

## Capítulo.14 Sistema de Administración de Puentes

### 14.1 Sistema de Información Existente para carreteras y Puentes y sus Problemas

#### 1) Sistema de Información existente

El equipo de estudio ha investigado y entendido el sistema de información existente para carreteras y puentes para poder lograr una discusión a cerca de la implementación del sistema de administración de puentes.

La administración para carreteras y puentes es realizada por el Departamento de Planificación del MOPT. Los datos se utilizan para la planificación de un presupuesto anual y para seleccionar la ubicación de las carreteras que necesitan mantenimiento. CONAVI cuenta con un sistema que muestra el inventario que utiliza el GIS (ArcInfo) para la administración de carreteras y de puentes.

**Tabla 14.1. Información Administrada para cada Organización/Sección**

Organización/Sección	Información Administrada
División de Planificación del MOPT	La información de las carreteras nacionales, caminos regionales, puentes y puertos marinos.
Dept. Puentes, MOPT	La información de los datos de inventario (EXCEL) están planeados por la División de Planificación del MOPT y los planos (Materiales)
CONAVI	La información necesaria de la ubicación de las carreteras seleccionadas para ser reparadas y los contratos para la construcción con base en el plan de acción anual los prepara el Dept. de Planificación del MOPT

La siguiente tabla muestra el entorno de red en el MOPT y entre el MOPT, CONAVI y las oficinas regionales.

**Tabla 14.2. Entorno de Red**

Área	Entorno de Red
LAN ( en el MOPT)	Las computadoras personales en la División de Obras Públicas se conecta por cables de fibra a través de un switch principal desde el servidor en una categoría de 5 100 BASE-TX (100Mbps) a través de Ethernet.
WAN (Red Externa)	Las conexiones de Red entre el MOPT, CONAVI y el Gobierno Local están conectadas por líneas exclusivas y otros Gobiernos locales están conectados por Módems a través de las líneas generales.

La siguiente tabla muestra el sistema de administración de carreteras existente utilizado en el MOPT.

**Tabla 14.3. Sistema Existente de Administración de Carreteras**

Sistema	Descripción
SPEM (Pavimento)	SPEM fue desarrollado por ingenieros alemanes en 1993 para la administración local de carreteras. Un ingeniero alemán todavía brinda apoyo al sistema y el sistema es administrado en buenas condiciones. El uso del sistema esta limitado dentro del MOPT.
HDM4 (Pavimento) (DESYROUTE, DESYSEMI, DESYVISAGI)	Un Plan de acción anual para el mantenimiento de carreteras se estudia a través del análisis económico, la priorización para el mantenimiento de carreteras, la predicción del deterioro al usar el HDM4. La ubicación para el mantenimiento de carreteras son seleccionan finalmente por CONAVI considerando el Plan de acción

anual y las decisiones políticas.

Sistema de  
 Administración de  
 Puentes (SAP)

Los puentes son inspeccionados por inspectores del Departamento de Planificación con base en el manual de inspección. Sin embargo, la información no es usada por el Departamento de Puentes ya que los inspectores son ingenieros de puentes. El Departamento de Puentes conserva los planos de los puentes y trabaja para apoyar las solicitudes.

La imagen total del sistema de administración existente de puentes y carreteras, el diagrama de información se puede ver ilustrado en la siguiente Figura:

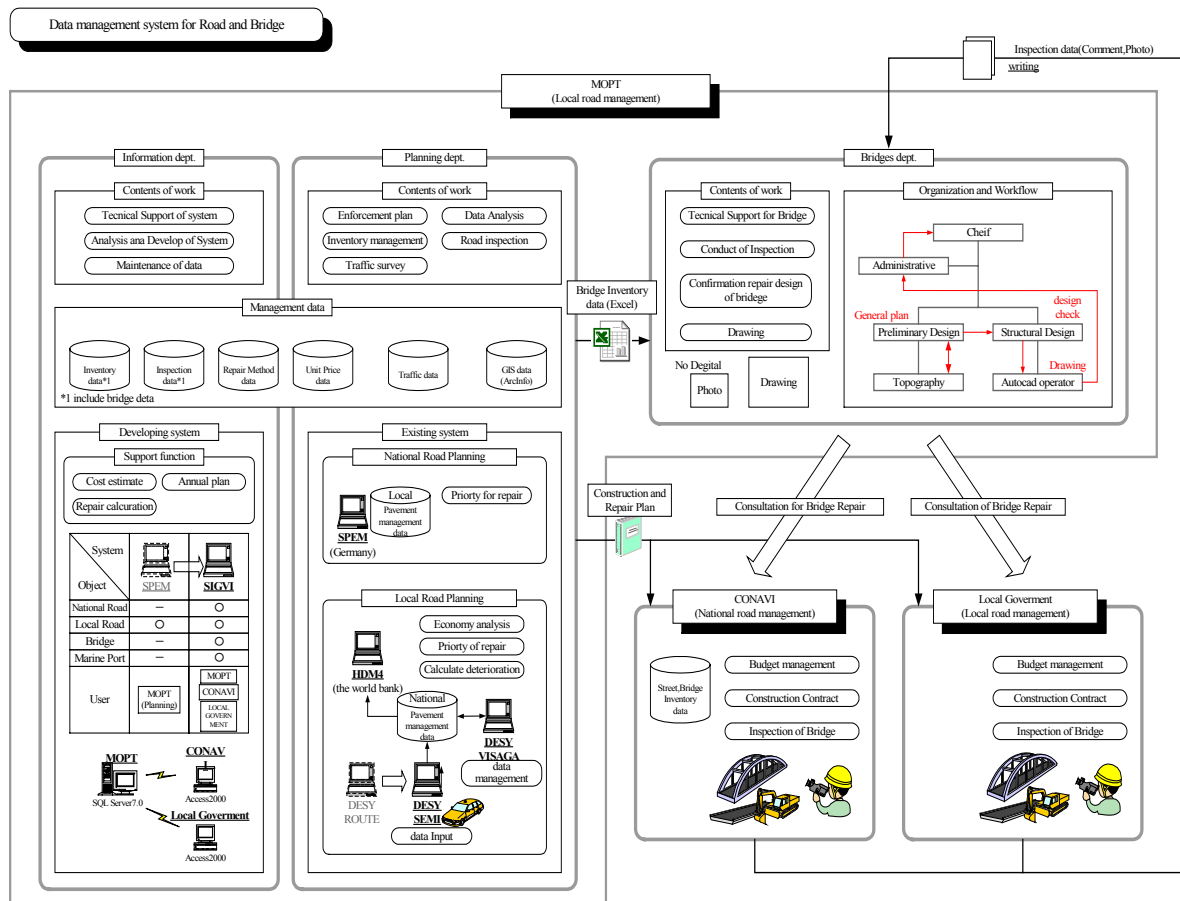


Figura 14.1. Sistema Existente para la Administración/Mantenimiento de Puentes y Carreteras

## 2) Problemas Existentes

Los problemas del sistema de información existente para las carreteras y los puentes en el MOPT es la siguiente:

- No existe un Número de computadores y de habilidades del equipo de trabajo suficientes con respecto al sistema en los Gobiernos Locales.
- La información no está unificada entre el MOPT, CONAVI y los Gobiernos Locales.
- Los sistemas son desarrollados por cada departamento de manera separada y nos son sistemas comunes para cada departamento.
- No hay un suficiente intercambio de información cuando se desarrollan los sistemas por cada departamento y alguna información y funciones no existe en el sistema

- necesaria para la administración de puentes.
- Los planos y las fotografías de los puentes no se registran en la base de datos y no se utiliza comúnmente.
  - Los inspectores de puentes no están entrenados y las inspecciones de puentes no se realizan de manera apropiada. Los criterios usados para la priorización de puentes no es clara.
  - Los sistemas ofrecidos desde el extranjero no se pueden mantener de manera continua y los sistemas se utilizan ad hoc.

