

Secretaría de Obras Públicas,
Transporte y Vivienda(SOPTRAVI)
República de Honduras

INFORME DEL ESTUDIO DE DISEÑO BÁSICO PARA EL PROYECTO DE RECONSTRUCCIÓN DEL PUENTE GUAYMÓN EN HONDURAS

DICIEMBRE DE 2006

Agencia de Cooperación Internacional del Japón

KATAHIRA & ENGINEERS INTERNATIONAL

GM

JR

06-229

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 del Puente Guaymón y encargó dicho estudio a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

JICA envió a Honduras una misión de estudio desde el 7 de julio hasta el 2 de agosto de 2006.

La misión sostuvo deliberaciones con las autoridades concernientes al Gobierno de Honduras y realizó las investigaciones en el lugar objeto del Proyecto. Después de su regreso al Japón, la misión llevó a cabo 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.

Diciembre, 2006

Masafumi Kuroki

Vice Presidente

Agencia de Cooperación Internacional del Japón

Diciembre, 2006

ACTA DE ENTREGA

Tenemos el placer de presentarle el Informe del Estudio de Diseño Básico sobre el Proyecto de Reconstrucción del Puente Guaymón en la República de Honduras.

Bajo el contrato firmado con JICA y Katahira & Engineers International, hemos llevado a cabo el presente Estudio desde Julio, 2006 hasta Diciembre, 2006. 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 del Puente
Guaymón en la República de Honduras,
Katahira & Engineers International

RESUMEN

1. Generalidades del País

La República de Honduras (en adelante denominado “Honduras”) es un país que tiene una población total de 7,200,000 habitantes (a la fecha de 2005), cuya extensión territorial total es de 112,000 km² y geográficamente se puede clasificar en tres distintas zonas: la zona baja del litoral norte (lado de Mar Caribe), la zona montañosa en la parte central y la zona baja del litoral sur (lado del Océano Pacífico).

El lugar objeto del presente Proyecto queda en la zona baja del litoral norte (lado de Mar Caribe) y cuenta con dos diferentes climas durante el año, que es la época de secas que abarca desde diciembre hasta el mayo del siguiente año y el tiempo de lluvias que empieza en junio y termina en noviembre. En cuanto a la precipitación pluvial durante un año es aproximadamente de 1,300 mm, y la temperatura por lo general no baja de los 30 grados centígrados. Y además constantemente está soplando la brisa del mar, por lo que el país es afectado por huracanes y tormentas tropicales.

El producto interno bruto (PIB) de Honduras fue de 7,988 millones de dólares en 2005 (fuente: Banco Mundial), y el producto interno bruto per cápita fue de 1,085 dólares, cuya producción se compone de la industria primaria (15.5%), la secundaria (34.1%) y la industria terciaria (50.4%) según datos del Banco Mundial (2005). Es decir, la principal industria que sostiene la economía del país es la industria agrícola, silvicultura y ganadera (café, banano, melón, cultivo de camarón), y su industria basada en el proceso de dichos productos. Y para salir adelante de esta situación Honduras está intentando generar otras nuevas industrias tales como turismo, productos no tradicionales e industria maquiladora que comprende principalmente de la industria textil. Dichas industrias están creciendo, sin embargo todavía no es suficiente para cubrir el déficit comercial de Honduras que tiende a incrementarse (aproximadamente 2,000 millones de dólares; 2004). Por lo que Honduras tiene como tareas crear otras nuevas industrias que puedan generar más divisas. Para solucionar dichas tareas se considera trascendente la rehabilitación de la red de carreteras principales, secundarias y rurales con el fin de establecer enlace con las zonas de producción y el mercado internacional.

2. Fondo, Reseña y Perfil del Proyecto Solicitado

En Honduras es indispensable asegurar y desarrollar la red de distribución de los productos agrícolas, ganaderos, entre otros con el fin de reactivar la producción y consumo de dicha mercancía y crear nuevas industrias. Sobre todo la red vial es de suma importancia para tal fin, ya que el 65% de la circulación de las mercancías en el país depende del transporte terrestre.

En vista a la importancia que tiene el transporte terrestre, Honduras elaboró el plan de desarrollo de carreteras denominado “Plan de Rehabilitación del Corredor Logístico”. Este Plan

forma parte de la “Iniciativa de Integración Vial Plan Puebla Panamá” (PPP) que une las carreteras de alta especificación desde el Estado de Puebla en México hasta Panamá. En el “Plan Puebla Panamá” (PPP) ha estimado que los daños considerables presentados en la red vial de Centroamérica están impidiendo la competitividad económica de la Región, y en 2002 dentro del mismo se consideró prioritaria la iniciativa de Integración Vial y se adoptó una red vial a la que se llamó: Red Internacional de Carreteras Mesoamericanas (RICAM). La RICAM es una red vial internacional que comprende los corredores principales de integración: Corredor del Pacífico y Corredor del Atlántico; ramales y conexiones regionales complementarios.

Honduras participa en RICAM con un tramo de 713 km, considerando como el Corredor Logístico de Honduras.

El Puente Guaymón que es el puente objeto del presente proyecto está localizado sobre la carretera CA-13 que une directamente con la carretera principal del litoral atlántico perteneciente al corredor logístico arriba mencionado. En esta región se cultiva en grandes cantidades el banano, palma africana (para extracción de aceite vegetal), café, etc. Por tal motivo la carretera CA-13 no solamente es la vía que sirve para transportar dichos productos agrícolas a La Ceiba donde es una zona comercial de la misma región, sino también a través de la carretera CA-5 se enlaza con la ciudad de San Pedro Sula que es la zona comercial más grande del norte de país, y con la ciudad de Cortés que cuenta con el puerto más importante del país que es el Puerto Cortés donde se maneja un 80% de la mercancía para exportación de Honduras (2005). Es decir, dicha carretera se considera como una de las vías de mayor trascendencia en Honduras.

Entre el mes de Octubre a Noviembre de 2005 debido a las tormentas tropicales “Beta y Gamma” que azotaron la región nor-oriental de Honduras, el Puente Guaymón se colapsó y el estribo de la margen izquierda y uno de los cinco (5) tramos de losa quedaron dañados. Para el paso actual se amplió el terraplén en el estribo afectado y sobre el mismo se instaló el puente provisional tipo Bailey de una longitud de 55m correspondiente a los dos (2) tramos del puente original. Y además de esto se instaló también en el lado de aguas arriba otro puente Bailey cuya longitud total es de 150m, de modo que pudiera facilitar el paso por dos (2) carriles. No obstante, el estado del puente original es sumamente inestable. Es decir, si ocurren otras crecidas tendría alto riesgo de que se derrumbe el Puente y bajo estas condiciones críticas se está utilizando el mismo para circulación de los vehículos en forma rutinaria. Asimismo diariamente sobre el mismo puente están transitando aproximadamente 3,900 unidades de vehículos, de los cuales un 34% son vehículos de carga pesada tales como autobuses, camiones, etc. con restricciones de peso de carga máxima de 32 toneladas y de velocidad limitada a 30km por hora, ya que se trata de un puente provisional.

Debido a estas circunstancias el Gobierno de Honduras presentó la solicitud para la Cooperación Financiera No Reembolsable al Gobierno Japonés sobre la reconstrucción del Puente Guaymón. El puente objeto de dicha solicitud está ubicado sobre la carretera que se está rehabilitando como carretera principal, sin embargo dicho puente no está funcionando

debidamente. El presente Proyecto se trata de reconstruir el puente existente que actualmente se encuentra en un estado sumamente inestable, ya que no cuenta con suficiente resistencia a la carga. A través del mismo se pretende contribuir con la parte vulnerable que tiene el país como prevención de desastres naturales, y asimismo asegurar y promover el transporte terrestre de los principales productos en forma plena y eficaz. Además de todo, es un proyecto que contribuirá a la reducción de la pobreza de la región en gran escala.

3. Resumen de los Resultado del Estudio y el Contenido del Proyecto

En respuesta a la solicitud del Gobierno de la República de Honduras, el Gobierno del Japón decidió realizar el estudio de diseño básico sobre el Proyecto de Reconstrucción del Puente Guaymón. La Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) envió a Honduras una misión de estudio de diseño básico desde el 7 de julio hasta el 2 de agosto de 2006. La misión sostuvo deliberaciones con las autoridades pertinentes del Gobierno de Honduras y realizó los levantamientos en el lugar objeto del Proyecto. Después de su retorno a Japón, la misión desarrolló el diseño básico sobre el contenido apropiado del Proyecto en base al estudio en campo. Y después de resumirlo se elaboró el Borrador del Informe Final sobre Estudio de Diseño Básico. Luego JICA envió de nuevo la misión a Honduras desde el 29 de Octubre hasta el 4 de Noviembre de 2006 con el propósito de discutir y confirmar sobre el contenido de dicho borrador con las autoridades relacionadas de Honduras y llegaron a un acuerdo en diseñar en base a las siguientes directrices:

En cuanto al diseño básico del puente y carreteras del presente Proyecto se basó en la norma americana AASHTO (Asociación Americana de Autopistas Estatales y Oficiales de Transportación) (versión 2002), la cual se está aplicando ampliamente en los países de Centroamérica, en lo que se refiere a la estructura geométrica se ha tomado en consideración a las “Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales” (versión 2004) y para el diseño sísmico se tomó la “Norma Japonesa sobre Puentes y Carreteras ” (Asociación de Carreteras de Japón). Referente a las protección de márgenes, se basó en la “Norma de Manejo de las Estructuras e Instalaciones Ribereñas”(Asociación de los Ríos del Japón, versión 1999).

