la carretera existente)

Pendiente máxima simple(e) : 4 % (de acuerdo a la Norma AASHTO)

Radio de la curva mínima plana

: 280 m (de acuerdo a la Norma AASHTO,  $e=4\%$ )

Pendiente máxima longitudinal : 4 % (de acuerdo a la Norma AASHTO)

## 2) Obras de protección de márgenes y fondos del río

Alrededor de cada estribo se construirá una protección de márgenes de mampostería húmeda. Asimismo, en la parte frontal de protección de márgenes, aguas arriba de la margen izquierda donde se genera impacto directo de la corriente será instalado un gavión. En el fondo del río excavado se instalará encamado de piedras. Y en el talud sustituido de la margen izquierda (talud de aguas abajo del río principal), se instalará la protección de mampostería húmeda. En el Cuadro 2.2.2.4-1 y en el Cuadro 2.2.2.4-2 se presentan métodos comparativos

de obras de protección de márgenes y del fondo de río respectivamente.

3) Instalación complementaria al puente

- Señalización en la superficie de rodadura.

Se instalarán las siguientes señalizaciones en superficie de rodadura:

- Línea central (líneas discontinúas) : 45.0m
- Tachuelas para carretera : 46 piezas

(2) Puente Agua Caliente

1) Obras para carretera de aproximación

- Alcance de las obras de la carretera de aproximación.

Puesto que la ubicación del nuevo puente será en el mismo lugar que el puente existente aprovechando los estribos existentes del mismo puente, la reparación de la estructura de pavimento de la carretera de aproximación será solamente el terraplén de subrasante de donde está previsto instalar la losa de aproximación (Lado de Choluteca: 18.0m y Lado de Nicaragua: 18.0m) y la instalación de la losa de aproximación y el pavimento .

- Instalaciones complementarias a la carretera de aproximación

Postes guía

Se instalarán los postes guía de concreto con un intervalo de 2.0m , en una área de 20 m desde los dos (2) extremos del puente.

2) Obras de protección de márgenes y fondos del río

En el talud de la carretera de aproximación anterior al estribo A1, aguas arriba de la margen izquierda donde se genera impacto directo de la corriente, se instalará muro de contención de concreto.

En el Cuadro 2.2.2.4-3 se presentan los métodos comparativos de las obras de protección de márgenes.

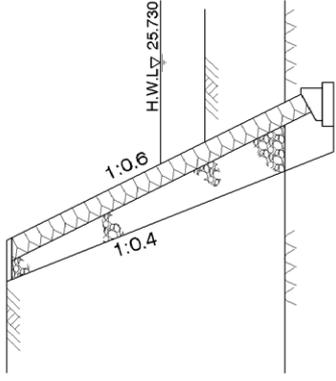
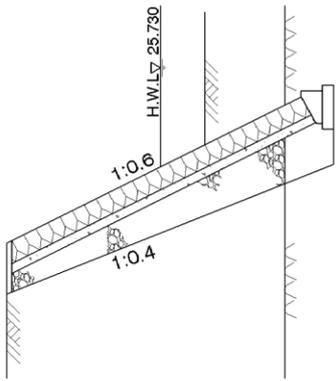
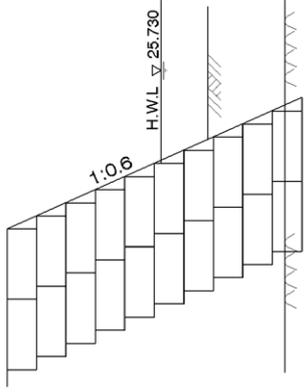
3) Instalación complementaria al puente

- Instalación de equipos para servicio públicos de teléfonos, agua, etc.

Se instalarán equipos para ubicar los tubos para cables telefónicos ( $\varphi$ 150mm) y tubería de agua ( $\varphi$ 100mm) que actualmente están instalados en el puente existente.

- Tachuelas para carretera : 48 piezas

Cuadro 2.2.2.4-1: Cuadro Comparativo del Método de las Margenes del Puente Las Hormigas

	Mampostería en Seco	Mampostería en Húmedo	Gavión
			
Costo de Construcción	1.2	1.7	2.1
Periodo de Obras de Construcción	1.0	1.8	1.5
Manejabilidad en Construcción	Se necesitan piedras con tamaños uniformes. Dificultad en control de los trabajos acabados.	Debido a que no se puede asimilar el asentamiento de la tierra de fondo, en forma eficaz, sería necesario llevar el control de compactación. Hay dificultad de efectuar las obras de construcción, durante la época de lluvias. Hay poca posibilidad de derrumbamiento de la tierra de fondo, es firme.	Bastantes experiencias en obras de construcción y es fácil de instalar.
Durabilidad	Se dañara fácilmente por el desplazamiento de mampostería. De los cuatro métodos de las obras, es el que tiene más riesgo de absorber la tierra de fondo cuando baja el nivel de agua.	Hay poca posibilidad de derrumbamiento de la tierra de fondo, es firme.	Hay riesgo de absorber tierras de fondo, cuando baja el nivel de agua. Debido a que hay diferencia de humedad relativa entre la época de lluvias y la época seca, los alambres de acero se oxidan fácilmente. Se asimila el asentamiento de tierras de fondo y deformaciones, y es estable.
Impacto Medio Ambiental	Hay posibilidad de que se crún los seres vivientes de mucha variedad, debido a múltiples orificios.	Se limita el desplazamiento de seres vivientes del entorno y el río, pero por zonas. Por lo que, no se considera que sea pres oblemático.	No se observa ningún problema en particular.
Mantenimiento	Puntos de Inspecci	Inspección de la absorción de tierras de fondo y estado de deterioro de estera para prevención de desplazamiento, daños y absorción de la mampostería.	Absorción de la tierra de fondo, deformación del gavión, daños de piedras, oxidación de los alambres de acero.
	Método de Reparación de la Deformación por Asentamiento	Configurar y reparar.	Configurar y reparar.
Adaptabilidad	×	○	△