

República de Nicaragua  
Ministerio de Transporte e Infraestructura

**INFORME DEL ESTUDIO PREPARATORIO  
PARA EL  
PROYECTO DE RECONSTRUCCIÓN  
DE  
PUENTES SOBRE LA CARRETERA  
MANAGUA-EL RAMA  
EN LA REPÚBLICA DE NICARAGUA**

Septiembre de 2010

Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA)

CTI Engineering International Co., Ltd.

EID
JR
10-169

República de Nicaragua  
Ministerio de Transporte e Infraestructura

**INFORME DEL ESTUDIO REPARARTORIO  
PARA EL  
PROYECTO DE RECONSTRUCCIÓN  
DE  
PUENTES SOBRE LA CARRETERA  
MANAGUA-EL RAMA  
EN LA REPÚBLICA DE NICARAGUA**

Septiembre de 2010

Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA)

CTI Engineering International Co., Ltd.

## Prefacio

La Agencia de Cooperación Internacional del Japón ha definido llevar a cabo el Estudio Preparatorio para el Proyecto de Reconstrucción del Puente Managua-El Rama en la República de Nicaragua organizando el envío de la Misión de Estudio liderado por el Ing. Shingo Gose de la Consultora Ingeniería Internacional Co., Ltd. de enero a septiembre de 2010.

La Misión mantuvo reuniones con las autoridades pertinentes del gobierno de Nicaragua y realizó el estudio de campo en la zona de influencia del Proyecto, a la que le siguió una serie de trabajos realizados luego de su regreso a Japón lográndose de esa manera a completar el Informe aquí expuesto.

Espero que este informe contribuya al desarrollo del presente proyecto y sirva de puente para promover aún más las relaciones amistosas entre ambos países.

Por último, deseo expresar mi más profundo agradecimiento a las autoridades pertinentes del Gobierno de Nicaragua por su apoyo y cooperación hacia el presente Estudio.

Septiembre de 2010

Atsufumi Konishi  
Director  
Departamento de Infraestructura Económica  
Agencia de Cooperación Internacional del  
Japón

## Resumen Ejecutivo

### **Perfil del País**

La República de Nicaragua (en adelante “Nicaragua”) se ubica en el Istmo Centroamericano entre el océano Pacífico al oeste y el mar Caribe por el este y limita con Honduras al noroeste y con Costa Rica al sur. Cuenta con una superficie de 130.000km<sup>2</sup> y una población de 5.600.000 habitantes (2007).

El clima en la región oeste suele ser muy seca con poca lluvia, mientras que la región oriental posee un clima tropical lluvioso y la zona central y montañosa un clima más templado y húmedo, observándose una marcada diferencia entre la época seca (noviembre a abril) y la estación de lluvia (mayo a octubre). La precipitación media anual a nivel nacional es de aproximadamente 1.200mm, alcanzando los 3.800mm en la zona costera del Caribe donde la lluvia es particularmente abundante. El hecho de que el 95% de la precipitación se concentra en la época de lluvia, hace que muchas de las carreteras se vuelvan intransitables durante dicha época. La precipitación media de los últimos 5 años registrada en las periferias de los puentes objetos de la presente Cooperación oscila entre 1.100 y 1.650mm. La zona de mayor precipitación registra una cantidad equivalente al 90% de promedio de Japón.

Nicaragua es el segundo país más pobre de América Latina y el Caribe, detrás de Haití. La intensificación del conflicto armado en la década de los 80 empeoró la situación económica del país que al mismo tiempo llegó a tener una hiperinflación, lo que provocó niveles insostenibles de deuda externa. El Gobierno de Chamorro, que arribó al poder en abril de 1990, a fin de lograr la rehabilitación de la economía, ha mantenido una fuerte política enfocada en la estabilización económica, el ajuste estructural (mejoramiento de la política fiscal y financiero, abolición del control de precios, liberación de la cotización de monedas extranjeras y del sistema de comercio exterior etc.) y la reducción de la deuda acumulada. Como resultado, la economía de Nicaragua ha logrado retomar la senda del crecimiento desde 1992 registrando un crecimiento de 5,5% en el año 1997. Además, la tasa de inflación que en 1990 alcanzó 13.490% se ha reducido hasta 7,3% en 1997.

En el mes de Julio de 2001 se ha elaborado la SGPRS (ERCERP - Estrategia Reforzada de Crecimiento Económico y Reducción de la Pobreza) siendo la misma aprobada por el Banco Mundial y el Fondo Monetario Internacional (IMF) como PRSP (Documento de Estrategia para la Reducción de la Pobreza) de la República de Nicaragua en el mes de septiembre del mismo año. Como resultado de la reforma estructural y el desarrollo de la disciplina financiera basada en el PRSP, en el mes de enero de 2004 Nicaragua logró aliviar más del 80% del servicio de la deuda externa por medio de la iniciativa HIPC (Países Pobres Altamente Endeudados).

A partir de dicho trasfondo, la tasa de crecimiento económico de Nicaragua alcanza el 3,7%

(2007) manteniendo un crecimiento seguro y estable. El PIB per cápita es de 1.122,8 dólares (2008). La industria nicaragüense lo compone la industria primaria 32%, la industria secundaria en 23% e industria terciaria en 45% (2003). El 45,1% de la población nacional pertenece al estrato pobre (1990 a 2005) observándose una acentuada brecha entre la zona urbana y rural.

### **Trasfondo, Antecedente y Resumen del Proyecto**

El “Corredor del Atlántico”, principal carretera internacional de Nicaragua, complementa y substituye al “Corredor del Pacífico” y se extiende desde Tegucigalpa, capital de Honduras, ubicado al norte hasta la ciudad capital San José del vecino país de Costa Rica. Además, el Proyecto objeto de la presente Cooperación, se ubica también sobre la Ruta 7 que une la capital Managua del lado del Pacífico con el Puerto El Rama que accede al Océano Atlántico, lo que lo convierte en un sitio de gran importancia indispensable para el desarrollo económico regional de Nicaragua. Sin embargo, los puentes objetos fueron construidos en la década de los 40 encontrándose cada vez más obsoletos en los últimos años por los 60 años transcurridos desde su construcción y los daños causados por el Huracán Mitch (1998). Además, la estrechez del ancho de calzada impide que camiones de gran porte se crucen sobre el puente obstaculizando el tráfico fluido de la carretera, por lo que se requiere la reconstrucción total de dichos puentes.

Ante estas circunstancias, el gobierno de Nicaragua ha solicitado en el mes de julio de 2008 la Cooperación Financiera No Reembolsable del gobierno del Japón con respecto a los cuatro (4) puentes establecidos en el marco de la presente. En respuesta a dicha solicitud, la Agencia de Cooperación Internacional del Japón ha realizado el Estudio Preparatorio (Estudio Preliminar) en el mes de octubre de 2009, a lo que le siguió el Estudio Preparatorio (Diseño Básico) sobre el presente Proyecto efectuado por el gobierno del Japón en el mes de enero de 2010.

El presente Proyecto tiene por objetivo apoyar el desarrollo económico de Nicaragua asegurando el tránsito seguro y fluido del Corredor del Atlántico con respecto a los tres puentes ubicados en el tramo Managua - El Rama a través de la construcción de puentes y caminos de acceso que cumplan con las normas vigentes, desde un enfoque de la reducción de la brecha de la pobreza y fortalecimiento de la red de carreteras troncales que incluyan carreteras internacionales troncales.

### **Resumen de los Resultados del Estudio y Contenido del Proyecto**

La Agencia de Cooperación Internacional del Japón ha enviado a la Misión de Estudio de Diseño Básico de 17 de febrero a 26 de marzo de 2010. Luego de los trabajos correspondientes en Japón, se procedió a realizar la presentación y explicación del Informe sobre el Estudio Preparatorio (Borrador) en Nicaragua durante el 29 de julio y 7 de agosto de 2010.

La Cooperación Financiera No Reembolsable, con el fin de contribuir a la reducción de la brecha de la pobreza y a la implementación del programa de fortalecimiento de la red de carreteras troncales del lado nicaragüense que pretende fortalecer la red de carreteras troncales que incluyan carreteras internacionales troncales, definió desarrollar el Proyecto sobre la base del Lineamiento señalado en el Cuadro-1 tomando en cuenta la solicitud del gobierno nicaragüense, los resultados

del Estudio de campo y de las reuniones mantenidas para realizar la construcción de los tres (3) puentes abajo mencionados (de aproximadamente 100 metros de largo respectivamente) en los municipios de Tipitapa, San Lorenzo y Figalpa.

Aunque la solicitud presentada en el mes de julio de 2008 incluía inicialmente la solicitud de reconstrucción del Puente de Cuisalá a un puente de doble carril, se acordó con la parte nicaragüense eliminar dicho puente de la presente Cooperación Financiera No Reembolsable debido, primero, al bajo grado de urgencia que representa el mismo en el aspecto de la seguridad estructural y función de tráfico, y segundo, al hecho de que la construcción de los demás tres (3) puentes manifestarían impactos de desarrollo generados por el Proyecto.

- Reconstrucción total del Puente La Tonga (largo de puente: aproximadamente 100m) y su camino de acceso.
- Reconstrucción total del Puente Las Banderas (largo de puente: aproximadamente 100m) y su camino de acceso.
- Construcción del nuevo puente de un solo carril (largo de puente: aproximadamente 100m) del puente Tecolostote y su camino de acceso.

Cuadro-1 Perfil de la Instalación

Nombre del Puente		Puente Las Banderas	Puente Tecolostote	Puente La Tonga
Normas de carretera		Carretera troncal	Carretera troncal	Carretera troncal
Velocidad de diseño		80 (Km./h)	80 (Km./h)	80 (km/h)
Carga viva de diseño		Equivalente a 25% más sobre HS20-44 (carga viva B)	Equivalente a 25% más sobre HS20-44 (carga viva B)	Equivalente a 25% más sobre HS20-44 (carga viva B)
Largo de puente		100.5 (m)	100.8 (m)	99.7 (m)
Distancia entre luces		48.9+24.3+24.3 (m)	25.0+50.0+25.0 (m)	32.3+32.3+32.3 (m)
Ancho de puente		12.330 (m)	7.130 (m)	12.330 (m)
Tipo de superestructura		Puente de celosía simple de acero / Puente continuo de hormigón pretensado de vigas I de 2 tramos	Puente continuo de viga de chapa de acero de 3 tramos	Puente continuo de hormigón pretensado de vigas I de 3 tramos
Tipo de subestructura		Estribo tipo "T" inverso Pilar tipo oval	Estribo tipo "T" inverso Pilar tipo oval	Estribo tipo "T" inverso Pilar tipo oval
Tipo de cimentación		Cimentación directa	Cimentación directa	Cimentación directa, Pilote de cimentación profunda
Camino de acceso	Largo del lado inicial	144.0 (m)	241.0 (m)	168.8 (m)
	Largo del lado final	155.5 (m)	298.2 (m)	371.5 (m)

### Plazo de la Obra y Costos del Proyecto

El plazo de la obra del Proyecto es de aproximadamente 10,0 meses para el Diseño de Ejecución y 21,5 meses para la construcción de las instalaciones.

### **Evaluación del Proyecto**

Con la ejecución del presente Proyecto se construirán puentes y caminos de acceso que satisfagan las normas vigentes en los tres puentes objetos ubicados en el tramo Managua - El Rama al tiempo de que se asegura el flujo de tráfico seguro y fluido del “Corredor del Atlántico. Como resultado, se logra la reducción de la brecha de la pobreza y el fortalecimiento de la red de carreteras troncales que incluyen carreteras internacionales troncales, los que contribuirán al desarrollo económico de Nicaragua. Además, los puentes a ser construidos en el marco del presente Proyecto tendrán alta durabilidad y resistencia a la intemperie por lo que no requerirán grandes reparaciones inmediatas, además de que no habrá dificultades ni técnica ni financiera en el trabajo de mantenimiento rutinario requerido.

Sobre esta base, se determina pertinente ejecutar el Proyecto objeto de la presente cooperación a través de la Cooperación Financiera No Reembolsable del gobierno del Japón.





2-3	Resumen de las Obligaciones del País Contraparte.....	81
2-4	Plan de Operación y Mantenimiento del Proyecto .....	83
2-5	Costos del Proyecto .....	87
2-5-1	Costos del Proyecto Objeto de la Cooperación.....	87
2-5-2	Costo de Operación y Mantenimiento .....	88
2-6	Consideraciones para la Ejecución del Proyecto de Cooperación.....	94
Capítulo 3	Validación de la pertinencia del Proyecto.....	95
3-1	Premisas del proyecto .....	95
3-1-1	Premisas para la Ejecución de la Obra.....	95
3-1-2	Condiciones Externas para el Logro del Plan General del Proyecto .....	96
3-2	Evaluación del Proyecto .....	96
3-2-1	Pertinencia .....	96
3-2-2	Eficacia .....	97

#### Documentos

1. Lista y nombre de los miembros de la Misión de Estudio
2. Cronograma de Estudio
3. Lista de Partes Interesadas Contactadas (entrevistadas)
4. (1) Minuta de Discusiones (M/D) 26 de febrero de 2010  
(2) Minuta de Discusiones (M/D) 4 de agosto de 2010  
(3) Nota Técnica 12 de marzo de 2010
5. Materiales de Referencia (Lista de materiales obtenidos)

Anexo 1: Diseño Básico

Anexo 2: Formulario de Monitorización



Leyenda		Altimetria (m)
⊙	Capital	1500 -
⊙	Cabecera Departamental	1000 - 1500
⊙	Ciudad Principal	500 - 1000
✈	Aeropuerto Principal	200 - 500
⚓	Puertos Principales	0 - 200
—	Limite Internacional	
—	Limite Departamental	
—	Carretera Panamericana	
—	Carretera Pavimentada	
—	Carretera no pavimentada	

Plano de Ubicación



Imagen Terminada (Puente Las Banderas)



Observación: El puente ubicado de este lado es el que se construirá con la Cooperación Financiera No Reembolsable  
Imagen Terminada (Puente Tecoloste)



Imagen Terminada (Puente La Tonga)

## Lista de gráficos

Cuadro 2-2-1-1.1	Gravedad del Peligro Estructural y su Efecto Adverso sobre la Función de Tránsito .....	4
Cuadro 2-2-1-2.1	Caudal de Descarga Estimado y Espacio Libre Bajo Viga .....	7
Cuadro 2-2-2-1.1	Alcance del Plan del Proyecto Objeto de la Presente Cooperación .....	12
Cuadro 2-2-2-1.2	Plan Básico de Puentes .....	12
Cuadro 2-2-2-1.3	Plan Básico de Caminos de Acceso .....	13
Cuadro 2-2-2-2.1	Contenido del Estudio in Situ .....	14
Cuadro 2-2-2-2.2	Método de Estudio in Situ .....	15
Cuadro 2-2-2-2.3	Resumen de los Resultados del Estudio.....	22
Cuadro 2-2-2-2.4	Tránsito Relacionado a la Ruta donde se ubican los Puentes Objetos del Proyecto .....	23
Cuadro 2-2-2-2.5	Resultado del Pronóstico del Tránsito Futuro en Cada Ubicación del Puente .....	27
Cuadro 2-2-2-2.6	Plan sobre la Colocación y Ancho de las Aceras .....	29
Cuadro 2-2-2-2.7	Condiciones de Diseño a Emplearse en el Diseño de Pavimento .....	30
Cuadro 2-2-2-2.8	Resultado del Cálculo de la Estructura de Pavimento de Cada Tramo .....	31
Cuadro 2-2-2-2.9	Superficie de la Cuenca Aguas Arriba de los Puentes Objetos de la Cooperación (km <sup>2</sup> ) .....	32
Cuadro 2-2-2-2.10	Descarga de Diseño de la Presa Las Canoas .....	37
Cuadro 2-2-2-2.11	Descarga de Diseño (en la presa) de la Escala de Recurrencia de 1:50 Años .....	37
Cuadro 2-2-2-2.12	Descarga de Diseño de la Escala de Recurrencia de 1:50 Años de Cada Puente.....	37
Cuadro 2-2-2-2.13	Elementos del Puente Determinados a partir de las Características del Río .....	41
Cuadro 2-2-2-2.14	Espacio Libre Bajo Viga .....	42
Cuadro 2-2-2-2.15	Plan sobre Cargas de Diseño.....	43
Cuadro 2-2-2-3.1	Resultado de la Comparación sobre la Ubicación del Puente (Puente Las Banderas) .....	44
Cuadro 2-2-2-3.2	Resultado de la Comparación de Tipos de Puente (Puente Las Banderas) .....	45
Cuadro 2-2-2-3.3	Resultado de la Comparación de Tipos de Subestructura (Puente Las Banderas, Tecolostote, La Tonga) .....	47
Cuadro 2-2-2-3.4	Tipo de Apoyo y Condiciones de Frontera del Apoyo (Puente Las Banderas) .....	48
Cuadro 2-2-2-3.5	Dispositivo de Expansión (Puente Las Banderas) .....	49
Cuadro 2-2-2-3.6	Sistema de Prevención contra Colapso de Puentes (Puente Las Banderas) .....	49
Cuadro 2-2-2-4.1	Resultado de la Comparación sobre la Ubicación del Puente (Puente Tecolostote).....	53
Cuadro 2-2-2-4.2	Resultado de la Comparación de Tipos de Puente (Puente Tecolostote) .....	54
Cuadro 2-2-2-4.3	Tipo y la Condición de Borde del Asiento (Puente Tecolostote) .....	55
Cuadro 2-2-2-4.4	Dispositivo de Expansión (Puente Tecolostote).....	56
Cuadro 2-2-2-4.5	Estructura para Prevenir la Caída del Puente (Puente Tecolostote) .....	56

Cuadro 2-2-2-5.1	Resultado de la Comparación de las Ubicaciones del Puente (Puente La Tonga).....	60
Cuadro 2-2-2-5.2	Resultado del Estudio Comparado del Tipo de Puente (Puente La Tonga).....	61
Cuadro 2-2-2-5.3	Tipo y la Condición de Borde de los Asientos (Puente La Tonga) .....	62
Cuadro 2-2-2-5.4	Dispositivo de dilatación (Puente La Tonga).....	63
Cuadro 2-2-2-5.5	Estructura para Prevenir la Caída del Puente (Puente La Tonga) .....	63
Cuadro 2-2-3.1	Índice de los Planos de Diseño Básico ( Puente Las Banderas ) .....	65
Cuadro 2-2-3.2	Índice de los Planos del Diseño Básico (Puente Tecolostote).....	66
Cuadro 2-2-3.3	Índice de los Planos del Diseño Básico ( Puente La Tonga ).....	67
Cuadro 2-2-4-2.1	Precipitaciones en las Zonas donde están Ubicados los Puentes Objeto del Proyecto .....	69
Cuadro 2-2-4-2.2	Situación de la Reunion de Interesados .....	71
Cuadro 2-2-4-2.3	Avances de las Autoridades Locales sobre la Adquisición de Terreno, el Reasentamiento y la Obtención del Permiso Ambiental .....	72
Cuadro 2-2-4-3.1	División de los Cargos de Ambos Países .....	73
Cuadro 2-2-4-5.1	Plan de Control de Calidad en la Obra de Hormigonado.....	75
Cuadro 2-2-4-5.2	Plan de Control de Calidad en la Obra Civil y en la Obra de la Pavimentación .....	75
Cuadro 2-2-4-6.1	Cuadro de Clasificación de Materiales Principales de Construcción por Forma de Aquisición.....	76
Cuadro 2-2-4-6.2	Clasificación por la Adquisición de Maquinaria para Construcción.....	79
Cuadro 2-2-4-7.1	Cronograma de Ejecución del Proyecto.....	80
Cuadro 2-3.1	Listado de Ítems de Reparación y Refuerzo del Puente Tecolostote (Plan recomendable) .....	82
Cuadro 2-3.2	Listado de Ítems de Reparación y Refuerzo del Puente Cuisalá (Plan recomendable) .....	83
Cuadro 2-4.1	Presupuesto de COERCO-EICMEP (2003-2008) .....	85
Cuadro 2-4.2	Presupuesto de FOMAV .....	86
Cuadro 2-5-1.1	Costo de las Obligaciones de Nicaragua.....	87
Cuadro 2-5-2.1	Costos de Mantenimiento de los Puentes.....	88
Cuadro 2-5-2.2	Costos de Mantenimiento de los Caminos de Acceso.....	88
Cuadro 2-5-2.3	Ítems Principales de Mantenimiento del Puente y el Costo Anual (Puente Las Banderas) .....	89
Cuadro 2-5-2.4	Ítems principales del mantenimiento de los caminos de acceso y el costo anual (Puente Las Banderas) .....	90
Cuadro 2-5-2.5	Ítems principales de mantenimiento del puente y el costo anual (Puente Tecolostote).....	91
Cuadro 2-5-2.6	Ítems principales de mantenimiento de los caminos de acceso y el costo anual (Puente Tecolostote).....	92
Cuadro 2-5-2.7	Ítems Principales de Mantenimiento del Puente y el Costo Anual (Puente La Tonga).....	93
Cuadro 2-5-2.8	Ítems Principales de Mantenimiento de los Caminos de Acceso y el Costo Anual (Puente La Tonga) .....	94
Cuadro 3-2-2.1	Impactos Cuantitativos .....	97

Figura 2-2-2.1	Flujograma de la Elaboración del Plan Básico .....	11
Figura 2-2-2-2.1	Estado de los Principales Daños de Mayor Importancia y Urgencia .....	17
Figura 2-2-2-2.2	Resultado de la Estimación de la Resistencia del Hormigón.....	17
Figura 2-2-2-2.3	Profundidad Actual de Carbonatación y Estimación del Tiempo que Tardaría la Carbonatación en Llegar hasta la Armadura .....	19
Figura 2-2-2-2.4	Espectro de Fourier Adimensional.....	20
Figura 2-2-2-2.5	Relación entre el Crecimiento del Tránsito y el Crecimiento del PIB (Basado en el tránsito de 1996).....	25
Figura 2-2-2-2.6	Tránsito Relacionado a las Rutas donde se ubican los Puentes .....	26
Figura 2-2-2-2.7	Sección Estándar.....	29
Figura 2-2-2-2.8	Mapa de la Cuenca Aguas Arriba de los Puentes Objetos de la Cooperación .....	32
Figura 2-2-2-2.9	Nivel Máximo de Agua Alcanzado durante el Ataque del Huracán Mitch sobre el Puente Las Banderas.....	33
Figura 2-2-2-2.10	Imagen del Vertedero de la Presa Las Canoas .....	34
Figura 2-2-2-2.11	Gráfico H-Q del Vertedero de la Presa Las Canoas .....	35
Figura 2-2-2-2.12	Imágenes de la Situación de Uso de la Presa Las Canoas .....	36
Figura 2-2-2-2.13	Nivel Alto de Agua de Diseño del Puente Las Banderas .....	38
Figura 2-2-2-2.14	Nivel Alto de Agua de Diseño del Puente Tecolostote .....	39
Figura 2-2-2-2.15	Nivel Alto de Agua de Diseño del Puente Cuisalá.....	40
Figura 2-2-2-2.16	Nivel Alto de Agua de Diseño del Puente La Tonga.....	41
Figura 2-2-2-3.1	Ancho de Terreno Requerido según Tipo de Puente y Viviendas Afectadas (Puente Las Banderas).....	46
Figura 2-4.1	Organigrama de COERCO-EICMEP.....	85
Figura 2-4.2	Organigrama de FOMAV .....	86



### Lista de Siglas

AASHTO	Inglés	American Association of State Highway and Transportation Officials
	Español	Asociación Americana de Autoridades Estatales de Carreteras y Transporte
ASTEM	Inglés	American Society for Testing and Materials
COERCO	Español	Corporación de Empresas de la Construcción
COERCO-EICMEP	Español	Empresa Integral De La Construcción Manuel Escobar Pereira
EIA	Inglés	Environmental Impact Assessment
	Español	Evaluación del Impacto Ambiental
E/N, C/N	Inglés	Exchange of Notes
	Español	Canje de Notas
ESAL	Inglés	Equivalent Single Axle Loadings
	Español	Eje de Carga Equivalente
FOMAV	Español	Fondo de Mantenimiento Vial
G/A, A/D	Inglés	Grant Agreement
	Español	Acuerdo de la Donación
GDP, PIB	Inglés	Gross Domestic Product
	Español	Producto Interno Bruto
HIPC, PPAE	Inglés	Heavily Indebted Poor Country
	Español	Países Pobres Altamente Endeudados
IDB, BID	Inglés	Inter-American Development Bank,
	Español	Banco Interamericano de Desarrollo
IEE, EMI	Inglés	Initial Environmental Examination
	Español	Evaluación Medioambiental Inicial
IMF, FMI	Inglés	International Monetary Fund
	Español	Fondo Monetario Internacional
INETER	Español	Instituto Nicaraguense de Estudios Territoriales
JICA	Inglés	Japan International Cooperation Agency
	Español	Agencia de Cooperación Internacional del Japón
LOS	Inglés	Level of Service
	Español	Nivel de Servicio
PND	Español	Plan Nacional de Desarrollo
PNDH	Español	Plan Nacional de Desarrollo Humano
PPP	Español	Plan Puebla-Panamá
PRSP	Inglés	Poverty Reduction Strategy Paper
	Español	Documento de Estrategia para la Reducción de la Pobreza

MARENA	Español	Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales
MTI	Español	Ministerio de Transporte e Infraestructura
PC	Inglés	Pre-stressed Concrete
ROW	Inglés	Right of Way
	Español	Derecho de Paso
SGPRS, ERCERP	Inglés	A Strengthened Growth and Poverty Reduction Strategy
	Español	Estrategia Reforzada de Crecimiento Económico y Reducción de la Pobreza)

## **Capítulo 1    Trasfondo y Antecedente del Proyecto**

### **1-1        Trasfondo, Antecedente y Resumen de la Cooperación Financiera No Reembolsable**

El “Corredor del Atlántico”, principal carretera internacional de Nicaragua, complementa y substituye al “Corredor del Pacífico” y se extiende desde la capital de Honduras Tegucigalpa ubicado al norte hasta la ciudad capital San José del vecino país de Costa Rica. Además, el Proyecto objeto de la presente Cooperación, se ubica también sobre la Ruta 7 que une la capital Managua del lado del Pacífico con el Puerto El Rama que accede al Océano Atlántico, lo que lo convierte en un sitio de gran importancia indispensable para el desarrollo económico regional de Nicaragua. Sin embargo, los puentes objetos fueron construidos en la década de los 40 encontrándose cada vez más obsoletos en los últimos años por los 60 años transcurridos desde su construcción y los daños causados por el Huracán Mitch (1998). Además, la estrechez del ancho de calzada impide que camiones de gran porte se crucen sobre el puente obstaculizando el tráfico fluido de la carretera, por lo que se requiere la reconstrucción total de dichos puentes.

### **1-2        Condiciones Naturales**

La República de Nicaragua (en adelante “Nicaragua”) se ubica en el Istmo Centroamericano entre el océano Pacífico al oeste y el mar Caribe por el este y limita con Honduras al noroeste y con Costa Rica al sur. Cuenta con una superficie de 130.000km<sup>2</sup> y una población de 5.600.000 habitantes (2007).

El clima en la región oeste suele ser muy seca con poca lluvia, mientras que la región oriental posee un clima tropical lluvioso y la zona central y montañosa un clima más templado y húmedo, observándose una marcada diferencia entre la época seca (noviembre a abril) y la época de lluvia (mayo a octubre). La precipitación media anual a nivel nacional es de aproximadamente 1.200mm, alcanzando los 3.800mm en la zona costera del Caribe donde la lluvia es particularmente abundante. El hecho de que el 95% de la precipitación se concentra en la época de lluvia, hace que muchas de las carreteras se vuelvan intransitables durante dicha época. La precipitación media de los últimos 5 años registrada en las periferias de los puentes objetos de la presente Cooperación oscila entre 1.100 (Puente Las Banderas) y 1.650mm (Puente Tecolostote), siendo la precipitación del Puente Tecolostote, donde mayor lluvia se registra, equivalente al 90% de promedio de Japón.

### **1-3        Consideraciones Ambientales y Sociales**

En el mes de septiembre de 2009, ocasión en que se realizó el Estudio Preliminar, se llevó a cabo también la Evaluación Medioambiental Inicial (Initial Environmental Examination: IEE). El resultado de dicha Evaluación será sometido a una revisión en el marco del presente Estudio tomándose las medidas paliativas respecto a los aspectos que se consideren causantes de impactos ambientales negativos las cuales serán reflejadas en el Plan de Ejecución.

El reasentamiento de los pobladores de Las Banderas, aunque en pequeña escala, se cita como uno de los parámetros de mayor impacto en el aspecto socio-ambiental, al que le sigue la adquisición de terreno y el reasentamiento de locales comerciales entre otros. Además, atendiendo que los ríos son

utilizados como lavaderos de ropas por las mujeres de la zona, se deberá emplear un método de construcción que tome en cuenta estas costumbres de la vida cotidiana y el rol que cumple el río como espacio social.

En lo que respecta al ambiente natural, está la posibilidad de que el puente bloquee el paso del río que altere el eje de la corriente, lo que como resultado podría afectar la geografía del río. Los ríos objetos del Proyecto sufren severas sequías durante la estación seca observándose lechos descubiertos en algunos lugares. Según informaciones del Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA), se anticipa que no habrá graves impactos sobre el ecosistema debido a que la zona no alberga fauna y flora rara o vulnerable.

El uso de numerosas maquinarias pesadas y rodados durante la ejecución de la obra podría generar problemas de polución a una parte de los pobladores de la zona por el ruido, vibraciones y contaminación atmosférica mediante polvos y gases de escape. A esto se suma la posibilidad de contaminar el agua mediante obras internas del río o evacuación de aguas o residuos desde el sitio de la obra, por lo que se exige un método de ejecución y de supervisión de sitio que contemplen suficientemente las medidas contra estos inconvenientes. Además, habrá que prestarse al trabajo con todas las medidas posibles de seguridad a fin de evitar accidentes de los pobladores y personales de la obra atendiendo que se intensificará la circulación de vehículos pertenecientes a la obra.

## Capítulo 2 Contenido del Proyecto

### 2-1 Resumen del Proyecto

El presente Proyecto tiene por objetivo apoyar el desarrollo económico de Nicaragua asegurando el tránsito seguro y fluido del Corredor del Atlántico con respecto a los tres puentes ubicados en el tramo Managua - El Rama a través de la construcción de puentes y caminos de acceso que cumplan con las normas vigentes, desde un enfoque de la reducción de la brecha de la pobreza y fortalecimiento de la red de carreteras troncales que incluyan carreteras internacionales troncales.

La Cooperación Financiera No Reembolsable, con el fin de contribuir a la reducción de la brecha de la pobreza y a la implementación del programa de fortalecimiento de la red de carreteras troncales del lado nicaragüense que pretende fortalecer la red de carreteras troncales que incluyan carreteras internacionales troncales, definió desarrollar el Proyecto sobre la base del siguiente Lineamiento tomando en cuenta la solicitud del gobierno nicaragüense, los resultados del Estudio de campo y de las reuniones mantenidas para realizar la construcción de los tres (3) puentes abajo mencionados (de aproximadamente 100 metros de largo respectivamente) en los municipios de Tipitapa, San Lorenzo y Figalpa.

La solicitud presentada en el mes de julio de 2008 contemplaba la sustitución de los cuatro puentes: Las Banderas, Tecolostote, Cuisalá y La Tonga por otros de doble carril, pero la misma fue modificada en el marco del Estudio Preliminar realizado en octubre de 2009, acordándose con la parte nicaragüense que de los cuatro puentes solicitados, la reconstrucción a otro de doble carril se realizará con el puente Las Banderas mientras que para los tres puentes restantes se construirían nuevos puentes de carril simple anexos a los mismos.

Sin embargo, como resultado del estudio de campo efectuado en el marco del Estudio Preparatorio (Diseño Básico) se descubrió que, la situación ha cambiado con la colisión de vehículos ocurrida después del Estudio Preliminar realizado en el mes de octubre de 2009 provocando que, además del Puente Las Banderas, el Puente La Tonga también presenta daños y deformaciones en los elementos principales a más de que dicha deformación sigue avanzando. Por tal motivo se estudió y evaluó la gravedad del peligro estructural y del cuello de botella del tráfico estableciéndose el orden prioritario de la obra objeto de la cooperación de la siguiente manera. Debido a que el Puente Cuisalá presenta estructural y funcionalmente un grado de urgencia menor, además de que la construcción de los demás tres (3) puentes manifestarían impactos de desarrollo generados por el Proyecto, se acordó con la parte nicaragüense atender con la presente cooperación las tres primeras prioridades siguientes eliminando de esta manera al Puente Cuisalá de la Cooperación Financiera No Reembolsable.

- |             |  |
|-------------|--|
| Prioridad 1 | Reconstrucción total del Puente La Tonga (largo de puente: aprox. 100 metros) y su camino de acceso.     |
| Prioridad 2 | Reconstrucción total del Puente Las Banderas (largo de puente: aprox. 100 metros) y su camino de acceso. |

Prioridad 3 Construcción de un nuevo puente de carril simple que acompañe al Puente Tecolostote (largo de puente: aprox. 100 metros) y su camino de acceso.

Prioridad 4 Construcción de un nuevo puente de carril simple que acompañe al Puente Cuisalá (largo de puente: aprox. 100 metros) y su camino de acceso.

## 2-2 Diseño Básico del Proyecto Objeto de la Cooperación

### 2-2-1 Lineamiento del Diseño

#### 2-2-1-1 Alcance de la cooperación

El Estudio en Sitio y el resultado del Trabajo de Análisis en Japón identificó la gravedad del peligro estructural de los puentes en servicio y de su efecto adverso sobre la función de tránsito tal como aparece en el siguiente Cuadro 2-2-1-1.1.

Cuadro 2-2-1-1.1 Gravedad del Peligro Estructural y su Efecto Adverso sobre la función de tránsito

Nombre del puente	Gravedad del peligro estructural	Gravedad del cuello de botella del tránsito
Puente Las Banderas ( L=100m )	<b>2</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deformación debido a pandeo local del elemento principal.</li> <li>• Daños y deterioros serios en el asiento del puente.</li> <li>• Se inunda ante crecidas con período de retorno de 50 años.</li> </ul>	<b>3</b> AADT: 5,425 pcu/d (36%) Bicicleta: 107/12 horas Peatón: 492/12 horas
Puente Tecolostote (L=100m)	<b>3</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Corrosión severa en la unión entre el elemento principal y elemento secundario y en el elemento secundario en sí.</li> <li>• Daños y deterioros severos en el asiento del puente.</li> </ul>	<b>2</b> AADT: 3,596 pcu/d (27%) Bicicleta: 35/12 horas Peatón: 868/12 horas
Puente Cuisalá (L=50m)	<b>4</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Corrosión leve en la unión entre el elemento principal y elemento secundario.</li> <li>• Daños y deterioros leves en el asiento del puente.</li> </ul>	<b>4</b> AADT: 2,955 pcu/d (33%) Bicicleta: 34/12 horas Peatón: 10/12 horas
Puente La Tonga (L=100m)	<b>1</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pandeo local del elemento principal y la pieza diagonal.</li> <li>• Fractura de la pieza diagonal y su desprendimiento de la columna extrema del pórtico.</li> </ul>	<b>1</b> AADT: 6,210 pcu/d (15%) Bicicleta: 533/12 horas Peatón: 773/12 horas
Observaciones	Para la priorización de la solución al cuello de botella del tránsito se ha considerado el volumen de tránsito sobre los puentes y la longitud de los mismos debido a que todos vienen a ser de un solo carril para los vehículos pesados (el porcentaje entre paréntesis indica el porcentaje de intrusión de vehículos pesados). PCU: Unidad de Vehículos de Pasajeros. AADT: Tránsito Diario del Promedio anual.	

La situación descrita en el Cuadro 2-2-1-1.1 se resume de la siguiente manera:

#### Puente Las Banderas y Puente La Tonga

- Ambos presentan daños fatales en el elemento principal con graves fallas en la seguridad

general de la estructura requiriéndose la reconstrucción completa y su reemplazo por un puente de doble carril.

- La superficie del Puente Las Banderas queda anegada ante crecidas con período de retorno de 50 años por lo que no cuenta con la debida seguridad ante inundaciones con el mismo período de retorno.
- Representa un claro cuello de botella para el tránsito debido a que los vehículos se ven frecuentemente obligados a esperar a que el vehículo en dirección contraria pase por el puente.
- El reemplazo por un puente de doble carril permitirá el tránsito seguro sobre ambos puentes y la solución a los problemas (cuellos de botella) de tránsito.

#### Puente Tecolostote

- El deterioro y daños en los puentes se observan en el elemento secundario de los mismos lo que no implica consecuencias inmediatas sobre la seguridad estructural pudiéndose lograr cierta seguridad estructural mediante un adecuado trabajo de mantenimiento y reparación.
- Representa un claro cuello de botella para el tránsito debido a que los vehículos se ven frecuentemente obligados a esperar a que el vehículo en dirección contraria pase por el puente.
- Por lo tanto, se consideró pertinente lograr la seguridad estructural del puente en servicio mediante la implementación de una adecuada reparación además de dar solución al cuello de botella del tránsito construyendo un puente de carril sencillo de manera paralela al puente en servicio.