Para las carreteras de acceso al puente se especificó una velocidad de diseño de 60km por hora, debido a las restricciones que tiene la carretera (de lado de Tela y de El Progreso) por su alineación.

Sobre la carga viva de diseño se aplicó HS20-44+25% (40.9 t), lo cual se está utilizando para las carreteras principales en Honduras, y para la carga al sismo se utilizó el coeficiente sísmico de diseño 0.115, lo cual ya se ha aplicado para los puentes construidos a través de la Cooperación Financiera No Reembolsable del Japón que se encuentra en las carreteras de la misma ruta.

En el presente Proyecto se ha definido la ubicación apropiada del nuevo puente, las estructuras y la asignación de luz después de analizar en forma detallada para estar seguros de la sección hidráulica en base a caudal de las crecidas, la mitigación del impacto natural y al medio ambiente social, la situación geológica y geográfica del lugar del proyecto, la reducción del costo de

construcción, la manejabilidad de las obras de construcción, entre otras.

En cuanto a la longitud de la carretera de aproximación se basó en la velocidad de diseño arriba mencionada, y se definió que fuera con la mínima longitud que pudiera unir con la carretera existente. Para protección de márgenes se planificó y se diseñó tomando en consideración que la erosión de la margen izquierda sigue avanzando.

El Gobierno de Honduras inicialmente había solicitado que la longitud del puente fuera de 150m y con su ancho de 10m, sin embargo en base a lo antes referido se juzga que los detalles del Proyecto presentados a continuación son más apropiados.

Descripción de las Instalaciones

Puente	Tipo del puente	Puente de viga simple unida (conectada) de concreto preesforzado tipo "T", con losa continua de concreto reforzado de cinco (5) tramos
	Longitud del puente	160m
	Composición del ancho del puente	Ancho total : 10.4m Calzada : 2 vías (2×3.6m), hombro : 2×1.3m (en el bordillo de la calzada se deberá instalar bloques de concreto a ciertos intervalos)
	Pavimento de la superficie del puente	Pavimento asfáltico (50mm, solamente calzada)
	Tipo del estribo	Estribo tipo "T" inverso (cimiento : pilotes de concreto colado in situ)
	Tipo de pilastra	Pilastra tipo muro (cimentación : pilotes de concreto colado in situ)
Carretera de Aproximación	Longitud	margen izquierda : 179m, margen derecha : 121m
	Ancho	Ancho total : 10.2m Calzada : 2 carriles (2×3.6m), hombro : 2×1.5m
	Pavimento	Pavimento asfáltico : 100mm
Protección de márgenes		Mampostería húmeda, margen izquierda: 90m, margen derecha: 41.6m

4. Cronograma y Costo Estimativo del Proyecto

En caso de que este Proyecto se lleva a cabo a través de la Cooperación Financiera No Reembolsable del Japón se estima que la duración del diseño para ejecución del Proyecto (estudio en campo, diseño detallado y actividades relacionados a licitación/firma de contrato de la compañía constructora) será de cinco (5) meses, y el período de construcción del nuevo puente se estima de 23.5 meses. Y el costo total estimado para el presente Proyecto será de ¥1,015 (Mil Quince Millones de Yenes) millones de yenes (costo sufragado por la parte japonesa: ¥998 millones de yenes y el costo sufragado por la parte hondureña: ¥17 millones de yenes).

5. Evaluación de la Viabilidad del Proyecto

Los beneficiarios directos del presente Proyecto son aproximadamente 100 mil personas que residen a lo largo de la carretera CA-13 (Departamento de Yoro: 460 mil personas, Departamento de Atlántida: 340 mil personas y el Departamento de Colón: 200 mil personas), y a través de la implementación de dicho proyecto se puede esperar los siguientes beneficios.

(1) Beneficio directo

- ① Mitigación del límite de peso de cargas de los vehículos que transitan en el puente.
Con la mejora de la seguridad y la estabilidad estructural del puente se podrá incrementar el límite de peso de cargas que actualmente está restringida a 32 toneladas, aumentando hasta 40.9 toneladas.
- ② Aumento de la velocidad límite de los vehículos que transitan en el puente.
Con la mejora de la seguridad y la estabilidad estructural del puente se podrá aumentar la velocidad límite de los vehículos a 60km/h, que actualmente está restringida a 30km/h.
- ③ Mejora de la seguridad de tráfico
Con el aseguramiento del ancho necesario de la carretera se podrá mejorar la seguridad de tránsito.
- ④ Mejora de la vulnerabilidad contra los desastres naturales
Con la mejora de estabilidad de la subestructura del puente y con la instalación adecuada de protección de márgenes y espigones, se podrá mejorar la vulnerabilidad contra las crecidas y los sismos.

(2) Beneficio indirecto

- ① Reforzamiento y estabilidad de la capacidad de la circulación de las mercancías
Se puede contribuir para reforzar y estabilizar la capacidad de la circulación de las mercancías a través de la sustitución del puente provisional inestable por un puente nuevo estable y permanente.
- ② Reactivación socio-económica de la región objeto del Proyecto
Se puede solucionar el cuello de botella que se presenta en la carretera CA-13, contribuyendo al desarrollo regional, mitigación de disparidad entre regiones del país, expansión del mercado, mejora del acceso a los principales puertos internacionales, a las zonas turísticas, a los servicios de salud y educación. Y de esta manera se reactivaría las actividades socio-económicas de la región y se contribuirá a la generación de empleo. Como fruto de todo, se contribuirá en reducción de la pobreza de la zona objeto del proyecto.

El presente Proyecto, tal como se menciona arriba, al mismo tiempo que se espera un gran beneficio, se contribuye a la mejora del nivel de la vida de muchos moradores de la zona. Por lo que

es justificable la implementación del Proyecto a través de la Cooperación Financiera No Reembolsable del Japón. Además, no habrá ningún inconveniente en cuanto a la gestión y mantenimiento del presente Proyecto puesto que Honduras dispone de suficiente personal y fondos correspondientes para tal fin.

Asimismo, si se realiza mantenimiento apropiado de las carreteras CA-13, los beneficios generados a través de este Proyecto se aumentarían considerablemente.