## 14.2 Sistema de Administración de Estructuras de Puentes (SAEP)

### 1) Desarrollo del Sistema

El sistema de administración de carreteras total (SIGVI) está siendo desarrollado por la División de Obras Públicas en el MOPT como un sistema a futuro. Se espera que el sistema sea un sistema de administración total de carreteras y puentes, pero está todavía siendo desarrollado. En este contexto, el equipo de estudio propuso que el Sistema de Administración de Estructuras de Puentes (SAEP) sea desarrollado de manera independiente del SIGVI. ES de notar que el SIGVI deberá tomar el SAEP dentro de su sistema para desarrollar un sistema de administración total integrado de carreteras y puentes en el futuro.

### 2) Resumen del Sistema

El Sistema de Administración de Estructuras de Puentes (SAEP) es la herramienta de apoyo de decisión responsable para administrar la inspección, el análisis y el mantenimiento para los numerosos componentes que componen un puente. El inventario de puentes, la deficiencia de puentes, los registros de las actividades de mantenimiento se guardan en el SAEP y el análisis para su evaluación se organiza en el SAEP.

El concepto del SAEP se muestra en la siguiente figura.

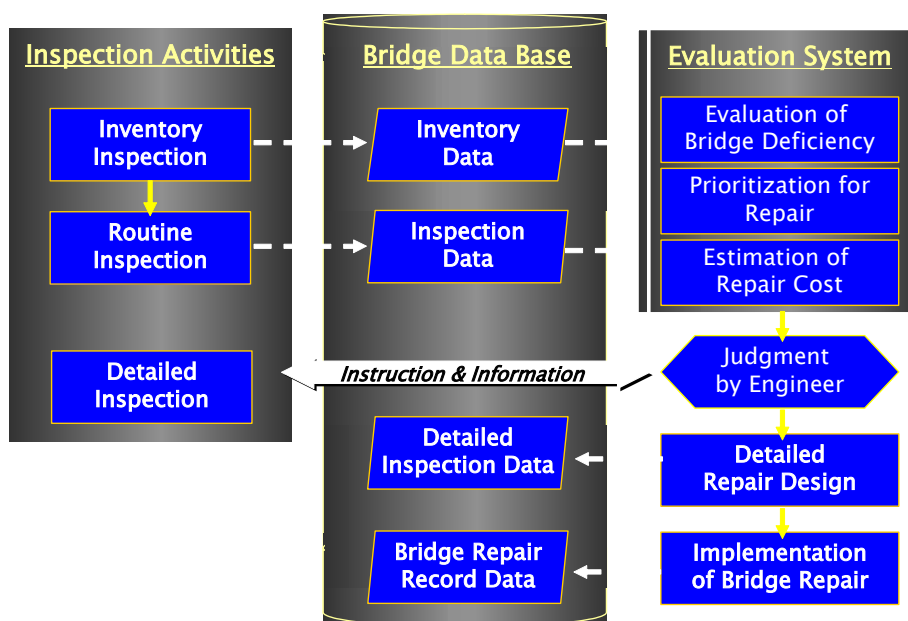


Figura 14.2. Concepto del SAEP

### 3) Funciones del Sistema

Las funciones del sistema son las siguientes;

1. Función para el registro y la renovación de datos
2. Función para la administración de datos tales como la evaluación de la

deficiencia, la priorización de la reparación y el estimado de costo.

3. Función para el acceso de datos que incluye el inventario de puentes y los datos de inspección de puentes y la muestra de la ubicación del puente.
4. Función para la salida del inventario de puentes.

#### 4) Componentes del Sistema

El sistema está compuesto por el servidor y los clientes (sistema de tipo C/S) y cada dato está guardado en el servidor. El sistema del componente y el entorno de la operación y los datos almacenados en el sistema se muestran en la siguiente figura. Cuando el servidor no está disponible, todos los datos se almacenan en el servidor de la base de datos.