#### Puente Cuisalá

- No se han observado vehículos obligados a parar frente al puente a razón de que el deterioro y daño es leve, el volumen de tránsito incluyendo bicicleta y peatones es escaso respecto a otros puentes y el largo del puente alcanza solo la mitad de los demás (50 metros).
- Se ha determinado que en la práctica no representa un cuello de botella en el tránsito debido al reducido tránsito vehicular.
- Se juzgó prematuro la construcción de un nuevo puente de carril sencillo visto a la luz de la pertinencia, urgencia y necesidad como Proyecto de Cooperación Financiera No Reembolsable desde el punto de vista tanto de la seguridad estructural como del cuello de botella en la función de tránsito.

Por lo expuesto anteriormente, se determinó que serían tres los puentes objetos de la cooperación con un alcance arriba señalado. Después de todo resultó que la cooperación abarcaría los puentes hasta el tercer orden prioritario de la solicitud dada por Nicaragua.

No obstante es necesario tener en cuenta que el pórtico, tanto del Puente Tecolostote como del Puente Cuisalá, alcanza sólo una altura de 4,2m a 4,8m, lo que permite el paso de vehículos grandes pero con el inconveniente de no adecuarse a la altura libre entre la cuerda inferior de la cercha y el nivel de la losa (5,2 m). Además la seguridad de ambos puentes ante eventos sísmicos no se halla conforme con el último diseño antisísmico por lo que se recomienda la colocación de un dispositivo de prevención de caída de puentes durante terremotos como segunda alternativa. Además, dado que se observan en el ángulo extremo del pórtico numerosas marcas de roces ocasionados por vehículos pesados, será necesario implementar medidas que induzcan el paso de los vehículos dentro de la calzada del puente en servicio, como una segunda alternativa. Esta medida se recomienda en el marco del presente Estudio como aporte correspondiente al lado nicaragüense juntamente con la reparación de los puentes en servicio y la colocación de dispositivos de prevención de caída de puentes ante eventos sísmicos.

### **2-2-1-2 Lineamientos sobre condiciones naturales**

La repercusión de las condiciones naturales en el diseño estructural es un elemento sumamente importante que afecta directamente a la envergadura y seguridad de la construcción. El pensamiento básico sobre dicha repercusión es el siguiente.

- Las condiciones meteorológicas serán utilizadas en la Planificación de Ejecución, Cronograma de Implementación, en la estimación de la velocidad de flujo, caudal y profundidad de socavación y como punto de referencia para la determinación de la distancia mínima entre luz del puente.
- Las condiciones del río se tomarán en cuenta para determinar la necesidad de ejecutar obras de protección de riberas, su envergadura y extensión; estimar la profundidad de socavación; planificar la ubicación del estribo y determinar la altura y distancia mínima entre luz del puente.
- Las condiciones topográficas y geológicas serán aplicadas en la planificación de la ubicación del puente y los estribos (largo de puente), en la estimación de la profundidad del estrato de apoyo y de la fuerza de apoyo de la cimentación del puente, en la selección del tipo de cimentación y en la Planificación de Ejecución.
- La carta topográfica se utilizará en la determinación de límites de cuencas (superficie de cuenca) ubicadas aguas arriba de cada puente en el marco de la determinación de la descarga.
- Las condiciones sísmicas serán reflejadas en la selección del tipo del puente y la determinación del tamaño de la subestructura y cimentación.
- Estimar la crecida con período de retorno de 50 años a través del cálculo tiene su límite por el hecho de que los ríos actuales no cuentan con muros de protección, por lo que se definirá la misma evaluando de manera integral la crecida máxima registrada obtenida a través de la



encuesta, aparte del Huracán Mitch, y el valor de cálculo para luego reflejarlo en la determinación de la altura de la cara inferior de la viga (espacio libre bajo viga).

Las medidas a tomar en el marco de la planificación de los puentes en relación a las condiciones naturales obedecerán los siguientes lineamientos.

Lineamientos para la determinación del Nivel Alto de Agua de Diseño y caudal de descarga estimado (Q)

- Crecida con período de retorno de 50 años.
- La descarga específica (descarga por unidad de área) se determina a partir de la descarga registrada a la altura de la Presa Las Canoas\*<sup>1)</sup> ( 966m<sup>3</sup>/s ) ubicada aguas arriba del Puente Las Banderas y con la que se estima la descarga de los ríos donde se ubicarán cada puente (en lo que concierne a los ríos donde se construirán los cuatro puentes objetos de la cooperación, se estima que no presentan diferencias útiles en las características tanto de la precipitación como del escurrimiento debido a la cercanía de las cuencas y la similitud topográfica entre los mismos).

\*1): En lo que concierne a la Presa Las Canoas, el período de retorno y la descarga se halla estimada mediante el Método Gumbel sobre la base de la descarga máxima correspondiente al período 1952 a 1969 (18 años). La presente se estimó basándose en el resultado de dicho análisis.

- La determinación del Nivel Alto de Agua de Diseño se realizará adecuadamente comparando el resultado de la encuesta con el resultado del análisis hidrológico (tomar por Nivel Alto de Agua de Diseño al nivel de inundación provocado por el Huracán Mitch implicaría la posibilidad de un diseño sobredimensionado debido a que se trata de un fenómeno centenario. Por lo tanto, se estimó a través de la encuesta la máxima crecida registrada (a excepción de la correspondiente al Huracán Mitch) para atribuirlo como “crecida con período de retorno de 50 años de la encuesta”).
- El espacio libre bajo viga desde el Nivel Alto de Agua de Diseño se definirá tal como se indica en el Cuadro 2-2-1-2.1 respetando la Ley Estructural de Instalaciones de Control de Ríos del Japón.

Cuadro 2-2-1-2.1 Caudal de Descarga Estimado y Espacio Libre Bajo Viga

Caudal de descarga estimado Q (m <sup>3</sup> /s)	Menos de 200	200 a 500	500 a 2000	2000 a 5000
Espacio libre bajo viga (m)	0.6	0.8	1.0	1.2

- La distancia mínima entre luz (espacio) se define tomando en cuenta la longitud de luz estándar abajo señalado (L (m)), la distancia entre luces y la condición de flujo de los puentes en servicio conforme a la Ley Estructural de Instalaciones de Control de Ríos del Japón. Siendo la Q el caudal de descarga estimado (m<sup>3</sup>/s).

$$L(m)=20 + 0.005 \times Q(m^3/s)$$

### Determinación del estrato de apoyo

- El estrato de apoyo de la cimentación del puente deberá arrojar en el Ensayo de Penetración Estándar un valor de 30 a 50 o más para el estrato de arena y gravas y un valor de más de 20 para el estrato arcilloso (valor N).
- Para el estrato de gravas se deberá estudiar cuidadosamente el estrato de apoyo tomando en cuenta la posibilidad de estar golpeando conglomerados, la dificultad de la socavación y la escala de la estructura entre otros factores (no considerar estrato de apoyo simplemente al valor  $N = 30$ ).

### Capacidad sísmica y variación de temperatura

- Para la capacidad sísmica y variación de temperatura prima la seguridad, y como tal se tomarán como referencia las aplicadas en el Proyecto de Cooperación Financiera No Reembolsable en el marco del Proyecto de Construcción de Puentes desarrollado bajo condiciones ambientales similares y sobre la misma ruta.

#### **2-2-1-3 Lineamientos sobre impactos hacia el medio natural y social**

El presente Proyecto consiste en reconstruir puentes en servicio o construir nuevos puentes de un solo carril y aunque no es un emprendimiento que altera seriamente el medio ambiente y social, se deberá reducir al mínimo los posibles impactos sobre el medio ambiente y social atendiendo los aspectos descritos a continuación al momento de planificar, diseñar y ejecutar el Proyecto.

- Hacer un plan en el que resulte mínima la invasión del terreno de carretera hacia propiedades privadas. En el caso particular del Puente Las Banderas el mismo debe elevarse 2,5 metros sobre la cara inferior de la viga, por lo que se seleccionará en lo posible un tipo de puente con vigas bajas a fin de minimizar la posible invasión del terraplén del camino de acceso sobre las propiedades periféricas.
- Se emplearán tecnologías que generen vibraciones y sonidos mínimos atendiendo que existen viviendas, escuelas y restaurantes en las periferias del sitio de la obra.
- Atender la seguridad de tránsito asegurando desvíos durante la ejecución de la obra al tiempo de lograr una circulación fluida por las vías.
- Reducir en lo mínimo el ensuciamiento de las aguas del río durante la ejecución de la obra.

#### **2-2-1-4 Lineamientos sobre normas aplicables**

Se basan en las siguientes Normas, de las cuales la composición del ancho y el ancho de la calzada, elementos lineales y la carga viva se rigen por las Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras de Centroamérica y Normas de Diseño AASHTO, mientras que el diseño estructural (incluye diseño antisísmico) se basa en las Especificaciones para Diseño de Puentes Carreteros de Japón. El diseño de pavimentación obedece las Normas de Pavimentación de la AASHTO.

- Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras (2004).
- Especificaciones Estándar para Puentes Carreteros (Asociación Americana de Autoridades Estatales de Carreteras y Transporte-AASHTO) (Estados Unidos, 2004).
- Diseño de Estructura de Pavimento (AASHTO) (Estados Unidos, 1993).
- Manual de Capacidad de Carreteras (Consejo de Investigación de Transporte) (Estados Unidos, 2000).
- Ordenanza Estructural de Carreteras (Japón, 1983).
- Ordenanza Estructural para Instalaciones de Control de Ríos (Japón, 1978).
- Especificaciones para Diseño de Puentes y Carreteras (Japón, 2002).
- Normas de Construcción de la República de Nicaragua.

#### **2-2-1-5 Lineamientos sobre la contratación de contratistas locales**

El Estudio en Sitio dio a conocer que la mayoría de los recursos laborales incluyendo técnicos y los materiales de construcción a excepción de los materiales de acero, podrán ser abastecidos localmente, de modo que los constructores japoneses, que tendrán a su cargo la implementación de la obra, trabajarán en lo posible bajo un esquema de suministro local dentro del territorio nicaragüense. Sin embargo, las constructoras locales por su parte participarán en la obra de puentes de armadura y puentes de hormigón pretensado como subcontratistas de las firmas extranjeras, tales así que su participación en la ejecución de la presente obra se centrará principalmente en la provisión de la fuerza laboral, y es por eso que, la obra se desarrollará bajo el Método de Gestión Directa aplicado por la constructora japonesa. Mide e la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera utilizando el densitómetro de CO<sub>2</sub> infrarrojo. El extremo superior de la torre, ubicación del anemómetro ultrasónico, superficie de la vegetación, centro del interior de la vegetación y suelo forestal son los cinco (5) puntos de medición.

#### **2-2-1-6 Lineamientos sobre la capacidad de operación y mantenimiento de la entidad ejecutora**

Una vez finalizado el Proyecto objeto de la presente Cooperación, corresponde a la Corporación de Empresas Regionales de la Construcción-COERCO, que viene a ser una delegación de la entidad ejecutora del presente Proyecto el Ministerio de Transporte e Infraestructura-MTI, el mantenimiento de los puentes y al Fondo De Mantenimiento Vial-FOMAV, que gestiona el trabajo de mantenimiento de las carreteras con la recaudación del impuesto al combustible, efectuar el mantenimiento del camino de acceso. Las entidades mencionadas cuentan con experiencias en mantenimiento de puentes y caminos de accesos construidos a través de la Cooperación Financiera No Reembolsable de Japón, por lo que se cree también podrán atender y mantener los puentes y caminos de acceso a ser construidos en el marco de la presente Cooperación. Además, el presente Proyecto tratará de implementar estructuras que permitan un fácil trabajo de mantenimiento a fin de aliviar la carga que implicará el mantenimiento futuro.

### **2-2-1-7 Lineamientos sobre el método de ejecución de obra**

Se construirán puentes de alta calidad con la implementación de tecnologías y métodos de construcción ampliamente utilizados tanto en Japón como a nivel internacional. Además se describirá claramente en el documento de diseño y en las especificaciones los procedimientos y normas de los ensayos de materiales e inspección de obras completas necesarias para garantizar la calidad del trabajo. Plantear una Planificación de Ejecución de tal manera que las obras sean desarrolladas con un constante enfoque de seguridad hacia los pobladores periféricos y trabajadores de la obra y consideración ambiental. Además, los puentes objetos de la cooperación se ubican sobre las carreteras troncales de la distribución física de Nicaragua por lo que deberá asegurar desvíos durante el período de la obra de manera a minimizar el impacto sobre las actividades económicas.

### **2-2-1-8 Lineamientos sobre la selección del tipo de puente**

Se seleccionará el tipo de puente más adecuado efectuando previamente una evaluación integral de la usabilidad de la carretera, la estructurabilidad/ejecutabilidad, mantenibilidad, economicidad e impactos hacia el medio ambiente.

- Usabilidad de la carretera, flujabilidad del río:  
Que el alineamiento vertical y horizontal de la carretera y la característica de flujo del río sean satisfactorios.
- Estructurabilidad y ejecutabilidad:  
Que permita una ejecución fácil, segura y cierta.
- Mantenibilidad:  
Que permita un mantenimiento fácil y a bajo costo.  
Que disponga de suficiente resistencia. No obstante la obra de protección de la ribera debe planificarse desde el punto de vista de la protección del estribo evitando que resulte en una obra sobredimensionada debiéndose operar efectuado el debido mantenimiento y reparación.
- Economicidad:  
Que el costo de construcción, reparación y mantenimiento de puentes sea lo más bajo posible a fin de aumentar el Costo-Beneficio.
- Impacto ambiental:  
Que reduzca en lo posible la generación de polvaredas, vibraciones y ruidos y el impacto hacia el medio ambiente con la debida consideración a los pobladores colindantes a la carretera.

### 2-2-1-9 Lineamientos sobre el plazo de ejecución de la obra

La precipitación anual del sitio de la obra es de 1.650 mm en el Puente Tecolostote donde se registra la mayor cantidad de lluvia y de 1.100 mm anual en el Puente Las Banderas con la menor precipitación, siendo el promedio anual de los tres puentes una precipitación de 1.330 mm (aproximadamente 90% de Tokyo). La estación de lluvia se extiende entre mayo y octubre, época donde se concentra aproximadamente el 85% de la precipitación total.

Partiendo de estas condiciones climáticas se considera la Ruta Crítica de los tres puentes para planificar el cronograma de la obra.

### 2-2-2 Plan Básico

El siguiente Figura 2-2-2.1 señala la relación entre la elaboración del Plan Básico y el Lineamiento del Diseño.

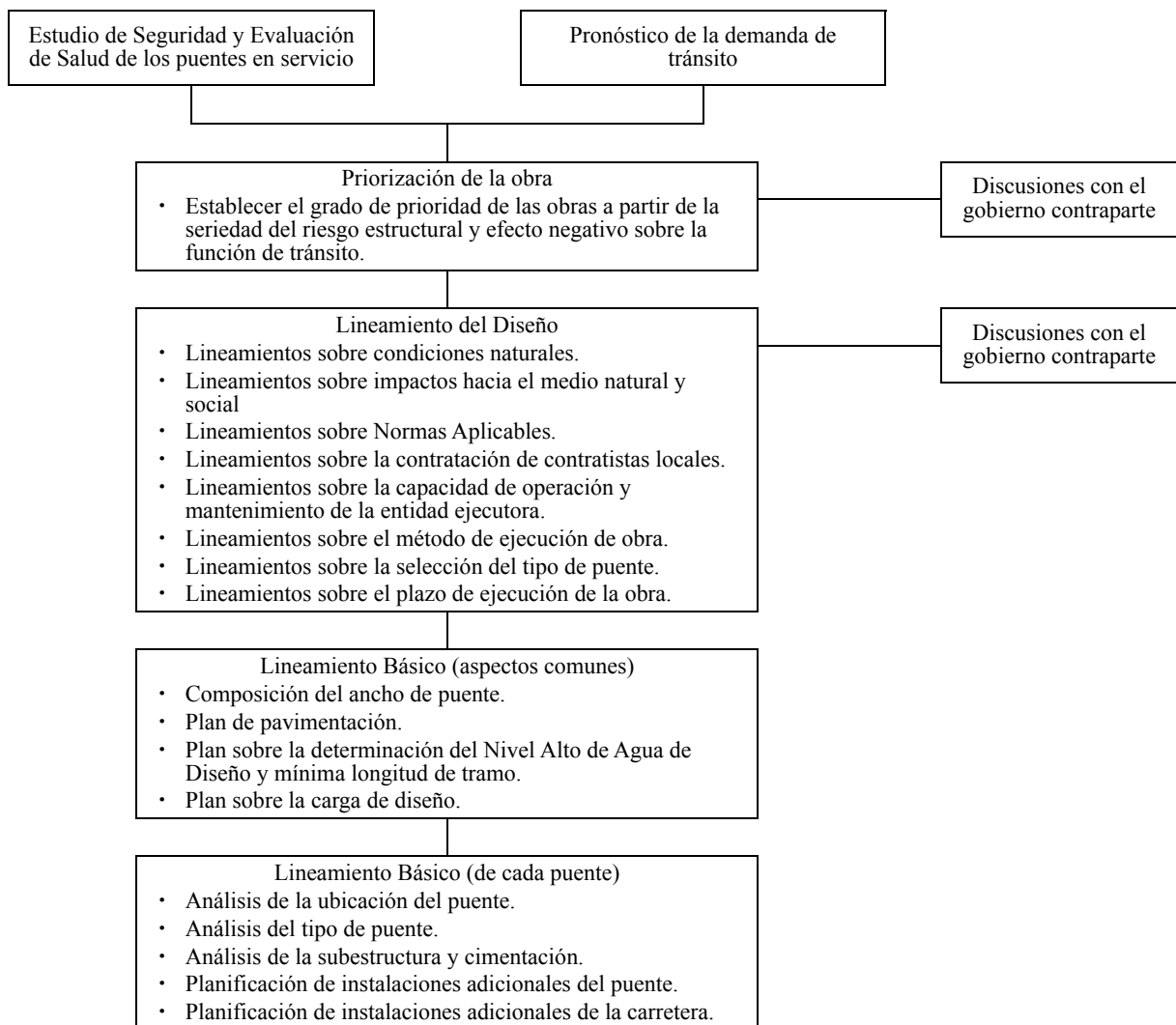


Figura 2-2-2.1 Flujograma de la Elaboración del Plan Básico

## 2-2-2-1 Plan general y alcance del plan

El Cuadro 2-2-2-1.1 demuestra el alcance del plan del Proyecto objeto de la presente Cooperación, el Cuadro 2-2-2-1.2 el Plan Básico de los puentes y el Cuadro 2-2-2-1.3 el Plan Básico de los caminos de acceso.

Cuadro 2-2-2-1.1 Alcance del Plan del Proyecto objeto de la presente Cooperación

Nombre del puente	Puente Las Banderas	Puente Tecolostote	Puente La Tonga
Inicio del camino de acceso	144.0 (m) STA.45+710.0 ~ 45+854.0	241.0 (m) STA.101+380.0 ~ 101+621.0	168.8 (m) STA.141+700.0 ~ 141+868.8
Puente	100.5 (m) STA.45+854.0 ~ 45+954.5	100.8 (m) STA.101+621.0 ~ 101+721.8	99.7 (m) STA.141+868.8 ~ 141+968.5
Final del camino de acceso	155.5 (m) STA.45+954.5 ~ 46+110.0	298.2 (m) STA.101+721.8 ~ 102+020.0	371.5 (m) STA.141+968.5 ~ 142+340.0
Extensión total	400.0 (m)	640.0 (m)	640.0 (m)

Cuadro 2-2-2-1.2 Plan Básico de Puentes

Nombre del puente		Puente Las Banderas	Puente Tecolostote	Puente La Tonga		
Normas de carretera		Carretera troncal	Carretera troncal	Carretera troncal		
Velocidad de diseño		80 (km/h)	80 (km/h)	80 (km/h)		
Carga viva de diseño		Equivalente a 25% más sobre HS20-44 (carga viva B)	Equivalente a 25% más sobre HS20-44 (carga viva B)	Equivalente a 25% más sobre HS20-44 (carga viva B)		
Largo de puente		100.5 (m)	100.8 (m)	99.7 (m)		
Distancia entre luces		48.9+24.3+24.3 (m)	25.0+50.0+25.0 (m)	32.3+32.3+32.3 (m)		
Ancho de puente		12.330 (m)	7.130 (m)	12.330 (m)		
Ángulo oblicuo		0 grado	0 grado	0 grado		
Radio curvatura		∞	∞	∞		
Pendiente vertical		0.6%	Nivel	Nivel		
Coeficiente sísmico de diseño		0.3	0.2	0.2		
Superestructura	Tipo		Puente de armadura simple de acero / Puente continuo de hormigón pretensado de vigas I de 2 tramos	Puente continuo de hormigón pretensado de vigas I de 2 tramos de 3 tramos		
	Materiales utilizados	Viga maestra	Varilla	Equivalente a nivel 60 (SD345)	Equivalente a nivel 60 (SD345)	
			Acero de hormigón pretensado	Equivalente a SWPR7BL (12T12.7)	-	Equivalente a SWPR7BL (12T12.7)
			Hormigón	$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$	-	$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$
			Acero	SMA400W, SMA490W, S10TW	SMA400W, SMA490W, S10TW	-
	Losa	Varilla	Equivalente a nivel 60 (SD345)	Equivalente a nivel 60 (SD345)	Equivalente a nivel 60 (SD345)	
		Hormigón	$\sigma_{ck}=24\text{N/mm}^2$	$\sigma_{ck}=24\text{N/mm}^2$	$\sigma_{ck}=24\text{N/mm}^2$	
	Tipo de apoyo		Apoyo BP-B (puente de acero) Apoyo de goma (puente de hormigón pretensado)	Apoyo BP-B	Apoyo de goma	
	Estructura de prevención de colapso de puente		Cadena amortiguadora (puente de acero) Bloque de hormigón (puente de hormigón pretensado)	Bloque de hormigón	Cadena amortiguadora	

Subestructura	Tipo	Cuerpo		Estribo tipo "T" inverso. Pilar tipo oval.	Estribo tipo "T" inverso. Pilar tipo oval.	Estribo tipo "T" inverso. Pilar tipo oval.
		Cimentación		Cimentación directa.	Cimentación directa	Cimentación directa, cimentación profunda de pilotes
	Material utilizado	Cuerpo	Varilla	Equivalente a nivel 60 (SD345)	Equivalente a nivel 60 (SD345)	Equivalente a nivel 60 (SD345)
			Hormigón	$\sigma_{ck}=24\text{N/mm}^2$	$\sigma_{ck}=24\text{N/mm}^2$	$\sigma_{ck}=24\text{N/mm}^2$
		Ciment	Varilla	-	-	Equivalente a nivel 60 (SD345)
			Hormigón	-	-	$\sigma_{ck}=24\text{N/mm}^2$
	Suelo portante		Roca		Roca	
Razón de bloqueo por pilar		3.6 (%)		3.2 (%)		4.0 (%)
Normas aplicables			- Especificaciones Estándar para Puentes de Carreteras, Asociación Americana de Autoridades Estatales de Carreteras y Transporte (AASHTO) - Especificaciones para Puentes Carreteros y su Interpretación, Asociación de Carreteras de Japón.			

Cuadro 2-2-2-1.3 Plan Básico de Caminos de Acceso

Ítem	Valor de referencia	Valor especial	Valor aplicado en el presente Diseño
Vehículo de diseño	WB-20	-	WB-20
Ancho de calzada estándar	3.6 (m)	-	3.6 (m)
Pendiente transversal estándar	1.5 ~ 3.0 (%)	-	2.5 (%)
Radio de curvatura mínima	250 (m)	135 (m)	250 (m)
Pendiente vertical máxima	8.0 (%)	-	5.4 (%)
Pendiente lateral máxima	6.0 (%)	-	6.0 (%)

### 2-2-2-2 Planificación de puentes (ítems comunes)

#### (1) Estudio de la seguridad y evaluación de la salud de los puentes en servicio

##### 1) Método de estudio

Se efectuó la recolección de documentos de diseño existentes, la medición de la forma y el Estudio sobre Daños diversos sobre los cuatro puentes objeto del Estudio (Puente Las Banderas, Puente Tecolostote, Puente Cuisalá y Puente La Tonga) a los fines de obtener informaciones elementales para evaluar la salud de los puentes en servicio.

##### 2) Partes estudiadas e ítems del estudio

En el siguiente Cuadro 2-2-2-2.1 se describen por puentes y partes los detalles del Estudio sobre Daños realizado en el marco del presente Estudio.

Cuadro 2-2-2-2.1 Contenido del Estudio in Situ






Nombre del puente	Parte		Inspección visual de la forma y aspecto exterior	Resistencia del hormigón	Profundidad de carbonatación	Medición de vibración	Observaciones
Las Banderas	Superestructura	Viga de hormigón	1	-	-	-	
		Armadura de acero	1	1	-	1	
		Viga de hormigón	1	-	-	-	
	Subestructura	Estribo A1	1	1	-	-	
		Pilar P1	1	-	-	-	
		Pilar P2	1	-	-	-	
		Pilar P3	1	-	-	-	
		Pilar P4	1	-	-	-	
		Pilar P5	1	1	-	-	
		Estribo A2	1	1	-	-	
Accesorios del puente		1	-	-	-		
Camino de acceso		1	-	-	-		
Tocolostote	Superestructura	Viga de chapa de acero	1	-	-	-	
		Armadura de acero	1	1	-	1	
		Viga de chapa de acero	1	-	-	-	
	Subestructura	Estribo A1	1	1	-	-	
		Pilar P1	1	-	1	-	
		Pilar P2	1	1	-	-	
		Estribo A2	1	2	1	-	
	Accesorios del puente		1	-	-	-	
Camino de acceso		1	-	-	-		
Cuisalá	Superestructura	Puente de armadura de acero	1	1	-	1	
		Estribo A1	1	1	-	-	
	Subestructura	Estribo A2	1	1	1	-	
		Accesorios del puente		1	-	-	-
	Camino de acceso		1	-	-	-	
La Tonga	Superestructura	Viga de chapa de acero	1	-	-	-	
		Armadura de acero	1	1	-	1	
		Viga de chapa de acero	1	-	-	-	
		Estribo A1	1	1	-	-	
		Pilar P1	1	1	-	-	
		Pilar P2	1	-	1	-	
		Estribo A2	1	1	-	-	
	Accesorios del puente		1	-	-	-	
Camino de acceso		1	-	-	-		
Total			-	16	4	4	

### 3) Método de estudio

El Cuadro 2-2-2-2.2 describe el Método de Estudio empleado en los diversos Estudios sobre Daños.



Cuadro 2-2-2.2 Método de Estudio in situ

Nombre del Estudio	Objetivo del Estudio	Método de Estudio	Imágenes del trabajo realizado
Medición de las formas	<p>Conocer las dimensiones de los elementos principales de los puentes en servicio y contar con informaciones y medidas necesarias para los diversos Estudios. Sirve además de justificativo para calcular la cantidad a ser retirado.</p>	<p>En caso de existir documentos de diseño, las medidas se obtuvieron a partir de estos planos. De no disponerse de éstos, se realizaron las mediciones en campo.</p>	 <p>Medición de la forma</p>
Inspección visual del aspecto exterior	<p>Deformaciones e elementos principales: verificar a ojo el estado de las deformaciones, corrosiones, fisuras en los hormigones y otros daños y evaluar el grado de los daños.</p> <p>[Elementos de hormigón] Grietas, cal libre, líquido oxidado, oxidación del armado, desprendimiento, nidos de grava etc.</p> <p>[Elementos de acero] Deformaciones, desprendimiento, oxidación, corrosión, pintura etc.</p> <p>[Subestructura, cimentación] Deformación, transformación, socavación local etc.</p> <p>[Accesorios del puente] Estado de los daños del apoyo, dispositivo de dilatación, parapeto, drenaje, iluminación etc.</p>	<p>Se verificó a ojo los daños tales como deformaciones y transformaciones de los elementos principales, corrosión de materiales de acero o grietas en los hormigones, tomando imágenes con la cámara digital y ordenando datos de la ubicación y el estado de los daños por partes.</p>	 <p>Inspección de deformaciones en el elemento de la estructura.</p>
Resistencia del hormigón	<p>Estimar la resistencia del hormigón midiendo el rebote sobre la superficie del elemento de hormigón representativo con el martillo para ensayos de hormigón (Schmidt hammer) a fin de verificar si la parte objeto dispone de la suficiente resistencia de hormigón.</p>	<p>Se realizó la estimación de la resistencia del hormigón a partir del rebote sobre la superficie del hormigón medido con el martillo para ensayo aplicando el valor de conversión propuesto por la Asociación de Materiales. Debido a que los puentes objetos del Estudio cuentan con varios años de construcción con una edad de hormigón de 65 años, la resistencia estimada se evaluó tomando como referencia el valor de <math>-10N/mm^2</math>.</p>	 <p>Medición con el uso del martillo para ensayo.</p>
Profundidad de carbonatación	<p>Medir la profundidad de carbonatación actual del hormigón e identificar su estado de avance. Además se estima, a partir de esta fórmula de pronóstico del avance de la carbonatación, el tiempo que tarda en llegar la carbonatación hasta la armadura ubicada dentro del hormigón.</p>	<p>Se ha cincelado una parte del elemento principal (unos 5cm x 10cm) con el cortador y rompedor de hormigón descubriendo parte de la armadura interna. Luego se midió la profundidad de carbonatación pulverizando la solución fenolftaleína previa verificación del recubrimiento de la armadura.</p>	 <p>Medición de la profundidad de carbonatación</p>
Medición de vibración	<p>Medir la aceleración de la dirección vertical de la estructura principal y realizar la Transformada Rápida de Fourier para calcular la frecuencia de vibración característica en dirección vertical del puente. Evaluar la diferencia relativa de los cuatro puentes objetos del Estudio.</p>	<p>Se colocó el acelerómetro en el centro de la luz de la estructura principal (puente de celosía) con el que se midió la vibración libre para apuntar el resultado recogido en el registro de datos. Con la Transformada Rápida de Fourier se calculó la frecuencia propia en dirección vertical del puente.</p>	 <p>Medición de vibraciones</p>

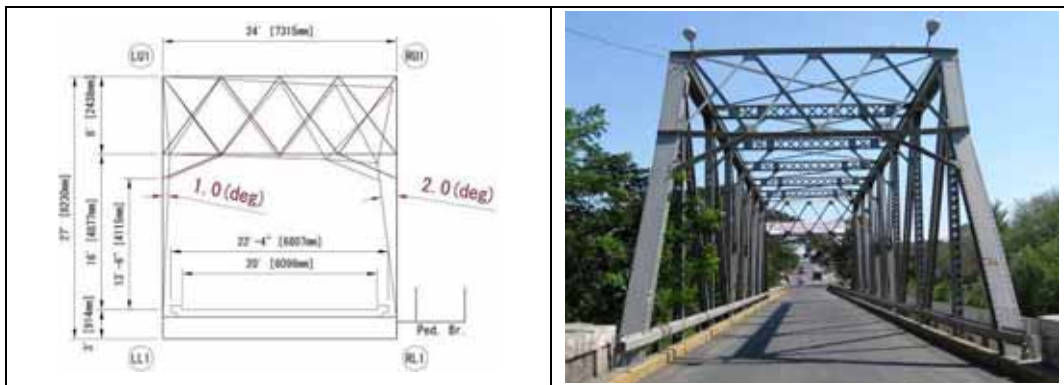
#### 4) Resumen del resultado de los diversos Estudios sobre Daños

##### a) Inspección visual del aspecto exterior

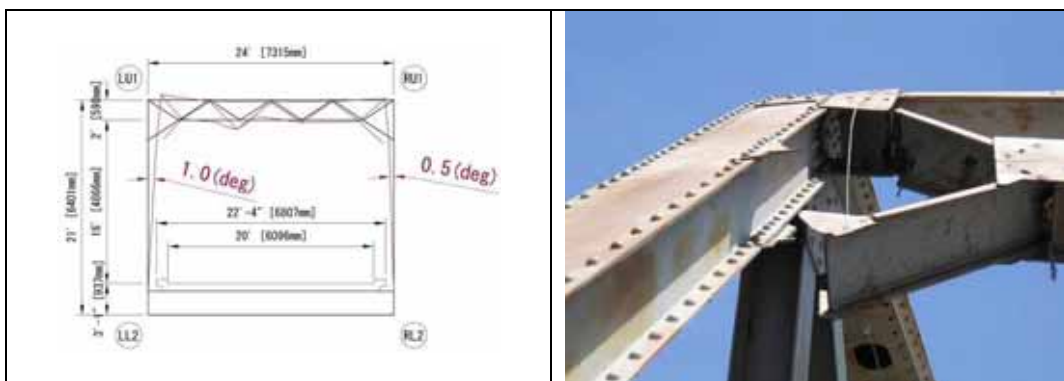
En los Puentes Las Banderas y La Tonga se observaron algunas deformaciones en la armadura que compone la estructura principal del puente, causadas por los vehículos que chocan contra el pórtico. La reparación de los daños detectados es sumamente dificultosa y a la vez apremiante por lo que se recomienda, en lo que se refiere a estos dos Puentes, una reparación de gran escala o la reconstrucción de los mismos.

Se verificaron además grietas en los hormigones, corrosiones en los materiales de acero y disfunciones en el apoyo del puente. Estos daños podrán solucionarse con obras de reparaciones relativamente menores o trabajo de repintado lográndose de esta manera la recuperación de funciones y prolongación de la vida del puente.

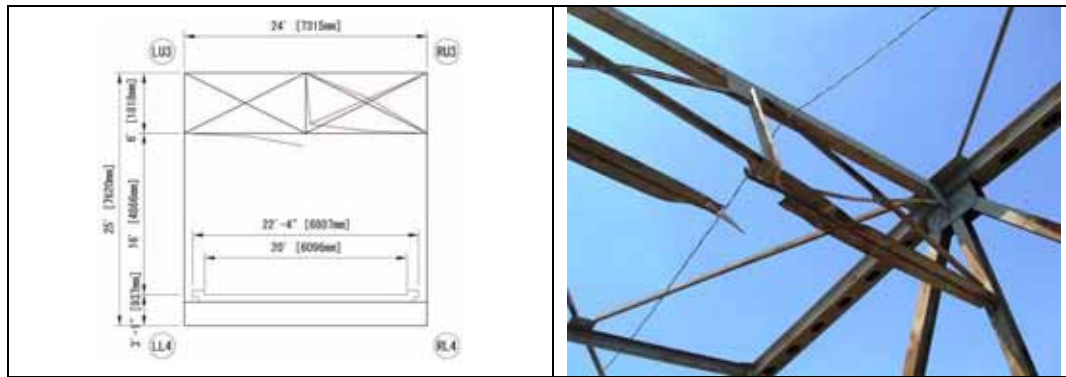
En la Figura 2-2-2-2.1 se señalan los daños principales observados en el Puente Las Banderas y el Puente La Tonga.



1) Estado de las deformaciones en el pórtico y estructura principal del Puente Las Banderas.



2) Deformaciones en el pórtico y estructura principal del Puente La Tonga.



3) Fractura y deformaciones observadas en el pórtico contraladeo (Sway Frame) del Puente La Tonga.

Figura 2-2-2-1 Estado de los Principales Daños de Mayor Importancia y Urgencia

**b) Resistencia del hormigón**

La Figura 2-2-2-2.2 señala los resultados de la estimación de la resistencia del hormigón realizada con el martillo para ensayo de hormigón (Schmidt Hammer). Para la estimación de la resistencia del hormigón se tomó en cuenta el transcurso de la edad del hormigón aplicando el valor de la fórmula abajo señalada donde se resta el valor  $10\text{N/mm}^2$  del rebote sobre la superficie medido con el martillo Schmidt.

Fórmula de estimación de la resistencia del hormigón:  $F_c = -18.0 + 1.27R_o - 10$

La resistencia del hormigón estimada en todos los puentes satisface la resistencia de diseño del hormigón supuesta ( $21\text{N/mm}^2$ ). Sin embargo, se observa un deterioro en la parte del hormigón del Puente Tecolostote manifestándose una resistencia de apenas 10 a  $18\text{N/mm}^2$  los cuales requerirán de reparaciones correspondientes.