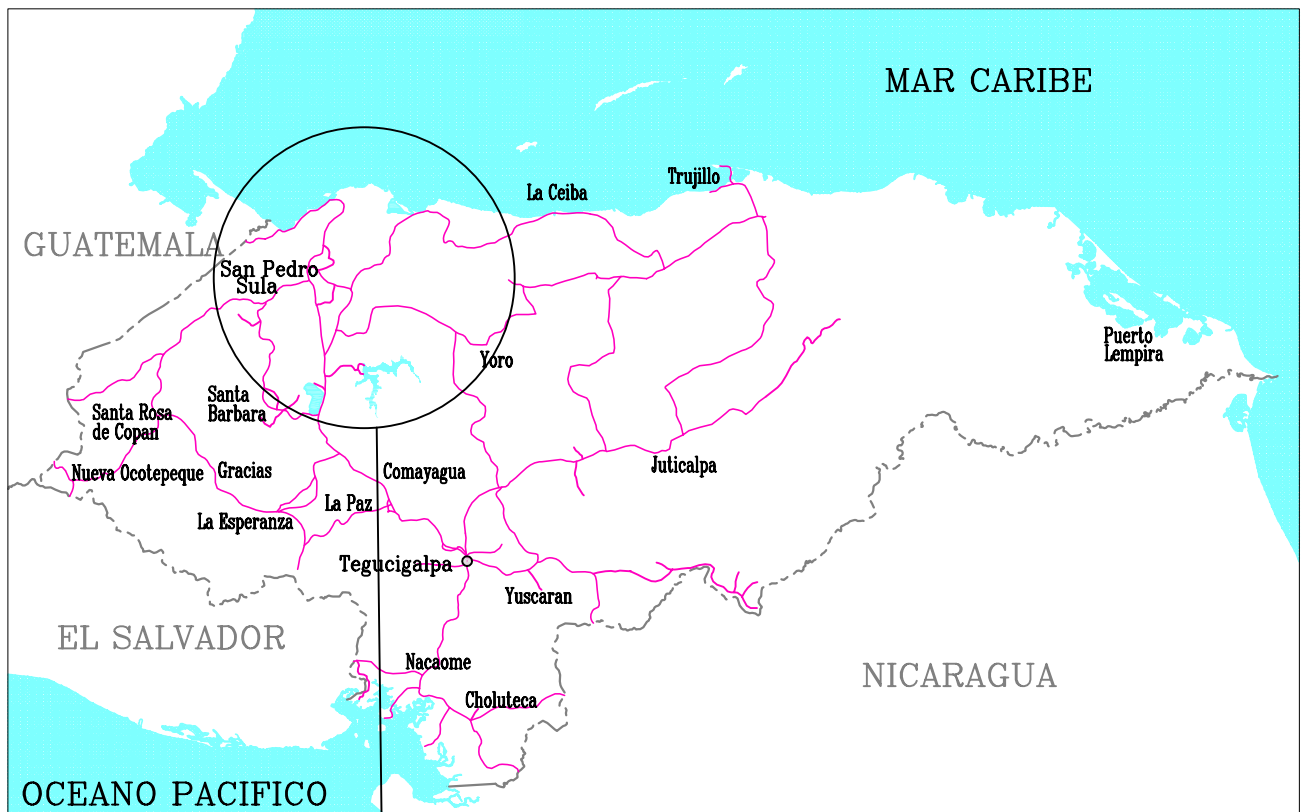
ÍNDICE

Prefacio	
Acta de Entrega	
Resumen	
Índice	
Mapa de Ubicación del Proyecto	
Perspectiva	
Lista de Figura y Cuadro	
Abreviatura	
Capítulo 1 Fondo y Detalle del Proyecto	1 - 1
Capítulo 2 Contenido del Proyecto	2 - 1
2.1 Resumen del Proyecto	2 - 1
2.1.1 Meta Global y Objetivo Específico del Proyecto.....	2 - 1
2.1.2 Resumen del Proyecto	2 - 3
2.2 Diseño Básico del Proyecto.....	2 - 4
2.2.1 Lineamiento de Diseño	2 - 4
2.2.1.1 Alcance de la Cooperación	2 - 4
2.2.1.2 Lineamiento sobre condiciones naturales	2 - 6
2.2.1.3 Lineamiento sobre condiciones socio-económicas.....	2 - 7
2.2.1.4 Normas aplicables y condiciones de diseño.....	2 - 8
2.2.1.5 Lineamiento sobre la Subcontratación Local.....	2 - 8
2.2.1.6 Lineamiento sobre la Capacidad de Operación y Mantenimiento del Ente Ejecutor	2 - 9
2.2.1.7 Lineamiento sobre el Método de Construcción	2 - 9
2.2.1.8 Lineamiento sobre la Definición de Tipo del Puente.....	2 - 9
2.2.1.9 Lineamiento sobre el Cronograma del Proyecto.....	2 - 10
2.2.2 Plan Básico	2 - 11
2.2.2.1 Evaluación del Estado Actual de Deterioro del Puente Guaymón.....	2 - 11
2.2.2.2 Estudio y evaluación sobre protección de márgenes	2 - 22
2.2.2.3 Definición de la ubicación del puente nuevo.....	2 - 22
2.2.2.4 Alcance del Plan	2 - 27
2.2.2.5 Plan de Puente	2 - 27
2.2.2.6 Plan de Carretera de Aproximación y Obras Complementarias	2 - 38
2.2.3 Planos de Diseño Básico.....	2 - 41
2.2.4 Plan de Ejecución del Proyecto	2 - 53
2.2.4.1 Lineamiento sobre Ejecución del Proyecto	2 - 53
2.2.4.2 Puntos Importantes Durante la Ejecución de las Obras de Construcción	2 - 54

2.2.4.3	Delimitación de la Responsabilidad de la Ejecución del Proyecto.....	2 - 55
2.2.4.4	Plan de Supervisión de Obras de Construcción	2 - 56
2.2.4.5	Plan de Control de Calidad.....	2 - 57
2.2.4.6	Plan de Adquisición de Equipos y Materiales	2 - 60
2.2.4.7	Cronograma de la Ejecución del Proyecto.....	2 - 63
2.3	Descripción de Compromisos de la Parte Hondureña	2 - 65
2.4	Plan de Operación y Mantenimiento de Proyecto	2 - 66
2.5	Costo Estimado del Proyecto.....	2 - 68
2.5.1	Costo Estimado del Proyecto.....	2 - 68
2.5.2	Costo Estimado de Mantenimiento.....	2 - 69
2.6	Puntos de Advertencia sobre la Ejecución del Proyecto.....	2 - 72
Capítulo 3	Evaluación y Recomendación del Proyecto	3 - 1
3.1	Impacto del Proyecto.....	3 - 1
3.2	Tareas y Recomendaciones.....	3 - 2

Lista de Anexos

1. Miembros de la Misión de Estudio
2. Programa del Estudio en Honduras
3. Lista de los Funcionarios Pertinentes en Honduras
4. Minuta de Discusiones (M/D)



Ubicación del Proyecto

PUENTE GUAYMÓN



CARRETERA CA-13 EN HONDURAS

PERSPECTIVA

Lista de Figura y Cuadro

Figura 2.2.2-1	: Estado de Deformación del Puente Guaymón causado por el “Huracán Mitch ”	2 - 11
Figura 2.2.2-2	: Concepto del Estado de Daños Causados por las tormentas “Gamma” y “Beta”	2 - 12
Figura 2.2.2-3	: Situación Actual de la Margen Izquierda del Río	2 - 22
Figura 2.2.2-4	: Análisis de la Ubicación del Nuevo Puente	2 - 24
Figura 2.2.2-5	: Propuestas de Composición del Ancho de Puente	2 - 29
Figura 2.2.2-6	: Concepto sobre la Subestructura Existente y la Subestructura Nueva	2 - 31
Figura 2.2.2-7	: Sección Estándar de Carretera de Aproximación	2 - 40
Foto 2.2.2-1	: Estado de Daños del Puente Guaymón	2 - 12
Foto 2.2.2-2	: Situación Actual del Uso del Puente Guaymón	2 - 13
Foto 2.2.2-3	: Confirmando la Posición de la Base del Estribo	2 - 13
Foto 2.2.2-4	: Estudio de Seguridad de Elementos y Materiales del Puente	2 - 14
Cuadro 2.2.2-1	: Resultado del Estudio de Seguridad de La Viga Principal	2 - 16
Cuadro 2.2.2-2	: Resultado del Estudio de Seguridad de Losa y Viga Transversal	2 - 17
Cuadro 2.2.2-3	: Resultado del Estudio de Seguridad de Subestructura y Cimentación	2 - 18
Cuadro 2.2.2-4	: Resultado del Análisis Comparativo de las Propuestas de Ubicación de Nuevo Puente	2 - 25
Cuadro 2.2.2-5	: Comparación de la Probabilidad de las Crecidas Diseñadas para ocurrencia de 50 años	2 - 28
Cuadro 2.2.2-6	: Altura Libre entre el Nivel de Agua y Vigas y el Caudal Máximo de Aguas de Diseño	2 - 28
Cuadro 2.2.2-7	: Comparación del Tipo de Superestructura de Puente	2 - 32
Cuadro 2.2.2-8	: Comparación del tipo de cimentación	2 - 33
Cuadro 2.2.2-9	: Comparación del Método de las Obras de Protección de Márgenes	2 - 36
Cuadro 2.2.4-1	: Delimitación de la Responsabilidad de Ambos Gobiernos	2 - 55
Cuadro 2.2.4-2	: Plan de Control de Calidad de las Obras de Concreto	2 - 58
Cuadro 2.2.4-3	: Plan del Control de Calidad de las Obras de Suelo y Asfalto	2 - 59
Cuadro 2.2.4-4	: Descripción del Lugar de Adquisición de los Principales Materiales	2 - 61
Cuadro 2.2.4-5	: Descripción del Lugar de Adquisición de los Maquinarias Principales	2 - 62
Cuadro 2.2.4-6	: Cronograma de Ejecución del Proyecto	2 - 64
Cuadro 2.5-1	: Costo Estimado del Proyecto	2 - 68
Cuadro 2.5-2	: Descripción de Mantenimiento y Gastos Anuales	2 - 70
Cuadro 2.5-3	: Relación de Presupuestos de la Dirección Ejecutiva del Fondo Vial	2 - 71

Abreviatura

AASHTO	:	American Association of State Highway and Transportation Officials Asociación Americana de Autopistas Estatales y Oficiales de Transportación
ASTM	:	American Society for Testing and Materials
CA	:	Carretera Centro Americana
CBR	:	California Bearing Ratio
CN	:	Canje de Notas
DGC	:	Dirección General de Carreteras
DBST	:	Double Bituminous Surface Treatment (Tratamiento Superficial Bituminoso Tipo Doble)
ERP	:	Estrategia de Reducción de la Pobreza
FV	:	Dirección Ejecutiva del Fondo Vial
JICA	:	Japan International Cooperation Agency
JIS	:	Japanese Industrial Standards
PC	:	Prestressed Concrete (Concreto Preesforzado)
PIB	:	Producto Interno Bruto
PPP	:	Plan Puebla Panamá
RICAM	:	Red Internacional de Carreteras Mesoamericanas
SERNA	:	Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente
SETCO	:	Secretaría Técnica y de Cooperación Internacional
SOPTRAVI	:	Secretaría de Obras Publicas, Transporte y Vivienda
TLC	:	Tratado de Libre Comercio de Centro América
UGA	:	Unidad de Gestión Ambiental

Capítulo I Fondo y Detalle del Proyecto

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 agrícolas. Por lo que, es indispensable asegurar y rehabilitar las carreteras para circulación de las cargas internacionales para reactivación de la economía en Honduras.

No obstante, algunos puentes construidos sobre las carreteras principales, son puentes obsoletos que tienen más de cincuenta (50) años de construcción y se encuentran deteriorados. Y también hay otros que no pueden tener capacidad para soportar el volumen de tráfico actual y la carga de transporte que se están incrementando año con año.