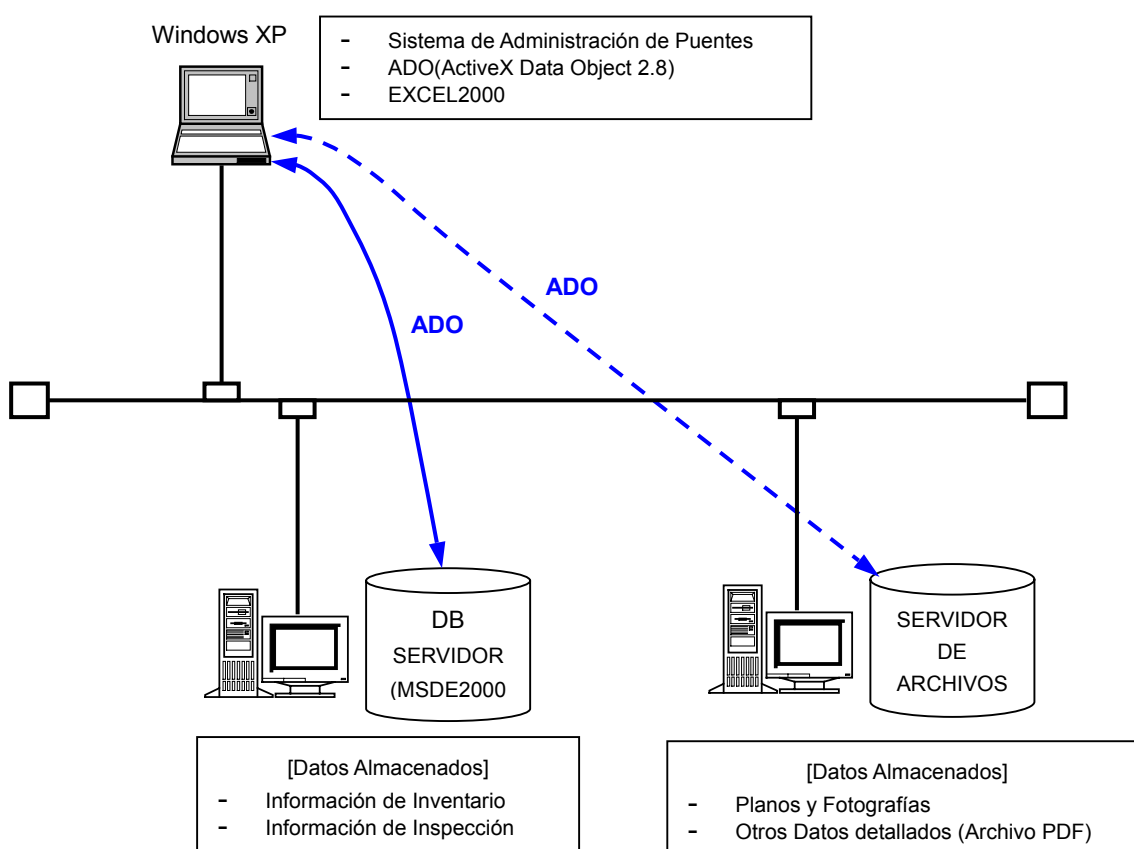


Figura 14.3. Componentes del Hardware del Sistema

## 5) Movimiento de la Pantalla

La siguiente figura muestra el movimiento de la pantalla del SAP.