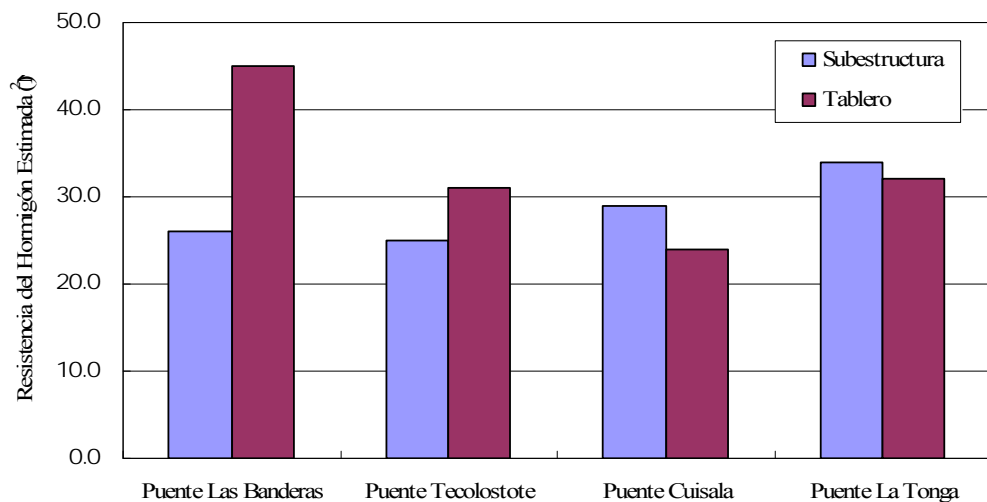


Figura 2-2-2-2.2 Resultado de la Estimación de la Resistencia del Hormigón

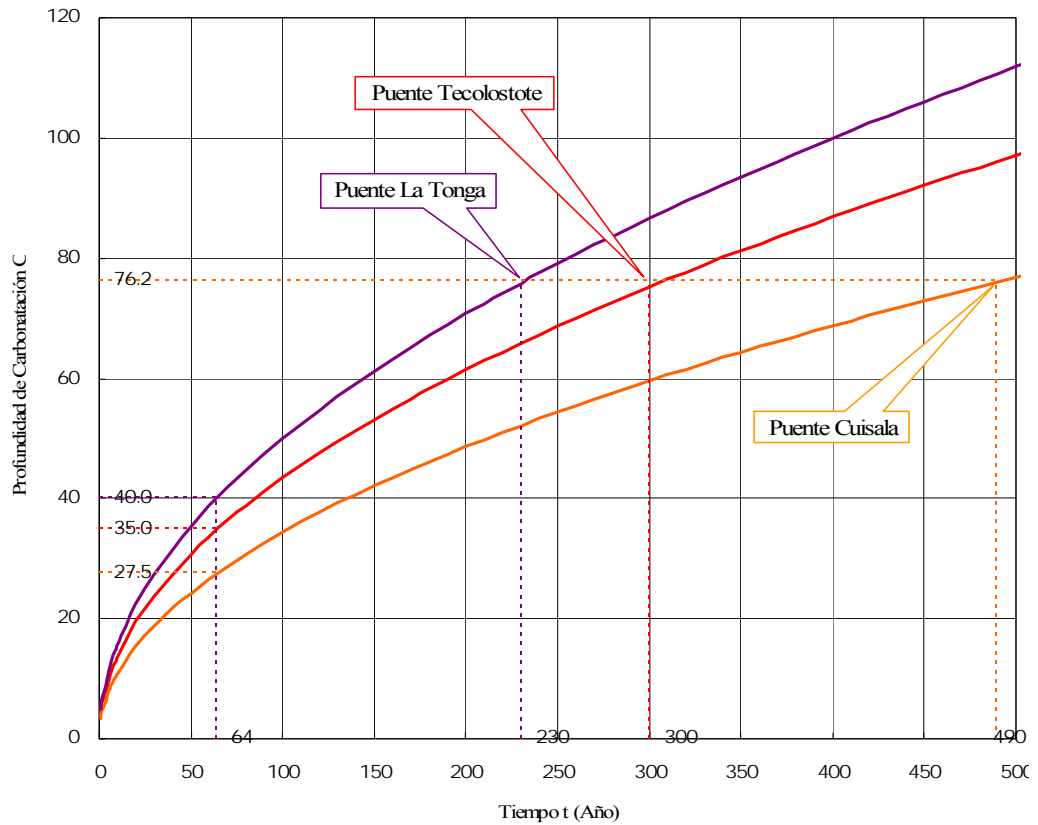
c) **Ensayo de la Profundidad de Carbonatación del Hormigón**

Se ha cincelado una parte del elemento principal (unos 5cm x 10cm) con el cortador y rompedor de hormigón descubriendo parte de la armadura interna. Luego se midió la profundidad de carbonatación pulverizando la solución fenolftaleína previa verificación del recubrimiento de la armadura a la superficie del hormigón. A partir de esta fórmula de pronóstico del avance de la carbonatación se estimó el tiempo que tarda en llegar la carbonatación hasta la armadura ubicada dentro del hormigón.

La Figura 2-2-2-2.3 describe la profundidad de carbonatación de cada puente y el tiempo que tarda la carbonatación hasta llegar a la armadura interior. Las condiciones de uso de los puentes objetos son favorables con profundidades de carbonatación relativamente leves que oscilan entre 27 a 40 mm, y a juzgar por la velocidad actual de la carbonatación, el tiempo que tardaría en llegar la carbonatación hasta la armadura sería entre 230 a 490 años.

No obstante, dicho resultado sólo podrá ser valorado como una referencia de cierto nivel tomando en cuenta la escasez el muestreo para el ensayo de carbonatación y la disparidad en la profundidad de la carbonatación además del recubrimiento de la armadura real que no necesariamente se rige por el plano de diseño.

No se realizó el ensayo de carbonatación del hormigón sobre la subestructura del Puente Las Banderas por tratarse de una estructura de mampostería no reforzada.



#### Relación Tiempo-Profundidad de Carbonatación

Figura 2-2-2.3 Profundidad Actual de Carbonatación y Estimación del Tiempo que Tardaría la Carbonatación en Llegar hasta la Armadura

#### d) Medición de Vibraciones

Se calcula la frecuencia propia en dirección vertical del puente midiendo la aceleración en el dominio del tiempo en dirección vertical de la estructura principal (puente de armadura) y realizando la Transformada Rápida de Fourier. Se evaluó la diferencia de rigidez relativa de cada puente evaluando la diferencia de los cuatro puentes.

La Figura 2-2-2.4 señala el Espectro de Fourier adimensionado de cada puente. Las armaduras de los tres puentes, a excepción del Puente La Tonga, cuentan con el mismo tipo de estructura (el Puente Las Banderas y Tecolostote disponen de un puente peatonal) y la diferencia en la frecuencia propia indica la reducción de la rigidez. Atendiendo que los puentes con rigidez reducida presentan una menor frecuencia propia, la rigidez relativa de los tres puentes es menor en el Puente Tecolostote seguido por el Puente Las Banderas y el Puente Cuisalá, resultado que coincide a grandes rasgos con el obtenido en la inspección visual. Aunque se han detectado deformaciones en la estructura principal del Puente Las Banderas, la influencia que ejercen las mismas sobre la frecuencia propia no es tan grande. En este sentido la corrosión local del elemento, como la que se observa en el Puente Tecolostote, influye en mayor medida sobre la frecuencia propia, pudiéndose

observar una reducción en la frecuencia propia. Además se comprueba en el Puente La Tonga un pico (4.4Hz) cercano a la frecuencia primaria (4.0Hz), lo que podría considerarse una vibración torsional. Se piensa que la rotura del pórtico y el pórtico contraladeo (sway frame) redujo significativamente la rigidez torsional haciendo que predomine el modo torsional. Este fenómeno es algo característico del Puente La Tonga (de hecho no se observa en los tres puentes restantes) lo que demuestra la urgencia con la que se deberá trabajar en el mejoramiento del Puente La Tonga.

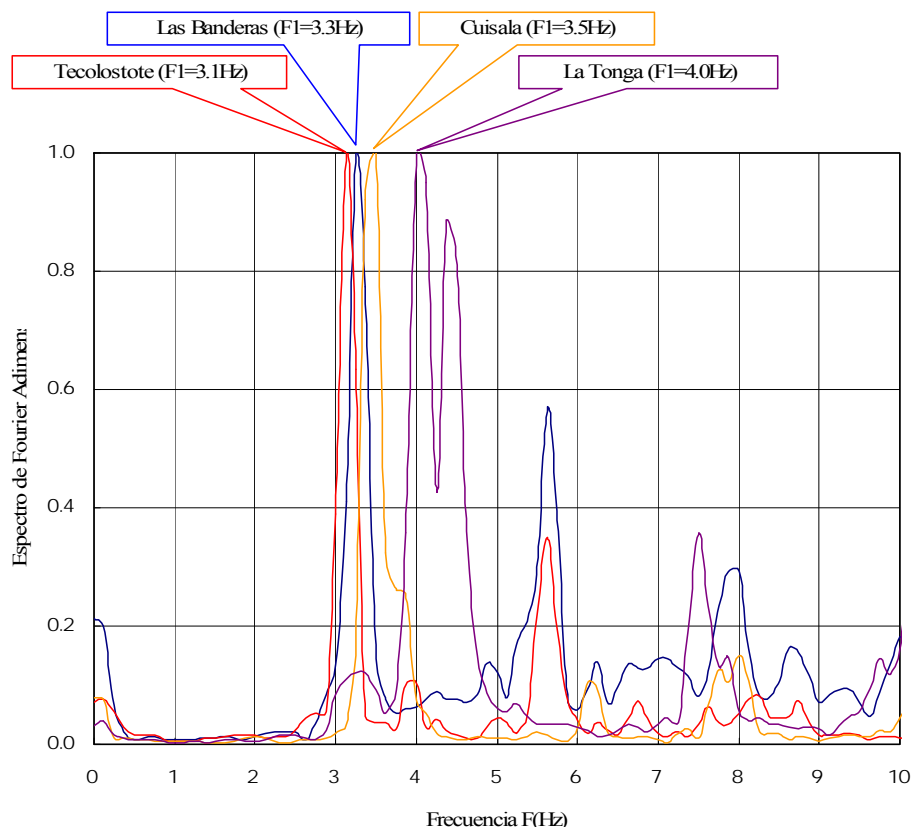


Figura 2-2-2-4 Espectro de Fourier Adimensional

## 5) Resultado de la Evaluación de la Salud de los Puentes en Servicio

A partir del resultado del Relevamiento de los puentes en servicio fueron esclarecidos los siguientes aspectos. Además se resume en el Cuadro 2-2-2-3 los resultados de cada uno de los Estudio sobre los daños.

### a) Puente Las Banderas

La sección transversal de la carretera adenaña al presente Puente presenta una alineación que baja hacia el puente y hacia el lado de Managua y El Rama. Durante el Huracán Mitch el agua rebotó por encima del presente Puente y además se observan numerosas marcas de golpes en el miembro inferior del puente causados por las maderas flotantes.

Además la estructura principal presenta deformaciones debido a los vehículos que chocan contra la misma, y se observan también marcas de socavación local en el pilar P1. Sobre esta base se podría afirmar que el nivel de urgencia del puente es alto.

**b) Puente Tecolostote**

El presente Puente no presenta daños importantes en la estructura principal de armadura aunque sí grietas y cal libre en el hormigón de la losa, oxidaciones y corrosiones en el material de acero y grietas y desprendimientos en el hormigón del estribo. Por lo tanto vale decir que el grado de urgencia de este Puente aún es bajo. La implementación de un mantenimiento adecuado del puente en servicio permitirá su uso común.

**c) Puente Cuisalá**

El presente Puente no presenta daños importantes en la estructura principal de armadura aunque sí grietas y cal libre en el hormigón de la losa, oxidaciones y corrosiones en el material de acero y grietas. Por lo tanto vale decir que el grado de urgencia de este Puente aún es bajo. La implementación de un mantenimiento adecuado del puente en servicio permitirá su uso común.

**d) Puente La Tonga**

La sección transversal de la carretera aledaña al presente Puente presenta fractura en el elemento causado por vehículos que chocan contra el pórtico. Además la deformación del pórtico ha deformado hasta la estructura principal. Por lo expuesto, se podría decir que el grado de urgencia del puente para su rehabilitación es sumamente elevado.

Cuadro 2-2-2-2.3 Resumen de los Resultados del Estudio

	Puente Las Banderas	Puente Tecolostote	Puente Cuisalá	Puente La Tonga
Inspección visual del aspecto exterior	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Importantes deformaciones del pórtico debido a colisiones de vehículos pesados ha hecho que la estructura principal de armadura se deformara fuera de plano.</li> <li>• Deformaciones de la estructura principal de armadura debido a golpes de maderas flotantes durante inundaciones.</li> <li>• Socavación local en el pilar P1.</li> </ul> <p>Evaluación 2</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se observan grandes daños en la estructura principal de armadura.</li> <li>• Se observan grietas y cal libre en la losa.</li> <li>• Se observan oxidaciones y corrosiones en el material de acero.</li> <li>• Grietas y desprendimientos en el hormigón del estribo.</li> </ul> <p>Evaluación 3</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se observan grandes daños en la estructura principal de armadura.</li> <li>• Se observan grietas y cal libre en la losa.</li> <li>• Se observan deterioros en la pintura.</li> </ul> <p>Evaluación 4</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Importantes deformaciones del pórtico debido a colisiones de vehículos pesados ha hecho que la estructura principal de armadura se deformara fuera de plano.</li> <li>• Además parte del elemento de estructura se halla fracturado.</li> <li>• Se observa deterioro en la pintura.</li> </ul> <p>Evaluación 1</p>
Resistencia del hormigón	<p>Losa: 45N/mm<sup>2</sup> Subestruct.: 26N/mm<sup>2</sup></p> <p>【Evaluación】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El elemento de hormigón de la subestructura satisfacen casi totalmente la resistencia de diseño (previsto en 21N/mm<sup>2</sup>).</li> <li>• La medición de la subestructura no es posible ante la gran posibilidad de que el estribo y el pilar estén hechos de mampostería (estructura no reforzada).</li> </ul> <p>Evaluación (Subestr.) 2</p>	<p>Losa: 31N/mm<sup>2</sup> Subestruct.: 25N/mm<sup>2</sup></p> <p>【Evaluación】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Satisface casi totalmente la resistencia de diseño (previsto en 21N/mm<sup>2</sup>).</li> <li>• Existe la posibilidad de que la resistencia del hormigón el estribo A2 se halle significativamente reducida (8 a 18N/mm<sup>2</sup>).</li> </ul> <p>Evaluación (Subestr.) 1</p>	<p>Losa: 24N/mm<sup>2</sup> Subestruct.: 29N/mm<sup>2</sup></p> <p>【Evaluación】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Satisface casi totalmente la resistencia de diseño (previsto en 21N/mm<sup>2</sup>).</li> </ul> <p>Evaluación (Subestr.) 3</p>	<p>Losa: 32N/mm<sup>2</sup> Subestruct.: 34N/mm<sup>2</sup></p> <p>【Evaluación】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Satisface casi totalmente la resistencia de diseño (previsto en 21N/mm<sup>2</sup>).</li> </ul> <p>Evaluación (Subestr.) 4</p>
Profundidad de carbonatación	<p>Profundidad de carbonatación: --mm Llega a la armadura en: ____ años de uso</p> <p>【Evaluación】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La medición de la subestructura no es posible ante la gran posibilidad de que el estribo y el pilar estén hechos de mampostería (estructura no reforzada).</li> </ul> <p>Evaluación -</p>	<p>Profundidad de carbonatación: 35.0mm Llega a la armadura en: 300 años de uso</p> <p>【Evaluación】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La velocidad de avance de la carbonatación es lenta y favorable.</li> </ul> <p>Evaluación 2</p>	<p>Profundidad de carbonatación: 27.5mm Llega a la armadura en: 490 años de uso</p> <p>【Evaluación】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La velocidad de avance de la carbonatación es lenta y favorable.</li> </ul> <p>Evaluación 3</p>	<p>Profundidad de carbonatación: 40.0mm Llega a la armadura en: 230 años de uso</p> <p>【Evaluación】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La carbonatación del hormigón es relativamente avanzada.</li> </ul> <p>Evaluación 1</p>
Medición de la frecuencia	<p>Frecuencia propia: 3.3Hz</p> <p>【Evaluación】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La frecuencia es menor con respecto al Puente Tecolostote.</li> </ul> <p>Evaluación -</p>	<p>Frecuencia propia: 3.1Hz</p> <p>【Evaluación】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La frecuencia es mayor con respecto al Puente Las Banderas.</li> </ul> <p>Evaluación -</p>	<p>Frecuencia propia: 3.5Hz</p> <p>【Evaluación】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La frecuencia es mayor con respecto al Puente Las Banderas y Tecolostote debido a que no cuenta con un puente peatonal.</li> </ul> <p>Evaluación -</p>	<p>Frecuencia propia: 4.0Hz</p> <p>【Evaluación】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El presente puente cuenta con un tipo de estructura y largo de puente diferente a los demás. Alta frecuencia.</li> <li>• Se observa una frecuencia torsional significativa debido al daño en el pórtico.</li> </ul> <p>Evaluación -</p>
Evaluación general	<p>Ocupa el segundo lugar en la prioridad de atención.</p> <p>2</p>	<p>Ocupa el tercer lugar en la prioridad de atención.</p> <p>3</p>	<p>Ocupa el último lugar en la prioridad de atención</p> <p>4</p>	<p>Ocupa el primer lugar en la prioridad de atención.</p> <p>1</p>

Nota: En lo que respecta al orden de evaluación para cada ítem del estudio, corresponden el “1” al puente con una salud relativamente mala y el “4” al puente con una salud favorable.  
Los resultados de la medición de la frecuencia no serán tomados como indicadores directos para la evaluación de la salud.



(2) **Pronóstico de la Demanda de Tránsito**

1) **Tránsito relacionado a las rutas donde se ubican los puentes**

En el Cuadro 2-2-2-2.4 y la Figura 2-2-2-2.6 se detalla el resultado del Estudio de Tránsito efectuado por el Equipo de Estudio y el resultado del Estudio de Tránsito que consiste en la Observación de Punto Fijo realizado por el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) de Nicaragua.

Cuadro 2-2-2-2.4 Tránsito relacionado a la ruta donde se ubican los puentes objetos del Proyecto

Punto de medición	Año de estudio	AADT			Tránsito PCU	% de motocicletas	% de vehículos pesados	Otros	
		Vehículo liviano	Vehículo pesado	Total				Bicicleta	Peatón
Ruta 1	2009	5,840	2,236	8,076	10,090	4%	28%	-	-
Ruta 1	2007	-	-	3,813	-	-	-	-	-
Ruta 7	2009	2,288	1,108	3,396	4,403	4%	33%	-	-
Ruta 7	2009	1,463	628	2,091	2,635	6%	30%	-	-
P. Las Banderas	2010	2,186	1,256	3,442	5,425	4%	36%	107	492
P. Tecolostote	2010	1,858	699	2,557	3,596	11%	27%	354	868
P. Cuisala	2010	1,310	653	1,963	2,955	8%	33%	34	10
P. La Tonga	2010	4,369	784	5,153	6,210	19%	15%	533	773
Ruta 28	2009	5,268	1,627	6,895	9,314	4%	24%	-	-
Ruta 2	2009	5,519	870	6,389	8,321	6%	14%	-	-

El Estudio de Tráfico efectuado por el Equipo de Estudio en los puentes corresponde al tránsito de 12 horas, y el factor para convertirlo en el Tránsito Diario del Promedio Anual, (AADDT) que tenga en cuenta las variaciones estacionales fue establecido a partir de datos e informaciones proveídos por el MTI. La PCU (Unidad de Vehículos de Pasajeros) de los vehículos pesados fue establecida en 2,0 tomando como referencia las Normas de AASHTO debido a que las carreteras son prácticamente planas.

- El factor de conversión para la expansión a 24 horas (% de tránsito diario en función del tránsito durante el día): 1,32 (vehículos livianos), 1,55 (vehículos pesados).
- Factor de Variación Estacional: 0,85

A partir de la Figura y Cuadro de arriba se observan los siguientes aspectos.

- El tránsito del MTI debido a la observación de punto fijo, equivale al tránsito de paso entre los centros urbanos mientras que el tránsito de los puentes estudiados por el presente Equipo de Estudio equivale tanto al tránsito de paso como al tránsito meramente urbano (tránsito interno). (el tránsito del Puente Cuisalá es considerado tránsito entre ciudades debido a que se ubica entre cascos urbanos).
- El porcentaje de vehículos pesados es mayor en el Puente Las Banderas (36%) y menor en el Puente La Tonga (15%).
- No obstante el mayor tránsito se observa en el Puente La Tonga, tanto que le

secunda al Puente Las Banderas en lo que se refiere a la cantidad de vehículos pesados.

- Son numerosos los peatones y bicicletas que circulan por el Puente Las Banderas, Tecolostote y La Tonga lo que supone la necesidad de un puente peatonal adecuado.
- Por su parte se considera que el Puente Cuisalá no requiere de un puente peatonal.
- La Relación V/C (relación volumen de tránsito de paso - capacidad de tránsito) en las proximidades de los cuatro puentes objetos de la cooperación, es entre 0,12 y 0,23 y el nivel de servicio según normas centroamericanas se ubican entre B y C.
- Este nivel de servicio es un nivel que permite asegurar un tránsito fluido y en la velocidad de diseño en caso de tratarse de puentes con doble carril.

La Capacidad de las carreteras se estableció de la siguiente manera teniendo en cuenta las normas centroamericanas.

$$\text{Capacidad} = \text{Capacidad Básica} \times \gamma_T \times \gamma_S$$

$$\text{Capacidad Básica} = 2,800/K$$

$\gamma_T = 1.3$  (corregido con el porcentaje de vehículos pesados (suponiendo un porcentaje de vehículos pesados de 30% a partir del Estudio de Tránsito)).

$\gamma_S = 0.97$  (corregido con el ancho de banquina (1,2m) (suponiendo un ancho de calzada de 3,6 m).

Valor  $K = 0.15$  (proporción de la capacidad diaria respecto al Tránsito Diario del Promedio Anual (AADT) (con la aplicación de estándares de Japón)).

De lo expuesto, se estableció que la capacidad de las carreteras es de aproximadamente 24.000 PCU/día.

## 2) **Establecimiento de la tasa de crecimiento del Tránsito Futuro**

El aumento del tránsito futuro de las carreteras que albergan los puentes objetos de la cooperación, se basan en el establecimiento de la tasa de crecimiento del tránsito futuro y en la estimación del tránsito convertido desde el Corredor del Pacífico.

### a) **Establecimiento de la tasa de crecimiento del Tránsito Futuro**

Para el pronóstico del crecimiento del Tránsito Futuro se emplea la tasa de crecimiento del Producto Interno Bruto (Gross Domestic Product: GDP) dado que no se dispone de otros datos útiles. La Figura 2-2-2-2.5 demuestra, a modo de verificación, la relación entre el crecimiento del tránsito en cada uno de los puntos de observación efectuado por el MTI y la tasa de crecimiento del PIB nominal y real. Atendiendo que al crecimiento del PIB nominal se le suma también la influencia de la inflación y a juzgar por la tendencia

observada en el gráfico, se considera tasa de crecimiento del Tránsito Futuro correspondiente al período de 2010 en adelante a la tasa de crecimiento futuro del PIB real establecido por el Fondo Monetario Internacional (International Monetary Fund: IMF) (promedio anual de los últimos 5 años a partir del 2008: 4,1%).

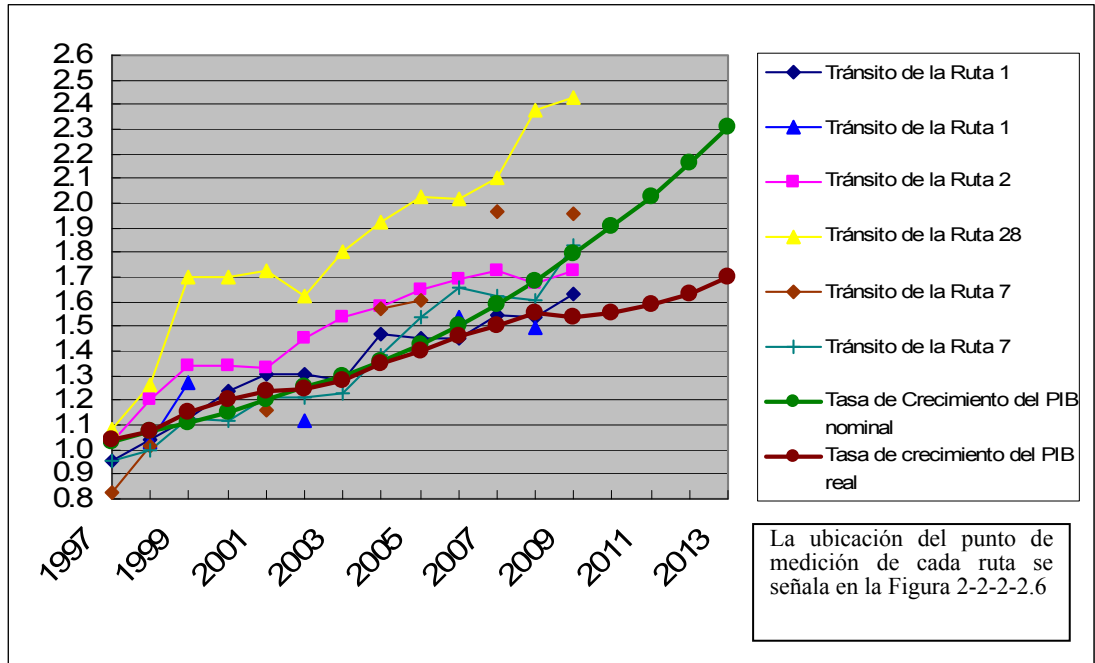


Figura 2-2-2-2.5 Relación entre el Crecimiento del Tránsito y el Crecimiento del PIB (Basado en el tránsito de 1996)

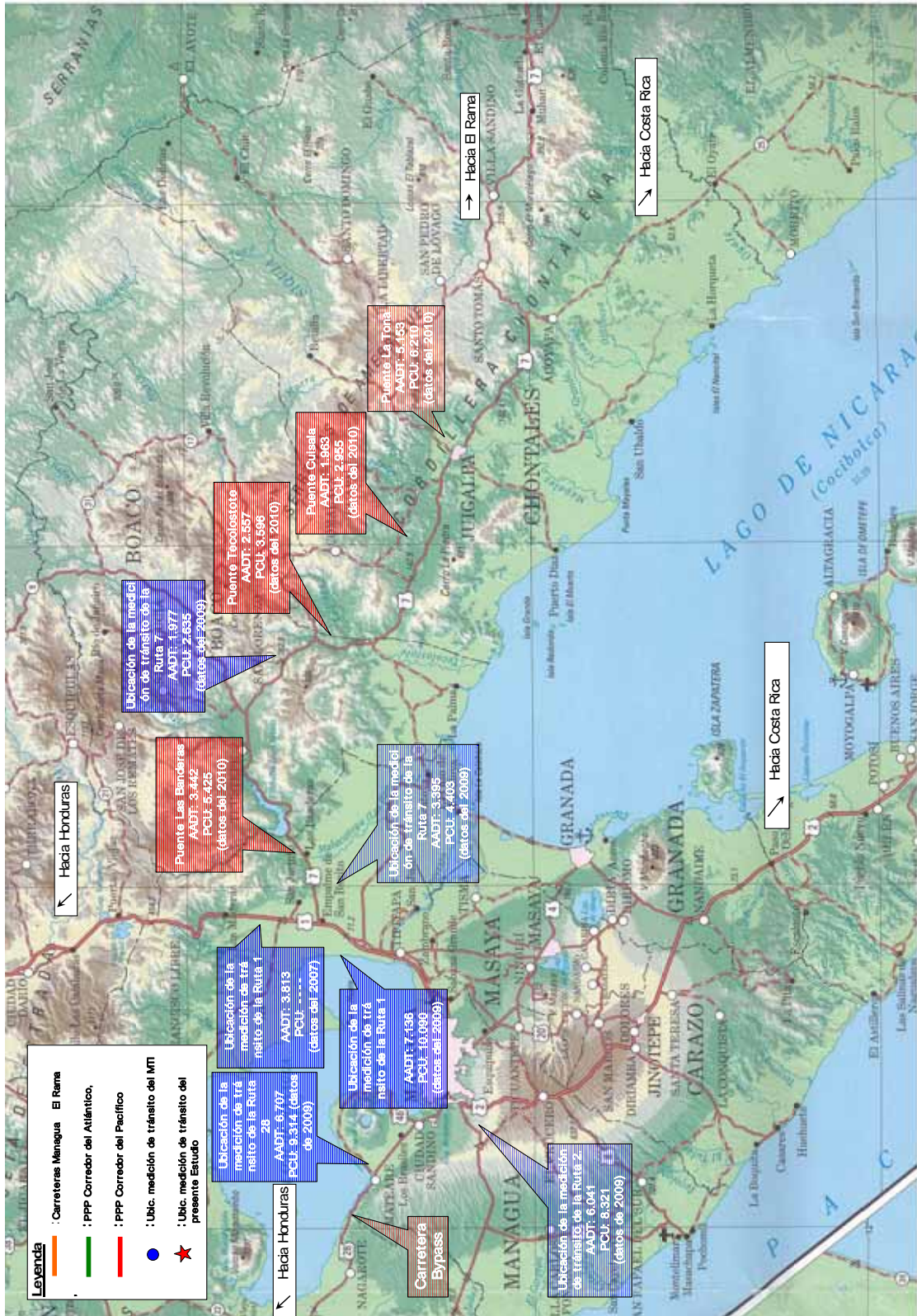


Figura 2-2-2-2.6 Tránsito Relacionado a las Rutas donde se ubican los Puentes

**b) Estimación de la conversión desde las carreteras ligadas a la Ruta 7 (Ruta 1, Ruta 2)**

Se aplica un valor estimado como volumen transferido debido a que no se dispone de datos útiles (Origin-Destination: OD). Como ruta destino de la conversión se tomará en cuenta el tránsito de la Ruta 2 de la Vía del Pacífico que corre paralelamente al Corredor del Atlántico (Ruta 7 y Vía Acoyapa – San Carlos). Las premisas para la estimación son los siguientes.

- El porcentaje de conversión de vehículos pesados sobre la Ruta 2 hacia el Corredor del Pacífico (tasa de conversión) será de 10%, 20% y 30%.
- Por lo tanto la conversión específica (Vc: conversión PCU) del tránsito de vehículos pesados sobre la Ruta 2 (V) se establecerá en  $V_c = (0.1, 0.2, 0.3) \times V \times 1.55$  (Unidad de Vehículos de Pasajeros correspondiente a vehículos pesados).

**3) Resultado de la Estimación del Tránsito Futuro**

Se empleará el tránsito del Puente Cuisalá recogido por el presente Equipo de Estudio (se piensa que capta el tránsito entre ciudades) como tránsito básico para calcular la tasa de crecimiento del tránsito de la Ruta 7. El resultado del pronóstico se describe en el Cuadro 2-2-2-2.5. De acuerdo con las Normas Centroamericanas, el Nivel de Servicio-NdS (Level Of Service: LOS) meta a ser alcanzada por las carreteras troncales es entre C y D. A partir del 2016 se establece el Nivel de Servicio meta de doble carril señalándose la necesidad de contar con puentes de doble carril. Por su parte no se requieren carreteras y puentes de cuatro carriles hasta el 2030.

El volumen de conversión desde la Ruta 2 a ser utilizado en el Diseño de Pavimento será establecido adecuadamente tomando en cuenta también la estructura del pavimento existente a fin de evitar un diseño sobredimensionado.

**Cuadro 2-2-2-2.5 Resultado del Pronóstico del Tránsito Futuro en Cada Ubicación del Puente**

Puente objeto	Tasa de conversión	Año 2015			Año 2020			Año 2025			Año 2030		
		AADT	V/C	NdS	AADT	V/C	NdS	AADT	V/C	NdS	AADT	V/C	NdS
1. Las Banderas	10%	6,254	0.26	C	7,096	0.30	C	8,126	0.34	D	9,384	0.39	D
	20%	6,426	0.27	C	7,306	0.30	C	8,382	0.35	D	9,698	0.40	D
	30%	6,597	0.27	C	7,516	0.31	C	8,639	0.36	D	10,011	0.42	D
2. Tecolostote	10%	4,425	0.18	C	5,267	0.22	C	6,297	0.26	C	7,555	0.31	C
	20%	4,597	0.19	C	5,477	0.23	C	6,553	0.27	C	7,869	0.33	D
	30%	4,768	0.20	C	5,687	0.24	C	6,810	0.28	C	8,182	0.34	D
3. Cuisala	10%	3,784	0.16	B	4,626	0.19	C	5,656	0.24	C	6,914	0.29	C
	20%	3,956	0.17	C	4,836	0.20	C	5,912	0.25	C	7,228	0.30	C
	30%	4,127	0.17	C	5,046	0.21	C	6,169	0.26	C	7,541	0.31	C
4. La Tonga	10%	7,039	0.29	C	7,881	0.33	D	8,911	0.37	D	10,169	0.42	D
	20%	7,211	0.30	C	8,091	0.34	D	9,167	0.38	D	10,483	0.44	D
	30%	7,382	0.31	C	8,301	0.35	D	9,424	0.39	D	10,796	0.45	D

### **(3) Composición del ancho de puente**

En el diseño de una carretera o puente, el establecimiento de la composición del ancho del puente es un factor que influye significativamente en el costo de la obra, y es a la vez un ítem importante del diseño que influye directamente en la seguridad de los usuarios tales como vehículos en tránsito, peatones y bicicletas y en el tránsito de las carreteras. Además, en el caso de un puente con un ancho superior a 50 m (60 m según Normas de Diseño para Puentes de AASHTO Estados Unidos), la Ordenanza Estructural de Carreteras de Japón establece un valor especial reducido para el ancho del hombro del puente siendo ésta más estrecha que el hombro del camino de acceso, todo esto a fin de reducir el costo de la obra. Por otro lado, el ancho de la calzada y del hombro de la carretera, se establece en respuesta a la velocidad de diseño a partir de los aspectos funcionales de dicha carretera (carretera troncal, secundarias y generales). Tomando en cuanto lo expuesto, la composición del ancho de puente se establece obedeciendo los siguientes lineamientos.

- La carretera donde se ubican los puentes objetos de la presente son carreteras troncales internacionales, y como tal, el ancho de calzada, del hombro y del margen interno se aplican a la carretera troncal del Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras.
- La acera sobre el puente dispondrá de una estructura “barrier free” (libre de barreras arquitectónicas) para facilitar el acceso de bicicletas, personas de edad avanzada y con discapacidades. Tendrá una estructura económica debido a que permite reducir la cantidad de hormigón con respecto al tipo elevado (mount-up type) y contribuye a aliviar la carga muerta.
- La necesidad o no de las aceras y el ancho de las mismas serán definidas acorde a la situación de uso de las bicicletas y peatones y a la situación de las carreteras existentes.
- En los municipios regionales de Japón, colocan aceras de más de 2,0 metros en caso de tratarse de una carretera con tránsito de 1.000 a 4.000 vehículo/día con más de 40 peatones/día.

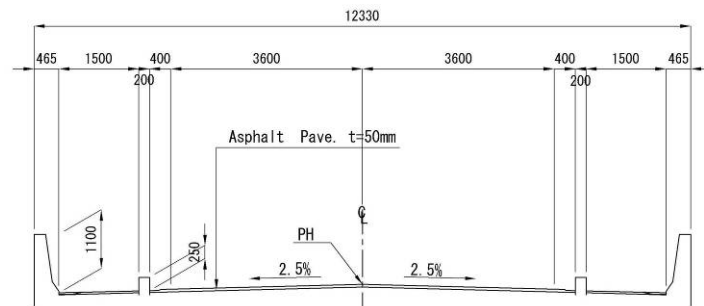
Sobre la base del lineamiento arriba mencionado, se ha establecido la composición del ancho de cada puente y de los caminos de acceso. El Plan concerniente a la colocación de aceras y el ancho de las mismas es tal cual figura en el Cuadro 2-2-2-2.6, mientras que en la Figura 2-2-2-2.7 se describe la composición del ancho de cada carretera y caminos de acceso.

Debido a que los peatones y bicicletas utilizan normalmente el hombro del camino de acceso, en las secciones de carreteras desprovistas de aceras elevadas (mount-up) los hombros sustituirán a las aceras, y en caso que el camino de acceso disponga de aceras serán colocadas aceras con las mismas especificaciones que la existente. Además, se empleará un ancho de acera que se adhiera de manera continua a la existente teniendo en cuenta que el ancho de la acera de la carretera actual antes y después de el puente es de 1,0 a 1,5 m.

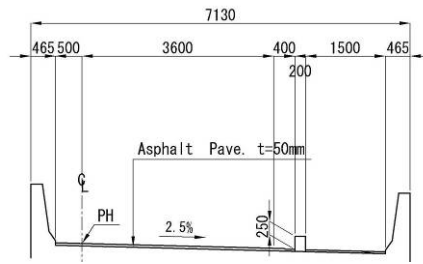
Cuadro 2-2-2-2.6 Plan sobre la Colocación y Ancho de las Aceras

Nombre del puente	Paso vehicular (vehículos/día)	Núm de peatones (peatón/12 horas)	Plan de ancho de la acera (m)	
			Izquierda	Derecha
Las Banderas	3,442	494	1.5	1.5
Tecolostote	2,557	868	-	1.5
La Tonga	5,153	773	1.5	1.5

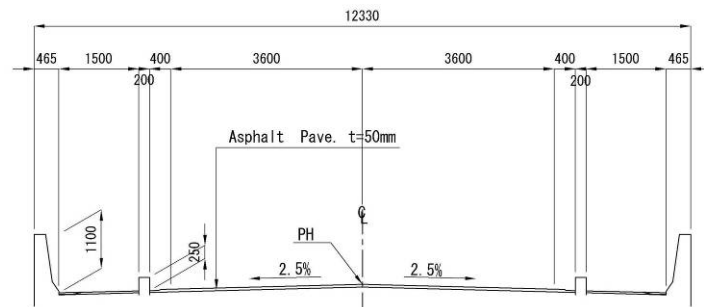
Nota: El Tránsito vehicular y el número de peatones se fundamenta en el Estudio del Equipo 2010.