En 1998 cuando Honduras fue azotado por el Huracán Mitch, casi toda la red de carreteras del país sufrió severos daños, quedando incomunicadas la mayoría de las comunidades. 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 esta situación en que se encuentra el país, en Enero de 2006 el Gobierno de Honduras solicitó ante el Gobierno Japonés la Cooperación Financiera No Reembolsable para reconstrucción del Puente Guaymón que se dañó debido a las tormentas tropicales “Beta” y “Gamma” que azotó la región entre octubre y noviembre de 2005, el cual está localizado sobre la carretera CA-13 que es la única carretera principal que une la ciudad notreña El Progreso con las ciudades del litoral pacífico tales como Tela y La Ceiba y Trujillo.

Después de examinar la solicitud presentada por Honduras, dicha solicitud fue categorizada a nivel “B” de la categoría sobre consideración al medio ambiente de JICA, debido a la incertidumbre sobre la adquisición del terreno para el Proyecto y la reubicación de los moradores de la zona objeto del mismo. No obstante, de acuerdo a las informaciones recopiladas previamente por parte del gobierno hondureño las tres viviendas construidas alrededor del Puente Guaymón posiblemente se tendría que reubicar, pero resultó evitable tomando en cuenta el lugar de reconstrucción del nuevo puente. Y se obtuvieron los acuerdos por parte de los moradores pertinentes para el caso de la reubicación. Además se observó que no hay otros temas relevantes relacionados al impacto ambiental y social. Y en base a estas situaciones fue modificada la categorización del Proyecto a la categoría “C”, se decidió efectuar el estudio de diseño básico para reconstrucción del Puente Guaymón.

Capítulo II Contenido del Proyecto

2.1 Resumen del Proyecto

2.1.1 Meta Global y Objetivo Específico del Proyecto

El Gobierno de la República de Honduras (en adelante denominado “Honduras”), en Marzo de 2003 ha celebrado la “Reunión referente a la Coordinación de la Cooperación Internacional para la Ejecución de la Estrategia sobre Reducción de la Pobreza”. Y como la estrategia nacional se ha declarado de que se tomará la decisión en base al “Informe de la Estrategia sobre la Reducción de la Pobreza (ERP: publicado en Agosto de 2001)” y que el gobierno de Honduras se responsabilizará en la coordinación de dicha cooperación.

Al Informe de la Estrategia de Reducción de la Pobreza (ERP) que fue aprobado el 11 de octubre de 2001 por los organismos internacionales, se le viene dando continuidad con el lineamiento de la administración del Presidente Ricardo Maduro (Partido Nacional, entró en vigor en Enero de 2002) y del gobierno del Presidente Manuel Zelaya (Partido Liberal, entró en vigor en Enero de 2006). Este Informe de la Estrategia de Reducción de la Pobreza (ERP) tiene como objetivo fundamental, reducir la pobreza de manera significativa y sostenible en base al crecimiento económico y a continuación se describen las metas concretas de la Estrategia para el año 2015.

- Reducción la incidencia de la pobreza y pobreza extrema,
- Elevar el índice de la matrícula escolar de niños, y aumentar y mejorar la calidad de recursos humanos en base a la política de salud y fortalecimiento nutricional,
- Expandir la cobertura de la red eléctrica y telefónica a nivel nacional,
- Y mejorar el índice de desarrollo humano de las mujeres

Además, con el fin de lograr el objetivo se describen los siguientes ítems como meta primordial :

- Dar prioridad a las actividades que contribuyen a la reducción de la pobreza en forma sostenible,
- Dar prioridad a los proyectos que puedan beneficiar a regiones y grupos en vías de desarrollo,
- Fomentar la participación del pueblo a la Estrategia de Reducción de Pobreza y a la descentralización administrativa,
- Fortalecer la política sobre la Estrategia de Reducción de Pobreza y la democratización con la participación del pueblo,
- Y reducir la vulnerabilidad de medio ambiente y el impacto en la clase de bajos recursos.

En correspondencia a la estrategia nacional arriba mencionada tales como “La Prioridad a las Actividades Contribuyentes a la Reducción Sostenible de la Pobreza” y “la Reducción de la Vulnerabilidad de Medio Ambiente y el Impacto en la Clase de Bajos Recursos” la Secretaría de Obras Públicas, Transporte y Vivienda (en adelante denominada “SOPTRAVI”) elaboró un plan de desarrollo vial ; “El Plan de Rehabilitación del Corredor Logístico”. Este Plan fue establecido de acuerdo al Plan Puebla Panamá (P.P.P.) según su Iniciativa Mesoamericana de Integración Vial, en el cual se unen las carreteras principales de alta especificación desde el Estado de Puebla en México hasta Panamá, y dicho plan fue ratificado en la Reunión Cumbre de los Ocho (8) Países de Centro América incluyendo México que tuvo lugar el 15 de junio de 2001. El quid del Plan Puebla Panamá es tal como se describe a continuación:

- Fortalecer la red vial de las carreteras principales, secundarias y rurales, ya que la rehabilitación de la red vial en Honduras es sumamente trascendente desde el punto de vista del enlace con la base de producción y el mercado mundial dentro del marco del Tratado de Libre Comercio de Centro América (TLC).
- Fomentar la exportación de productos agrícolas mejorando el acceso de las zonas oeste, centro y sur hacia la zona norte del país, y asimismo desde Honduras a los mercados exteriores tales como México, Estados Unidos de América, y los países de la región centroamericana como puede ser El Salvador, etc.
- Ejecutar proyectos de inversión para la construcción y rehabilitación de las carreteras principales y secundarias en el Corredor Atlántico del Plan Puebla Panamá.

El Plan Puebla Panamá considera que las carreteras extremadamente deterioradas de Centroamérica (debido a que el 70 % de las carreteras principales están sumamente dañados el costo de transporte resulta más del doble que los Estados Unidos) obstaculiza la competitividad económica de Centroamérica, y en el año 2002 dentro del mismo se presentó una recomendación sobre la Red Internacional de Carreteras Mesoamericanas (RICAM).

La recomendación antes mencionada se trata de una red vial internacional que consiste en la unificación de las carreteras principales del litoral atlántico y carreteras ramales y conexiones regionales complementarios teniendo como eje las carreteras del litoral pacífico que unen Puebla y Panamá, tal como se menciona en el contexto del plan de rehabilitación de las vías antes descrito. Honduras participa en RICAM con un tramo de 713 Km, considerado como el corredor logístico.

El presente Proyecto de la “Reconstrucción del Puente Guaymón” está ubicado sobre una de las carreteras principales que une directamente con el Corredor Logístico (carretera principal del litoral atlántico) y por lo tanto contribuye considerablemente al objetivo general de la Iniciativa antes mencionada y el Plan de Desarrollo Vial de SOPTRAVI. La meta global y el propósito del Proyecto son:

- Objetivo general del Proyecto : Contribuir con la reactivación de la economía de Honduras.
- Objetivo específico del Proyecto : Asegurar el transporte estable y seguro de pasajeros y mercancías en la carretera CA-13.

2.1.2 Resumen del Proyecto

Con el fin de lograr la meta y el objetivo antes descritos, en el presente Proyecto se realizará la reconstrucción del Puente Guaymón ubicado sobre el río Guaymón en la carretera CA-13.

2.2 Diseño Básico del Proyecto

2.2.1 Lineamiento de Diseño

2.2.1.1 Alcance de la Cooperación

La solicitud presentada por el Gobierno de Honduras es:

- La construcción del Puente Guaymón (y la construcción de carretera de aproximación al mismo en el tramo que sea necesario y la protección de las márgenes de río)

El Equipo del Estudio de JICA, después de realizar el levantamiento en campo confirmó sobre el contenido de dicha solicitud y ambas partes llegaron a un acuerdo. Como el resultado de las deliberaciones con el Gobierno de Honduras en base al resultado del levantamiento en campo y el análisis que se llevó a cabo en Japón, las directrices del Proyecto se pueden resumir de la siguiente manera:

A) Resumen del levantamiento en campo:

Causas de la caída parcial del Puente Guaymón

La causa directa de la caída del Puente Guaymón fue la gran cantidad de lluvia que provocó que las fuertes corrientes de agua se llevaran el estribo A1 (del lado de El Progreso) y la pilastra P1 quedó considerablemente asentada e inclinada. En cuanto a las grandes grietas producidas en las vigas, estas se originaron por el asentamiento y la inclinación de la pilastra durante las crecidas, aunque ya existían los defectos de diseño tales como falta de espesor de losa y la distribución inadecuada de las varillas de acero. La pilastra tuvo la tendencia de quedarse asentada e inclinada hacia aguas arriba, la cual es una deformación típica que se produce cuando la cimentación del puente pierde apoyo debido a la socavación por las crecidas.

Se estima que la caída del puente se originó por no contar con la fuerza adecuada del apoyo en la subestructura, lo cual resultó que no pudo resistir a la socavación durante las crecidas.

Como punto importante a recalcar en el diseño de un puente contra dichas socavaciones, sería no depender de la fuerza de resistencia de la cimentación hasta el fondo de la misma e instalar pilotes en forma segura hasta alcanzar al estrato de apoyo firme y rígido.