1) Puente Las Banderas



2) Puente Tecolostote



3) Puente La Tonga

Figura 2-2-2-2.7 Sección Estándar

#### (4) Plan de Pavimento

##### 1) Tipos y estructura del pavimento

Para la capa superior se utilizará la pavimentación de hormigón asfáltico de uso común en Nicaragua y de fácil reparación, material que se utilizará igualmente para la capa intermedia.

Para la capa subrasante superior se empleará la piedra triturada graduada extraída del banco de materiales pétreos cercana al sitio de la obra. La capa subrasante inferior utilizará la tierra extraída del banco de materiales de tierra próxima al sitio mezclando la piedra triturada graduada utilizada en la subrasante superior a fin de que satisfaga el valor predeterminado del material para la subrasante inferior (valor CBR (California Bearing Ratio) mayor de 30).

## 2) Condiciones de cálculo de la estructura de pavimento

El Diseño de Pavimento se regirá por la “Guía AASHTO para Diseño de Estructuras de Pavimento 1993”. Las condiciones empleadas en el Diseño de Pavimento se expresan en el Cuadro 2-2-2-2.7.

Cuadro 2-2-2-2.7 Condiciones de Diseño a Emplearse en el Diseño de Pavimento

Período de servicio	: 10 años, de 2013 a 2022. (Vida útil de 10 años a partir del inicio del servicio luego del término de la obra).
Carga de tránsito (W18)	: Estimación de la cantidad de repeticiones del Eje de Carga Equivalente (ESAL) de 18kip durante el período de servicio (se calcula a partir de la estimación del tránsito futuro (transito convertido desde la Ruta 2 de estimado en 30%)).
Confiabilidad (R)	: Establecer en 80% la probabilidad de que la carga de tránsito y la resistencia del pavimento se ubique dentro del margen supuesto (desviación normal $Z_R = -0.841$ , desviación normal de la carga y resistencia de pavimento $S_0 = 0.45$ ).
Normas de Serviciabilidad	: Índice de Serviciabilidad Inicial $P_0=4.2$ (resultado de la prueba de carretera de AASHTO) Índice de Serviciabilidad $Psi=P_0-P_t=4.2-2.5=1.7$ Índice de Serviciabilidad Final $R_t=2.5$ (Valor normal de AASHTO de la carretera troncal)
Módulo Resiliente de la Subrasante (MR)	: Se calcula mediante $MR=1,500 \times CBR$ a partir del valor CBR obtenido en el marco del Estudio Geológico.
Coefficiente de Capa del pavimento	: Coeficiente de Capa de la capa superior de hormigón asfáltico (a partir del Módulo Resiliente 400.000Psi) $\alpha_1 = 0.42$ . Coeficiente de Capa de la capa intermedia de hormigón asfáltico (a partir del Módulo Resiliente 350.000Psi) $\alpha_2 = 0.39$ . Coeficiente de Capa de la subrasante superior (CBR = 80) $\alpha_3 = 0.133$ . Coeficiente de Capa de la subrasante inferior (CBR = 30) $\alpha_4 = 0.108$ .
Coefficiente de drenaje	: Subrasante superior $m = 1.0$ Subrasante inferior $m = 1.0$

Se realiza el cálculo del espesor del pavimento de los caminos de acceso de cada puente sobre la base de la Carga de Tránsito (W18) y el resultado obtenido en el Ensayo CBR. La ecuación del SN con respecto al pavimento asfáltico (indicador estructural necesario en el espesor de la carpeta asfáltica) se muestra de la siguiente manera de acuerdo con las Normas de Diseño de Pavimento AASHTO.

$$\text{Log}_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_0 + 9.36 \times \text{Log}_{10}(\text{SN} + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log}_{10}\left\{ \frac{\text{PSI} / (4.2 - 1.5)}{0.40 + \left\{ 1094 / (\text{SN} + 1)^{1.9} \right\}} \right\}}{1} + 2.32 \times \text{Log}_{10}(M_R) - 8.07$$

(Fuente: Normas AASHTO)



### 3) Resultado del cálculo de la estructura de pavimento

El Cuadro 2-2-2-2.8 describe el resultado del cálculo de la estructura de pavimento de cada tramo efectuado a partir del Eje de Carga Equivalente de 18kip (Valor ESAL) y el Valor CBR de Diseño, ambos obtenidos en el apartado anterior respecto a los caminos de acceso de cada puente.

Cuadro 2-2-2-2.8 Resultado del Cálculo de la Estructura de Pavimento de Cada Tramo

Nombre del Puente	Carga acumulada $W_{18}$	Resistencia del pavimento requerida (SN)	Espesor de pavimento de diseño (cm)				Resistencia del pavimento de diseño (SN)	Calif
			Capa superior de hormigón asfáltico	Capa intermedia de hormigón asfáltico	Subrasante superior	Subrasante inferior		
Las Banderas	10,300,691	3.629	5	5	20	30	3.760	OK
Tecolostote	6,581,192	3.373	5	5	15	30	3.496	OK
La Tonga	6,332,798	3.351	5	5	15	30	3.496	OK

Nota)  $W_{18}$  = Carga Equivalente Acumulada de vehículos de los últimos 10 años = cantidad de repeticiones del eje de carga equivalente (ESAL) de 18kip (por carril).

Para la Carga Equivalente de vehículos por unidad se han aplicado los valores siguientes según Normas de Diseño de Pavimento de Nicaragua.

Carga Equivalente de Vehículos: vehículo de uso particular 0.0002 / autobús pequeño 0.0004 / pick up 0.0004 / autobús grande 1.1005 / camión de doble eje 1.5720 / camión de tres ejes 1.8760 / camión remolque 4.5370.

La tasa de crecimiento del tránsito se estableció en 4,1% y el tránsito convertido desde la Ruta 2 en 30%.

### (5) Plan sobre el establecimiento del nivel de agua alto de diseño y mínima longitud de luz

#### 1) Superficie de la cuenca en el sitio de construcción de puentes

La carta topográfica en escala 1:250,000 obtenida en Nicaragua dispone de curvas de nivel y al establecer los límites de las cuencas aguas arriba de los cuatro puentes en base a las mismas, se obtiene el Cuadro 2-2-2-2.9.

A 5 km aguas arriba del Puente Las Banderas fue construida la presa Las Canoas en el año 1985 y la superficie de su cuenca se encuentra debidamente identificada. Sobre el tramo que se extiende hasta llegar al sitio de construcción del puente 5 km aguas abajo, se halla además un área de captación que alberga afluentes menores. Haciendo un recuento de la situación incluyendo también a los tres demás puentes obtenemos el esquema que se detalla en la Figura 2-2-2-2.8.



Figura 2-2-2-2.8 Mapa de la Cuenca Aguas Arriba de los Puentes Objetos de la Cooperación

Cuadro 2-2-2-2.9 Superficie de la Cuenca Aguas Arriba de los Puentes Objetos de la Cooperación (km<sup>2</sup>)

Puente Las Banderas		Puente Tecolostote	Puente Cuisalá	Puente La Tonga
B-1	828.3	322.7	242.7	391.7
B-2	74.3			
Total	902.6			

## 2) Resultado del Estudio-Encuesta sobre inundaciones

Se ha llevado a cabo una Estudio-Encuesta de campo durante el período de 27 de febrero a 5 de marzo de 2010, el cual se dirigió a la mayor cantidad posible de personas conformadas por el personal del comedor, peatones que circulaban por las aceras, personas lavando la ropa o tomando un baño en los ríos y residentes de las periferias de los puentes. Al verificar varias respuestas coincidentes, se comprobó que las zonas aguas abajo de los Puentes Tecolostote, Cuisalá y La Tonga, a excepción del Puente Las Banderas, no presentan problemas de rebose durante las inundaciones. A continuación los detalles del resultado del Estudio-Encuesta.

### a) Puente Las Banderas

El ataque del Huracán Mitch en el año 1998 provocó una inundación que duró casi un día entero con un nivel máximo de agua como el que se señala en la Figura 2-2-2-2.9,

que alcanzó según informaciones una altura de 2 metros sobre el nivel del puente.



Figura 2-2-2-2.9 Nivel Máximo de Agua Alcanzado durante el Ataque del Huracán Mitch sobre el Puente Las Banderas

Además, atendiendo que hace 3 años la inundación provocada durante la estación de lluvia ha llegado también hasta el nivel del puente, prima la necesidad de establecer el Nivel Alto de Agua de Diseño.

#### b) Puente Tecolostote

De acuerdo con el Estudio-Encuesta, aunque el nivel máximo de agua durante el ataque del Huracán Mitch ha llegado hasta unos metros de la viga del puente en servicio, la situación indica que se dispone de espacio libre debajo de la viga del puente.

Además, informaciones recogidas indican que aún durante la época normal de lluvia no se registran importantes crecidas del nivel de agua, estimándose que la altura actual de la viga presenta márgenes correspondientes ante posibles inundaciones.

#### c) Puente Cuisalá

Durante el Estudio de campo sólo se han observado pequeños charcos de agua sin que se constaten corrientes de agua. La superficie de la cuenca también es la más pequeña entre los cuatro puentes y se estima además que la altura actual de la viga presenta márgenes correspondientes ante posibles crecidas.

#### d) Puente La Tonga

La periferia del Puente no cuenta un camino de acceso que conduce hacia la rivera y según la encuesta realizada en el restaurante ubicado en el margen derecho aguas arriba, el puente no llega a anegarse durante las inundaciones además de que no existen problemas de aumento del nivel de agua.

También la superficie de la cuenca equivale apenas al 45% a la del Puente Las Banderas estimándose que la altura actual de la viga presenta márgenes

correspondientes ante posibles inundaciones.

### 3) **Análisis sobre la descarga de avenida desde la presa ubicada aguas arriba del Puente Las Banderas**

La presa Las Canoas es una presa construida en el año 1985 a 5 km aguas arriba del Puente Las Banderas con el fin de generar energía eléctrica y asegurar el recurso hídrico para el sistema de riego. No cumple con la función de control de inundaciones y posee una estructura que procede a descargar por rebose natural el sobreflujo causado por inundaciones a través del vertedero colocado en el margen derecho. A continuación el resultado del análisis sobre el caudal de descarga efectuado tomando en cuenta los materiales abajo mencionados facilitados por el Ministerio de Transporte e Infraestructura de Nicaragua.

- Estudio del Potencial Hidroeléctrico del Río Malacatoya las Canoas.pdf
- Malaca\_2003.ppt, Ministerio de Transporte e Infraestructura
- NIVEL\_DEL\_EMBALSE\_2008-9(1).xls, Ministerio de Transporte e Infraestructura

#### a) **Control de inundaciones de la presa Las Canoas**

Las inundaciones son controladas de manera natural a través del vertedero instalado en el margen derecho. En la Figura 2-2-2-2.10 se observa el vertedero de la presa Las Canoas y la imagen durante el rebose.

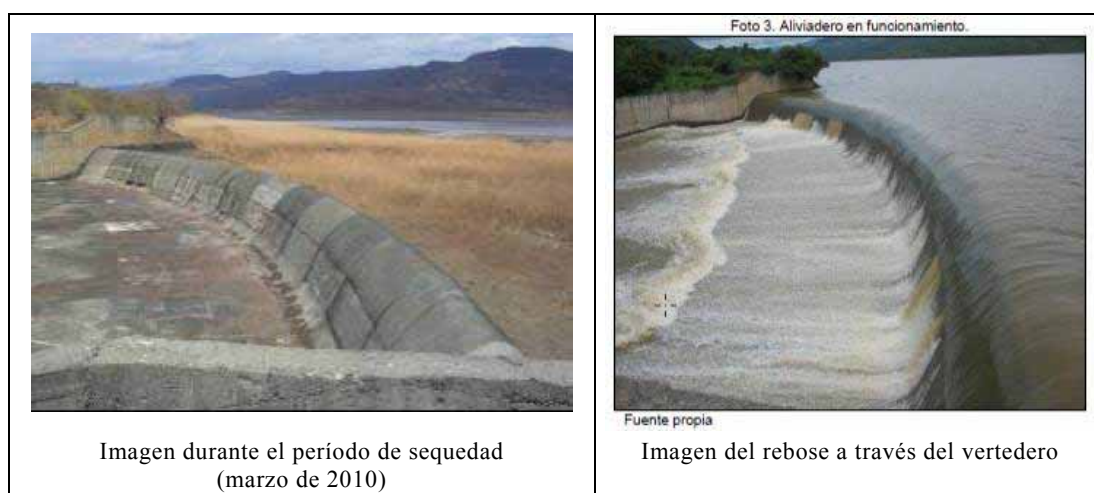


Figura 2-2-2-2.10 Imagen del Vertedero de la Presa Las Canoas

#### b) **Características de la descarga del vertedero**

El vertedero de la presa Las Canoas es un vertedero de 120 m de ancho ( $L$  (ancho de vertedero) = 120 m) y su característica de descarga (relación entre caudal y profundidad de rebose) es como se indica en la Figura 2-2-2-2.11 lo que se obtiene a

través de la siguiente ecuación.

$$Q=C_d \times L(H-H_0)^{3/2}$$

Siendo:  $C_d$  (coeficiente de caudal) = 2.15,  $H_0$  (altura de rebose) = 120.0 m

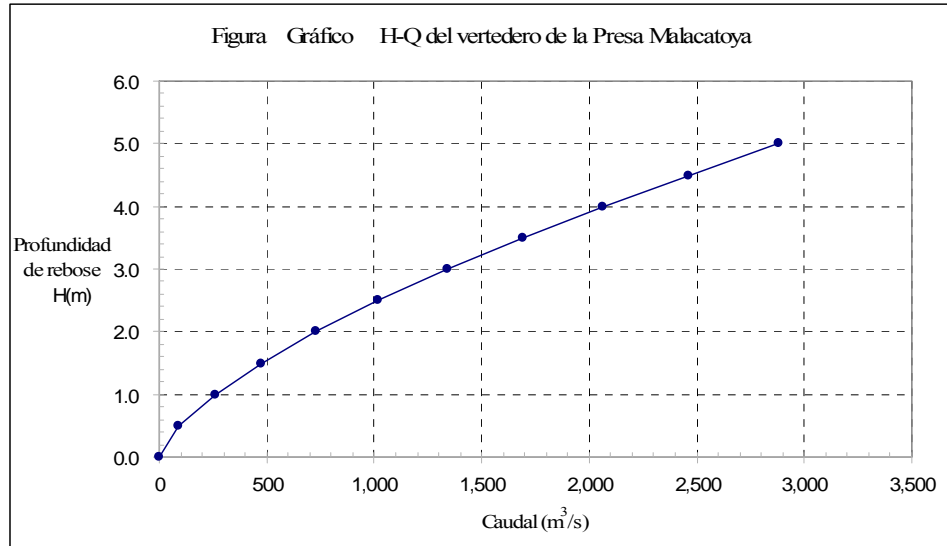


Figura 2-2-2.11 Gráfico H-Q del Vertedero de la Presa Las Canoas

**c) Consumo Constante de Agua**

La presa Las Canoas fue construida con el fin de almacenar agua para riego y generar energía eléctrica tal como demuestra la Figura 2-2-2.12. Realiza una toma de  $8\text{m}^3/\text{s}$  con un desglose de  $2\text{m}^3/\text{s}$  en generación de energía y  $6\text{m}^3/\text{s}$  en riego. Aunque este caudal podrá ignorarse durante las inundaciones, es necesario tener previsto la variación del nivel de agua con la premisa de que habrá un aumento del nivel de agua que acompañen a este caudal de descarga durante el período de la obra en época de sequedad.

Foto 15. Tamo de conducción de la planta inferior hacia la planta superior.



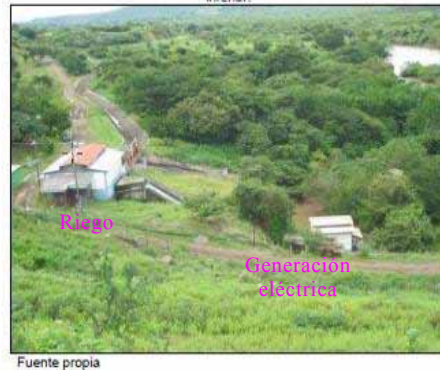
Canal de retorno de la toma de agua para riego

Foto 16. Canal de desagüe del desfogue de la planta superior.



Canal de toma de agua para riego

Foto 17. Vista general desde la corona de la presa de la casa máquina superior e inferior.



Instalaciones de toma de agua



Tubería de toma de agua para generación eléctrica y canal de turbina

Figura 2-2-2-12 Imágenes de la Situación de Uso de la Presa Las Canoas

#### 4) Establecimiento de la descarga de avenida con período de retorno de 50 años

##### a) Lineamiento Básico

La escala del plan se establece en 50 años de período de retorno tomando en cuenta experiencias anteriores logradas a través de la Cooperación Financiera No Reembolsable y la vida útil de los puentes.

La cercanía de las cuencas y la similitud topográfica de los cuatro puentes permiten estimar que no existen grandes diferencias en los patrones de precipitación y escurrimiento entre los mismos. De ahí que se aplica el resultado del análisis de la Presa Las Canoas, con una superficie de cuenca relativamente mayor, y se emplea para los demás puentes la relación de superficie de cuenca (descarga específica) estableciendo de esa manera la descarga con período de retorno de 50 años.

##### b) Resultado del análisis existente (Presa Las Canoas)

En el caso del proyecto de la Presa Las Canoas, se ha calculado los años de recurrencia y su descarga a través de la fórmula del Método de Gumbel abajo señalado tomando como base la Descarga Máxima Anual correspondiente a un período de 18 años entre 1952 y 1969 para de esa manera establecer la descarga de diseño de la presa en  $1,412\text{m}^3/\text{s}$  (años de recurrencia: 500). (Ver Cuadro 2-2-2-10)

$$X = \beta - 1/\alpha \ln[\ln(T/(T-1))]$$

Siendo:

X: Descarga probable, T: Años de recurrencia

S = 201.8 (desviación estándar)

A = 0.00518 ( $\sigma_y/S$ )

B = 213.4 ( $(X - \mu_y)/\alpha$ )

$\Sigma y = 1.04592$  (valor de distribución de probabilidad del Método de Gumbel)

$M_y = 0.51928$  (Ídem)

Cuadro 2-2-2-2.10 Descarga de Diseño de la Presa Las Canoas

T (Año de recurrencia)	100	150	200	500	1,000
Q (Descarga probable)	1,101	1,180	1,235	1,412	1,546

Al calcular con la fórmula de arriba el valor Q (descarga probable) ante la escala del proyecto T (años de recurrencia): 50 se obtiene una descarga de  $966\text{m}^3/\text{s}$  en la altura de la Presa Las Canoas siendo su Carga Específica  $1,166.2\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$  (ver Cuadro 2-2-2-2.11).

Cuadro 2-2-2-2.11 Descarga de Diseño (en la presa) de la Escala de Recurrencia de 1:50 Años

Descarga de Diseño ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	Superficie de Cuenca ( $\text{km}^2$ )	Descarga Específica ( $\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ )
966	823.3	1,166.2

**5) Descarga de avenida con período de retorno de 50 años**

Calculando y redondeando la descarga de diseño de la escala de recurrencia de 50 años en sitios de los cuatro puentes sobre la base de la carga específica arriba señalada, se obtiene la descarga de diseño indicado en el Cuadro 2-2-2-2.12.

Cuadro 2-2-2-2.12 Descarga de Diseño de la Escala de Recurrencia de 1:50 Años de Cada Puente

	Puente Las Banderas	Puente Tecolostote	Puente Cuisalá	Puente La Tonga
Superficie de cuenca	902.6	322.7	241.7	391.7
Descarga de diseño de la escala de recurrencia de 1:50 años	1,053	376	282	457
Descarga de diseño	1,060	380	290	460

**6) Establecimiento del nivel alto de agua de diseño (50 años de recurrencia)**

**a) Puente Las Banderas**

La zona donde se ubica el Puente Las Banderas se halla inclinada 30 grados con respecto a la alineación del cauce presentando una leve curvatura izquierda en dirección aguas abajo. En una parte de la costa izquierda se visualiza una zona de agua muerta por donde no fluye la corriente principal durante las inundaciones. Además, dicho margen lleva los pilares del puente con un intervalo de 10 metros lo que bloquea la sección transversal del cauce durante las inundaciones.

Se realizó la eliminación de la zona de agua muerta y la corrección angular sobre la base del resultado de la medición transversal del río realizada en la ubicación del puente para elaborar la sección transversal efectiva al momento de la inundación analizándose la capacidad de descarga contra esta sección transversal efectiva, con los que se obtuvo el siguiente resultado. Es decir, se realizará la elaboración del área de corte transversal y el radio hidráulico por cada nivel de agua, seguido por el cálculo de la velocidad del flujo aplicando la fórmula Manning para el cálculo de la velocidad del agua para luego calcular la descarga multiplicándolo con el área de corte transversal del nivel de agua correspondiente. El coeficiente de rugosidad, al momento del cálculo de la velocidad promedio, se establece en  $N=0.035$  por la situación del entorno y la pendiente de la superficie de agua en  $I=1/1,600$  por el resultado obtenido en la medición longitudinal del lecho y según referencia tomada de la carta topográfica en escala 1:50.000.

Como resultado y tal como indica la Figura 2-2-2-2.13, el nivel alto de agua de diseño es de 79,2 m ante la descarga de diseño de  $1.060\text{m}^3/\text{s}$ . Este nivel alto de agua de diseño equivale a una altura levemente menor a la del nivel del puente en servicio.

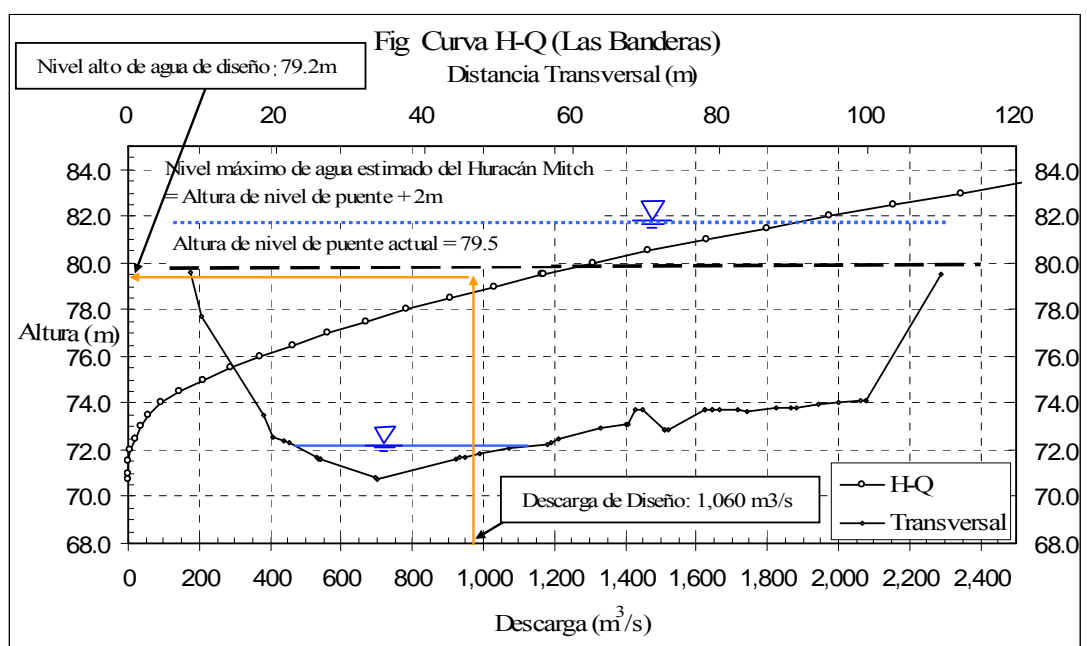


Figura 2-2-2-2.13 Nivel Alto de Agua de Diseño del Puente Las Banderas

#### b) Puente Tecolostote

La zona del Puente Tecolostote es prácticamente perpendicular a la alineación del cauce y no necesita ser sometida a la corrección de la sección transversal efectiva durante inundaciones como en el caso del Puente Las Banderas. El resultado de la medición transversal en el punto del puente y de la capacidad de descarga calculada con la fórmula de Manning se describe en la Figura 2-2-2-2.14.



El coeficiente de rugosidad, al momento del cálculo de la velocidad promedio, se establece en  $N=0.035$  por la situación del entorno y la pendiente de la superficie de agua en  $I=1/1,100$  por el resultado obtenido en la medición longitudinal del lecho y según referencia tomada de la carta topográfica en escala 1:50.000.

Como resultado, el nivel alto de agua de diseño es de 88,4 m ante la descarga de diseño de  $380\text{m}^3/\text{s}$  por lo que podría considerarse que el nivel del puente actual cuenta con un margen de altura suficiente.

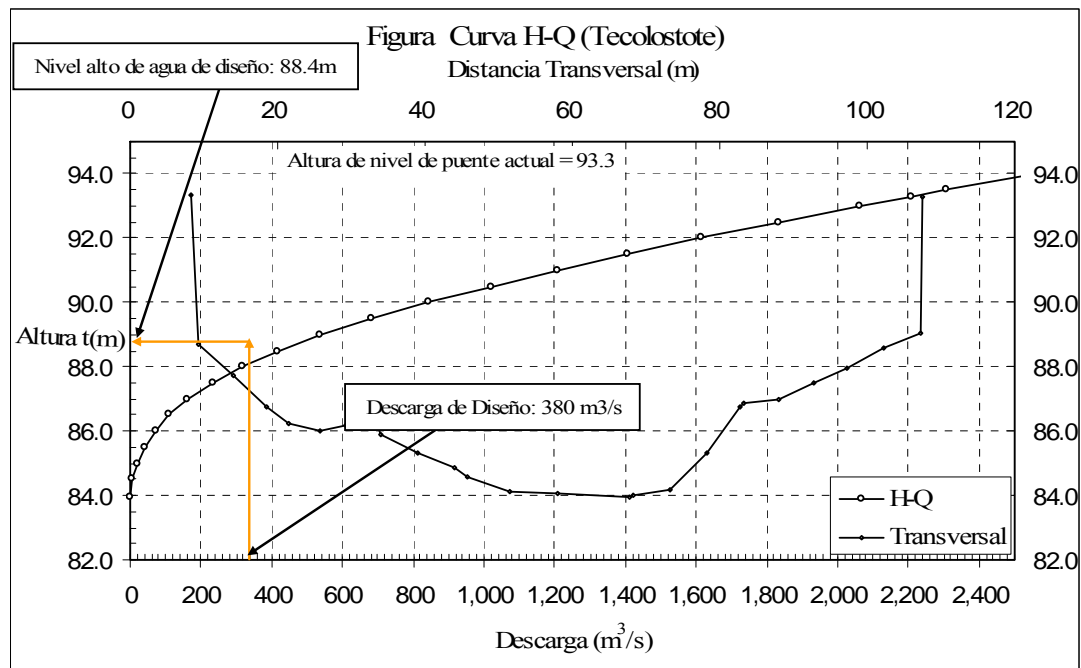


Figura 2-2-2-2.14 Nivel Alto de Agua de Diseño del Puente Tocolostote

### c) Puente Cuisalá

La zona del Puente Cuisalá es prácticamente perpendicular a la alineación del cauce. El resultado de la medición transversal en el punto del puente y el resultado de la capacidad de descarga calculada con la fórmula de Manning se describe en la Figura 2-2-2-2.15.

El coeficiente de rugosidad, al momento del cálculo de la velocidad promedio, se establece en  $N=0.035$  por la situación del entorno y la pendiente de la superficie de agua en  $I=1/550$  por el resultado obtenido en la medición longitudinal del lecho y según referencia tomada de la carta topográfica en escala 1:50.000.

Como resultado, el nivel alto de agua de diseño es de 111,5 m ante la descarga de diseño de  $290\text{m}^3/\text{s}$  por lo que podría considerarse que el nivel del puente actual cuenta con un margen de altura suficiente.

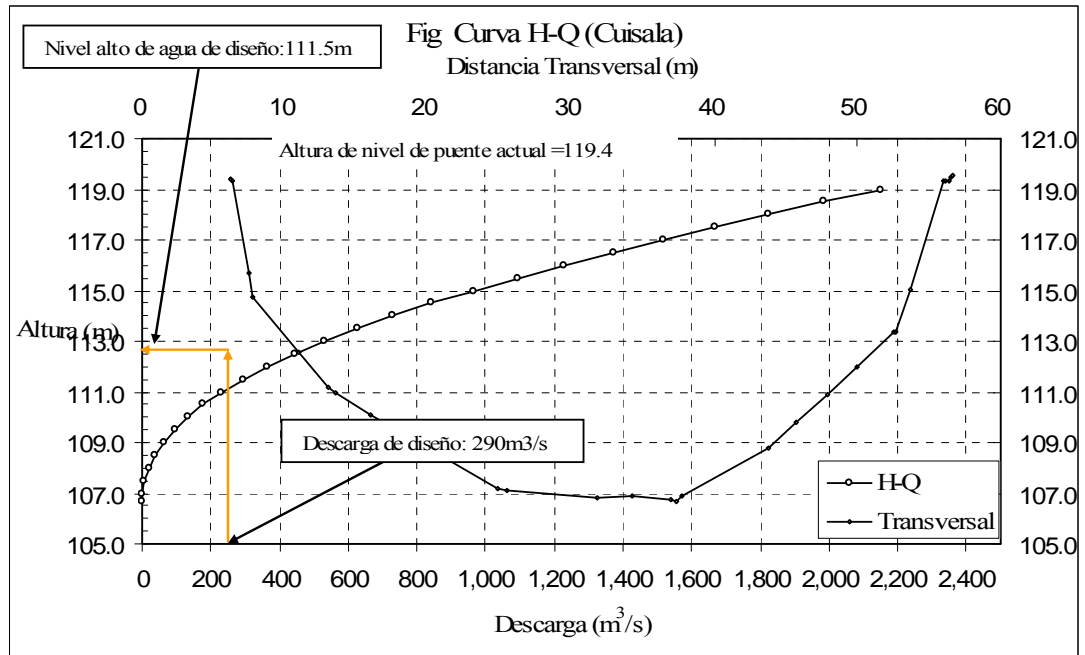


Figura 2-2-2-2.15 Nivel Alto de Agua de Diseño del Puente Cuisalá

**d) Puente La Tonga**

La zona del Puente La Tonga es prácticamente perpendicular a la alineación del cauce. El resultado de la medición transversal en el punto del puente y el resultado de la capacidad de descarga calculada con la fórmula de Manning para el cálculo de la velocidad media de flujo se describe en la Figura 2-2-2-2.16.

El coeficiente de rugosidad, al momento del cálculo de la velocidad promedio, se establece en  $N=0.035$  por la situación del entorno y la pendiente de la superficie de agua en  $I=1/1.300$  por el resultado obtenido en la medición longitudinal del lecho y según referencia tomada de la carta topográfica en escala 1:50.000.

Como resultado, el nivel alto de agua de diseño es de 59,0 m ante la descarga de diseño de  $460\text{m}^3/\text{s}$  por lo que podría considerarse que el nivel del puente actual cuenta con un margen de altura suficiente.

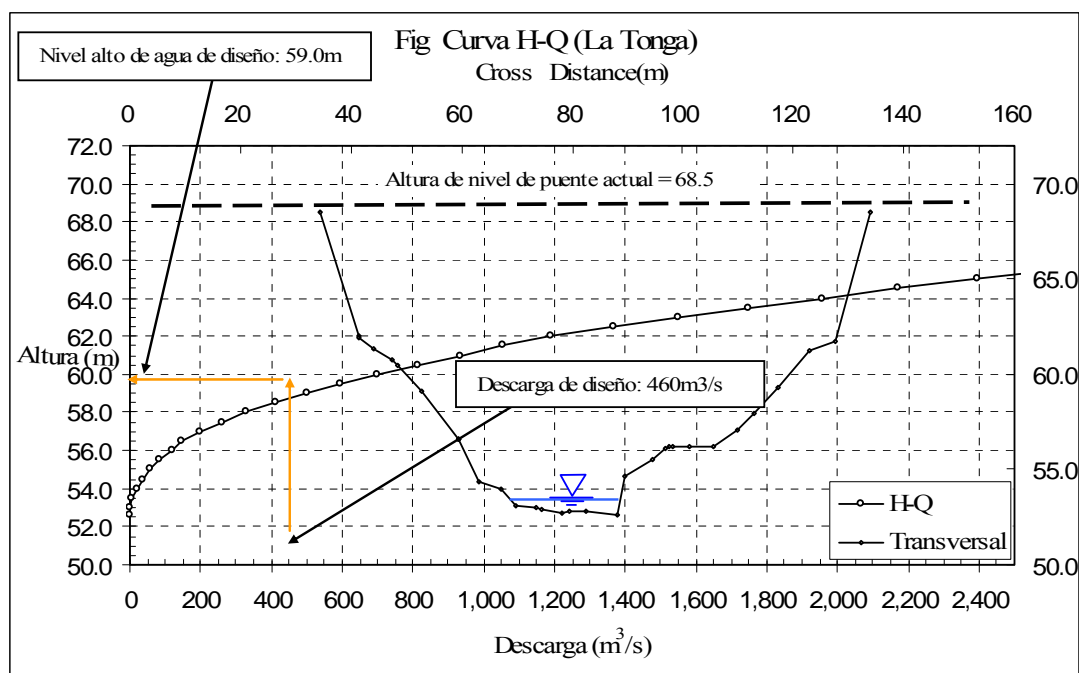


Figura 2-2-2-2.16 Nivel Alto de Agua de Diseño del Puente La Tonga

**7) Recapitulación de las condiciones de diseño según condiciones hidrológicas**

Se han ordenado las condiciones del río tal como se demuestra en el Cuadro 2-2-2-2.13 para la determinación de elementos diversos del puente tales como la altura bajo viga y longitud de luz de los puentes entre otros. El margen de altura bajo viga se establece en 0,8 a 1,0 m acorde a la descarga de diseño tomando como referencia la Ordenanza Estructural para Instalaciones de Control de Ríos de Japón tal como se señala en el Cuadro 2-2-2-2.14.

Para la mínima longitud de luz se ha empleado valores que satisfagan la longitud de luz estándar establecido en la Ordenanza Estructural. Por su parte, en la selección de la ubicación de estribos y pilares en el marco de la Planificación de Puente, se tomaron en cuenta la topografía y características del cauce tales como la ubicación del eje de la corriente y velocidad de flujo entre otros.

**Cuadro 2-2-2-2.13 Elementos del Puente Determinados a partir de las Características del Río**

Puente	Las Banderas	Tecolostote	Cuisalá	La Tonga
Superficie de cuenca km <sup>2</sup>	902.6	322.7	241.7	391.7
Pendiente de lecho -	1/1,600	1/1,100	1/550	1/1,300
Nivel alto de agua de diseño m	79.2	88.4	111.5	59.0
Descarga de diseño m <sup>3</sup> /s	1,060	380	290	460
Espacio libre bajo viga m	1.0	0.8	0.8	0.8
Altura bajo viga m	80.2	89.2	112.3	59.8
Longitud de luz estándar* m	26.0	22.0	22.0	23.0

\* Longitud de luz estándar (m):  $L=20+0.005Q$  (Q: Descarga de Diseño (m<sup>3</sup>/s), Ordenanza Estructural para Instalaciones de Control de Ríos

Cuadro 2-2-2-2.14 Espacio Libre Bajo Viga

Descarga de diseño (m <sup>3</sup> /s)	Menor de 200	Mayor de 200 Menor de 500	Mayor de 500 Menor de 2,000	Mayor de 2,000
Espacio libre bajo viga (m)	0.6	0.8	1.0	1.2

**(6) Plan sobre Cargas de Diseño**

En el Cuadro 2-2-2-2.15 se detalla el Plan referente a las Cargas de Diseño principales. En lo que se refiere a la capacidad sísmica y variación de temperatura prima la seguridad, y como tal se toma como referencia las aplicadas en el Proyecto de Cooperación Financiera No Reembolsable en el marco del Proyecto de Construcción de Puentes desarrollado bajo condiciones ambientales similares y sobre la misma ruta.

Cuadro 2-2-2-2.15 Plan sobre Cargas de Diseño

Cargas de Diseño	Contenido	
Carga viva de diseño	Equivalente a HS25 de AASHTO (25% más sobre HS20-44) (Corresponde a la carga viva B de Japón (Especificaciones para Puentes Carreteros)).	
Variación de temperatura	Puente de acero	-20 a 50°C (variación de 70°C). Equivale a las Normas de Diseño para puentes de la AASHTO: 0 a 120°F (-17.8 a 48.9°C)
	Puente de hormigón	Variación de 40°C Equivale a las Normas de Diseño para Puentes de la AASHTO: aumento 30°F, descenso 40°F.
Coefficiente sísmico de diseño	0.2 a 0.3 (Normas Nacionales de Construcción de Nicaragua).	

**2-2-2-3 Planificación del puente las banderas**

**(1) Ubicación del Puente**

Se procedió a seleccionar la ubicación de la construcción del puente ante el Lineamiento de Construcción señalado en el apartado 2-2-1-8 .

Para la selección de dicha ubicación se plantearon las siguientes tres Alternativas con las que se realizó un análisis comparativo respecto a la alineación y extensión del camino de acceso, adquisición de terreno, reasentamiento e impacto al medio ambiente y la sociedad. Como resultado del análisis comparativo, el cual se describe en el Cuadro 2-2-2-3.1, se ha seleccionado la Alternativa 1.

- Alternativa 1 Ubicación actual (eliminar el puente en servicio y construir uno nuevo de dos carriles en el mismo lugar).
- Alternativa 2 Aguas arriba (construir un nuevo puente de dos carriles aguas arriba del puente en servicio).
- Alternativa 3 Aguas abajo (construir un nuevo puente de dos carriles aguas abajo del puente en servicio)

## **(2) Tipos de Puente**

Se seleccionó el tipo de puente a construirse a partir de las siguientes cuatro Alternativas mediante un análisis comparativo sobre: usabilidad de la carretera (ambientabilidad), flujabilidad del río, estructurabilidad, ejecutabilidad, mantenibilidad y economicidad. Como resultado del análisis comparativo, el cual se describe en el Cuadro 2-2-2-3.2, se ha seleccionado la Alternativa 1.

Alternativa 1 Puente de armadura de acero + Puente continuo de hormigón pretensado de vigas I de 2 luces

Alternativa 2 Puente de viga de chapa de acero + Puente continuo de hormigón pretensado de vigas I de 2 luces

Alternativa 3 Puente de armadura de acero de 2 luces

Alternativa 4 Puente continuo de hormigón pretensado de vigas cajón de 2 luces.

Se realizó también un análisis comparativo con respecto al puente de armadura de altura de viga menor y puente de viga de chapa de acero con altura de viga mayor, con el fin de conocer la dimensión del terreno requerido para ambos tipos de puente cuyo resultado se señala en la Figura 2-2-2-3.1.

## **(3) Subestructura y Cimentación**

Para la selección de la subestructura y cimentación se plantearon las siguientes tres Alternativas con las que se realizó un análisis comparativo respecto a la estructurabilidad, características hidráulicas del río, ejecutabilidad, economicidad y mantenibilidad. Como resultado del análisis comparativo, el cual se describe en el Cuadro 2-2-2-3.3, se ha seleccionado la Alternativa 3.

Alternativa 1 Pilar de hormigón de columna simple (cimentación directa)

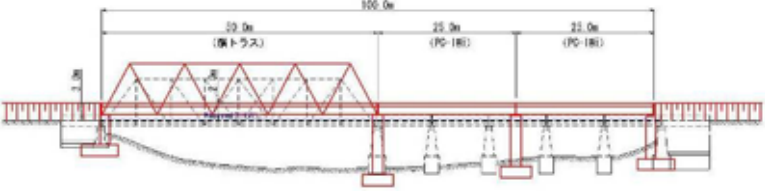
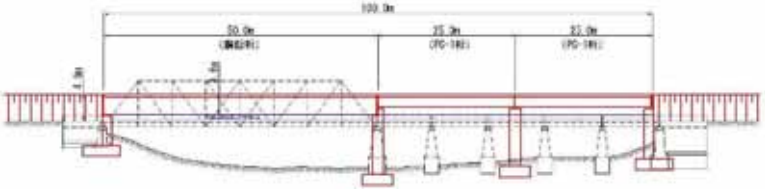
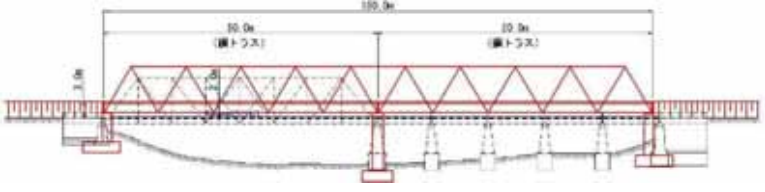
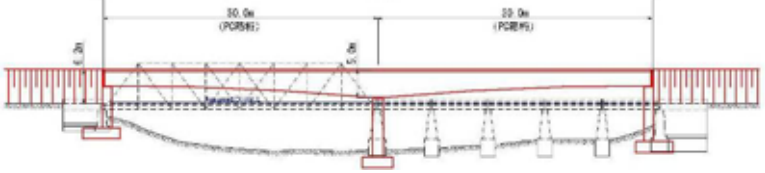
Alternativa 2 Pilar de hormigón de columna doble (cimentación directa)

Alternativa 3 Pilar de hormigón tipo muro (cimentación directa)

Cuadro 2-2-2-3.1 Resultado de la Comparación sobre la Ubicación del Puente (Puente Las Banderas)

Diagrama Esquemático de la Comparación					
Ítem	Alternativa 1: Ubicación actual	Alternativa 2: Aguas arriba	Alternativa 3: Aguas abajo		
Resumen	Eliminar el puente existente y construir uno nuevo de dos carriles en el mismo lugar	Construir un nuevo puente de dos carriles aguas arriba del puente existente.	Construir un nuevo puente de dos carriles a unos 5 metros aguas abajo del puente existente.		
Alineación de la carretera de acceso	Es prácticamente recta	×	Se encauza en una curva en S antes y después del puente	×	Se encauza en una curva en S antes y después del puente
Extensión de la carretera de acceso	Aprox. 265m (ribera izquierda: aprox. 165m, ribera derecha: aprox. 100m)	×	Aprox. 636m (ribera izquierda: aprox. 272m, ribera derecha: aprox. 364m )	×	Aprox. 689m (ribera izquierda: aprox. 313m, ribera derecha: aprox. 376m)
Adquisición de terreno, reasentamiento e impacto sobre el medio ambiente y entorno social	<p><u>Adquisición de terreno</u> La adquisición del terreno no será necesaria debido a que se construirá en el mismo lugar actual.</p> <p><u>Reasentamiento</u> Se necesita de cinco (5) reasentamientos. Aseguramiento del tránsito durante la obra Será necesario disponer de un desvío de 875 m (puente provisorio incluido) en el lado aguas abajo durante la obra.</p> <p>El uso del desvío será por un período determinado de un año aproximadamente. Aunque existen varios tramos estrechos, en principio no será necesario reasentar a los pobladores. Asimismo el impacto al medio ambiente y la sociedad será mínimo atendiendo que sólo se talarán unos tres árboles con la obra.</p>	<p>×</p>	<p><u>Adquisición de terreno</u> Es necesario asegurar un terreno de 6.500 m2 aproximadamente.</p> <p><u>Reasentamiento</u> Es necesario realizar 16 reasentamientos. Aseguramiento del tránsito durante la obra No requiere de un nuevo desvío debido a que el puente existente puede ser utilizado como desvío durante la obra.</p> <p>El terreno es en su mayoría residencial por lo que el impacto al medio ambiente y entorno social será significativo al tiempo de que demandará el traslado de numerosos postes eléctricos y carteles etc.</p>		
Evaluación general		×			

Cuadro 2-2-2-3.2 Resultado de la Comparación de Tipos de Puente (Puente Las Banderas)

Alternativa comparada	Usabilidad de la carretera (ambientabilidad) ·Flujabilidad del río	Estructurabilidad, ejecutabilidad	Mantenibilidad	Economicidad	Evaluación
<p>Alternativa 1: P. de armadura de acero + P. de viga I pretensado × 2</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ El camino de acceso se elevará unos 3,0m (extensión de camino de acceso: 265m). Es posible minimizar el impacto hacia las viviendas periféricas.</li> <li>○ El flujo del río es favorable.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ La armadura demanda tiempo en la ejecución de la obra debido a su estructura enrejada.</li> </ul>	<p>Requiere de mantenimiento debido a su estructura enrejada. El empleo de acero resistente a la intemperie permitirá una operación “libre de mantenimiento”.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Se destaca por su economicidad. (relación con respecto a la alternativa seleccionada: 1,00)</li> </ul>	<p><b>[Seleccionada]</b> Es la más eficaz y la que menos impacto genera sobre el entorno.</p>
<p>Alternativa 2: P. de viga de chapa de acero + P. de viga I pretensado × 2</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ El camino de acceso se elevará unos 4,8m. Afecta significativamente a las viviendas periféricas (extensión del camino de acceso: 365m).</li> <li>○ El flujo del río es favorable.</li> </ul>	<p>El plazo de obra es corto debido al montaje con grúa.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ El empleo de acero resistente a la intemperie permitirá una operación “libre de mantenimiento”.</li> </ul>	<p>Es el que más se destaca por su economicidad. (Relación con respecto a la alternativa seleccionada: 0,92).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aunque es el de mayor economicidad, el camino de acceso es más alta que la Alternativa 1 y genera un gran impacto sobre el entorno que rodea al puente.</li> </ul>
<p>Alternativa 3: P. de armadura de acero de 2 luces</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ El camino de acceso se elevará unos 3,0m. Es posible minimizar el impacto hacia las viviendas periféricas (extensión de camino de acceso: 265m). El flujo del río es la más favorable.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ La armadura demanda tiempo en la ejecución de la obra debido a su estructura enrejada.</li> </ul>	<p>Requiere de mantenimiento debido a su estructura enrejada. El empleo de acero resistente a la intemperie permitirá una operación “libre de mantenimiento”.</p>	<p>Su economicidad es menor que la Alternativa 1 y 2. (Relación con respecto a la alternativa seleccionada: 1,11).</p>	<p>Aunque el impacto sobre el entorno es menor, cuenta con una economicidad inferior.</p>
<p>Alternativa 4: P. de viga cajón continua pretensada de 2 tramos</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>× El camino de acceso se elevará unos 6,2 m. Afecta significativamente a las viviendas periféricas (extensión del camino de acceso: 400m). El flujo del río es la más favorable.</li> </ul>	<p>El plazo de obra es prolongado debido a que se emplea el método de construcción en voladizo o el método “all staging”</p>	<p>Es “libre de mantenimiento” debido a que es un puente de hormigón pretensado.</p>	<p>Su economicidad es menor que la Alternativa 1 y 2. (Relación con respecto a la alternativa seleccionada: 1,15).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>× No se recomienda debido a que el camino de acceso es elevada y genera un impacto importante sobre el entorno.</li> </ul>

Evaluación: Excelente, ○ Muy Bueno, Regular, × No recomendable

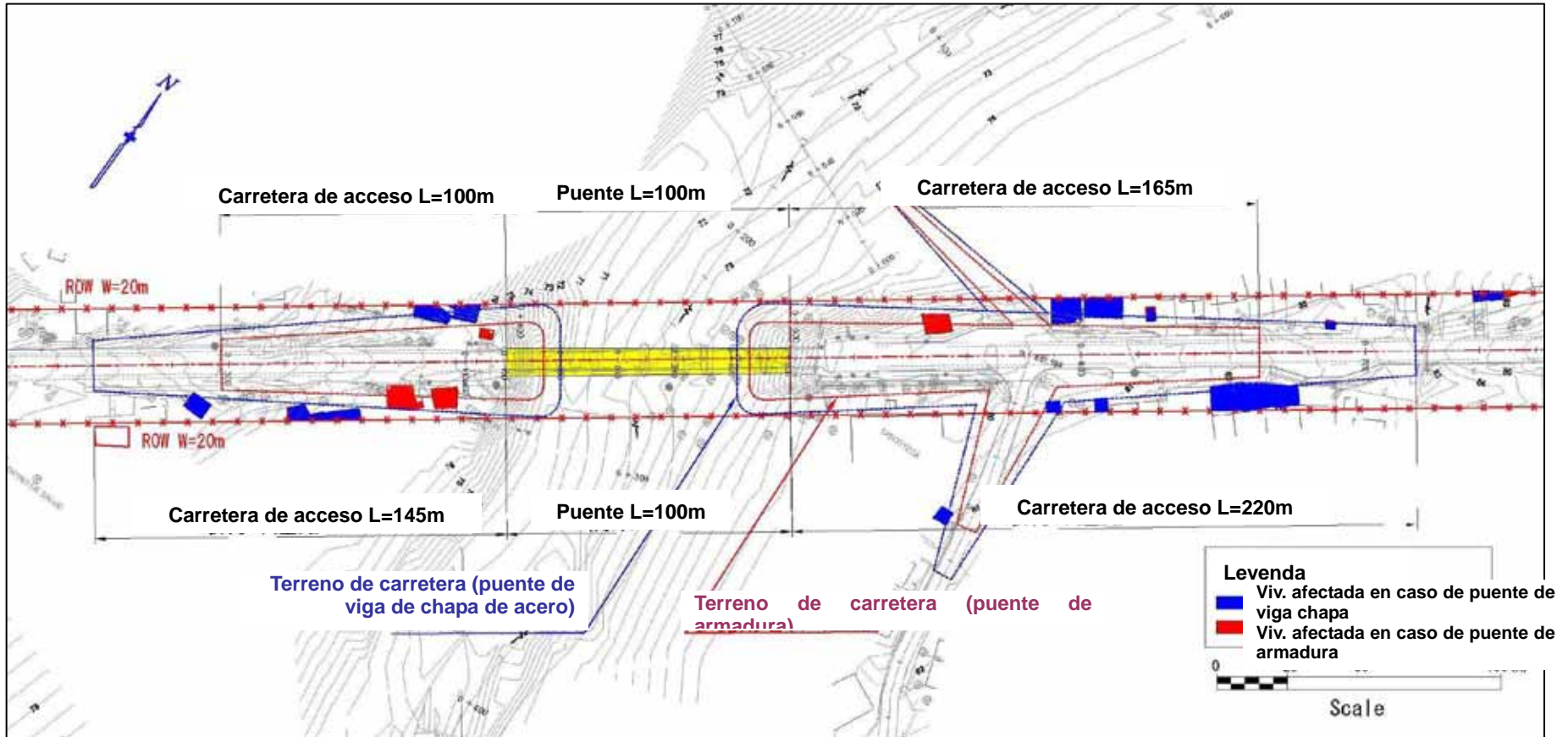


Figura 2-2-2-3.1 Ancho de Terreno Requerido según Tipo de Puente y Viviendas Afectadas (Puente Las Banderas)



Cuadro 2-2-2-3.3 Resultado de la Comparación de Tipos de Subestructura (Puente Las Banderas, Tecolostote, La Tonga)

Figura conceptual de la estructura	Alt.1: Pilar de hormigón de columna simple (cimentación directa)	Alt.2: Pilar de hormigón de columna doble (cimentación directa)	Alt.3: Pilar de hormigón tipo muro (cimentación directa)
Estructurabilidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Estructura: Soporta la carga de la superestructura con una sola columna de hormigón de diámetro ancho y cimentación directa.</li> <li>Característica: Resistente a la socavación local y de buena resistencia antisísmica debido a la profundidad de la cimentación mayor a la del lecho del río.</li> <li>Numerosas obras ejecutadas.</li> </ul>	<p>Estructura: Soporta la carga de la superestructura con dos columnas de hormigón y cimentación directa.</p> <p>Característica: Tiende a generarse remolinos entre las dos columnas lo que podría causar la socavación local.</p> <p>Pocas obras ejecutadas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Estructura: Soporta la carga de la superestructura con un muro de hormigón y cimentación directa.</li> <li>Característica: Resistente a la socavación local y de buena resistencia antisísmica debido a la profundidad de la cimentación mayor a la del lecho del río</li> <li>Numerosas obras ejecutadas.</li> </ul>
Características hidráulicas del río	<ul style="list-style-type: none"> <li>× Se adecua a los cambios de la dirección del flujo de agua por ser un pilar de forma cilíndrica.</li> <li>Es poco susceptible a la socavación local.</li> <li>La razón de bloqueo por pilar es grande debido a su ancho (8,0% en el caso Puente Las Banderas).</li> </ul>	<p>Dificultad de adecuarse a los cambios de la dirección del flujo por la duplicidad de la columna.</p> <p>Existe la posibilidad de que se generen socavaciones locales por ser de columna doble.</p> <p>La razón de bloqueo por pilar es grande debido a su ancho (6,0% en el caso Puente Las Banderas).</p>	<p>Susceptible al cambio de la dirección del flujo debido a su forma elíptica.</p> <p>Poca influencia sobre la socavación local.</p> <p>La razón de bloque por pilar es pequeña por la delgadez del muro (4,0% en el caso Puente Las Banderas).</p>
Ejecutabilidad	<p>Requiere del cierre del río pudiendo sufrir desastres ante la crecida del nivel de agua.</p> <p>Plazo de obra es largo debido a la excavación especial.</p>	<p>Requiere del cierre del río pudiendo sufrir desastres ante la crecida del nivel de agua</p> <p>Plazo de obra es largo debido a la excavación especial.</p>	<p>Requiere del cierre del río pudiendo sufrir desastres ante la crecida del nivel de agua</p> <p>Plazo de obra es largo debido a la excavación especial.</p>
Economicidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>× Sumamente costoso por la necesidad de efectuar cierres y la construcción/eliminación de plataformas (relación con respecto a la Alternativa seleccionada: 1,05 veces/unidad).</li> </ul>	<p>Es el que demanda menor costo (relación con respecto a la Alternativa seleccionada: 1,05 veces/unidad).</p>	<p>Es el que demanda menor costo (relación con respecto a la Alternativa seleccionada: 1,00 veces/unidad).</p>
Mantenibilidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ No requiere prácticamente de mantenimiento.</li> </ul>	<p>Necesidad de retirar escombros, maderas flotantes y otros desperdicios acumulados entre las columnas y de realizar mantenimientos contra socavaciones locales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ No requiere prácticamente de mantenimiento.</li> </ul>
Evaluación General	<ul style="list-style-type: none"> <li>× Poco recomendable a juzgar por la elevada razón de bloque por pilar es grande y su economicidad.</li> </ul>	<p>Poco recomendable a juzgar por la elevada razón de bloque por pilar es grande y su economicidad.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>[Seleccionada]</b> Recomendable por la flujabilidad, estructurabilidad, ejecutabilidad, economicidad y mantenibilidad.</li> </ul>

Evaluación: Excelente, ○ Muy Bueno, Regular, × No recomendable

#### (4) Plan sobre Obras de Arte del Puente

##### 1) Pavimentación

Se coloca el hormigón asfáltico sobre la losa de hormigón al igual que la carretera existente (capa superior: 5cm). El hombro y la acera tendrán un espesor de 3,5 cm (2/3 parte de la capa superior).

##### 2) Parapeto

Se empleará el parapeto de muro de hormigón utilizado comúnmente en Nicaragua (Modelo Florida). Este modelo se destaca por su mantenibilidad, inducibilidad y amortiguación de la energía de choque del vehículo.

##### 3) Bordillos

Se colocará bloques de hormigón de 200mm de ancho, 1.000mm de largo y 250mm de alto sobre el límite entre la carretera y la acera a un intervalo de 1.500mm a fin de separar a los vehículos de los peatones.

##### 4) Drenaje

Se colocará tubos de drenaje de acero de 100mm de diámetro cada 7,0m a 7,5m en el extremo de la acera (lado aguas debajo de la pendiente transversal) para el drenaje de la carretera. La tubería de drenaje deberá ser colocado de tal manera que el final del flujo esté ubicado por debajo de la cara inferior de la viga a fin de que no provoque suciedades y corrosiones en la superestructura del puente.

##### 5) Dispositivo de Apoyo

Se empleará el apoyo de acero (apoyo BP-B) para el puente de armadura de acero, mientras que para el puente de hormigón pretensado de vigas I se utilizará el apoyo de goma. El Cuadro 2-2-2-3.4 describe el tipo de apoyo, las condiciones de frontera del apoyo, la fuerza de reacción vertical y la forma del dispositivo de apoyo a ser utilizado.

Cuadro 2-2-2-3.4 Tipo de Apoyo y Condiciones de Frontera del Apoyo  
(Puente Las Banderas)

	Estribo A1	Pilar P1		Pilar P2		Estribo A2
Tipo de superestructura	Puente de armadura de acero		Puente de hormigón pretensado de vigas I		Puente de hormigón pretensado de vigas I	
Tipo de apoyo	Apoyo BP-B	Apoyo BP-B	Apoyo de goma	Apoyo de goma	Apoyo de goma	Apoyo de goma
Condición de frontera	Fijo	Móvil	Móvil	Fijo	Fijo	Móvil
Fuerza de reacción de diseño (kN) /forma (mm)	3,000kN	3,000kN	Eje de puente 310 Ángulo recto 560 Altura 56	Eje de puente 310 Ángulo recto 560 Altura 44	Eje de puente 310 Ángulo recto 560 Altura 44	Eje de puente 310 Ángulo recto 560 Altura 56
Cantidad (unidad)	2	2	6	6	6	6

## 6) Dispositivo de expansión

El dispositivo de expansión a utilizarse será del tipo “apoyo de carga” que se caracteriza por su amplitud de aplicación con respecto a la cantidad de expansión o el tipo de puente y por su bajo ruido, performance, mantenibilidad, impermeabilidad al agua, ejecutabilidad y economicidad. En el Cuadro 2-2-2-3.5 se detallan el espacio libre entre vigas y la cantidad de expansión.

En cuanto a la junta de la viga I de hormigón pretensado ubicado sobre el pilar de columna doble, se omitirá el dispositivo de expansión debido a que se dará continuidad a la viga.

Cuadro 2-2-2-3.5 Dispositivo de Expansión (Puente Las Banderas)

	Estribo A1	Pilar P1	Pilar P2	Estribo A2
Tipo de superestructura	Puente de armadura de acero	Puente de hormigón pretensado de vigas I		Puente de hormigón pretensado de vigas I
Tipo de dispositivo de expansión	Tipo apoyo de carga	Tipo apoyo de carga	(se omite por ser viga continua)	Tipo apoyo de carga
Espacio libre entre viga (mm)	50	100	(300)	100
Cantidad de expansión(mm)	30	80	-	30

## 7) Sistema de prevención de colapso de puentes

Se colocará un sistema de prevención contra colapso de puente para evitar la caída de la superestructura en caso de que la subestructura y el apoyo sufran roturas ante actividades sísmicas o inundaciones. Para el puente de acero se utilizará la cadena amortiguadora caracterizada por su mantenibilidad, ejecutabilidad y economicidad, mientras que para la viga I de hormigón pretensado se empleará el sistema de bloque de hormigón también con las mismas características.

En el Cuadro 2-2-2-3.6 se señala el tipo de sistema de prevención contra colapso a disponerse en cada punto de apoyo. En cuanto a la junta de la viga I de hormigón pretensado ubicado sobre el pilar de columna doble, el sistema de prevención contra colapso será omitido debido a que se dará continuidad a la viga.

Cuadro 2-2-2-3.6 Sistema de Prevención contra Colapso de Puentes (Puente Las Banderas)

	Estribo A1	Pilar P1	Pilar P2	Estribo A2	
Tipo de superestructura	Puente de celosía de acero		Puente de hormigón pretensado de vigas I	Puente de hormigón pretensado de vigas I	
Sistema de prevención contra colapso de puentes	Cadena amortiguadora	Cadena amortiguadora	Bloque de hormigón	Se omite por la continuidad de la viga	Bloque de hormigón
Fuerza de reacción de diseño (kN) /forma (mm)	1,030kN	1,030kN	Eje de puente 300 Ángulo recto 1,000 Altura 400	-	Eje de puente 300 Ángulo recto 1,000 Altura 350
Cantidad	4	4	5	-	5

**8) Losa de aproximación**

Se colocará una losa de aproximación en la parte posterior de ambos estribos como una medida contra el hundimiento del terraplén o relleno del estribo. El largo de la losa de aproximación será de 5,0m y el ancho total 9,0 m agregando 0,5m respectivamente al la calzada de 3,6m y banquina de 0,4m.

**9) Otros**

Se colocará una placa con el nombre del puente en ambos extremos de cada puente (dos en total). La placa estará incrustada dentro del parapeto de hormigón.

No dispondrán de iluminaciones.

**(5) Plan sobre Obras de Arte de la Carretera**

**1) Obras de protección del talud**

La pendiente del terraplenado del camino de acceso será 1:1.5 y la superficie será revestida con empastado hasta el extremo superior del talud. La parte inferior al nivel de agua alto de diseño llevará un revestimiento de piedra (pendiente 1:1.5).

**2) Plan de Desagüe**

La instalación de desagüe será planificada sobre la base del sistema de desagüe existente.

**3) Dispositivos de Seguridad y Utilidades**

Los dispositivos de seguridad a colocarse serán: señalización de la carretera, demarcación de calzadas, reductores de velocidad, paso peatonal, guardacarriles y postes demarcatorios. Estas instalaciones de seguridad serán planificadas con la premisa de que se restablecerán las existentes.

Además la parada de autobús actual ubicada aguas abajo hacia el lado de El Rama, será substituida por una nueva mientras que la construcción de la caseta corresponderá a la contraparte local.

Utilidades como ser el servicio eléctrico, agua, tendidos de cables e instalaciones subterráneas serán temporalmente trasladadas durante el período de la obra las cuales serán posteriormente restablecidas. El traslado y restablecimiento de las utilidades con obligaciones correspondientes a la contraparte local.

Por otro lado, en la misma línea de restablecimiento de infraestructuras existentes, se construirán escaleras que faciliten el acceso desde el acceso al puente hasta el río a la altura aguas abajo lado Managua y aguas arriba/abajo lado El Rama.

#### **4) Conexión a los caminos de conexión y a la viviendas circundantes**

El principal camino de conexión es el camino de acceso que conduce hacia el casco urbano ubicado aguas abajo lado El Rama. Debido a que la altura de la calzada del acceso se elevará unos 80 cm con la elevación de la carretera troncal, será conectado al camino de acceso con una pendiente vertical de 6%.

Para la conexión a las viviendas periféricas se tomará en cuenta el acceso de los vehículos asegurando una pendiente vertical y un ancho de entrada similar al del camino de conexión existente.

#### **5) Otros**

La iluminación de la carretera será excluida del presente proyecto debido a que actualmente no se disponen de estas instalaciones. Por otro lado, los postes de kilometraje a ser retirados temporalmente durante la obra serán totalmente recolocados.

Aguas abajo lado El Rama se construirá un lavadero de ropa artesanal en respuesta a las peticiones hechas por los pobladores de la zona durante la Reunión de Interesados.

### **2-2-2-4 Planificación del Puente Tecolostote**

#### **(1) Ubicación del puente**

Se procedió a seleccionar la ubicación de la construcción de los puentes ante el Lineamiento de Construcción señalado en el apartado 2-2-1-8 .

Para la selección de dicha ubicación se plantearon las siguientes dos Alternativas con las que se realizó un análisis comparativo respecto a la alineación y extensión del camino de acceso, adquisición de terreno, reasentamiento e impacto al medio ambiente y la sociedad. Como resultado del análisis comparativo, el cual se describe en el Cuadro 2-2-2-4.1, se ha seleccionado la Alternativa 2.

Alternativa 1 Aguas arriba (utilizar el puente actual como puente de un solo carril y construir un nuevo puente de un carril aguas arriba del puente en servicio).

Alternativa 2 Aguas abajo (utilizar el puente actual como puente de un solo carril y construir un nuevo puente de un carril aguas abajo del puente en servicio)

#### **(2) Tipos de puente**

Se seleccionó el tipo de puente a construirse a partir de las siguientes tres Alternativas mediante un análisis comparativo sobre: usabilidad de la carretera (ambientabilidad), flujabilidad del río, estructurabilidad, ejecutabilidad, mantenibilidad y economicidad. Como resultado del análisis comparativo, el cual se describe en el Cuadro 2-2-2-4.2, se ha seleccionado la Alternativa 2.

Alternativa 1 Puente de hormigón pretensado de vigas I + Puente de armadura de acero + Puente de hormigón pretensado de vigas I

Alternativa 2 Puente continuo de viga de chapa de acero de 3 tramos

Alternativa 3 Puente continuo de hormigón pretensado de vigas cajón de 3 luces

### **(3) Subestructura y cimentación**

Para la selección de la subestructura y cimentación se plantearon las siguientes tres Alternativas con las que se realizó un análisis comparativo respecto a la estructurabilidad, características hidráulicas del río, ejecutabilidad, economicidad y mantenibilidad. El resultado del análisis es igual al del Puente Las Banderas.

Alternativa 1 Pilar de hormigón de columna simple (cimentación directa)

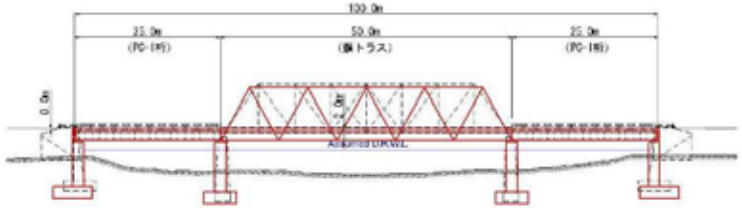
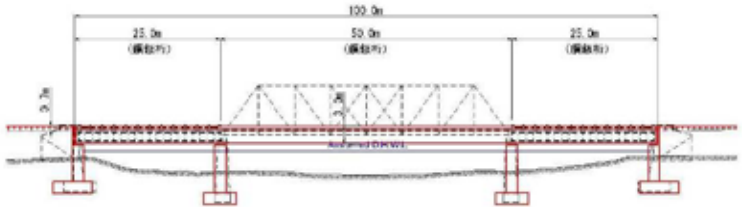
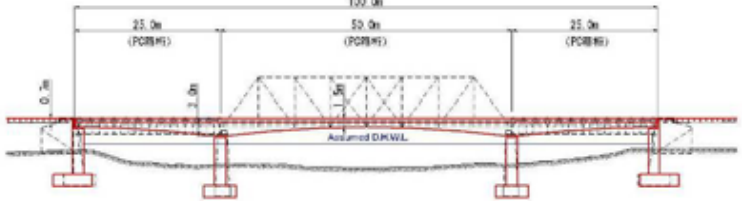
Alternativa 2 Pilar de hormigón de columna doble (cimentación directa)

Alternativa 3 Pilar de hormigón tipo muro (cimentación directa)

Cuadro 2-2-2-4.1 Resultado de la Comparación sobre la Ubicación del Puente (Puente Tecolostote)

Diagrama Esquemático de la Comparación		
<p><b>Legenda</b></p> <p>— Alt.1 (aguas arriba)    — Alt.2 (aguas abajo)</p>		
Ítem	Alternativa 1: Aguas arriba	Alternativa 2: Aguas abajo
Resumen	Utilizar el puente existente como puente de un solo carril y construir uno nuevo de un carril en el lado aguas arriba del puente actual.	Utilizar el puente existente como puente de un solo carril y construir uno nuevo de un carril en el lado aguas abajo del puente actual.
Alineación de la carretera de acceso	Se encauza en una curva en S antes y después del puente.	Se encauza en una curva en S antes y después del puente.
Extensión de la carretera de acceso	x Aprox. 600 m (ribera izquierda: aprox.281m, ribera derecha: aprox. 319m)	Aprox. 587 m (ribera izquierda: aprox.304m, ribera derecha: aprox. 283m)
Adquisición de terreno, reasentamiento e impacto sobre el medio ambiente y entorno social	x <p><u>Adquisición de terreno</u> La adquisición del terreno no será necesaria debido a que puede ser construido dentro del terreno de la carretera.</p> <p><u>Reasentamiento</u> Genera cuatro (4) traslados de pobladores. Aseguramiento del tránsito durante la obra No requiere de un nuevo desvío debido a que el puente existente puede ser utilizado como desvío durante la obra.</p> <p>Si bien no demanda la adquisición de terrenos, su cercanía a la carretera dificultaría el acceso de varias viviendas con el consecuente impacto significativo sobre el entorno social.</p>	<p><u>Adquisición de terreno</u> La adquisición del terreno no será necesaria debido a que puede ser construido dentro del terreno de la carretera.</p> <p><u>Reasentamiento</u> No se necesita. Aseguramiento del tránsito durante la obra No requiere de un nuevo desvío debido a que el puente existente puede ser utilizado como desvío durante la obra.</p> <p>La cantidad de viviendas es menor con respecto a la Alternativa 1 por lo que el problema de acceso es también menor.</p>
<b>Evaluación general</b>	<b>x</b>	

Cuadro 2-2-2-4.2 Resultado de la Comparación de Tipos de Puente (Puente Tecolostote)

Alternativa comparada	Usabilidad de la carretera (ambientabilidad) · Flujabilidad del río	Estructurabilidad, ejecutabilidad	Mantenibilidad	Economicidad	Evaluación
<p>Alternativa 1: P. de hormigón pretensado vigas I + P. de armadura de acero + P. de hormigón pretensado vigas I</p> 	<p>El camino de acceso tendrá la misma altura que la carretera actual permite minimizar el impacto hacia las viviendas periféricas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ El flujo del río es favorable.</li> </ul>	<p>La armadura demanda tiempo en la ejecución de la obra debido a su estructura enrejada.</p>	<p>Requiere de mantenimiento debido a su estructura enrejada. El empleo de acero resistente a la intemperie permitirá una operación “libre de mantenimiento”.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Se destaca por su economicidad. (relación con respecto a la alternativa seleccionada: 1,06)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Es el que menos impacto genera sobre el entorno pero su economicidad es menor que la Alternativa 2.</li> </ul>
<p>Alternativa 2: Puente continuo de viga de chapa de acero de 3 luces</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aunque el camino de acceso se elevará unos 0,7m el impacto sobre las viviendas periféricas será mínimo.</li> <li>○ El flujo del río es favorable.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ El plazo de obra es corto debido al montaje con grúa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ El empleo de acero resistente a la intemperie permitirá una operación “libre de mantenimiento”.</li> </ul>	<p>Es el que más se destaca por su economicidad. (Relación con respecto a la alternativa seleccionada: 1,00).</p>	<p><b>【Seleccionada】</b> Es la de mayor economicidad y la que menos impacto genera sobre el entorno.</p>
<p>Alternativa 3: Puente continuo de hormigón pretensado de vigas cajón de 3 luces</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aunque el camino de acceso se elevará unos 0,7m el impacto sobre las viviendas periféricas será mínimo.</li> <li>○ El flujo del río es favorable.</li> </ul>	<p>El plazo de obra es prolongado debido a que se emplea el método “all staging” o el método de construcción en voladizo.</p>	<p>Es “libre de mantenimiento” debido a que es un puente de hormigón pretensado.</p>	<p>Su economicidad es menor que la Alternativa 1 y 2. (Relación con respecto a la alternativa seleccionada: 1,21).</p>	<p>De mayor mantenibilidad aunque la economicidad es menor que la Alternativa 2.</p>

Evaluación: Excelente, ○ Muy Bueno, Regular, × No recomendable



**(4) Plan de obras de arte del Puente**

**1) Pavimentación**

Sobre la losa de hormigón, al igual que la carretera existente, se colocará el hormigón asfáltico (una capa superficial con un espesor de 5cm). La pavimentación de hormigón asfáltico en los hombros y las aceras será de 3.5cm ( 2/3 de la capa superficial ) .

**2) Parapeto de muro**

Se adoptará el parapeto de muro (Tipo Florida) utilizado comúnmente en Nicaragua. Este tipo es excelente en el mantenimiento, la amortiguación de la energía por el choque de carros y la orientación de vehículos.

**3) La obra de instalación de la separación de la calzada y la acera**

Para separar vehículos de peatones, sobre el límite de la calzada y la acera se colocarán los bloques de hormigón de 200mm de ancho, 1,000mm de largo y 250mm de altura.

**4) La obra de drenaje**

Para el drenaje de agua de la vía, al borde de la acera (en el lado del río abajo de la inclinación transversal) se colocará una tubería de acero de drenaje con un diámetro de 100mm, a intervalos de 7.0m. Para que no provoque la contaminación y la corrosión de la estructura superior del Puente, la tubería de drenaje se colocará de forma de que su boca de salida de agua se encuentre por debajo de la superficie inferior de las vigas del Puente.

**5) La obra de asientos**

Con respecto al puente de vigas de plancha de acero se adoptarán los asientos de acero (Asiento BP-B). En la Cuadro 2-2-2-4.3 se muestra el tipo, la condición de borde y la forma de los asientos que se usarán en cada punto de apoyo.

Cuadro 2-2-2-4.3 Tipo y la Condición de Borde del Asiento (Puente Tecolostote)

	Estribo A1	Pilar P1	Pilar P2	EstriboA2
Tipo de superestructura	Viga de placa de acero	Viga de placa de acero	Viga de placa de acero	
Tipo de Asiento	Asiento BP-B	Asiento BP-B	Asiento BP-B	Asiento BP-B
Condiciones de borde	Fijo	Movible	Movible	Movible
Reacción de diseño (kN) / forma (mm)	1,000kN	2,500kN	2,500kN	1,000kN
Cantidades	3	3	3	3

**6) Junta de expansión**

Como sistema de expansión será adoptado el tipo “soporte de carga”, que tiene extensa aplicación con respecto a la variación del valor de dilatación y al tipo de puente y también

tiene ventajas acústicas, en la maniobrabilidad, en el mantenimiento, en la capacidad de parar el agua, en la factibilidad de obra de la instalación y en el costo. En la Cuadro 2-2-2-4.4 se muestra la ranura de unión y el valor admisible de dilatación.