Aprovechamiento de materiales y partes del puente Guaymón

Tomando en consideración el estado actual del puente existente dañado, las partes que se podrían aprovecharse son: la pilastra P4, las vigas de concreto preesforzado (PC) entre la pilastra P4 y el estribo A2 (viga de luz efectiva No.5) y el estribo A2 (del lado de Tela). No obstante, en cualquiera de los casos reutilizar estos materiales y/o partes no será conveniente, desde el punto de vista de reducción del costo de construcción y la seguridad de las estructuras tal como se menciona a continuación.

(Relación de la ubicación de las pilastras y otras partes del puente existente: Ver Dibujo

2.2.2.-1)

Pilastra P4: El apoyo de la pilastra P4 tiene las mismas características que la cimentación de las otras pilastras afectadas, por lo que se estima que no dispone de la resistencia suficiente para soportar socavaciones. Para reutilizar estas estructuras con refuerzos, se necesita instalar una cimentación que cuente con la fuerza de apoyo segura contra socavaciones. Por lo que, considerando la magnitud, costo y el manejo de las obras provisionales, sería conveniente, reconstruir un puente nuevo.

Viga de concreto preesforzado de la luz efectiva No.5: La longitud de luz efectiva del puente existente es de 25.0m, la cual está faltando considerablemente de acuerdo al caudal máximo de diseño, ya que en este caso dicha longitud tendría que ser más de 30m. Sin embargo, no será factible dar uso a esta viga prolongando una viga de concreto preesforzado de 25 m de longitud.

Estribo A2: El estribo A2 es un estribo a base de mampostería húmeda por gravedad, cuya cimentación no está instalada en el estrato de apoyo rígido. Por consiguiente no se puede asegurar la estabilidad contra sismos y socavaciones. Y en este caso también, de la misma manera que la pilastra P4 desde el punto de la vista del costo de las obras es mejor reconstruirlo de nuevo que reutilizarlo.

Estado del río en la zona donde se encuentra el Puente Guaymón

El estado de las obras de protección de la margen del lado derecho del río (el lado de Tela) es adecuado, sin embargo el lado izquierdo del río (el lado de El Progreso) su margen está afectada por erosión, debido a las crecidas producidas por huracanes y tormentas tropicales. Y esto ha causado que el ancho de río se expandiese. Un (1) espigón que el gobierno de Honduras instaló sirve para protegerlo de erosión. Por lo que es sumamente importante que el gobierno hondureño instale otros dos (2) espigones más aguas arriba del río Guaymón tal como está proyectado, con el fin de proteger el puente.

Como el gobierno de Honduras ya había proyectado la construcción de dos (2) espigones en el río Guaymón, se elaborará el plan del puente con la premisa de que el Gobierno hondureño va a construirlos. Puesto que la función de espigón es muy trascendente para la protección del puente, en la etapa de diseño detallado se realizará un levantamiento del estado de construcción del espigón para poder reflejarlo en el mismo.

Debido a que la presa sabo se destruyó, el cauce se ha levantado aproximadamente 1.0m más que antes de las tormentas tropicales “Beta” y “Gamma”. Por tal motivo, la construcción de los espigones antes mencionados servirá para evitar sedimento de tierras y arenas.

B) Alcance de la cooperación

El alcance de cooperación es la Reconstrucción del puente Guaymón, la construcción de la carretera de aproximación necesaria y construcción de protección de las márgenes.

Ubicación del nuevo Puente

La ubicación del puente nuevo será en el mismo lugar donde se encuentra el puente actual.

Con el fin de reducir el costo total de las obras, el impacto social y ambiental se utilizará el puente provisional (puente tipo Bailey) que se encuentra actualmente aguas arriba del puente dañado como el camino de desvío durante las obras de construcción del nuevo puente.

Condiciones básicas del puente nuevo

De acuerdo a la solicitud del gobierno hondureño la longitud del puente nuevo es de 150m y el ancho es de 10.0m, sin embargo se diseñará con una longitud de 160 m y el ancho de 10.40 m. Dicha longitud del puente se decidió considerando las condiciones actuales de río y el ancho del mismo, y en cuanto al ancho de puente se ha definido en base a las condiciones geométricas de la carretera de aproximación y la Norma de Diseño Geométrico Americana AASHTO, y asimismo la Norma Japonesa de la Estructura Vial de Japón

Carretera de aproximación

La longitud de la carretera de aproximación será la suficiente para unir el puente con la carretera existente.

Protección de márgenes

Como la protección de márgenes del lado derecho del río está en condiciones estables se aplicará la Norma Japonesa de Estructuras del Río, y referente al lado izquierdo del río se tomará en consideración las condiciones geográficas de lugar, con la premisa de que el gobierno hondureño construirá los espigones antes mencionados.

2.2.1.2 Lineamiento sobre condiciones naturales

Las condiciones meteorológicas se utilizarán para elaborar el plan de ejecución del Proyecto y para estimar la velocidad de la corriente, caudal y la profundidad de socavación del río. Las condiciones hidrológicas se aplicarán para definir la necesidad y tipo de protección de márgenes, estimar la profundidad de socavación y elaborar el plano de ubicación de estribos y altura de puente. Las condiciones geográficas y geológicas serán utilizadas para la elaboración del diseño de ubicación del puente y estribos (longitud del puente), y para estimar la resistencia de apoyo del basamento del puente y asimismo para la definición del tipo de la base del puente y el plan de ejecución del Proyecto. En cuanto a las condiciones de sismo pueden influir para definir el tipo de puente, las características de subestructura y asimismo el tipo de cimentación.

En lo que se refiere al nivel máximo de agua de diseño no se puede calcular debido a que no existen registros oficiales de diques, etc. Sin embargo, basándose en las entrevistas realizadas a los moradores de la zona, se utilizará el nivel máximo obtenido de ellos, excluyendo el caso de Huracán Mitch.

Tomando en consideración la altura aplicada en otros proyectos de JICA, la altura libre entre el nivel máximo de agua y vigas será mayor de 1.0 m.

En cuanto a la longitud mínima de luz se tomará como referencia la Norma de Control de Instalaciones y Estructuras de Río de Japón, en base al caudal de las crecidas.

Período de probabilidad de la ocurrencia de las crecidas de diseño y la altura libre entre el nivel de agua y vigas

- Período de probabilidad de la ocurrencia de las crecidas de diseño: 50 años
(para establecer y definir apropiadamente la altura máxima de agua de diseño se basará en las entrevistas realizadas a los moradores del lugar del Proyecto y en los análisis de inundaciones efectuados por SOPTRAVI y el presente Estudio de JICA.)
- Altura libre entre el nivel de agua y vigas: Asegurar la altura libre entre el nivel de agua y vigas referente a caudal máxima de agua de probabilidad de 50 años.

Longitud mínima de luz

De acuerdo a las entrevistas realizadas a los moradores del lugar del Proyecto y el levantamiento de las condiciones hidráulicas se estima que en las crecidas pueden haber objetos llevados por la corriente del río, tales como árboles, etc. Y se calculará la longitud mínima de luz, en base a caudal del río, tomando como referencia las normas japonesas de estructuras hidráulicas, ya que el tamaño de objetos llevados por las corrientes afecta al caudal.

- Longitud mínima de luz (L): $L(m) > 20 + 0.005 Q$ (m³/s)
(Q: Caudal Máximo de aguas con Probabilidad de ocurrencia de 50 años)

2.2.1.3 Lineamiento sobre condiciones socio-económicas

El presente Proyecto se trata de sustituir el puente Guaymón. Y aunque durante la ejecución del mismo no se prevé alteraciones en medio ambiente social ni natural, con el fin de reducir al máximo el impacto al medio ambiente ecológico y social se tomará en consideración los siguientes ítems en el planeamiento, diseño y la ejecución de las obras de construcción:

- Evitar reubicación de los moradores en la zona objeto del Proyecto.
- En caso de que cerca del lugar del Proyecto haya población, tomará todas las medidas necesarias para mitigar ruidos y vibraciones.
- Disponer del camino de desvío durante las obras de construcción para la seguridad vial.

- Reducir la contaminación de agua del río durante las obras de construcción.
- Realizar el tratamiento de residuos industriales generados durante la ejecución del Proyecto.

2.2.1.4 Normas aplicables y condiciones de diseño

Para el diseño del Puente Guaymón se aplican las siguientes normas.

- Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales (Versión 2004)
- Lineamientos de Diseño para Carreteras y Puentes de AASHTO (Versión 2002)
- Norma Japonesa sobre Puentes y Carreteras (Asociación de Carreteras de Japón)

En cuanto a la composición del ancho de puente y los elementos de alineación se basarán en las Normas para el Diseño Geométrico del las Carreteras Regionales, y la carga viva de la superestructura se basa en la norma americana AASHTO, y para el diseño (incluyendo diseño de sismos) se aplicará la norma japonesa. La razón por la cual diseñar la carga viva en base a AASHTO es porque está especificado en las Normas para el Diseño Geométrico del las Carreteras Regionales.