Con respecto a los pilares P1 y P2, ya que las vigas son continuas, se omitirá el uso del dispositivo de dilatación.

Cuadro 2-2-2-4.4 Dispositivo de Expansión (Puente Tecolostote)

	Estribo A1	Pilar P1	Pilar P2	Estribo A2
Tipo de la estructura superior	Viga de placa de acero	Viga de placa de acero	Viga de placa de acero	
Tipo de dispositivo de expansión	Tipo soporte de carga	(Se omite por ser viga continua)	(Se omite por ser viga continua)	Tipo soporte de carga
Ranura de unión (mm)	100	-	-	100
Valor de la dilatación(mm)	30	-	-	100

#### 7) La estructura para la prevención de la caída del Puente

Por si acaso se destruyera la estructura inferior o los asientos por terremotos o inundaciones, para la prevención de la caída de la estructura superior, se colocará una estructura de prevención de la caída del Puente. Se adoptará el tipo “amortiguador de cadena” debido a su excelencia en el mantenimiento, la factibilidad de la instalación y en el costo.

En la Cuadro 2-2-2-4.5 se muestra el tipo de estructura para la prevención de la caída del Puente de cada punto de apoyo. A propósito, en los pilares P1 y P2 se omitirá el uso de esta estructura de la prevención de la caída del Puente, debido a que en estos pilares se usarán las vigas continuas.

Cuadro 2-2-2-4.5 Estructura para Prevenir la Caída del Puente (Puente Tecolostote)

	Estribo A1	Pilar P1	Pilar P2	Estribo A2
Tipo de Estructura superior	Viga de placa de acero	Viga de placa de acero	Viga de placa de acero	
Estructura para prevenir la caída del Puente	Amortigua-dora de Cadena	(Se omitirá por ser la viga continua)	(Se omitirá por ser la viga continua)	Amortigua-dora de Cadena
Fuerza de reacción de diseño (kN)	150kN	-	-	150kN
Cantidades	4 unidades	-	-	4 unidades

#### 8) Placas de hormigón reforzado contra el hundimiento del terraplenado

Como medidas para prevenir el hundimiento del terraplenado detrás de los estribos del Puente, se colocarán las placas de hormigón reforzado en el lado de la espalda de cada estribo del Puente. El largo de la placa será de 5.0m y su ancho será de 6.09m al igual que la distancia entre el muro derecho y el izquierdo de alas.

#### 9) Otros

Se colocará una placa con el nombre del Puente en ambos lados del Puente, en total 2

placas. La placa será incrustada en las barandas de concreto.

No se colocarán los aparatos de alumbrado.

**(5) Plan de obras de arte de la vía**

**1) Obra de protección de taludes**

El terraplén en el camino de acceso tendrá una pendiente de 1:1.5 y se realizará el revestimiento con césped en la superficie de los taludes hasta el extremo superior de la pendiente.

**2) Plan de drenaje**

Se planearán las instalaciones de drenaje basadas en el sistema existente de drenaje.

**3) Instalaciones de seguridad y otros dispositivos**

Como instalaciones de seguridad se colocarán las señales de tráfico, los indicadores dibujados en la superficie de la vía, la obra de colocar los Hump, pasos peatonales y los postes indicadores. Al respecto, la idea básica del plan se basa en la restauración tal como se encuentra en la situación actual.

Con respecto a la parada de buses de río abajo del lado de El Rama, se construirá una nueva parada en el mismo lugar de la existente. Se adecuará la casita de la parada por cuenta del país receptor.

En relación con las instalaciones existentes, tales como la electricidad, el acueducto, y otros materiales colgados o enterrados, como cables, después del traslado temporal durante la obra se restaurarán en la forma original. Al respecto el país receptor se hará cargo del traslado y la restauración.

En consideración de que la restauración a la situación actual es concepto básico del Proyecto, se colocará una escalera para el acceso a la escuela que se encuentra río abajo del lado de El Rama.

**4) Vía de conexión / la conexión a las casas en la vecindad**

La vía principal de conexión es la vía de acceso a la zona urbana de río arriba del lado de El Rama. En el lado de río arriba se utilizará el camino de acceso existente, mientras tanto en el lado de río abajo se adecuará una vía de conexión de manera que se posibilite la conexión con dicha vía de acceso desde la vía nueva del lado de río abajo.

Con respecto a la conexión a las casas de la vecindad, se planeará el Proyecto en consideración a la entrada y salida de los vehículos asegurando una pendiente vertical y un ancho de entrada similar al del camino de conexión existente.

## 5) Otros

Se eliminará del Proyecto la instalación de los alumbrados, ya que actualmente no están instalados. Se restaurarán los postes indicadores de kilometraje que serán desmantelados temporalmente.

### 2-2-2-5 Plan de construcción del Puente La Tonga

#### (1) Estudio sobre la ubicación del Puente a colocar

Con respecto al lineamiento de la adecuación mostrado en la sección 2-2-1-8, se seleccionó la ubicación del Puente a colocar.

Al seleccionar la ubicación de construcción, se realizó un estudio comparado sobre las 3 alternativas abajo anotadas en cuanto a la curvatura de los caminos de acceso, la extensión de los caminos de acceso, la adquisición de terreno para la obra, el reasentamiento y el impacto socio-ambiental. Como resultado del estudio comparado que se muestra en la Cuadro 2-2-2-5.1, se seleccionó la alternativa 3.

Alternativa 1	En la ubicación actual (Desmontar el puente existente y construir en el mismo lugar un puente nuevo de 2 carriles.)
Alternativa 2	Al lado de río arriba (Construir un puente nuevo de 2 carriles al lado de río arriba.)
Alternativa 3	Al lado de río abajo (Construir un puente nuevo de 2 carriles al lado de río abajo.)

#### (2) Estudio sobre el tipo de Puente

Al seleccionar el tipo de puente, en relación con las 4 alternativas abajo anotadas se realizó un estudio sobre la factibilidad del uso de la vía (desde el punto de vista ambiental), el flujo de la corriente del río, las características estructurales, la factibilidad de la obra y el mantenimiento, y el rendimiento económico. Según el resultado mostrado en la Cuadro 2-2-2-5.2, se seleccionó la alternativa 4.

Alternativa 1	Puente de viga PC-I + puente de armadura de acero + puente de viga PC-I
Alternativa 2	Puente de viga de placa de acero de 3 tramos continuos
Alternativa 3	Puente de viga PC caja de 3 luces continuas
Alternativa 4	Puente de viga PC-I de 3 luces continuas

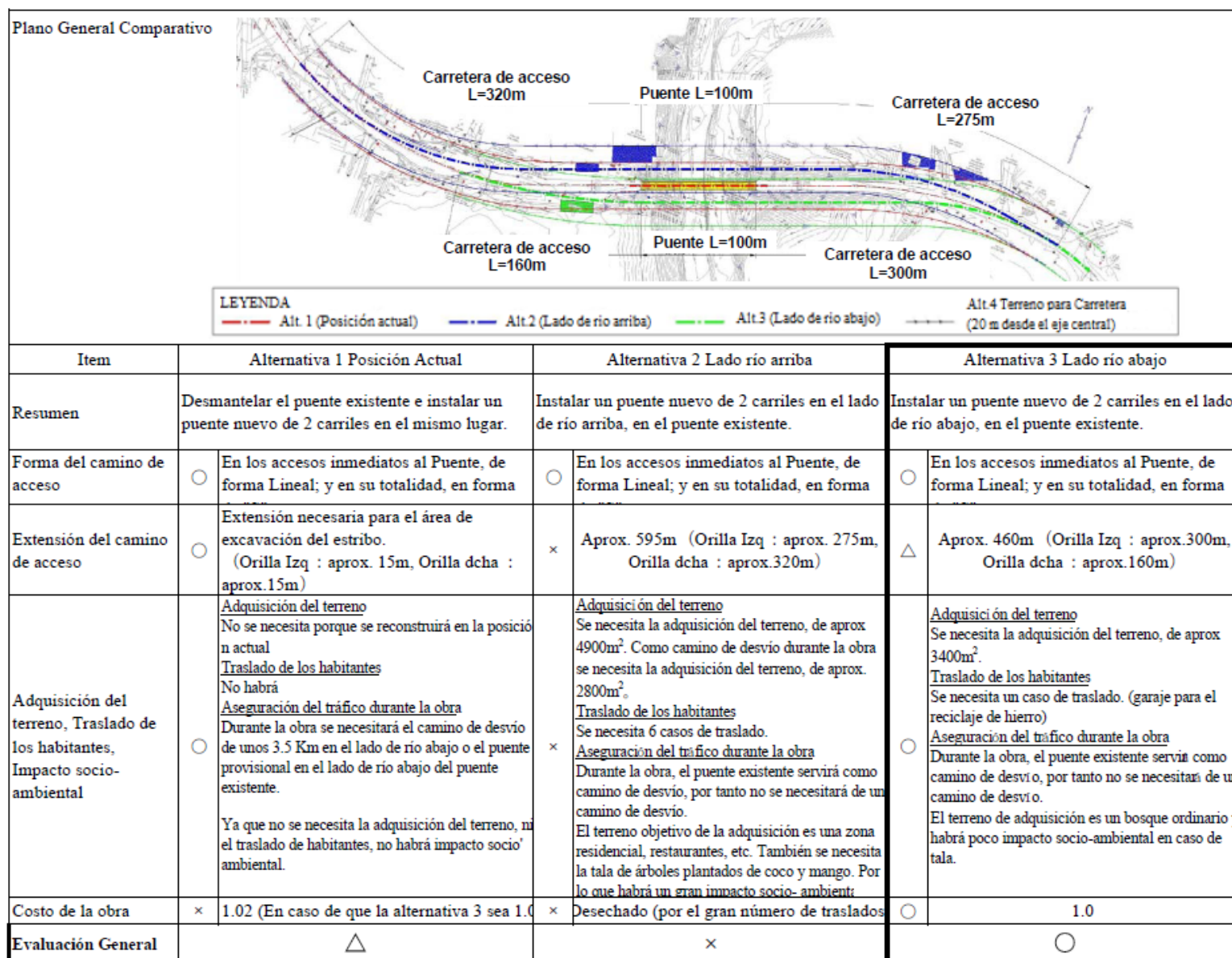
#### (3) Estudio sobre la estructura inferior/ base

Al seleccionar la estructura inferior/ base, en cuanto a las 3 alternativas anotadas abajo, se hizo un estudio comparado sobre las características estructurales, las características hidráulicas fluviales, la factibilidad de la obra, el rendimiento económico y la factibilidad de mantenimiento.

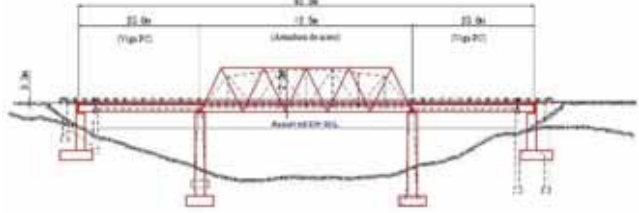
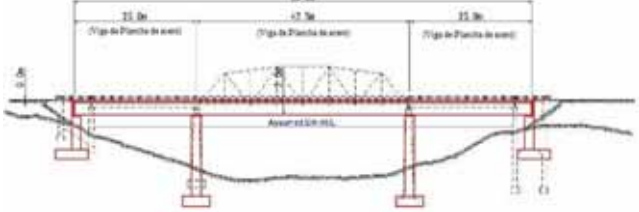
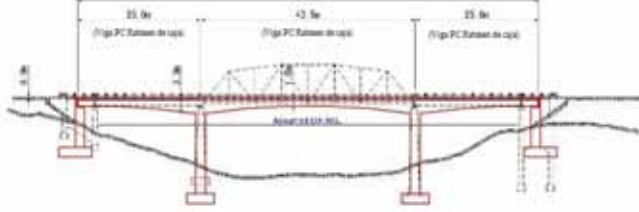
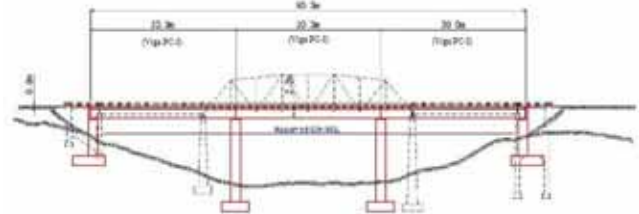
El resultado obtenido es igual que el del Puente Las Banderas.

- Alternativa 1    Pilar singular de hormigón (cimentación directa)
- Alternativa 2    Pilares doble de hormigón (cimentación directa)
- Alternativa 3    Pilar de muro de hormigón (cimentación directa)

Cuadro 2-2-2-5.1 Resultado de la Comparación de las Ubicaciones del Puente (Puente La Tonga)



Cuadro 2-2-2-5.2 Resultado del Estudio Comparado del Tipo de Puente (Puente La Tonga)

Alternativas para la comparación	Disponibilidad vial (ambiental) • Flujo del río	Estructuración, factibilidad de la obra	Mantenimiento	Rendimiento económico	Evaluación
<p>Alternativa 1 Viga PC-I + Armadura de acero + Viga PC-I</p> 	<p>Debido a que los caminos de acceso tienen la misma altura de los existentes, el impacto a las casas de la vecindad es poco. El flujo del río es favorable.</p>	<p>○ Debido a la estructura triangulada, se requiere de largo tiempo para la armadura.</p>	<p>Por ser la estructura triangulada se necesita de mantenimiento. Por el uso de material de acero resistente a la intemperie, no precisa de mantenimiento.</p>	<p>○ Excelente en el costo. ( Proporción de 1.15 respecto a la alternativa adoptada )</p>	<p>Comparado con la alternativa 4, es un poco más costoso y requiere un poco más de mantenimiento</p>
<p>Alternativa 2 Puente de vigas de placa de acero de 3 luces continuas</p> 	<p>Debido a que los caminos de acceso tienen la misma altura de los existentes, el impacto a las casas de la vecindad es poco. El flujo del río es favorable.</p>	<p>Debido a la instalación de pilas para grúa, el período de obra es corto.</p>	<p>○ Por el uso de material de acero resistente a los elementos, no precisa de mantenimiento.</p>	<p>○ Excelente en el costo. ( Proporción de 1.11 respecto a la alternativa adoptada )</p>	<p>Comparado con la alternativa 4, es un poco más costoso y requiere un poco más de mantenimiento</p>
<p>Alternativa 3 Puente de vigas PC de caja de 3 luces continuas</p> 	<p>Debido a que los caminos de acceso tienen la misma altura de los existentes, el impacto a las casas de la vecindad es poco. El flujo del río es favorable.</p>	<p>△ Toda la estructuración y extensión de soporte requiere de largo tiempo</p>	<p>Por ser el puente PC , no precisa de mantenimiento.</p>	<p>△ En cuato al costo, peor que otras. ( Proporción de 1.34 )</p>	<p>△ Comparado con otras alternativas, es más costoso</p>
<p>Alternativa 4 Puente de vigas I de 3 luces continuas</p> 	<p>Los caminos de acceso tienen la misma altura de los existentes, el impacto a la vecindad es poco. ○ El flujo del río es peor que otros, se mantendrá la línea de puntos más profundos.</p>	<p>Debido a la instalación por grúa o por vigas para la instalación de vigas, el período de obra es corto.</p>	<p>Por ser el puente PC, no precisa mantenimiento.</p>	<p>Excelente en el costo. ( Proporción 1.00 respecto a la alternativa adoptada )</p>	<p><b>【Adoptada】</b> Es la más económica y deseable. Afecta más al flujo del río, pero no lo altera porque el área es lo suficientemente amplia en su punto de mayor profundidad</p>

Evaluación ) Excelente, Bueno, regular, × Mala

#### (4) Plan de instalaciones auxiliares del Puente

##### 1) Obra de pavimentación

Sobre la losa de hormigón, al igual que la vía existente, se colocará el hormigón asfáltico (una capa superior con un espesor de 5cm). La pavimentación de hormigón asfáltico en los hombros y las aceras será de 3.5cm (2/3 de la capa superficial).

##### 2) Obra de instalación de barandas de muro

Se adoptarán las barandas de muro (Tipo Florida) utilizadas comúnmente en Nicaragua. Este tipo es excelente en el mantenimiento, la amortiguación de la energía por el choque de carros y la orientación de vehículos.

##### 3) Obra de separación de la calzada y la acera

Para separar vehículos de peatones, sobre el límite entre la calzada y acera se colocarán los bloques de hormigón de 200mm de ancho, 1,000mm de largo y 250mm de altura a intervalos de 1,500mm.

##### 4) Obra de drenaje

Para el drenaje de agua superficial de la vía al borde de la acera, se colocará (en el lado del río abajo de la inclinación transversal) una tubería de acero con un diámetro de 100mm, a intervalos de 7.0-7.5m. Para que no provoque suciedades y corrosión de la estructura superior del Puente, la tubería de drenaje se colocará de manera que su boca de salida de agua se encuentre por debajo de la superficie inferior de las vigas del Puente.

##### 5) Obra de los asientos

Con respecto al puente de vigas de PC-I se adoptarán los asientos de hule. En el Cuadro 2-2-2-5.3 se muestra el tipo, la condición de borde y la forma de los asientos que se usarán en cada punto de apoyo.

Cuadro 2-2-2-5.3 Tipo y la Condición de Borde de los Asientos (Puente La Tonga)

	Estribo A1	Pilar P1		Pilar P2		Estribo A2
Tipo de estructura superior	Viga de PC-I		Viga de PC-I		Viga de PC-I	
Tipo de asiento	de goma	de goma	de goma	de goma	de goma	de goma
Condición de borde	movible	Fijo	Fijo	Fijo	Fijo	Movible
Fuerza de reacción de diseño (kN) / forma(mm)	Eje de Puente: 360 Recto: 560 Altura: 62	Eje de Puente: 310 Recto: 560 Altura: 44	Eje de Puente: 310 Recto: 560 Altura: 44	Eje de Puente: 310 Recto: 560 Altura: 44	Eje de Puente: 310 Recto: 560 Altura: 44	Eje de Puente: 360 Recto: 560 Altura: 62
Cantidades (unidades)	6	6	6	6	6	6



**6) Obra de instalación del dispositivo de dilatación**

Como el sistema de dilatación será adoptado el tipo soporte de carga que tiene extensa aplicación con respecto a la variación del valor de la dilatación y al tipo del puente y también tiene ventajas acústicas, en la maniobrabilidad, en el mantenimiento, en la capacidad de parar el agua, en la factibilidad de obra, y en el costo. En la Cuadro 2-2-2-5.4 se muestra la ranura de unión y el valor admisible de la dilatación.

Con respecto a los pilares P1 y P2, ya que, las vigas son continuas, se omitirá el dispositivo de dilatación.

Cuadro 2-2-2-5.4 Dispositivo de dilatación (Puente La Tonga)

	Estribo A1	Pilar P1	Pilar P2	Estribo A2
Tipo de la estructura superior	Viga PC-I		Viga PC-I	Viga PC-I
Tipo de dispositivo de dilatación	Tipo soporte de carga	(Se omite por ser viga continua)	(Se omite por ser viga continua)	Tipo soporte de carga
Ranura de unión(mm)	50	300(vigas continuas)	300(vigas continuas)	50
Cantidad de dilatación(mm)	50	-	-	50

**7) Estructura para la prevención de la caída del Puente**

Por si acaso se destruyera la estructura inferior o los asientos por terremotos o inundaciones, para prevenir la caída de la estructura superior, se colocará la estructura de prevención de la caída del Puente. Se adoptará el tipo “bloque de hormigón” por su excelencia en el mantenimiento, la factibilidad de la instalación y en el costo.

En la Cuadro 2-2-2-5.5 se muestra el tipo de estructura para la prevención de la caída del Puente de cada punto de apoyo. A propósito, se omitirá esta estructura para la prevención de la caída debido a que en los pilares P1 y P2 las vigas son continuas.

Cuadro 2-2-2-5.5 Estructura para Prevenir la Caída del Puente (Puente La Tonga)

	Estribo A1	Pilar P1	Pilar P2	Estribo A2
Tipo de Estructura superior	Viga PC-I		Viga PC-I	Viga PC-I
Estructura para la prevención de la caída del Puente	Bloque de hormigón	(Se omitirá por ser la viga continua)	(Se omitirá por ser la viga continua)	Bloque de hormigón
Fuerza de reacción de diseño(kN)	Eje de Puente: 300 Recto: 1,000 Altura: 350	-	-	Eje de Puente: 300 Recto: 1,000 Altura: 350
Cantidades	5 unidades	-	-	5 unidades

**8) Placas de hormigón reforzado contra el hundimiento del terraplenado**

Como medidas para prevenir el hundimiento del terraplenado detrás de los estribos del Puente, se colocarán las placas de hormigón reforzado en el lado de la espalda de cada

estribo del Puente. La placa tendrá 5.0m de largo, 9.0m de ancho, que es la suma de 3.6m de carril, 0.4m de hombro con agregación de 0.5m a cada lado.

**9) Otros**

Se colocará una placa con el nombre del puente en ambos lados del Puente, en total 2 placas. Las placas serán incrustadas en las barandas de muro de concreto.

No se colocarán los aparatos de alumbrado.

**(5) Plan de instalaciones auxiliares de la vía**

**1) Obra de la protección de los taludes**

El terraplenado en el camino de acceso tendrá una pendiente de 1:1.5 y se realizará el revestimiento con césped hasta el extremo superior de la pendiente.

**2) Plan de drenaje**

Se planearán las instalaciones de drenaje basado en el sistema existente de drenaje.

**3) Instalaciones de seguridad y otros dispositivos**

Como instalaciones de seguridad se colocarán las señales de tráfico, los indicadores dibujados en la superficie de la vía y los parapetos. Al respecto, la idea básica del plan es restaurarlos tal como se encuentran en la situación actual.

Con relación a las instalaciones existentes que está utilizando el Puente, tales como la electricidad, el acueducto, y otros rubros colgados o enterrados, tales como cables, después del traslado temporal durante la obra, se restaurarán en su forma original. Al respecto, el país receptor se hará cargo del traslado y la restauración.

**4) Vía de conexión / la conexión a las casas en la vecindad**

La vía principal de conexión es una vía que se encuentra río abajo del lado de El Rama. Debido a la elevación del nivel de la carretera principal, la altura de acceso de la vía de conexión a la carretera tiene que elevarse 1.1m. Por lo tanto está planeado el ajuste entre la vía de conexión y el camino de acceso a la carretera con una pendiente del 6% en el corte vertical.

Con respecto a la conexión a las casas de la vecindad, se planeará el Proyecto teniendo en cuenta la entrada y salida de los vehículos asegurando una pendiente vertical y un ancho de entrada similar al del camino de conexión existente.

**5) Otros**

Se eliminará del Proyecto la instalación de los aparatos de alumbrado, ya que actualmente no están dispuestos. Se restaurarán los postes indicadores de kilometraje que serán

temporalmente desmantelados.

### 2-2-3 Planos de Diseño Básico

En las Cuadros 2-2-3.1 a 2-2-3.3 se muestran los índices de los Planos del Diseño Básico de cada Puente. Los Planos del Diseño Básico están anexados en el ANEXO 1.

Cuadro 2-2-3.1 Índice de los Planos de Diseño Básico ( Puente Las Banderas )

No.	Títulos	Cantidad	Numeral
1	LOCATION MAP (MAPA DE UBICACIÓN)	1	LB-01
2	GENERAL PLAN AND PROFILE OF APPROACH ROAD (PLAN Y CORTE LONGITUDINAL DE CAMINO DE ACCESO)	1	LB-02
3	GENERAL DRAWING OF BRIDGE (PLANO GENERAL DEL PUENTE)	1	LB-03
4	STRUCTURAL DRAWING OF SUPERSTRUCTURE (PLANO ESTRUCTURAL DE LA ESTRUCTURA SUPERIOR)	1	LB-04
5	STRUCTURAL DRAWING OF A1 AND A2 ABUTMENTS (PLANO ESTRUCTURAL DE ESTRIBOS DEL PUENTE)	2	LB-05 ~ 06
6	STRUCTURAL DRAWING OF P1 AND P2 BRIDGE PIERS (PLANO ESTRUCTURAL DE PILONES DEL PUENTE)	2	LB-07 ~ 08
7	PLAN OF APPROACH ROAD (DRAINAGE FACILITIES) (PLAN DE INSTALACIONES DE DRENAJE EN CAMINO DE ACCESO )	1	LB-09
8	PLAN OF APPROACH ROAD (ROAD ANCILLARY WORKS) (PLAN DE INSTALACIONES AUXILIARES EN CAMINO DE ACCESO)	1	LB-10
9	TYPICAL CROSS SECTION OF APPROACH ROAD (CORTE TRANSVERSAL TÍPICO DE CAMINO DE ACCESO)	1	LB-11
10	CROSS SECTION OF APPROACH ROAD (CORTE TRANSVERSAL DE CAMINO DE ACCESO)	3	LB-12 ~ 14
11	GENERAL PLAN AND PROFILE OF DETOUR (PLAN GENERAL Y CORTE LONGITUDINAL DE CAMINO DE DESVÍO)	2	LB-15 ~ 16
12	TYPICAL CROSS SECTION OF DETOUR (CORTE TRANSVERSAL TÍPICO DE CAMINO DE DESVÍO)	1	LB-17
13	CROSS SECTION OF DETOUR (CORTE TRANSVERSAL DE CAMINO DE DESVÍO)	3	LB-18 ~ 20
14	STRUCTURES OF DRAINAGE FACILITIES (PLANO ESTRUCTURAL DE INSTALACIONES DE DRENAJE (1) ~ (2))	2	LB-21 ~ 22
15	STRUCUTRES OF SIDE WALK & BUSBAY (PLANO ESTRUCTURAL DE ACERA Y PARADAS DE BUS)	1	LB-23
16	ANCILLARY WORK (PLANO ESTRUCTURAL DE INSTALACIONES AUXILIARES)	1	LB-24
17	STANDARD TREATMENT OF ACCESS ROAD (PLANO ESTRUCTURAL DE CAMINO DE ACCESO)	1	LB-25
18	EMBANKMENT PROTECTION WORKS (PLANO ESTRUCTURAL DE PROTECCIÓN DE ORILLA)	1	LB-26
19	STAIRWAY & RIVER APPROACH (PLANO ESTRUCTURAL DE ESCALERA)	1	LB-27
20	STANDARD PAVEMENT AND PEDESTRIAN MARKINGS (PLANO ESTRUCTURAL DE MARCADO EN CAMINO)	1	LB-28
21	REGULATORY/PROHIBITORY ROAD SIGNS (PLANO ESTRUCTURAL DE SEÑALES DEL TRÁFICO)	1	LB-29

Cuadro 2-2-3.2 Índice de los Planos del Diseño Básico (Puente Tecolostote)

No.	Títulos	Cantidad	Numeral
1	LOCATION MAP (MAPA DE UBICACIÓN)	1	TE-01
2	GENERAL PLAN AND PROFILE OF APPROACH ROAD (PLAN GENERAL Y CORTE LONGITUDINAL DE CAMINO DE ACCESO)	1	TE-02
3	GENERAL DRAWING OF BRIDGE (PLANO GENERAL DEL PUENTE)	1	TE-03
4	STRUCTURAL DRAWING OF SUPERSTRUCTURE (PLANO ESTRUCTURAL DE ESTRUCTURA SUPERIOR)	1	TE-04
5	STRUCTURAL DRAWING OF A1 AND A2 ABUTMENTS (PLANO ESTRUCTURAL DE ESTRIBOS DEL PUENTE)	2	TE-05 ~ 06
6	STRUCTURAL DRAWING OF P1 AND P2 BRIDGE PIERS (PLANO ESTRUCTURAL DE PILONES DEL PUENTE)	1	TE-07
7	PLAN OF APPROACH ROAD (DRAINAGE FACILITIES) (PLAN DE INSTALACIONES DE DRENAJE EN CAMINO DE ACCESO)	1	TE-08
8	PLAN OF APPROACH ROAD (ROAD ANCILLARY WORKS) (PLAN DE INSTALACIONES AUXILIARES EN CAMINO DE ACCESO)	1	TE-09
9	TYPICAL CROSS SECTION OF APPROACH ROAD (CORTE TRANSVERSAL TÍPICO DE CAMINO DE ACCESO)	1	TE-10
10	CROSS SECTION OF APPROACH ROAD (CORTE TRANSVERSAL DE CAMINO DE ACCESO)	4	TE-11 ~ 14
11	STRUCTURES OF DRAINAGE FACILITIES (PLANO ESTRUCTURAL DE INSTALACIONES DE DRENAJE)	1	TE-15
12	STRUCUTRES OF SIDE WALK & BUSBAY (PLANO ESTRUCTURAL DE ACERA Y PARADAS DE BUS)	1	TE-16
13	ANCILLARY WORK (PLANO ESTRUCTURAL DE INSTALACIONES AUXILIARES)	1	TE-17
14	STANDARD TREATMENT OF ACCESS ROAD (PLANO ESTRUCTURAL DE CAMINO DE ACCESO)	1	TE-18
15	SCHOOL APPROACH (PLANO ESTRUCTURAL DE ESCALERA)	1	TE-19
16	STANDARD PAVEMENT AND PEDESTRIAN MARKINGS (PLANO ESTRUCTURAL DE MARCADO EN CAMINO)	1	TE-20
17	REGULATORY/PROHIBITORY ROAD SIGNS (PLANO ESTRUCTURAL DE SEÑALES DEL TRÁFICO)	1	TE-21

Cuadro 2-2-3.3 Índice de los Planos del Diseño Básico ( Puente La Tonga )

No.	Títulos	Cantidad	Numeral
1	LOCATION MAP (MAPA DE UBICACIÓN)	1	LT-01
2	GENERAL PLAN AND PROFILE OF APPROACH ROAD (PLAN GENERAL Y CORTE LONGITUDINAL DE CAMINO DE ACCESO)	1	LT-02
3	GENERAL DRAWING OF BRIDGE (PLAN GENERAL DEL PUENTE)	1	LT-03
4	STRUCTURAL DRAWING OF SUPERSTRUCTURE (PLANO ESTRUCTURAL DE ESTRUCTURA SUPERIOR)	1	LT-04
5	STRUCTURAL DRAWING OF A1 AND A2 ABUTMENTS (PLANO ESTRUCTURAL DE ESTRIBOS DEL PUENTE)	2	LT-05 ~ 06
6	STRUCTURAL DRAWING OF P1 AND P2 BRIDGE PIERS (PLANO ESTRUCTURAL DE PILONES DEL PUENTE)	2	LT-07 ~ 07'
7	PLAN OF APPROACH ROAD (DRAINAGE AND ANCILLARY) (PLAN DE INSTALACIONES EN CAMINO DE ACCESO)	1	LT-08
8	TYPICAL CROSS SECTION OF APPROACH ROAD (CORTE TRANSVERSAL TÍPICO DE CAMINO DE ACCESO)	1	LT-09
9	CROSS SECTION OF APPROACH ROAD (CORTE TRASVERSAL DE CAMINO DE ACCESO)	4	LT-10 ~ 13
10	STRUCTURES OF DRAINAGE FACILITIES (PLANO ESTRUCTURAL DE INSTALACIONES DE DRENAJE)	1	LT-14
11	ANCILLARY WORK (PLANO ESTURCTURAL DE INSTALACIONES AUXILIARES)	1	LT-15
12	STANDARD TREATMENT OF ACCESS ROAD (PLANO ESTRUCTURAL DE CAMINO DE ACCESO)	1	LT-16
13	STANDARD PAVEMENT AND PEDESTRIAN MARKINGS (PLANO ESTRUCTURAL DE MARCADO EN CAMINO)	1	LT-17

## 2-2-4 Plan de Ejecución de Obra y de Adquisición

### 2-2-4-1 Líneamiento de ejecución de obra y de adquisición

En caso de que se realice el Proyecto, los puntos fundamentales del Proyecto son los siguientes.

- Después de la firma del Canje de Notas (C/N) y el Acuerdo de la Donación (A/D) entre el gobierno del Japón y el gobierno de la República de Nicaragua sobre la Cooperación Financiera No Reembolsable con relación al Proyecto, el Proyecto se realizará conforme al esquema de la Cooperación Financiera No Reembolsable del Gobierno del Japón.
- La entidad ejecutora del Proyecto será el Ministerio de Transporte e Infraestructura de la República de Nicaragua.
- Las gestiones consultoras relacionadas a la elaboración del diseño detallado, la licitación y la supervisión de la obra serán ejecutadas por la consultora japonesa en base al contrato de consultoría con el Gobierno de la República de Nicaragua.
- La reconstrucción de los puentes objetos del Proyecto será ejecutada por el contratista japonés adjudicado mediante la licitación con la participación de los licitantes precalificados, conforme al contrato de la obra con el Gobierno de la República de Nicaragua.

Para la ejecución de la obra, la línea básica es como sigue.

- Los equipos y materiales de construcción y los recursos humanos serán provistos, dentro de lo posible, en el país receptor del proyecto. En caso de que estos no se puedan abastecer en dicho país, serán abastecidos desde un tercer país donde se puedan conseguir con mayor seguridad y menor costo, siempre y cuando la calidad requerida y la capacidad de la provisión sean satisfactorias, o desde el Japón.
- El método de ejecución de la obra y el cronograma de la obra se conformarán con las condiciones naturales de los sitios de la obra, tales como meteorológicas, topográficas, geológicas y de las características de los ríos donde se construirá el puente respectivamente.
- Para la ejecución de la obra, se planea realizarla con una tecnología ordinaria y sencilla, que no requiera de maquinaria ni de equipos especiales o de técnicas especializadas.
- Se establecerán las especificaciones adecuadas de la obra y la normativa para la administración de la ejecución de la obra, y así también se planteará la formación de una organización administrativa en el sitio con los sub-contratistas que satisfagan esta normativa y la organización supervisora de la obra por la consultora.
- Para asegurar los caminos de tráfico y la seguridad del tráfico durante la obra, se colocarán las instalaciones referentes (caminos de desvío, puentes provisionales, carteles de aviso de la obra y vigilantes etc.)
- Se prevendrá la contaminación de agua en los ríos y el flujo de tierras en la temporada de crecida, se harán esfuerzos para aliviar el impacto al medio ambiente y conservar el medio ambiente, por medio de la selección de bancos de materiales y desecho de tierras sobrantes y los rellenos sanitarios de residuos designados por las autoridades nicaragüenses.

#### **2-2-4-2 Puntos a tener en cuenta en la ejecución de obra y adquisición**

##### **(1) Puntos a ser considerados sobre las condiciones naturales**

En los sitios objeto de la obra, la temporada de lluvias sigue desde mayo hasta octubre. Las precipitaciones anuales y la proporción de las precipitaciones en la temporada de lluvias en los pasados 5 años (2004-2008) se muestran en la Cuadro 2-2-4-2.1. El caudal fluvial también crece en la misma época lluviosa. Por lo tanto está proyectada la terminación de la obra que se ejecuta dentro de ríos ( la obra de parte inferior, la construcción del puente provisional de desvío etc.) en la temporada de sequía, cuando el nivel de agua queda bajo, con el fin de que se consiga la seguridad de la obra y la ejecución rápida con menores dificultades, así como también con el fin de que se trate de reducir el costo de la obra mediante la disminución de las instalaciones provisionales necesarios para la construcción.

**Cuadro 2-2-4-2.1 Precipitaciones en las Zonas donde están Ubicados los Puentes  
Objeto del Proyecto**

Nombre del Puente	Precipitaciones anuales	Precipitaciones en invierno	Porcentaje de la época lluviosa
Las Banderas	1,114mm	1,058mm	95%
Tecolostote	1,665mm	1,506mm	90%
La Tonga	1,321mm	1,222mm	93%

**(2) Aseguramiento del tráfico para los usuarios de las carreteras**

El Proyecto consiste en la reconstrucción de los puentes existentes en las carreteras nacionales troncales donde el tráfico vehicular y peatonal es bastante frecuente. Por lo tanto durante la ejecución de la obra se debe asegurar el tráfico seguro para los usuarios de las carreteras.

El resumen de la adecuación de los 3 Puentes objetos del Proyecto se muestra en los puntos 2-2-2-3, 2-2-2-4 y 2-2-2-5. En cuanto al Puente Las Banderas está planeada la construcción de un nuevo puente de 2 carriles en la ubicación del puente existente, en cuanto al Puente Tecolostote, un puente de un solo carril al lado de río abajo del puente existente (que será aprovechado como el carril exclusivo hacia la capital), y para el Puente La Tonga está contemplada la construcción de un nuevo puente de 2 carriles al lado de río abajo del puente existente. Puesto que en caso del Puente Las Banderas se tiene proyectada su reconstrucción en el mismo lugar del puente existente, está contemplada la utilización de una vía existente en el lado de río abajo como desvío (la extensión de unos 800m) para asegurar el tráfico. Para el lugar de atravesar el río, se aprovechará gratuitamente el puente provisional (el Puente Bailey) que posee la República de Nicaragua. Así también para los peatones y los vehículos de dos ruedas, con el fin de que no se vean obligados a rodear una larga distancia de 800m, se trasladará el puente peatonal anexo al puente existente en el lado de río abajo, en el lugar contiguo a la construcción del puente nuevo, así se podrá asegurar un tráfico similar al de la situación actual. Para el aseguramiento del tráfico de los otros 2 puentes, se planteará el aprovechamiento de los puentes existentes.