Las condiciones principales de diseño son:

A) Carga de diseño

- Carga viva : HS20-44+25% (40.9 t)
- Variación de temperatura: 20°C ~ 39°C (aplicar la misma variación usada para otros Proyectos de Cooperación Financiera No Reembolsable de Japón)
- Coeficiente sísmico de diseño: 0.115 (seguir las mismas condiciones de los puentes construidos a través de la Cooperación No Reembolsable del Japón en Honduras)

B) Normas de resistencia de diseño

- Concreto
viga de concreto preesforzado: 36N/mm²
pilastra y estribo: resistencia estándar de diseño: 25 N/mm²
- Varillas de refuerzo
SD345 (Norma JIS)

2.2.1.5 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 hondureñas de construcción que trabajan en las obras de construcción de puentes de concreto preesforzado (PC) suelen participar como subcontratistas de empresas extranjeras, y no cuentan con mucha experiencia en la construcción de puentes, por lo que 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.

2.2.1.6 Lineamiento sobre la Capacidad de Operación y Mantenimiento del Ente Ejecutor

En el año 2000 se independizó la dirección responsable del mantenimiento de carreteras, creando dos direcciones “ Dirección Ejecutiva del Fondo Vial” y la Dirección General de Carreteras (DGC). 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 del Fondo Vial se responsabiliza por la inspección y mantenimiento periódico y rutinario de carreteras y puentes. Por lo que la Dirección Ejecutiva del Fondo Vial (FV) se encargará de realizar mantenimiento del nuevo puente construido a través de este Proyecto. En el plan de instalación y diseño del Proyecto se tomará en consideración la situación actual de la capacidad de operación y mantenimiento, el nivel técnico y la capacidad financiera de dicha dirección.

2.2.1.7 Lineamiento sobre el Método de Construcción

Con el fin de construir un puente 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 mismas. Además, por estar el puente objeto de este Proyecto ubicado sobre la carretera 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 del mismo.

2.2.1.8 Lineamiento sobre la Definición de Tipo del Puente

Se seleccionará el tipo más apropiado del puente, a través de la evaluación general considerando el punto de 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 del costo beneficio, se tratará de reducir el costo de construcción, reparación y mantenimiento del puente a lo máximo posible.
- Método de Construcción : Aplicar el método de construcción fácil, seguro y confiable.
- Mantenimiento: Realizar el mantenimiento de manera fácil y de bajo costo. Para lo cual, básicamente la superestructura deberá ser de un concreto que no se necesite dar mantenimiento.
- Impacto del Medio Ambiente: Se debe tomar en consideración a los moradores de la zona del Proyecto para minimizar la generación de polvo, ruido y vibraciones, asimismo mitigar el impacto a la naturaleza.
- Durabilidad: En la construcción del puente se deberá tomar en cuenta la durabilidad del mismo. No obstante, la estructura de protección de márgenes no será de una estructura tan voluminosa, de modo que se pueda realizar el mantenimiento y reparación oportunamente.

2.2.1.9 Lineamiento sobre el Cronograma del Proyecto

El proceso de ejecución de este Proyecto será de una (1) fase. A continuación se describe el detalle del cronograma de la ejecución:

- Diseño Detallado: Cinco (5.0) meses
- Gestión de Licitación : Cuatro meses y medio (4.5); (Documentos de licitación, Proceso de precalificación , Convocatoria a concurso de licitación, Apertura de licitación, Contrato de construcción)
- Obras de Construcción : 23.5 meses

2.2.2 Plan Básico

2.2.2.1 Evaluación del Estado Actual de Deterioro del Puente Guaymón

(1) Estado del Puente Guaymón antes de las tormentas tropicales “Beta” y “Gamma”

Debido al Huracán “Mitch” que azotó Honduras en 1998, las pilastras P2 y P3 quedaron inclinadas y asentadas tal como se ven en la foto de abajo y el gobierno hondureño tomó las medidas de emergencia nivelándolo con elementos de apoyo. Y ambas pilastras se encuentran inclinadas y asentadas hacia aguas arriba del río. La dimensión promedio de los elementos de nivelación instalados es: para pilastra P2 de 60cm, y pilastra P4 de unos 20cm. Aunque también en las pilastras P1 y P4 se produjo asentamiento, no fue necesario tomar medidas para reforzarlas con la instalación de elementos de nivelación, ya que fue una deformación insignificante.

De esta manera se han venido satisfaciendo las necesidades viales de intenso tráfico de la carretera CA-13.

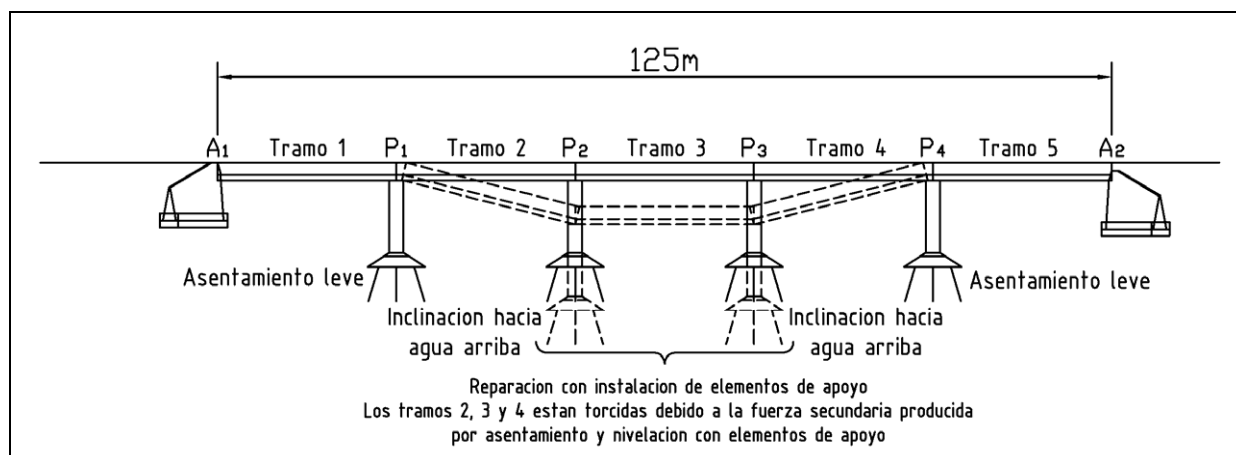


Figura 2.2.2-1: Estado de Deformación del Puente Guaymón causado por el “Huracán Mitch ”

(2) Estado de daños causados por las tormentas tropicales “Beta” y “Gamma”

Tal como se menciona arriba, el Puente Guaymón mantenía su estado crítico, y finalmente entre los meses de Octubre y Noviembre de 2005 cuando las tormentas tropicales “Beta” y “Gamma” azotaron Honduras, el estribo A1 se desplomó y la pilastra P1 se inclinó y se asentó causando la caída de la superestructura No.1 (losa No. 1) y el Puente resultó totalmente inservible. (Ver Foto 2.2.2-1)



Foto 2.2.2-1 Estado de Daños del Puente Guaymón

Una de las causas de esto, según las entrevistas efectuadas a los moradores de la zona, se debe a que por exceso de extracción de grava y arena se rompió la presa que estaba instalada a unos 700 metros aguas arriba del Puente Guaymón, cuya longitud era de 160 metros y su altura era aproximadamente de 7 a 8 metros) y de golpe un enorme volumen de aguas retenidas, impactó en la estructura ya fallada, provocando que esta colapsara.

La inclinación y el asentamiento de la pilastra P1 hacia aguas arriba se debe a las deformaciones causadas por típica socavación en la cimentación. Y de acuerdo a las reparaciones realizadas en las pilastras P2 y P3, en estas pilastras también se presentan deformaciones originadas por las mismas causas que las de la pilastra P1.

Es decir, la resistencia de apoyo de la cimentación de las pilastras se encuentra en un estado vulnerable contra la socavación.

La Figura 2.2.2-2 muestra estado de daños del Puente.

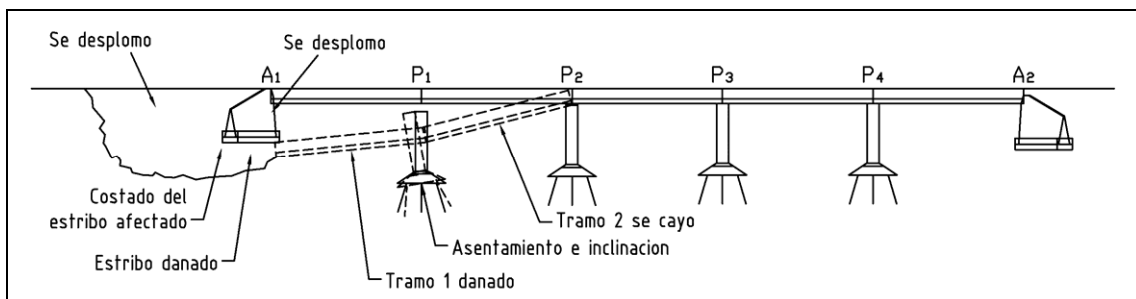


Figura 2.2.2-2 Concepto del Estado de Daños Causados por las tormentas “Gamma” y “Beta”

(3) Situación actual del uso del Puente

Según el artículo presentado en el Internet con la fecha 21 de Noviembre de 2005, unos días después del desplome del Puente Guaymón, se instaló un puente provisional tipo Bailey de una longitud de 55 metros sobre un estribo construido de gaviones y se estaba dando paso en un solo carril. A finales de Marzo

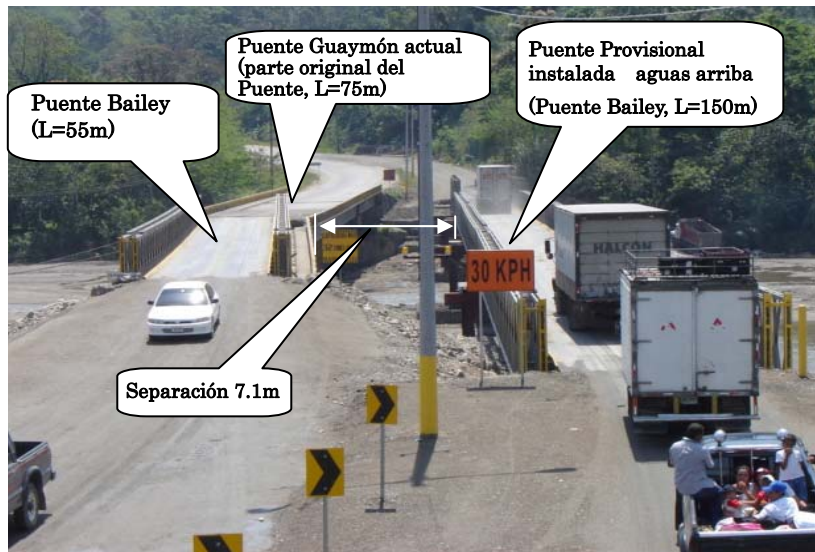


Foto 2.2.2-2 Situación Actual del Uso del Puente Guaymón
(peso vehículo restringido hasta 32 toneladas)

de 2006, se construyó a la par, las bases y se instaló el puente provisional (tipo Bailey) de 150 metros de longitud para dar paso con dos carriles, lo cual hasta hoy se está utilizando. (Ver Foto 2.2.2-2)

No obstante, el Puente Guaymón actualmente se encuentra en estado de emergencia apoyado sobre pilastras que tienen fallas, reforzadas estas con apoyos.

(4) Estudio de seguridad y evaluación de las partes originales del Puente Guaymón

A) Evaluación de seguridad del Puente

Tal como se menciona, las bases de las pilastras originales del Puente Guaymón no están instaladas sobre estrato de terreno firme. Es decir, el mecanismo del Puente en su totalidad está propenso a recibir cualquier tipo de daños ya sea en caso de las crecidas o sismos.

Además el estribo A2 no está pilotado en un estrato rígido y seguro, sino que es a base de una simple estructura de mampostería húmeda, lo cual es vulnerable contra socavación en caso de sismos y/o crecidas.



Foto 2.2.2-3 Confirmando la Posición de la Base del Estribo

La Foto 2.2.2-3 muestra la confirmación de la posición de la base del estribo A2.

B) Evaluación de seguridad de los elementos y los materiales del Puente

En la Foto 2.2.2-4 se presenta el método utilizado para el estudio de seguridad de los elementos y los materiales del Puente Guaymón.



Foto 2.2.2-4 Estudio de Seguridad de Elementos y Materiales del Puente

En los Cuadros 2.2.2-1 y 2.2.2-3 se resume el resultado del estudio de seguridad sobre la viga principal, losa y viga transversal, y la subestructura sucesivamente.

Subestructura

- La resistencia de concreto de las pilastras existentes satisfacen las condiciones de diseño.
- Se ha aclarado de que el estribo A2 es a base de estructura de mampostería húmeda, lo cual significa que no cuenta con la seguridad requerida como la subestructura de un puente, o sea existe la posibilidad de derrumbe en caso de un sismo.
- Es muy posible que el estribo A2 no esté diseñado de acuerdo a los planos, ya que hace falta la resistencia de apoyo del puente.
- Esto significa que no cuenta con suficiente seguridad para prevenir socavación en caso de las crecidas y el derrumbe del puente cuando ocurre un sismo.

Viga principal

- Los extremos de las vigas entre las pilastras P2 y P3 y las pilastras P3 y P4 están dañados, por lo que se requiere de una reparación a gran escala.

- La viga entre la pilastra P4 y el estribo A2 está en buen estado, y su carga viva de diseño es de HS20-44. Sin embargo la carga viva de diseño de los puentes construidos sobre la carretera CA-13 es de HS20-44+25%, por lo tanto está faltando resistencia a la carga, y se necesita reforzarla.

Losa y viga transversal

- Las vigas principal y transversal que están en la pilastra P2 no están unidas por causa de grandes grietas. (no hay transmisión de cargas entre las vigas)
- Las varillas de refuerzo no están colocadas en toda la losa, sino que solamente en la parte inferior, es decir faltan varillas en la parte superior de la misma, y la estructura de losa no está en buen estado.
- Es necesario aumentar el espesor de losa, ya que actualmente solo tiene 15cm y esto no cumple con la carga viva de diseño de los puentes sobre la carretera CA-13 que es de HS20-44+25%.

Cuadro 2.2.2-1 Resultado del Estudio de Seguridad de La Viga Principal

(Los tramos de la viga principal se denominarán desde aguas arriba: G1, G2, G3, G4 y G5)

Descripción	Viga principal P2-P3	Viga principal P3-P4	Viga principal P4-A2	Observación
Altura la viga aumentada después del Huracán Mitch	Pilastra P2 : Aprox. 40cm Pilastra P3 : Aprox. 20cm	Pilastra P3 : Aprox. 20cm Pilastra P4 : No se puso apoyo	No se instaló apoyo	
Grietas y otros daños	<u>Pilastra P2</u> Viga principal G5 : xx mm Viga principal G4: En la parte superior e inferior del extremo de viga se observan grandes grietas xx mm Viga principal G 4 y G3 : varillas de refuerzo de la viga transversal están descubiertas Viga principal G1 : el concreto del extremo de la viga se desprendió <u>Pilastra P3</u> No se observan grietas	<u>Pilastra P3</u> Viga G5 : xx mm Viga principal G 4 : xx mm Viga principal G3 : xx mm El concreto está apunto de desprenderse <u>P4</u> No se observan grietas	<u>Pilastra P3</u> No se observan grietas <u>Pilastra P4</u> No se observan grietas	Se deduce que las grietas y los daños se produjeron cuando levantaron las vigas para instalar los elementos de apoyo, después de que el Puente quedó asentado debido al Huracán Mitch . Particularmente en la pilastra P2, se observan grietas y daños ocurridos cuando las vigas de las pilastras P1~P2 se derrumbaron por gran fuerza de las tormentas tropicales Beta y Gamma.
Resistencia del Concreto (N/mm ²)	G1:44.3 G2:n.a. G3: n.a. G4:41.5 G5: n.a. Zona de grietas : 31.8	G1:37.7 G2:38.2 G3: n.a. G4: n.a. G5: n.a.	G1:44.3 G2:44.3 G3: n.a. G4: n.a. G5: n.a.	Resistencia de diseño : 35.0
Evaluación con Golpes de Martillo	OK, salvo la parte donde concreto está desprendido no es aceptable	OK	OK	
Otros				

Cuadro 2.2.2-2 Resultado del Estudio de Seguridad de Losa y Viga Transversal

(Los tramos de la viga principal se denominan desde aguas arriba: G1, G2, G3, G4 y G5)

Descripción	Losa P2-P3	Losa P3-P4	Losa P4-A2	Observación
Daños	<p>Pilastra P2 : En losa entre las vigas principales G2 y G3 se observa el desprendimiento de material con un tamaño de 80cm x 60cm</p> <p>Entre G3 y G4, y G4 y G5 se observa el desprendimiento de material. Además hay oquedades (canecheras)</p> <p>En la zona intermedia : se observa evidencia de reparación en cinco puntos.</p> <p>En la viga media (o del medio) de la pilastra P3 se observan cuatro grietas.</p>	<p>Pilastra P3 : en losa se observan grietas con desprendimiento de material producido por la reacción álcali-sílice.</p>	<p>En la parte intermedia entre G3 y G4 se observa evidencia de reparaciones.</p>	
Grietas	<p><u>Pilastra P2</u> En centro de losa : Grieta de 7mm</p> <p><u>Pilastra P3</u> Evidencia de reparación en cinco puntos</p>	<p><u>Pilastra P3</u> En centro de losa: Grietas de 10mm y desprendimiento de varillas</p> <p><u>Pilastra P4</u></p>	<p><u>Pilastra P3</u></p> <p><u>Pilastra P4</u></p>	
Resistencia del Concreto (N/mm ²)		Desde la superficie de losa en la zona donde se observa desprendimiento de capa de asfalto :44.4		Resistencia de diseño : 21.0
Evaluación con Golpes de Martillo		OK		
Otros Puntos Relevantes	Se observan grietas y daños más pronunciados en la parte del Puente del lado de El Progreso, producidos en el momento del desplome del mismo.			