**(3) Consideración sobre la seguridad del personal de la obra y terceros**

Puesto que la obra se ejecutará en la cercanía de terceros, se considerará la seguridad con la delimitación de la zona a ser ocupada para la obra con la colocación de los conos coloreados, las barricadas etc., tratando de que no salgan fuera del recinto de la obra los vehículos de la obra y la maquinaria, los equipos y los materiales de la obra. Con respecto al personal de la obra, se considerará suficientemente la prevención de su contacto con la maquinaria pesada en lugares estrechos, caídas cuando trabajen en lo alto y la dispersión o la caída de los materiales etc. Así también se prohíbe el acceso de personal ajeno al recinto provisional de la obra en el cerco.

**(4) Consideración Ambientales y Sociales**

La zona del Proyecto objeto de la presente Cooperación está limitada a los alrededores de los sitios de

la construcción de los puentes, y en todos los ríos objetos del Proyecto, no habitan especies importantes de la industria pesquera, ni especies en peligro de extinción. Aunque los habitantes de la cercanía de la carretera pescan en estos ríos, no existen pescadores profesionales, ni existe el derecho a la pesca, por lo tanto no habrá impacto al sistema ecológico por la construcción de los puentes del Proyecto. Sin embargo, se elaborarán los planes tomándose en cuenta, suficientemente, la conservación de la calidad de agua en el transcurso de la ejecución de la obra. Sobre todo, con relación a la amenaza del enturbiamiento del agua al construir los diques en los ríos, se tomarán medidas para construir diques en el lado de río abajo para que se asiente la arena y después se descargue el agua decantada etc. Así también para solucionar la preocupación sobre la fuga del agua alcalina al construir los pilones de los puentes, el sistema de desagüe por el cárcamo enviará el agua del río al embalse de depósito y después de realizar el tratamiento de la neutralización se descargará. Los lodos contaminados, las tierras sobrantes y los residuos se dispondrán en el lugar designado por el Gobierno.

Por el hecho de que los ríos objetos del Proyecto actualmente son utilizados como lavadero por los habitantes de la cercanía de las carreteras, se considerará la instalación de un lavadero provisional en el lado de río abajo durante la ejecución de la obra tomando en cuenta a los habitantes.

En el supuesto de que durante la ejecución de la obra pueda levantarse el polvo por el tráfico de los vehículos relacionados a la obra etc., como medida para la prevención de la generación de polvo, se ejecutará periódicamente la rociada del agua. La rociada se realizará unas tres veces al día durante la estación seca: al inicio de la jornada, después del descanso de mediodía y al final de la jornada, mientras que en la época de lluvia se efectuará acorde a la necesidad. Puesto que los sitios de la obra estarán ubicados en la cercanía de las residencias y las instalaciones comerciales que se encuentran a lo largo de las carreteras, se adoptará la tecnología de la obra con la que se minimice lo más posible los ruidos y la vibración. Para la colocación de tablestacas necesarias en la construcción de la subestructura, se empleará el método de hincado de pilotes a presión silencioso. Asimismo los pilotes del Puente La Tonga serán de cimentación profunda caracterizada por ser sumamente silenciosa. Además se respetará la vida cotidiana de los habitantes evitando la ejecución de la obra en las primeras horas de la mañana y en la noche en lo que respecta particularmente a aquellas obras ejecutadas en las zonas residenciales, aunque cabe mencionar que esta disposición no se aplica en respuesta a la voluntad de los pobladores locales.

La situación de la Reunión de Interesados del lado nicaraguense es tal como se describe en el Cuadro 2-2-4-2.2, mientras que los avances sobre la adquisición de terreno, el reasentamiento de viviendas y la obtención del Permiso Ambiental se viene confirmando juntamente con las autoridades locales tal como se describe en el Cuadro 2-2-4-2.3.



Cuadro 2-4-2-2.2 Situación de la Reunion de Interesados

Puente	Lugar	Fecha	Participantes	Contenido
Las Banderas	Municipio de Tipitapa	7 de septiembre de 2009 (Durante el Estudio Preliminar)	Dirección de Planificación del MTI, Unidad Ambiental del MTI, pobladores a ser reasentados, dueños de comercios a ser reasentados, pobladores locales, representantes de pobladores, ONGs, funcionarios municipales. Total: 41	Explicaciones sobre el perfil del Proyecto e intercambio de opiniones.
		18 de marzo de 2010	Municipio de Tipitapa: 5, MTI: 2, Equipo JICA:2, Pobladores: 14	Explicaciones dirigidas a los supuestos pobladores a ser reasentados.
		14 de abril de 2010	Municipio de Tipitapa: 4, MTI: 1, Pobladores: 33	Explicaciones dirigidas a pobladores asentados a lo largo de las carreteras de los puentes a ser reconstruidos.
		22 de abril de 2010	Pobladores: 16	Explicaciones dirigidas a pobladores asentados a lo largo de desvío a ser dispuestos con la construcción de puentes.
Tecolostote	Municipio de San Lorenzo	4 de septiembre de 2009 (Durante el Estudio Preliminar)	Dirección de Planificación del MTI, Unidad Ambiental del MTI, MARENA, funcionario de la delegación del Dpto. Boaco, pobladores locales, funcionarios municipales, personal sanitario. Total: 43	Explicaciones sobre el perfil del Proyecto e intercambio de opiniones.
La Tonga	Municipio de Juigalpa	17 de marzo de 2010	Municipio de Juigalpa: 7, MTI: 2, Equipo JICA: 2	Presentación del Proyecto al Municipio por parte del MTI (debido a que ésta fue la primera explicación del proyecto realizada durante el Estudio Preliminar).
		27 de abril de 2010	Municipio de Tipitapa: 7, MTI: 3, pobladores: 19	Explicaciones dirigidas a pobladores asentados a lo largo de las carreteras de los puentes a ser reconstruidos

Cuadro 2-2-4-2.3 Avances de las Autoridades Locales sobre la Adquisición de Terreno, el Reasentamiento y la Obtención del Permiso Ambiental

Fecha	Situación de avance
17 de mayo de 2010	Se enviaron al MTI y a la Oficina de la JICA en Nicaragua los planos de adquisición de terreno y reasentamiento necesarios para la ejecución del Proyecto. La parte nicaraguense anunció lograr el consenso básico para la Reunión sobre el DBD.
15 de julio de 2010	Se enviaron al MTI y a la Oficina de la JICA en Nicaragua el compendio del Proyecto y planos necesarios para la obtención del Permiso Ambiental de cada Municipio. Los Permisos Ambientales de los Municipios serán otorgados en un lapso de un mes aproximadamente luego de presentada la solicitud.
30 de junio de 2010	Fue obtenido el Permiso Ambiental por el Municipio de Tipitapa donde tiene la jurisdicción sobre el puente Las Banderas.
28 de junio de 2010	Fue obtenido el Permiso Ambiental por el Municipio de San Lorenzo donde tiene la jurisdicción sobre el puente Tecolostote.
12 de julio de 2010	Fue obtenido el Permiso Ambiental por el Municipio de Figalpa donde tiene la jurisdicción sobre el puente Las Tonga.

El Sistema de Evaluación Ambiental de Nicaragua se divide en las siguientes tres categorías.

- Categoría 1: Proyectos con posibilidades de generar impactos negativos al medio ambiente.
- Categoría 2: Proyectos de envergadura relativamente menor que la Categoría 1 pero con igual posibilidad de generar impactos negativos al medio ambiente.
- Categoría 3: Proyectos aún de menor envergadura que la Categoría 2.

Las Categorías 1 y 2 obligan al proponente la realización de la Evaluación del Impacto Ambiental (Environmental Impact Assessment: EIA), mientras que la Categoría 3 exige la elaboración del Programa de Gestión Ambiental de menos complejidad que la EIA.

Debido a que el presente Proyecto consiste en la reconstrucción de puentes que no implica grandes impactos sobre el entorno natural y socio-ambiental circundante, el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA) ha determinado que el Proyecto no se aplica a ninguna de las Categorías mencionadas notificando a la instancia ejecutora (MTI) la necesidad de solicitar el Permiso Ambiental a los gobiernos locales concernientes (municipios) para la ejecución del presente Proyecto. Dichos permisos fueron obtenidos como se describen en el cuadro arriba.

Además, se ha obtenido un acuerdo básico por las autoridades concernientes acerca de la adquisición y el reasentamiento hasta el fin de agosto. Por parte de la concesión de explotación de la cantera de tierra y tala de árboles, los permisos serán otorgados hasta el fin del septiembre.

Se adjunta al Anexo el Formulario de Monitorización para los aspectos que prevén impactos ambientales.

### 2-2-4-3 División de obra y de adquisición

En la Cuadro 2-2-4-3.1 se muestra la división de los cargos por los Gobiernos del Japón y Nicaragua.

Cuadro 2-2-4-3.1 División de los Cargos de Ambos Países

Ítems	Contenido	Cargo de		Notas
		Japón	Nicaragua	
Adquisición de terreno, reasentamiento	Adquisición de terreno para construcción y reasentamiento		○	
Adquisición de maquinaria, equipos y materiales	Adquisición y transporte de equipos y materiales	○		
	Trámite aduanero de equipos y materiales		○	
Preparación de la obra	Aseguramiento de terreno necesario para la obra		○	Oficina en situ, patio para almacenar la maquinaria, los equipos y materiales, espacio del trabajo
	Preparación excepto lo anotado arriba	○		
Traslado o desmontaje de obstáculos de la obra	Traslado de obstáculos		○	Postes y cables eléctricos, acueducto, instalaciones de comunicaciones
Obra principal	Obra de construcción del puente	○		Puentes, caminos de acceso, protección de orillas

#### 2-2-4-4 Plan de supervisión de ejecución de obra

En base al contrato de trabajo convenido con el Gobierno de la República de Nicaragua, la consultora japonesa realizará las gestiones de planificación de diseño detallado, licitación y supervisión de la obra.

##### (1) Gestiones de elaboración del diseño detallado

El contenido principal de las gestiones relacionadas con el diseño básico es como sigue.

- Conversaciones con la entidad ejecutora de la República de Nicaragua sobre el comienzo del Proyecto y el estudio en situ.
- Elaboración del diseño detallado y planos
- Estimación del costo del Proyecto

Se estima que el período necesario para la elaboración del diseño detallado será de 6.0 meses aproximadamente.

##### (2) Gestiones de la licitación

Los ítems principales de las gestiones a ser realizadas, que comprende desde el aviso público de la licitación hasta la contratación de la obra, son como siguen.

- Elaboración de la documentación para la licitación ( Será elaborada paralelo al diseño detallado arriba mencionado )
- Convocatoria de licitación
- Precalificación de licitantes
- Ejecución de licitación

- Evaluación de los documentos presentados por los licitantes
- Promoción de contratación

El período necesario para las gestiones de licitación será de 4.0 meses aproximadamente.

### **(3) Gestiones de supervisión de la obra**

La consultora realizará la supervisión de la obra realizada por los contratistas en base al contrato de la obra y al plan de ejecución de la obra. Los ítems principales son como siguen.

- Inspección y aprobación de los trabajos de apeo
- Inspección y aprobación del plan de ejecución
- Control de calidad
- Administración del cronograma
- Control del avance de la obra
- Control de seguridad
- Inspección a destajo y el trabajo relacionado a la entrega de la obra

Se estima que el período necesario de la obra de los 3 Puentes que comprende el Puente Las Banderas, el Puente Tecolostote y el Puente La Tonga será de 21.5 meses aproximadamente.

Para las gestiones de supervisión de la obra, está planeada la disposición de un ingeniero residente japonés, un ingeniero de la obra (nicaragüense), un trabajador (nicaragüense). El ingeniero jefe se encargará del apoyo a la iniciación de obra y la inspección de cumplimiento de la obra, y se enviará un ingeniero al realizar la inspección de los defectos.

Debido a la necesidad de ocupar una parte de las vías durante la implementación de la obra, la supervisión debe tener en cuenta especialmente la seguridad, con el fin de prevenir la ocurrencia de accidentes mediante la comunicación y colaboración con el encargado de seguridad de la parte de los contratistas.

#### **2-2-4-5 Plan de control de calidad**

Los ítems que se requieren para el control de calidad en el transcurso de la obra, son como siguen.

- Obra de hormigonado
- Obra de varillas a y encofrados
- Obra civil
- Obra de pavimentación
- Avance de las estructuras
- Inspección de montaje de dispositivos de dilatación y los asientos etc.

Dentro de lo arriba anotado, como ítems representantes referentes al control de calidad, en la Cuadro 2-2-4-5.1 se muestra el plan de control de calidad de la obra de hormigonado y en la Cuadro 2-2-4-5.2 se muestra el plan de control de calidad de la obra civil y de la obra de pavimentación.

Cuadro 2-2-4-5.1 Plan de Control de Calidad en la Obra de Hormigonado

Ítem	Ítem de Prueba	Método de prueba (Espec.)	Frecuencia de prueba
Cemento	Prueba física de cemento	AASHTO M85	Una vez antes de la mezcla de prueba, después, cada vez por el vaciado de 500m <sup>3</sup> , o cuando se cambie la materia prima (Certificado de Inspección)
Agregados	Prueba física de agregados finos para hormigón	AASHTO M6	Una vez antes de la mezcla de prueba, después, cada vez que se vacíen 500m <sup>3</sup> , o cuando se cambie el origen de materiales (Confirmar los datos del proveedor )
	Prueba física de agregados gruesos para hormigón	AASHTO M80	Una vez antes de la mezcla de prueba, después, cada vez que se vacíen 500m <sup>3</sup> o cuando se cambie el origen de materiales (Confirmación de los datos del proveedor)
	Prueba de tamización	AASHTO T27	Una vez por mes
	Prueba de agregados en la reacción álcali-silice (Método barra mortar)	ASTM C1260	Una vez antes de la mezcla de prueba, después, cada vez que se cambie el origen de material
	Prueba de composición mineral en los agregados	ASTM C295	Una vez antes de la mezcla de prueba, y después, cuando se cambie el origen de material
Agua	Chequeo de calidad de agua	AASHTO T26	Una vez antes de la mezcla de prueba, y después, cuando se juzgue que se necesita hacerla
Agentes mezcladores	Prueba de la calidad	ASTM C494	Una vez antes de la mezcla de prueba, y después, cuando se juzgue que se necesita hacerla (Certificado de Inspección)
Hormigón	Prueba de asentamiento	AASHTO T119	Una vez/75m <sup>3</sup> o en cada sección de vaciado
	Prueba de contenido de aire	AASHTO T121	Una vez/75m <sup>3</sup> o en cada sección de vaciado
	Prueba de resistencia a la compresión	AASHTO T22	6 muestras por vaciado, y cuando la cantidad de un vaciado es cuantiosa, 6 muestras por (3 muestras para la resistencia mecánica a 7 días : 3 muestras para 28 días)
	Temperatura	ASTM C1064	Una vez/75m <sup>3</sup> o en cada sección de vaciado

Cuadro 2-2-4-5.2 Plan de Control de Calidad en la Obra Civil y en la Obra de la Pavimentación

Ítem	Ítem de prueba	Método de Prueba (Espec)	Frecuencia de prueba
Obra de terraplenado	Prueba de densidad (Compactación)	AASHTO T191	Cada 500m <sup>2</sup>
Obra de subrasante	Prueba de material (Prueba por tamización)	AASHTO T27	Una vez antes del uso, después de cada obra de vaciado de 1,500m <sup>3</sup> o cuando se cambie el lugar de suministro
	Prueba de material (Prueba CBR)	AASHTO T193	Una vez antes del uso, después de cada obra de vaciado de 1,500m <sup>3</sup> o cuando se cambie el lugar de suministro
	Prueba de la densidad seca (Compactación)	AASHTO T180	Una vez antes del uso, después, dos veces por cada obra de vaciado de 1,500m <sup>3</sup> o cuando se cambia el lugar de suministro
	Prueba de densidad in situ (Compactación)	AASHTO T191	Cada 500m <sup>2</sup>

## 2-2-4-6 Plan de adquisición de maquinaria, equipos y materiales

### (1) Adquisición de materiales principales para la obra

Con relación a los materiales principales, excepto el material especial para las vigas de acero, los estribos, las juntas de dilatación, el acero para PC y las placas de revestimiento para la construcción del pozo de cimentación, todos se pueden conseguir en Nicaragua (incluyendo los importados). Los materiales localmente abastecidos provendrán de la capital Managua. La clasificación por la forma de adquisición de los materiales principales de construcción está indicada en la Cuadro 2-2-4-6.1.

Cuadro 2-2-4-6.1 Cuadro de Clasificación de Materiales Principales de Construcción por Forma de Adquisición

Ítems		Origen de adquisición			Razón de selección del lugar de adquisición	Ruta de adquisición
Artículo	Especificación	In situ	Japón	Otros		
<b><u>Materiales para estructuras</u></b>						
Cemento	Saco de 40kg	○				Managua
Cemento	A granel Bulk	○				Ídem
Varilla	D6 ~ D32	○				Ídem
Agregado grueso para hormigón	triturado 3/4" ~ 3/8"	○				Banco de materiales cercano de la obra
Agregado fino para hormigón	Triturado fino, 2/8"	○				Banco de materiales cercano de la obra
Aditivos		○				Managua
Canto rodado	350mm ~ 500mm	○				Banco de materiales cercano de la obra
Canto rodado	250mm ~ 500mm	○				Banco de materiales cercano de la obra
Tubería PVC	φ2" ~ φ6"	○				Managua
Tubería PVC	φ2" ~ φ6", Resistencia a la presión	○				Ídem
Cable de acero para PC	12T12.7		○		Calidad y cumplimiento del período de entrega	Japón
Sujetador para PC			○		Ídem	Ídem
Estuche	φ65, φ38		○		Ídem	Ídem
Tablestaca de acero	Forma de III		○		Alquiler claro y la fácil entrega dentro del periodo	Ídem
Asiento elástico	610×360×44		○		La calidad y el período de entrega	Japón
Junta de dilatación			○		Ídem	Ídem
Viga de acero	Viga de acero, material de armadura		○		Ídem	Ídem
Tubería RC	φ600 ~ φ900	○				Managua
Aglomerado asfáltico	Capa superficial, estabilizador de betún	○				Ídem
Material para subrasante superior	triturado graduado	○				Banco de materiales cercano de la obra
Material para subrasante inferior		○				Mezcla de triturado y tierra del banco de materiales cercano de la obra
Material para terraplenado	Tierra de buena calidad	○				Banco de materiales cercano de la obra

<b>Material para instalaciones Provisionales</b>						
Combustible, aceite		○				En la cercanía de la obra
Maderas para encofrados		○				Managua
Maderas laminadas para encofrado		○				Ídem
Acero para instalaciones provisionales	Acero forma H etc.	○				Ídem
Viga para colocar Vigas PC	1 unidad de equipos para colocación de vigas		○		Costo claro del alquiler y manten. que facilitará el periodo de entrega	Japón
Placa de revestimiento	φ3000, 2.7mm		○		Para asegurar la calidad y el periodo de entrega	Ídem
Material para subbase provisional	Cascajo	○				Banco de materiales cercano de la obra
Material de acero para soporte	Perfil, soporte de tubería etc.	○				Managua

## (2) Adquisición de materiales especiales

Los materiales que se usan en el Proyecto objeto de la presente Cooperación y no se pueden abastecer en Nicaragua son vigas de acero, asientos de puente, juntas de dilatación, el acero para PC, plancha de relleno para el pozo de cimentación y la viga para colocar las vigas PC etc. Con respecto a la adquisición de estos materiales, debido a las siguientes razones, se juzga adecuado que se consiguen desde el Japón.

### 1) Vigas de acero ( Vigas de acero, armadura )

En Nicaragua no se produce el acero y necesita de la importación. Las vigas requieren la precisión en fabricación y calidad. Además el hecho de que el Proyecto objeto de la presente Cooperación será implementado dentro del esquema de la Cooperación Financiera No Reembolsable de Japón, se hace muy importante la seguridad de adquisición y el cumplimiento de período de entrega. Bajo esta situación la adquisición desde un tercer país podrá correr riesgos en calidad y el período de entrega, por lo tanto se juzga que será adecuada la adquisición desde el Japón.

### 2) Asientos y juntas de dilatación

Los asientos transfieren la carga que proviene de las vigas a la estructura inferior. Las juntas de expansión son estructuras que controlan la dilatación y contracción provocada por el cambio de temperatura, y así también protegen del tráfico la parte de unión. Éstas son estructuras que tienen mucho que ver con la vida útil del puente.

Nicaragua ha importado estas estructuras desde otros países, empero para asegurar la calidad y no correr el riesgo en el incumplimiento del período de entrega por el proveedor, se juzga que será adecuado la adquisición desde el Japón.

### **3) El acero para PC**

Ya que el acero para PC no se produce en Nicaragua, se está importando de ultramar. El acero para PC es un material que afecta mucho la calidad y la vida útil de las vigas de PC. Se juzga que será adecuado importarlo desde el Japón debido a la calidad, el período de entrega y la seguridad de adquisición. A propósito, en los proyectos realizados por la Cooperación financiera No Reembolsable de Japón en Latinoamérica, debido a las razones arriba anotadas, estos materiales han sido provistos del Japón.

### **4) Plancha de relleno**

La plancha de relleno es una plancha corrugada de acero especial que está utilizada para la protección de los muros del pozo de cimentación o pozos de boca pequeña. En el mercado del Japón hay un buen surtido de todo calibre y espesor de estas planchas y productos específicos con abundante variedad. Para el Proyecto se utilizarán solamente dos unidades de plancha para el pozo de cimentación del estribo A2 del Puente La Tonga, por lo cual se juzga que será conveniente conseguirlas desde el Japón.

### **5) Viga para la instalación de Vigas PC (Incluso grúa de portal)**

La viga para instalar vigas no se puede conseguir en Nicaragua. La viga para la instalación está hecha con un material de acero especial, y es fabricada para la instalación de vigas PC. La viga para la instalación consiste en un cuerpo principal, una grúa de portal que suspende vigas, vías y un dispositivo para el traslado horizontal etc. Se juzga que será adecuado conseguirla en el Japón, debido a que en dicho país hay un buen surtido de esas vigas, conforme al peso de las vigas objetivas y por lo cual se podrá seleccionar una viga apropiada, evitándose verse obligado a escoger una de excesiva potencia.

### **6) La tablestaca de acero**

No se puede abastecer en Nicaragua. Ya que en el Japón hay suficiente existencia y se puede cumplir con el período de entrega, se estimará el costo como material de la adquisición desde el Japón.

## **(3) Maquinaria y equipos para ejecución de la obra**

Los contratistas en Managua poseen casi todos los tipos de maquinaria y equipos para obras. Las maquinarias y equipos de uso universal son fáciles de conseguir dado que se ofrecen en alquiler, mientras que equipos especiales como ser la grúa de pórtico y el dispositivo de desplazamiento no se consiguen en Nicaragua. Con respecto a las grúas, son pocos los contratistas que las poseen y las unidades para alquiler son muy escasas por lo que su consecución resulta difícil. En Nicaragua es imposible conseguir grúas de alta potencia mayor de 50t. Para el Proyecto objeto de la presente Cooperación, se planeará, lo más posible, un plan de obra factible con maquinaria y equipos de



construcción disponibles en Nicaragua, tal como la fabricación de vigas PC. A propósito, el dispositivo tensor imprescindible para la fabricación de vigas no se puede conseguir en Nicaragua. Se juzga que será adecuado conseguirlo desde el Japón al igual que la viga para la instalación de vigas del puente.

En la Cuadro 2-2-4-6.2 se muestra el Cuadro de la clasificación para la adquisición de la maquinaria de construcción.

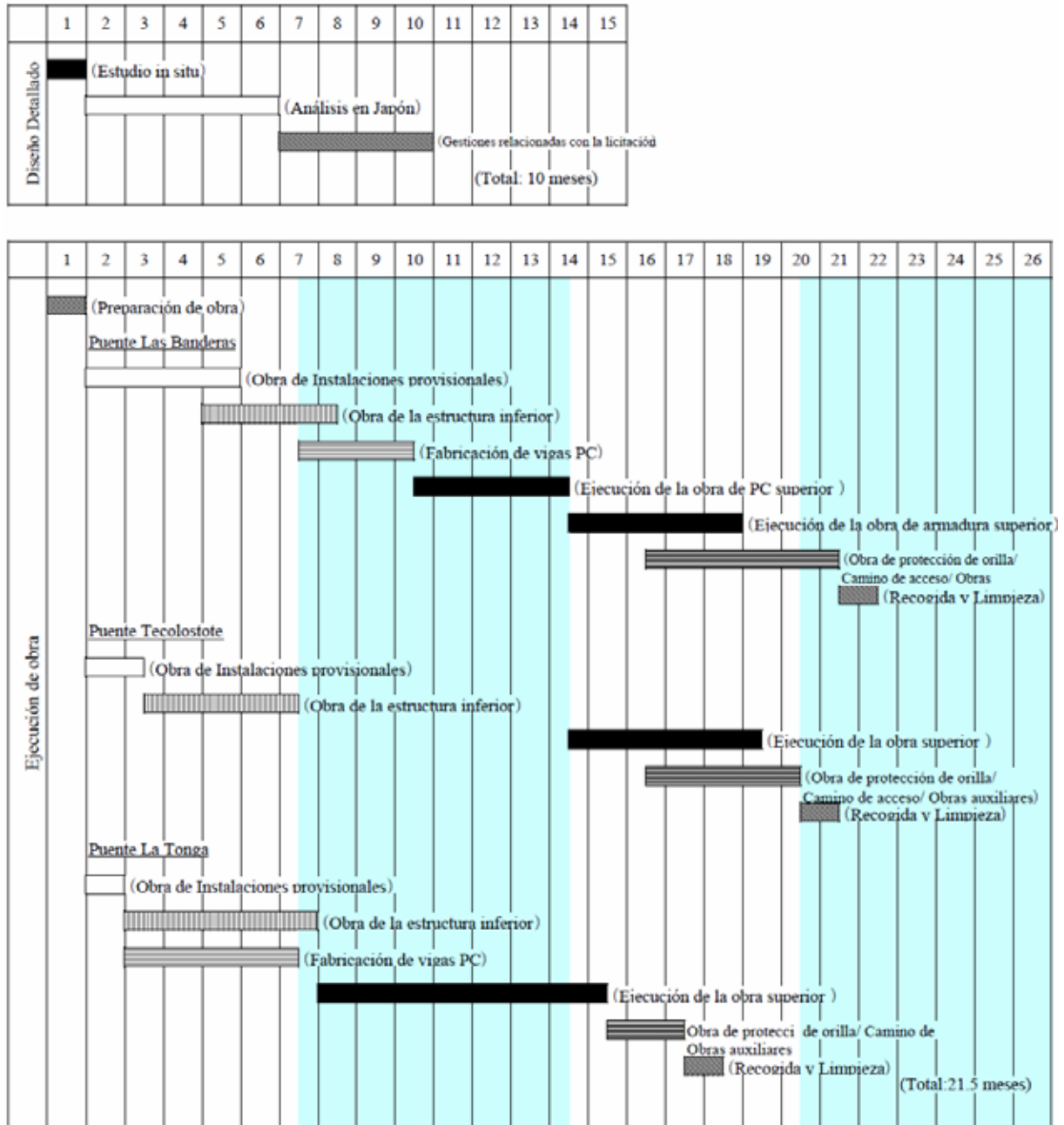
Cuadro 2-2-4-6.2 Clasificación por la Adquisición de Maquinaria para Construcción

Ítem		alquiler/ compra	Clasificación			Razón de clasificación	Ruta de adquisición
Nombre	Especificaciones		Nica	Japón	Tercero		
Retroexcavadora	0.8m <sup>3</sup>	Alquil.	○			Desde Managua por terrestre	
Retroexcavadora	0.6m <sup>3</sup>	Alquil.	○			Ídem	
Camión Volquete	Carga de 10t	Alquil.	○			Ídem	
Camión Volquete	Carga de 4t	Alquil.	○			Ídem	
Explanadora	21t	Alquil.	○			Ídem	
Explanadora	15t	Alquil.	○			Ídem	
Rodillo de neumáticos	8-20t	Alquil.	○			Ídem	
Rodillo aplanador	10-12t	Alquil.	○			Ídem	
Motoniveladora	W=3.1m	Alquil.	○			Ídem	
Camión cisterna	5,500-6,500ℓ	Alquil.	○			Ídem	
Camión Grúa	20-22t	Alquil.	○			Ídem	
Camión Grúa	50t	Alquil.	○			Ídem	
Camión Mezclador	4.4m <sup>3</sup>	Alquil.	○			Ídem	
Pala tractor	Tipo Rueda 2.4m <sup>3</sup>	Alquil.	○			Ídem	
Pala tractor	Tipo Rueda 3.1m <sup>3</sup>	Alquil.	○			Ídem	
Sacapilotes hidrául. (Con unidad)	Clase 110-160t	Alquil.		○		Abast. seguro y Alquiler claro Japón→Corinto→ Sitio de la obra	
Rociador de agua	325L/mini	Alquil.		○		Ídem. Ídem.	
Generador con motor diesel	10KVA	Alquil.	○			Desde Managua por terrestre	
Generador diesel	60KVA	Alquil.	○			Ídem	
Generador diesel	200KVA	Alquil.	○			Ídem	
Bomba sumergible	φ100mm, Bombeo 10m	Alquil.	○			Ídem	
Bomba sumergible	φ150mm, Bombeo 10m	Alquil.	○			Ídem	
Compresor	3.5-3.7m <sup>3</sup> /min	Alquil.	○			Ídem	
Planta móvil de hormigonado	60m <sup>3</sup> /h	Alquil.	○			Ídem	
Interruptor grande	Hidrául. 1,300kg	Alquil.	○			De Managua por vía terrestre	
Vibrocompactador	Manual 0.8 ~ 1.1t	Alquil.	○			Ídem	
Apisonadora	60 ~ 100kg	Alquil.	○			Ídem	
Rodillo vibrante	Tipo combinado y equipado	Alquil.	○			Ídem	
Camión con grúa	Tipo 4.0t, 2.9t	Alquil.	○			Ídem	
Grúa de portal	Suspende 3.0t	Compra (Alquil.)		○		Abast. seguro y Alquiler claro Japón→Corinto→ Sitio de la obra	
Gato hidráulico	20t	Idem.		○		Ídem Ídem	
Dispositivo de movilidad horizontal	20t	Idem.		○		Ídem	
Carro de remolque	20t	Alquil.	○			De Managua por vía terrestre	
Carro de remolque	30t	Alquil.	○			Ídem	
Carro de remolque	40t	Alquil.	○			Ídem	
Carro de remolque	50t	Alquil.	○			Ídem	

### 2-2-4-7 Cronograma de ejecución del Proyecto

En la Cuadro 2-2-4-7.1 se muestra el cronograma de ejecución de trabajo de diseño básico y la obra en cuanto al Puente Las Banderas, el Puente Tecolostote y el Puente La Tonga.

Cuadro 2-2-4-7.1 Cronograma de Ejecución del Proyecto



Notas)  : El color celeste indica la temporada de lluvias

## 2-3 Resumen de las Obligaciones del País Contraparte

En caso que se realice el Proyecto, las obligaciones del Gobierno de Nicaragua serán como siguen.

- Provisión de materiales e informaciones necesarias para la ejecución del Proyecto.
- Adquisición del terreno para la construcción y el reasentamiento
- Aseguramiento del terreno necesario para la obra, tales como patios del trabajo, almacenes para guardar materiales, oficinas in situ, patios para la fabricación de las vigas principales y el terreno para la construcción de camino de desvío.
- Aseguramiento del terreno necesario para la obra, tales como banco de materiales, botadero de tierras sobrantes y relleno sanitario para residuos de materiales industriales.
- Montaje de una instalación receptora de electricidad para las oficinas en el sitio de la obra.
- Traslado de postes · acueductos · instalaciones de comunicación que se pudieran convertir en obstáculos para la obra y la colocación de acueductos.
- Pagos de comisión bancaria para abrir una cuenta en el Japón para el Proyecto y comisión de pago.(Comisión de aviso, comisión de pago)
- Exoneración de derechos de aduana y el trámite aduanero para maquinaria, equipos y materiales a ser importados para el Proyecto y tomar medidas para asegurar el transporte doméstico rápido.
- Exoneración de impuestos para los japoneses dedicados al Proyecto, y también al comprar artículos / servicios necesarios para su ejecución.
- Medidas legales requeridas para los japoneses dedicados al Proyecto al ingresar o egresar a / de Nicaragua y residir en Nicaragua.
- Emisión de permisos o certificados necesarios para implementación del Proyecto, aprobación referente al medio ambiente, permiso de construcción del puente, permiso de la obra en los ríos, permiso de obra civil, permiso de regulación del tráfico y permiso de traslado de cables eléctricos · acueductos · instalaciones de comunicación.
- El uso y mantenimiento adecuado de los puentes y los caminos de acceso después de la terminación de la construcción.
- Restauración de marquesinas de paradas de autobus del puente Las Banderas y Tecolostote.
- Retiro del puente existente de La Tonga.
- Reparación y refuerzo del Puente Tecolostote existente ( En la Cuadro 2-3.1 se muestran los ítems de reparación y el refuerzo recomendados por la consultora con su prioridad )
- Reparación y refuerzo del Puente Cuisalá existente ( En la Cuadro 2-3.2 se muestran los ítems de reparación y el refuerzo recomendados por la consultora con su prioridad )
- En caso de que se genere algún problema con habitantes o terceros al ejecutar el Proyecto, ofrecer la colaboración para solucionarlo.
- Del costo necesario para la implementación del Proyecto, encargarse del costo excepto la cobertura por la Cooperación Financiera No Reembolsable de Japón.

Cuadro 2-3.1 Listado de Ítems de Reparación y Refuerzo del Puente Tecolostote  
(Plan recomendable)

Grado de prioridad	Parámetros	Contenido	Cantidad	Observaciones
Mediana	1) Vaciado nuevo de losa de hormigón	Desmontar y vaciar de nuevo el hormigón del piso entero de las armaduras y de las vigas de plancha	690 m <sup>2</sup>	
Mediana	2) Cambio del pórtico	Cambiar el pórtico de las armaduras P1 y P2	2 partes	
Alta	3) Cambio del puente inferior lateral	Cambiar las estructuras inferiores laterales en dos partes de los lados P1, P2 y A2 de las vigas de plancha respectivamente	6 partes	
Alta	4) Cambio de ménsulas de resalte	Cambiar las ménsulas de extensión en el parte de A1 y A2 de las vigas de plancha respectivamente	2 partes	
Alta	5) Reparación de la viga transversal	Cambiar un parte de la viga lateral del extremo de A1 y A2 de las vigas de plancha respectivamente	2 partes	
Alta	6) Reparación de la viga principal	Reparar con planchas de refuerzo de acero las partes corroídas de los puntos de apoyo de las vigas de plancha, en un punto de A1, dos puntos de P1 y dos lugares de P2	5 partes	
Alta	7) Pintura del puente de acero	Pintar de nuevo las armaduras y las vigas de plancha del puente	1 punto	
Mediana	8) Cambio de los dispositivos de dilatación	Cambiar los dispositivos de A1 y P2	2 partes	
Mediana	9) Cambio de los asientos	Cambiar totalmente los asientos de las armaduras y las vigas de plancha	12 partes	
Mediana	10) Vaciado nuevo de los estribos del Puente	Vaciar de nuevo para el cambio del hormigón deteriorado de los estribos del Puente	2 partes	
Alta	11) Eliminar árboles	Sacar los árboles de P1	1 parte	
Baja	12) Ampliación del asiento del puente	Colocar ménsulas de acero para asegurar la distancia entre bordes de asientos del puente.	12 partes	Refuerzo antisísmico
Baja	13) Colocación del sistema de prevención contra colapso de puentes	Colocar en los puntos A1,P1,P2 y A2 la cadena amortiguadora para evitar el colapso del puente.	4 partes	Refuerzo antisísmico
Baja	14) Refuerzo antisísmico de pilares	Realizar el refuerzo de P1 y P2 por el revestimiento de hormigón o de acero	2 partes	Refuerzo antisísmico
-	15) Construcción de pilas para la obra de reparación	Construir las pilas provisionales para el vaciado nuevo de losa de hormigón y el cambio de material de acero	1 punto	Obra de instalaciones provisionales
-	16) Construcción de desvíos para la obra de reparación	Construir desvíos durante la obra. O realizar la reparación después de la construcción de carriles nuevos adicionales	1 punto	Obra de instalaciones provisionales

Observación: Grado de prioridad:Alta (prioridad alta),Mediana (prioridad mediana),Baja (prioridad baja)

Cuadro 2-3.2 Listado de Ítems de Reparación y Refuerzo del Puente Cuisalá  
(Plan recomendable)

Grado de prioridad	Parámetros	Contenido	Cantidad	Observaciones
Baja	1) Reparación de la losa de hormigón.	Reparar parcialmente la parte dañada de la losa de hormigón.	6 partes	
Mediana	2) Reparación del pórtico.	Reparar parcialmente los elementos de acero deformado.	2 puntos	
Mediana	3) Pintura del puente de acero	Realizar el repintado de los elementos de acero.	1 partes	
Baja	4) Ampliación del asiento del puente	Colocar ménsulas de acero para asegurar la distancia entre bordes de asientos del puente.	4 partes	Refuerzo antisísmico
Baja	5) Colocación del sistema de prevención contra colapso de puentes	Colocar en los puntos A1 y A2 la cadena amortiguadora para evitar el colapso del puente.	2 partes	Refuerzo antisísmico

Observación: Grado de prioridad: Alta (prioridad alta), Mediana (prioridad d mediana), Baja (prioridad baja).