Cuadro 2.2.2-3 Resultado del Estudio de Seguridad de Subestructura y Cimentación

Descripción	Pilastra P2	Pilastra P3	Pilastra P4	Estribo A2	Observación
Asentamiento e inclinación producidos por fenómenos naturales	Asentamiento : después del asentamiento se inclinó aprox. 60cm aguas arriba	Asentamiento : después del asentamiento se inclinó aprox. 20cm aguas arriba	No se identificaron	No se identificaron	Se ha estimado a través de la altura de vigas aumentada con elementos de apoyo después del Huracán Mitch.
Grietas	No se observan grietas	En ambas márgenes izquierda y derecha se observan grietas casi en la totalidad de la pilastra P3: Tamaño máximo es de 0.7mm y el tamaño promedio de las grietas es de 0.45mm.	En ambos lados izquierdo y derecho se observan grietas concentradas a 1m desde el cauce: Tamaño máximo es de 0.6mm y el tamaño promedio de las grietas es de 0.3mm .	No se observan	
Resistencia del Concreto				Solamente la corona es de concreto armado y la parte principal del estribo es de relleno de mortero de mampostería con acabado de mortero; no satisface la resistencia de diseño. Solamente se pudo medir el cuerpo del estribo.	Resistencia de diseño : 21.0
Dimensión Real (N/mm ²)	Margen izquierda : 23.3 Margen derecha : 26.7	Margen izquierda : 27.2 Margen derecha : 34.3	Margen izquierda : 27.2 Margen derecha : 34.3	Aguas arriba : 4.5 Parte central : 9.8 Aguas abajo : 12.5 (dando golpes a piedras con martillo: aprox. 20.0)	
Diseño (N/mm ²)	21.0	21.0	21.0	No hay datos.	
Evaluación con Golpes de Martillo	Regular	Regular: Salvo la zona cercana de grietas no es aceptable	Regular	Regular: Cuando se dan golpes a piedra con martillo queda OK	
Parte cubierta por tierra del extremo de zapata sobre pilotes o cimentación (valor estimado)	4.5m	3.5m	3.5m	4.5m	

(5) Resumen de la evaluación del estado de seguridad del Puente Guaymón

A continuación se resume el resultado del estado de seguridad del Puente Guaymón actual.

En cuanto a la expresión “no se puede reutilizar” los materiales y/o partes del puente existente no quiere decir que es absolutamente imposible reutilizarlos, sino que “en caso de reutilizarlos se requiere de un costo significativamente alto para realizar las obras de reparación”, y “es muy evidente que la construcción de nuevo puente resulta más económica y más segura en cuanto a la resistencia estructural del mismo”.

Es decir, se ha evaluado en base al criterio de reducir el costo a lo máximo posible y obtener la seguridad y resistencia de la estructura en su máxima escala.

A) Estimación de las causas del colapso del Puente Guaymón.

A continuación se describe el estado actual del Puente.

- Debido a las crecidas producidas por el Huracán Mitch, de las cuatro (4) pilastras P1, P2, P3 y P4 las tres (3) pilastras P1, P2, P3 sufrieron asentamiento e inclinación hacia aguas arriba.
- En cuanto a la pilastra P1 quedó considerablemente asentada e inclinada y ya no estaba en condiciones del uso (en el momento del Estudio ya se había demolido y retirado del lugar). Y las pilastras P2 y P3 fueron reparadas en forma de emergencia instalando los elementos de nivelación como contramedidas para deformaciones causadas por dicho fenómeno, las cuales apenas están manteniendo las pilastras en funcionamiento.
- El estribo A1 se desplomó y fue llevado por las corrientes y el estribo A2 es a base de mampostería ciclópea cuyo basamento no llega a un estrato firme y seguro.
- En todas las vigas de concreto preesforzado (PC) que se encuentran sobre las pilastras deformadas se observan grietas y desprendimientos de concreto, lo cual se juzga que no son aptos para ser reutilizadas.
- La losa solamente tiene instaladas las varillas de acero en la parte inferior, cuyo espesor es aproximadamente de 15 cm, por lo que no es conveniente reutilizarla (en vista de que no tiene la resistencia adecuada, y normalmente deberá tener un espesor aproximadamente de 20cm).

En base al estado actual del Puente, se puede deducir que las causas directas del desplome del Puente se debió a que el estribo A1 se derrumbó y fue llevado por las corrientes del río y la pilastra P1 quedó considerablemente deformada con asentamiento e inclinación.

Además, en cuanto a las grandes grietas producidas en las vigas también se originaron por el asentamiento y la inclinación de la pilastra durante las crecidas, aunque ya existían los defectos de diseño tales como la falta de espesor de losa y la distribución inadecuada de las varillas de refuerzo.

Todas las pilastras están deformadas con asentamiento e inclinación hacia aguas arriba. Y esto es una típica deformación causada por socavación debido a la falta de resistencia de apoyo

de la cimentación.

Por consiguiente, se estima que la caída del Puente se originó por no contar con la resistencia adecuada del apoyo de la subestructura del Puente, lo cual resultó que no pudo resistir a las socavaciones generadas por las crecidas.

B) Aprovechamiento de los materiales y elementos existentes del Puente

Tomando en consideración el estado actual del puente existente antes mencionado, los elementos que se podrían aprovecharse son: la pilastra P4, las vigas de concreto preesforzado (PC) entre la pilastra P4 y el estribo A2.

Pilastra P4

La caída del Puente se debe a que el basamento de la pilastra y el estribo no tienen suficiente fuerza de apoyo contra socavaciones generadas por crecidas.

Aunque la pilastra P4 no quedó deformada, su cimentación tiene las mismas características que las otras pilastras afectadas, por lo que para poder reutilizarla deberá efectuarse obras de reparación y refuerzo contra posibles socavaciones.

No obstante, por las siguientes razones es recomendable sustituirla:

- Es posible que haya discrepancia entre los planos y las obras ejecutadas. En cuanto al estribo, están dibujados los pilotes de cimentación en el plano, sin embargo según SOPTRAVI comenta que es posible no se colocaron.
- Referente a los pilotes de cimentación de la pilastra, no quedó claro ya que SOPTRAVI tampoco tiene conocimiento a cerca de los mismos.
- Aunque estuvieran instalados los pilotes de cimentación, como no se figuran en los planos de las obras terminadas, no se puede deducir si dispone de suficiente resistencia de apoyo para soportar socavaciones o la magnitud de la fuerza de apoyo. De acuerdo a lo antes mencionado, en caso de realizar las obras de refuerzo, como no se conoce la distribución de la fuerza de apoyo de la cimentación, se deberá diseñar un refuerzo que cubra toda la carga de superestructura y de sismos.
- Por lo tanto, desde el punto de vista de la metodología de las obras de refuerzo y los costos que puedan generar para ejecución de las mismas, se considera que es más razonable, seguro y rentable sustituirla.
- La longitud de luz entre la pilastra P4 y el estribo A2 es de 22.5m, la cual no es suficiente de acuerdo a la cantidad de caudal esperado del río; debería ser más de 30 m. Para la prueba aguas arriba de la pilastra P4 se encuentra tumbados enormes restos de árbol.

Viga de concreto preesforzado entre pilastra P4 y estribo A2

Por las siguientes razones es recomendable sustituirla.

- La cimentación de la pilastra P4 probablemente sea de pilotes de cimentación y es difícil

eliminarlos. En caso de construir el nuevo puente en el mismo lugar donde actualmente se encuentra el puente existente, la ubicación de la nueva pilastra deberá ser en diferente posición que la de pilastra P4 original. En este caso, la longitud de la luz entre la pilastra P4 y el estribo A2 no coincidiría con la longitud de la luz existente, y se necesitaría cortar o añadir en caso de la reutilización de las vigas de concreto preesforzado (PC). Y esto no es factible desde el punto de vista de las características estructurales de vigas de concreto preesforzado.

- Se necesita prolongar la viga de concreto preesforzado para solucionar los problemas ocasionados por el caudal esperado del río, causados por la falta de longitud de la luz. Sin embargo, esto tampoco sería factible, debido a las características estructurales de la viga.
- La viga de concreto preesforzado actual está diseñada de acuerdo a la carga viva de HS20-44. Sin embargo la carga viva de diseño requerida para los puentes construidos sobre la carretera CA-13 es de HS20-44 más el 25%. Por lo que hace falta resistencia a la carga.

En caso de reutilizar estos elementos ejecutando las obras de reparación y refuerzo, se necesita de un material de costo muy alto tales como fibra de carbono, etc. y además es sumamente difícil separar la losa (se requiere un nuevo colado) de la parte principal de las vigas de concreto preesforzado sin dañarla; por lo que es recomendable sustituirla, ya que resultaría más rentable y causaría menos dificultades en la construcción.

Debido a que no existen los planos de las obras terminadas, no hay manera de calcular con exactitud la resistencia a la carga de las vigas de concreto preesforzado existentes. Además el nivel de reparación y refuerzo necesario también sería estimado, y no se puede responsabilizar la seguridad del puente después de su reparación.

Por tal motivo, aunque se desplace el puente ya sea al lado de aguas abajo o aguas arriba, manteniendo la misma longitud de luz que el puente actual, sin tomar en cuenta el caudal de río planificado correspondiente a longitud mínima de luz no será apropiado reutilizar dicha viga.

Estribo A2

El estribo A2 no es a base de concreto, sino que de una estructura de mampostería húmeda cubierta de concreto, cuya cimentación es directa y no está instalado en un estrato de apoyo firme y seguro. Dicha estructura es propensa a recibir daños por socavación o terremoto, por lo que no se deberá reutilizar. Y en caso de reutilizarlo, los costos de reparación resultarían muy altos.