#### 2-4 Plan de Operación y Mantenimiento del Proyecto

El trabajo de mantenimiento luego de finalizada la obra objeto de la presente Cooperación será llevado a cabo por dos distintos órganos de mantenimiento. El mantenimiento de los puentes le corresponde a la Corporación de Empresas Regionales de la Construcción-COERCO, organismo subordinado de la instancia ejecutora del presente Proyecto (MTI), mientras que el cuidado de los caminos de accesos le corresponderá al Fondo de Mantenimiento Vial-FOMAV, que opera el mantenimiento de las carreteras con el impuesto sobre el combustible.

##### 1) COERCO

La COERCO realiza el mantenimiento de las carreteras no contempladas en el Acuerdo Anual del FOMAV. La COERCO desarrolla las labores de mantenimiento a través del plantel en la zona del Atlántico (ECONS-III), dos planteles (ENIC, EMOSE) en Managua y zona noreste y un plantel en la zona sureste de Managua (Empresa Integral De La Construcción Manuel Escobar Pereira-EICMEP).

El mantenimiento de los puentes del presente Proyecto estará bajo la jurisdicción de la COERCO-EICMEP. En la Figura 2-4.1 se señala el organigrama de la EICMEP y su presupuesto del período 2003 a 2008 en el Cuadro 2-4.1.

##### 2) FOMAV

El FOMAV realiza la conservación de las carreteras nacionales a fin de mantenerlas en buen estado sobre la base del Acuerdo Anual firmado con el MTI. En la Figura 2-4.2 se representa el organigrama del FOMAV y su presupuesto del período 2007-2010 en el Cuadro 2-4.2. Del ingreso proveniente del impuesto sobre el combustible, el 20% es abonado como impuesto municipal y el 80% restante destinado a la infraestructura vial.

Los trabajos de mantenimientos necesarios para los puentes y caminos de acceso son:

Inspección periódica : Control periódico de puentes y caminos de acceso.

Mantenimiento rutinario : Limpieza de las instalaciones de drenaje, pavimento, dispositivos de dilatación, banquetas y puentes.

Reparaciones : Reparaciones del pavimento, instalaciones de drenaje, cuerpo del puente, instalaciones del puente, banquina y taludes etc.

Los puentes a ser construidos en el marco de la presente Cooperación tendrán alta durabilidad y resistencia a la intemperie por lo que no requerirán grandes reparaciones inmediatas, además de que no habrá dificultades ni técnica ni financiera en el trabajo de mantenimiento rutinario requerido.

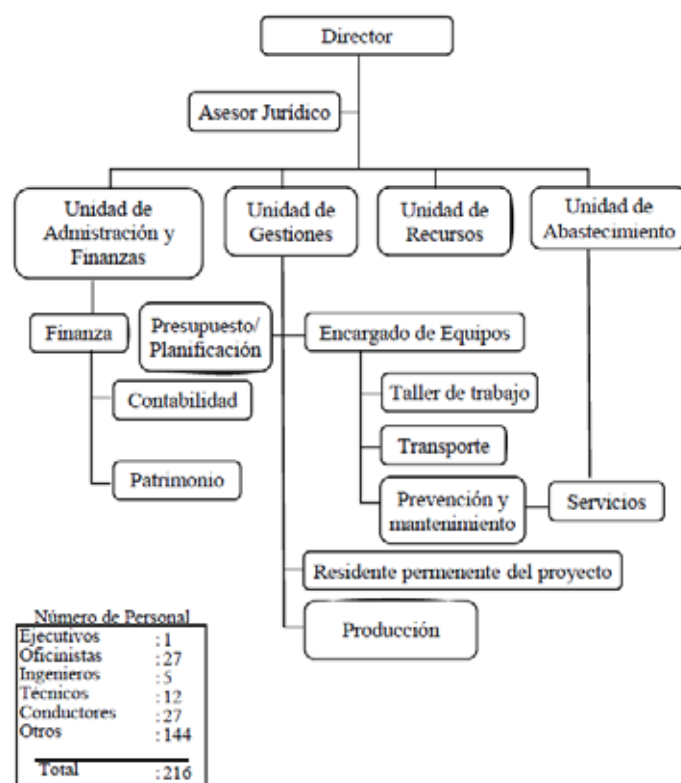


Figura 2-4.1 Organigrama de COERCO-EICMEP

Cuadro 2-4.1 Presupuesto de COERCO-EICMEP (2003-2008)

Año		2003	2004	2005	2006	2007	2008
Gastos de la Sede Principal	Mano de obra	72,222	908,960	2,656,952	2,110,897	941,504	3,540,169
	Administrativo	12,500	157,320	2,045,582	423,946	724,862	629,373
	Otro	54,166	681,720	7,443,797	1,225,635	2,637,746	2,690,310
	Sub-total	138,888	1,747,999	12,146,331	3,760,478	4,304,112	6,859,852
Desembolso para proyectos	Mano de obra	122,973	1,492,249	3,317,676	8,154,606	4,825,499	11,742,318
	Insumos	114,775	1,392,766	2,158,904	3,002,9194	3,738,147	11,094,401
	Equipos	163,964	1,989,665	4,082,361	3,916,813	7,160,545	16,102,287
	Amortización	8,198	99,483	232,391	193,873	383,578	265,095
	Combustible, aceite lubricante	121,973	1,560,250	3,816,935	5,971,546	6,842,816	12,107,915
	Repuestos	16,396	130,867	1,049,099	790,151	1,731,618	1,341,392
	Reparación	17,396	198,967	1,145,072	164,872	1,890,028	717,982
	Transporte	7,948	99,582	855,644	624,255	1,412,305	540,722
	Otros	246,196	2,984,498	3,111,322	10,870,071	4,646,363	24,635,869
	Sub-total	819,818	9,948,326	19,769,404	33,689,106	32,630,898	78,547,981
<b>Total</b>	<b>958,706</b>	<b>11,696,325</b>	<b>31,915,735</b>	<b>37,449,584</b>	<b>36,935,010</b>	<b>85,407,833</b>	

Fuente) El Ministerio de Transporte e Infraestructura

Unidad) Córdoba Nicaragüense C\$

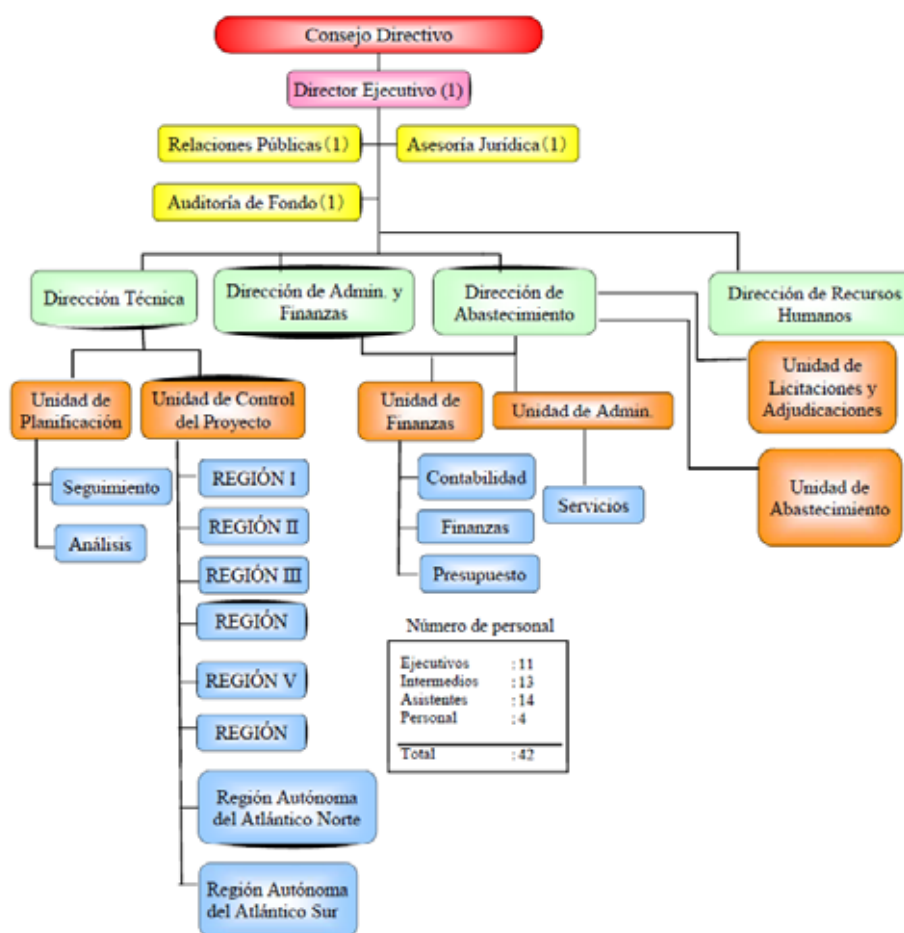


Figura 2-4.2 Organigrama de FOMAV

Cuadro 2-4.2 Presupuesto de FOMAV ( 2007 ~ 2010 )

Año	2007	2008	2009	2010
Tasa del impuesto sobre el combustible	0.08	0.12	0.15	0.16
Ingreso anual del impuesto (Millón C\$)	15.20	22.80	28.50	30.40
Pago del impuesto municipal (20%) (Millón C\$)	3.04	4.56	5.70	6.08
Presupuesto para la infraestructura vial (Millón C\$)	12.16	18.24	22.80	24.32

Fuente) El Ministerio de Transporte e Infraestructura



## 2-5 Costos del Proyecto

### 2-5-1 Costos del Proyecto Objeto de la Cooperación

#### (1) Costo de las obligaciones de Nicaragua

El costo inicial estimado necesario para los cargos de la parte nicaragüense del presente Proyecto es lo siguiente que se describe en la Tabla 2-5-1-1.

Cuadro 2-5-1.1 Costo de las Obligaciones de Nicaragua

780,13 millones de dólares EEUU (Aprox. 712.73 millones de yenes)

	Puente Las Banderas	Puente Tecolostote	Puente La Tonga	Total
(1) Comisión bancaria	- (-)	- (-)	- (-)	4.235 (3.869)
(2) Adquisición de terreno-reasentamiento	7.500 (6.852)	2.327 (2.126)	7.234 (6.609)	17.061 (15.587)
(3) Traslado de instalaciones de comunicaciones	1.010 (0.923)	1.519 (1.388)	1.519 (1.388)	4.048 (3.698)
(4) Traslado de postes y cables eléctricos	1.430 (1.306)	2.150 (1.964)	2.150 (1.964)	5.730 (5.235)
(5) Traslado de acueductos	5.450 (4.979)	0.000 (0.000)	13.625*(12.448*)	19.075 (17.427)
	0.250 (0.228)	0.250 (0.228)	0.000 (0.000)	0.500 (0.457)
	- (-)	- (-)	27.364*(25.000*)	27.364 (25.000)
Total	15.640(14.288)	6.246(5.706)	51.892(47.409)	78.013(71.273)

Nota \*: Gastos de contrapartida que se necesitarán después de finalizado el presente proyecto de cooperación.

#### (2) Condiciones de estimación

- (1) Fecha de estimación : marzo de 2010
- (2) Tipo de cambio de divisas : US\$1.00=91.36yenes (Tipo de cambio US\$ frente a yenes japoneses)  
US\$1.00=20.75C\$ (Tipo de cambio de US\$ en Córdobas)  
Para el Proyecto, se toma US\$ por moneda in situ y como el tipo de cambio de divisas se adopta el valor promedio en el mercado (Tipo TTS) de los pasados seis meses desde el fin de febrero, 2010
- (3) Plazo de la obra : El plazo necesario para el Diseño Detallado y la ejecución de la obra se muestran en el cronograma de la ejecución.
- (4) Otros : El cálculo de estimación se realizará conforme al esquema de la Cooperación Financiera No Reembolsable del Gobierno de Japón.

## 2-5-2 Costo de Operación y Mantenimiento

El presupuesto del proyecto asignado a la COERCO-EICMEP para el 2010 es de 78 millones de córdoba. El costo anual de mantenimiento para los tres puentes (puentes) es de 480.000 córdobas, tal como lo indica el Cuadro 2-5-2.1, lo que equivale a menos de 1% del presupuesto total. Además el presupuesto del FOMAV destinado a la infraestructura vial para el 2010 alcanza un monto total de 500 millones de córdobas, mientras que el costo anual de mantenimiento de los tres puentes (caminos de acceso) es de 710.000 córdobas (Cuadro 2-5-2.2) ocupando apenas el 0,2% del presupuesto de mantenimiento de las carreteras pavimentadas. A partir de lo expuesto, se concluye que la operación y mantenimiento podrá ser desarrollado a través del presupuesto y sistema disponible actualmente en cada uno de los municipios.

Cuadro 2-5-2.1 Costos de Mantenimiento de los Puentes

Ítem	Frecuencia	Monto ( C\$ )		
		Puente Las Banderas	Puente Tecolostote	Puente La Tonga
Inspección periódica	12 veces/año (1 día/vez)	53,535	53,535	53,535
Mantenimiento ordinario	4 veces/año (2 días/vez)	56,440	56,440	56,440
Reparación	1 vez/año (4 días/vez)	49,697	49,697	49,697
Subtotal		7,695	159,672	159,672
Total		479,160		

Notas) El costo de mantenimiento de cada puente (la parte del puente ) se muestra en el Cuadro 2-5-2.3, el Cuadro 2-5-2.5 y el Cuadro 2-5-2.7

Cuadro 2-5-2.2 Costos de Mantenimiento de los Caminos de Acceso

Ítem	Frecuencia	Monto ( C\$ )		
		Puente Las Banderas	Puente Tecolostote	Puente La Tonga
Inspección periódica	12 veces/año (1 día/vez)	53,535	53,535	53,535
Mantenimiento ordinario	4 veces/año (2 días/vez)	56,440	56,440	56,440
Reparación	1 vez/año (4 días/vez)	110,390	110,390	161,124
Subtotal		10,620	220,365	220,365
Total		711,829		

Notas) El costo de mantenimiento de cada puente (la parte de los caminos de acceso) se muestra en el Cuadro 2-5-2.4, el Cuadro 2-5-2.6 y el Cuadro 2-5-2.8

**Cuadro 2-5-2.3 Ítems Principales de Mantenimiento del Puente y el Costo Anual  
(Puente Las Banderas)**

	Instalaciones	Puntos de chequeos	Frecuencia	Manos	Equipos	Cantidades	Monto (C\$)
Inspec. periódica	Pavimentación	Grietas, desigualdades, pérdidas	12 veces /año	2	Palas, martillos,	24 días	17,430
	Drenaje	Existencia de lodos y obstáculos	1 día/vez		Hoces, barricadas	-hombres/año	
	Cuerpo prinpal.	Daños, deforme, suciedades, desprende			Pick Up	12 días-U/año	36,105
	Protec, orillas	Grietas, daños, derrumbes					
	Auxiliares	Daños de los auxiliares-barandas					
	Subtotal						<b>53,535</b>
Mante. Ordinario	Instalaciones	Puntos de ejecución	Frecuencia	Manos	Equipos	Cantidades	Monto (C\$)
	Pavimentación	Limpieza	4 veces/año	5	Pala, barricador	40 días	29,050
	Drenaje	Eliminación de arena y obstáculos	2 días/vez		ta-malezasescobas	-hombres/año	
	Junta de expansión	Eliminación de arena y obstáculos			Herramientas		
Puente	Limpieza			Pick-Up	8 días-U/año	27,390	
	Subtotal						<b>56,440</b>
Reparación	Instalaciones	Puntos de ejecución	Frecuencia	Manos	Eqpos, Mtrles.	Cantidades	Monto (C\$)
	Pavimentación	Relleno de grietas, reparación de pérdida	1 vez/año	6		24 días	17,430
	Drenaje	Reparación del roturas	4 días/vez			-hombres/año	
	Cuerpo prinpal.	Roturas			Compactador de placa	4 días	6,225
	Auxiliares	Averías de las barandas			Camionetas	Ídem.	13,695
	Señales viales	Línea divisoria de carriles			Asfalto	1.0m <sup>3</sup> /año	6,640
				Hormigón	1.0m <sup>3</sup> /año	5,603	
				Pintura	5.0m/año	104	
	Subtotal						<b>49,697</b>
	Total						<b><u>159,672</u></b>

Cuadro 2-5-2.4 Ítems principales del mantenimiento de los caminos de acceso y el costo anual  
(Puente Las Banderas)

Inspec. periódica.	Instalaciones	Puntos de chequeos	Frecuencia	Manos	Equipos	Cantidades	Monto (C\$)
	Pavimentación	Grietas, desigualdades, pérdidas	12 veces/año	2	Palas, martillos, hoces, barricadas	24 días	17,430
Arcén, Taludes	Erosión, deformes, derrumbes	1 día/vez			-hombres/año		
Drenaje	Existencia de arena, obstáculos			Pick-Up	2 días-U/año	36,105	
Subtotal							<b>53,535</b>
Manntn. ordin.	Instalaciones	Puntos de ejecución	Frecuencia	Manos	Equipos	Cantidades	Monto (C\$)
	Arcén-taludes	Corta-malezas, limpieza	4 veces/año	5	Pala, barricada corta-malezas herramientas	40 días	29,050
			2 días/vez		Pick Up	8 días-U/año	27,390
Subtotal							<b>56,440</b>
Reparación	Instalaciones	Puntos de Ejecución	frecuencia	Mano	Equipos	Cantidades	Monto (C\$)
	Pavimentación	Relleno de grietas, reparación de pérdida	1 vez/año	6		24 días	17,430
Arcén, Taludes	Roturas	4 días/vez		Apisonadora	4 días-U/año	6,225	
Obras Auxiliares	Reparación de roturas			Compactador de placa	Ídem	6,225	
				Camionetas	Ídem	13,695	
				Asfalto	4.0m <sup>3</sup> /año	26,560	
				Material de subbase	35.0m <sup>3</sup> /año	39,944	
				Pintura líneas	15.0m/año	311	
Subtotal							<b>110,390</b>
Total							<b><u>220,365</u></b>

**Cuadro 2-5-2.5 Ítems principales de mantenimiento del puente y el costo anual  
(Puente Tecolostote)**

	Instalaciones	Puntos de chequeos	Frecuencia	Manos	Equipos	Cantidades	Monto (C\$)
	Inspec. periódica	Pavimentación	Grietas, desigualdades, pérdidas	12 veces /año	2	Palas, hoces	24 días
Drenaje		Existencia de lodos y obstáculos	1 día/vez		martillos	-hombres/año	
Cuerpo prinpal.		Daños, deforme, suciedades, desprende			barricadas		
Protec. orillas		Grietas, daños, derrumbes			Pick Up	12 días-U/año	36,105
Auxiliares		Daños de los auxiliares-barandas					
Subtotal							<b>53,535</b>
Mante. Ordinario	Instalaciones	Puntos de ejecución	Frecuencia	Manos	Equipos	Cantidades	Monto (C\$)
	Pavimentación	Limpieza	4 veces/año	5	Pala, barricador	40 días	29,050
	Drenaje	Eliminación de arena y obstáculos	2 días/vez		ta-malezas escobas	-hombres/año	
	Junta de expansión	Eliminación de arena y obstáculos			Herramientas		
	Puente	Limpieza			Pick-Up	8 días-U/año	27,390
Subtotal							<b>56,440</b>
Reparación	Instalaciones	Puntos de ejecución	Frecuencia	Manos	Eqpos, Mtrles.	Cantidades	Monto (C\$)
	Pavimentación	Relleno de grietas, reparación de pérdida	1 vez/año	6		24 días	17,430
	Drenaje	Reparación del roturas	4 días/vez			-hombres/año	
	Cuerpo prinpal.	Roturas			Compactador de placa	4 días	6,225
	Auxiliares	Averías de las barandas			Camionetas	Ídem.	13,695
	Señales viales	Línea divisoria de carriles			Asfalto	1.0m <sup>3</sup> /año	6,640
					Hormigón	1.0m <sup>3</sup> /año	5,603
					Pintura	5.0m/año	104
Subtotal							<b>49,697</b>
Total							<b><u>159,672</u></b>

Cuadro 2-5-2.6 Ítems principales de mantenimiento de los caminos de acceso y el costo anual  
(Puente Tecolostote)

Inspec. periódica	Instalaciones	Puntos de chequeos	Frecuencia	Manos	Equipos	Cantidades	Monto (C\$)
	Pavimentación	Grietas, desigualdades, pérdidas	12 veces/año	2	Palas, martillos, hoces, barricadas	24 días	17,430
Arcén Taludes	Erosión, deformes, derrumbes	1 día/vez			-hombres/año		
Drenaje	Existencia de arena, obstáculos			Pick-Up	2 días-U/año	36,105	
Subtotal							<b>53,535</b>
Manntn. ordin.	Instalaciones	Puntos de ejecución	Frecuencia	Manos	Equipos	Cantidades	Monto (C\$)
	Arcén-taludes	Corta-malezas, limpieza	4 veces/año	5	Pala, barricada corta-malezas herramientas	40 días	29,050
			2 días/vez		Pick Up	8 días-U/año	27,390
Subtotal							<b>56,440</b>
Reparación	Instalaciones	Puntos de Ejecución	frecuencia	Mano	Equipos	Cantidades	Monto (C\$)
	Pavimentación	Relleno de grietas, reparación de pérdida	1 vez/año	6		24 días	17,430
Arcén, Taludes	Roturas	4 días/vez		Apisonadora	4 días-U/año	6,225	
Obras Auxiliares	Reparación de roturas			Compactador de placa	Ídem	6,225	
				Camionetas	Ídem	13,695	
				Asfalto	4.0m <sup>3</sup> /año	26,560	
				Material de subrasante	35.0m <sup>3</sup> /año	39,94	
				Pintura líneas	15.0m/año	311	
Subtotal							<b>110,390</b>
Total							<b><u>220,365</u></b>

**Cuadro 2-5-2.7 Ítems Principales de Mantenimiento del Puente y el Costo Anual  
(Puente La Tonga)**

	Instalaciones	Puntos de chequeos	Frecuencia	Manos	Equipos	Cantidades	Monto (C\$)
Inspec. periódica	Pavimentación	Grietas, desigualdades, pérdidas	12 veces /año	2	Palas, hoces	24 días	17,430
	Drenaje	Existencia de lodos y obstáculos	1 día/vez		martillos	-hombres/año	
	Cuerpo prinpal.	Daños,deforme,suciedades,desprende			barricadas		
	Protec, orillas	Grietas,daños, derrumbes			Pick Up	12 días-U/año	36,105
	Auxiliares	Daños de los auxiliares-barandas					
	Subtotal						<b>53,535</b>
Mante. Ordinario	Instalaciones	Puntos de ejecución	Frecuencia	Manos	Equipos	Cantidades	Monto (C\$)
	Pavimentación	Limpieza	4 veces/año	5	Pala,barricadacor	40 días	29,050
	Drenaje	Eliminación de arena y obstáculos	2 días/vez		ta-malezasescoba	-hombres/año	
	Junta de expansión	Eliminación de arena y obstáculos			Herramientas		
	Puente	Limpieza			Pick-Up	8 días-U/año	27,390
	Subtotal						<b>56,440</b>
Reparación	Instalaciones	Puntos de ejecución	Frecuencia	Manos	Eqpos,Mtrles.	Cantidades	Monto (C\$)
	Pavimentación	Relleno de grietas, reparación de pérdida	1 vez/año	6		24 días	17,430
	Drenaje	Reparación del roturas	4 días/vez			-hombres/año	
	Cuerpo prinpal.	Roturas			Compactador de	4 días	6,225
	Auxiliares	Averías de las barandas			placa	-unidades/año	
	Señales viales	Línea divisoriadecarriles			Camionetas	Ídem.	6,225
					Asfalto	1.0m <sup>3</sup> /año	13,695
					Hormigón	1.0m <sup>3</sup> /año	6,640
				Pintura	5.0m/año	104	
	Subtotal						<b>49,697</b>
	Total						<b><u>159,672</u></b>

Cuadro 2-5-2.8 Ítems Principales de Mantenimiento de los Caminos de Acceso y el Costo Anual  
(Puente La Tonga)

Inspec. periódica	Instalaciones	Puntos de chequeos	Frecuencia	Manos	Equipos	Cantidades	Monto (C\$)
	Pavimentación	Grietas, desigualdades, pérdidas	12 veces/año	2	Palas, martillos, hoces, barricadas	24 días -hombres/año	17,430
Arcén Taludes	Erosión, deformes, derrumbes	1 día/vez					
Drenaje	Existencia de arena, obstáculos			Pick-Up	2 días-U/año	36,105	
Subtotal							<b>53,535</b>
Manth. ordin.	Instalaciones	Puntos de ejecución	Frecuencia	Manos	Equipos	Cantidades	Monto (C\$)
	Arcén-taludes	Corta-malezas, limpieza	4 veces/año 2 días/vez	5	Pala, barricada corta-malezas herramientas Pick Up	40 días -hombres/año 8 días-U/año	29,050 27,390
Subtotal							<b>56,440</b>
Reparación	Instalaciones	Puntos de Ejecución	frecuencia	Mano	Equipos	Cantidades	Monto (C\$)
	Pavimentación	Relleno de grietas, reparación de pérdida	1 vez/año 4 días/vez	6	Apisonadora Compactador de placa Camionetas Asfalto Material de subrasante Pintura líneas	24 días -unidades/año 4 días-U/año Ídem 7.0m <sup>3</sup> /año 62.0m <sup>3</sup> /año 15.0m/año	17,430 6,225 6,225 13,695 46,480 70,758 311
Subtotal							<b>161,124</b>
Total							<b>271,099</b>

## 2-6 Consideraciones para la Ejecución del Proyecto de Cooperación

A continuación las Consideraciones para la Ejecución del Proyecto de Cooperación:

- Ejecución de las obligaciones del país receptor de la asistencia.
- Reasentamiento de los locales comerciales ubicados dentro del predio para la construcción del Puente Las Banderas.
- Aseguramiento del terreno para la construcción del Puente Tecolostote.
- Aseguramiento del terreno para la construcción del Puente La Tonga.
- Otorgamiento del permiso ambiental por parte de los municipios Tipitapa (Puente Las Banderas), San Lorenzo (Puente Tecolostote) y Figalpa (Puente La Tonga) para los sitios de la obra.
- Permiso de explotación de la cantera de tierra.
- Permiso para la tala de árboles.
- Recolocación de líneas de transmisión eléctrica, tubería de agua y líneas de comunicación que obstaculicen la construcción de cada puente.
- Obtención del permiso del SNIP (Sistema Nacional de Inversión Pública) de Nicaragua.

Retiro del actual Puente La Tonga una vez terminada la construcción de los puentes en el marco de la presente Cooperación.



## **Capítulo 3 Validación de la pertinencia del Proyecto**

### **3-1 Premisas del proyecto**

#### **3-1-1 Premisas para la Ejecución de la Obra**

Las premisas para la ejecución del Proyecto son como sigue:

- La construcción del Puente Las Banderas requiere de cinco (5) reasentamientos que consisten en tres (3) locales comerciales (almacenes y cafetería) que ocupan ilegalmente el terreno de construcción (Right of Way: ROW o derecho de paso), una (1) caseta de depósito y una (1) estación pluviométrica. Es necesario además que dichos traslados estén terminados antes del inicio de los trámites de la licitación del Proyecto.
- La construcción del Puente Tecolostote prevé un terreno de 2.660m<sup>2</sup> con un desglose de 1.170m<sup>2</sup> en la orilla derecha aguas debajo y 1.490m<sup>2</sup> en la orilla izquierda aguas abajo. El aseguramiento de dicho terreno deberá estar finiquitado antes del inicio de los trámites de licitación del Proyecto.
- La construcción del Puente La Tonga prevé un terreno de 3,615m<sup>2</sup> con un desglose de 900m<sup>2</sup> en la orilla derecha aguas debajo y 2,715m<sup>2</sup> en la orilla izquierda aguas abajo. El mismo deberá estar disponible para antes del inicio de los trámites de licitación del Proyecto.
- Se deberá contar con los correspondientes permisos ambientales emitidos por los Municipios de Tipitapa (puente Las Banderas), San Lorenzo (puente Tecolostote) y Figalpa (puente La Tonga) donde se ubican los puentes. Dichos permisos fueron obtenidos en la fecha 25 de junio, 29 de junio y 12 de julio del 2010 respectivamente.
- Se necesitará de permisos para la explotación de la cantera de tierra y tala de árboles.
- Se deberán recolocar los cables líneas de transmisión eléctrica, tubería de agua y líneas de comunicación que obstaculicen la construcción de cada puente. La recolocación deberá estar terminada para antes del inicio de los trámites de licitación del Proyecto.
- Habrá que disponer del permiso otorgado por el SNIP (Sistema Nacional de Inversión Pública) de Nicaragua.

El actual puente La Tonga deberá ser retirado por el lado nicaragüense una vez terminada la construcción del nuevo puente a fin de asegurar la razón de bloqueo por pilar de la condición de diseño.

### **3-1-2 Condiciones Externas para el Logro del Plan General del Proyecto**

#### **(1) Premisas**

Una vez finalizada la obra de construcción, se necesitará no solo asegurar el tránsito fluido sino también efectuar el trabajo de mantenimiento a fin de extender la vida útil de las construcciones y pavimentos de los caminos de acceso. Lo importante en la tarea de mantenimiento es realizar el retiro de obstáculos o limpiezas en el marco del mantenimiento rutinario al tiempo de efectuar inspecciones y controles periódicos y proceder a una rápida y adecuada reparación en caso de que se detecte algún daño en la construcción o pavimento. Por lo tanto, la condicionante es que se realice un mantenimiento continuo asegurando el presupuesto anual que se estima necesario para los trabajos de mantenimiento y reparación (puentes: 479.160 córdobas, caminos de acceso: 711.829 córdobas). Se considera que la parte nicaragüense podrá disponer de dicho presupuesto tal como se menciona en el apartado anterior “Costos de Operación y Mantenimiento”.

#### **(2) Condiciones externas**

Se citan a continuación las condiciones externas para la manifestación y sostenibilidad del impacto del Proyecto.

En presente Proyecto contempla seguir operando el actual Puente Tecolostote como carril exclusivo que se dirige a la capital, para lo cual se necesitaría someter dicho puente a trabajos de reparaciones y refuerzos señalados en el apartado 3-3, Cuadro 3-3.1 a fin de garantizar la seguridad estructural del mismo. Será necesario además disponer las medidas necesarias para evitar que los vehículos colisionen contra el pórtico del puente señalizando la calzada de manera que guíe a los vehículos hacia el centro del puente o colocando un portal en la entrada del puente.

El Puente Cuisalá, que se decidió no estipularse en el marco de la presente cooperación, deberá someterse a trabajos de reparaciones y refuerzos señalados en el apartado 3-3, Cuadro 3-3.2. a fin de garantizar la seguridad estructural del mismo. Además, en caso de que el aumento futuro del tráfico se convierta en cuello de botella, habrá la necesidad de considerar su ampliación a doble carril (que consistirá en mantener el actual puente y construir uno nuevo de carril simple, o, en reconstruirlo por uno de doble carril).

El presente Proyecto consiste en reconstruir y mantener los puentes ubicados sobre la Ruta 7 que une Managua con el puerto El Rama, único puerto internacional de la costa este, y sobre el Corredor Atlántico del Proyecto Mesoamérica. Actualmente el mejoramiento de la Ruta 25, que vendría a ser el Corredor Atlántico, se lleva a cabo a través del apoyo del BID (Banco Interamericano de Desarrollo) y la construcción del Puente Santa Fe sobre el río San Juan (Proyecto de Cooperación Financiera No Reembolsable del gobierno del Japón) en las proximidades de la frontera con Costa Rica, el cual se prevé finalizar casi simultáneamente con la obra de la presente Cooperación. Se prevé que el tráfico aumentará una vez terminada la obra de dicho Corredor lo que permitirá una suficiente generación del impacto del presente Proyecto.

### **3-2 Evaluación del Proyecto**

#### **3-2-1 Pertinencia**

Los beneficiarios del Proyecto son la población general incluyendo a los de la franja pobre del sector rural de la región oriental de Nicaragua, los que alcanzan un número considerable.

El Proyecto contribuye a la reducción de la brecha de la pobreza y al fortalecimiento de la red de carreteras troncales incluyendo a las carreteras internacionales, por lo que resulta apremiante su implementación para lograr la estabilización y mejoramiento del nivel de vida de la población.

Nicaragua posee la capacidad humana y técnica de administrar y mantener los puentes y

caminos de accesos a ser construidos, mismos que no demandan tecnologías excesivamente elevadas.

Es un proyecto que contribuye a la reducción de la brecha de la pobreza, desafío común en la meta y lineamiento del Plan Nacional de Desarrollo de Nicaragua, y al fortalecimiento de la red de carreteras troncales que incluye a las carreteras internacionales.

No es un Proyecto de alta rentabilidad.

No genera prácticamente impactos negativos en el aspecto socio-ambiental.

Posee la necesidad y ventaja de emplear la tecnología de construcción de puentes de Japón a más de que el Proyecto podrá ejecutarse sin dificultades particulares a través del esquema de la Cooperación Financiera No Reembolsable de Japón.

### 3-2-2 Eficacia

#### (1) Impactos cuantitativos

Los puentes objetos de la Cooperación se hallan obsoletos y en un estado estructuralmente peligroso, por lo que la reconstrucción de los mismos generaría impactos directos como ser la prevención del colapso (que permitirá evitar la pérdida de vidas humanas). Además, la ampliación del puente y el aumento de la capacidad de carga permitirán asegurar la fluidez y seguridad de tránsito exigido en una carretera internacional.

El Cuadro 3-2-2.1 señala el impacto cuantitativo que se espera obtenerse con la implementación de la presente obra de Cooperación, en el que se establece el año base previa a la ejecución del proyecto y el año meta a tres (3) años del término del Proyecto con sus respectivos valores de referencia y valores meta.

Cuadro 3-2-2.1 Impactos Cuantitativos

Indicador	Valor de referencia (2010)	Valor meta (2016)
Mejoramiento del tiempo de recorrido (solución del paro momentáneo de vehículos antes del puente)	Promedio de tiempo de paro de vehículo por puente: 2,5 minutos.	Ninguno
Mejoramiento del tiempo de recorrido (mejoramiento de la velocidad de recorrido antes y después del puente)	Unos 10 a 20km/h	Unos 60 a 80km/h

#### (2) Impactos cualitativos

Los impactos cualitativos debidos a las obras objetos de la Cooperación son como siguen:

Solución a la interrupción de tránsito

La eliminación de la interrupción de tránsito de un día que se manifiesta aproximadamente cada 5 años a causa de la crecida del río, permitirá el uso de la carretera durante todo el año.

Aumento del tráfico

La puntualidad de la logística mejora el acceso entre los principales cascos urbanos y puertos y genera el tránsito inducido, con lo que se espera lograr el aumento del volumen de tráfico.

Estabilización del precio de los bienes de consumo diario

La estabilización del acceso desde la zona agrícola hasta el mercado asegurará el transporte estable de los bienes y reduce del costo de transporte, lo que como resultado contribuirá a la estabilización de los precios.

#### Aumento de turistas

La mitigación de los daños causados por las inundaciones permitirá ofrecer un turismo seguro y confortable, lo que contribuirá a aumentar el número de turistas que visitan la región oriental de Nicaragua y la orilla este del Lago Nicaragua desde la zona metropolitana de Managua e inmediaciones.

#### Reducción de la tasa de accidentes de tránsito

La separación de la calzada y la acera garantizará una mayor seguridad y fluidez del tránsito que cruza el río, con lo que se espera lograr la reducción de la tasa de accidentes de tránsito.

#### Contribución a la reducción de la brecha de la pobreza

El mejoramiento de la carretera que une el tramo Managua - El Rama impulsará el desarrollo económico de la región oriental contribuyendo de esa manera a rectificar la brecha de la pobreza entre la zona oriental y occidental de Nicaragua.

#### Contribución al desarrollo económico mediante el fortalecimiento de la red de Carreteras Troncales

El mejoramiento del Corredor del Atlántico, que es la carretera troncal internacional, dinamizará el tránsito comercial terrestre lo que contribuirá al desarrollo económico de Nicaragua.