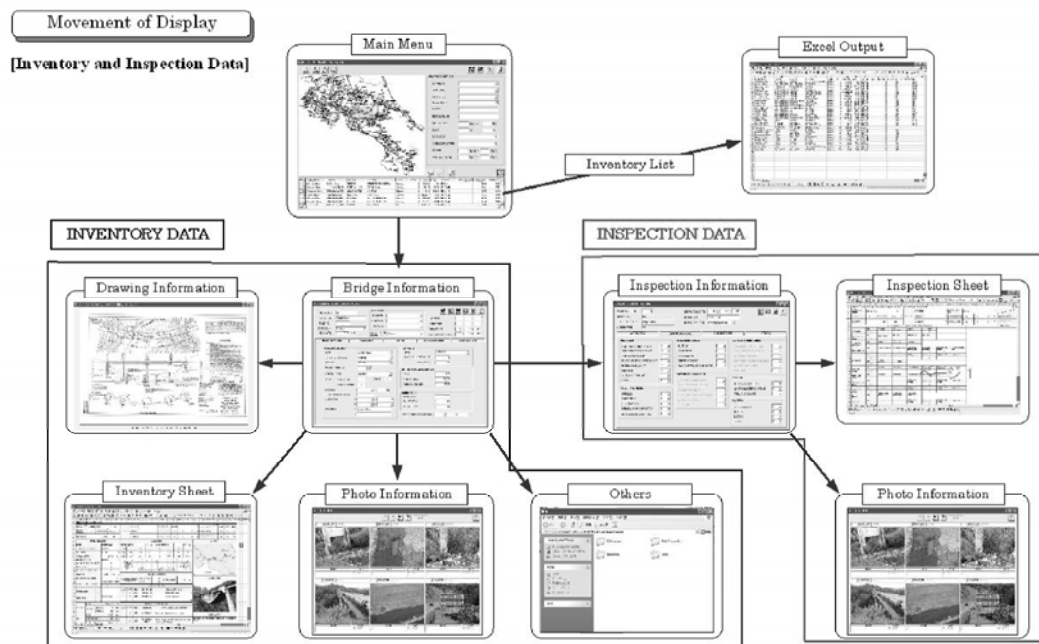


Figura 14.4. Movimiento de la Pantalla

## 6) Sistema de Informe de Puentes

Un buen sistema de informe de inspección de puentes es esencial y el informe de inspección de puentes deberá ser claro y completo, ya que son una parte integral del archivo de registro a largo plazo del puente.

La carpeta de puentes tienen divisores en los cuales se puede guardar varios documentos de registro de puentes en orden específico y de esa manera ser almacenados en un medio electrónico. La carpeta está compuesta del inventario de puentes, el registro de inspección de puentes y el archivo del registro de los trabajos de reparación.


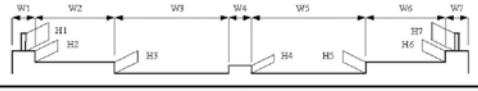

Los datos y la información necesaria que se necesita en Costa Rica esta en la lista a partir del Formulario-1 al Formulario-7. Los formularios y la información necesaria se deberán completar para cada puente y ubicar en cada archivo de los formularios específicos de las carpetas de puentes y otra información usada para registrar los datos de puentes necesarios se menciona a continuación:

1. Formulario-1 Información General del Registro de Inventario de Puentes
2. Formulario-2 Dimensiones de la superestructura
3. Formulario-3 Dimensiones de la subestructura
4. Formulario-4 Planos de Puentes
5. Formulario-5 Fotografías del Puente.

6. Formulario-6 Clasificación de la Condición de los elementos del puente
7. Formulario-7 Fotografía de la Condición de los elementos del puente

El Formulario-1, Formulario-5 y el Formulario-6 se muestra en los siguientes ejemplos

### Formulario-1 Información General del Inventario de Puentes

INVENTARIO BASICO DE PUENTES															
NOMBRE DEL PUENTE	Colorado River		091	PROVINCIA	Colorado			ADMINISTRADO POR				DIA	MES	AÑO	
Nº DE LA RUTA	1	CLASIFICACION	Primary	LOCALIDAD	CANTON	LATITUD NORTE	12 ° 34 ' 56.7 "	FECHA DE DISEÑO	31	3	1968				
KILOMETRO	35.756		km	DISTRITO	LONGITUD ESTE	12 ° 34 ' 56.7 "	FECHA DE CONCLUSION DE CONSTRUCCION	31	3	1970					
ELEMENTOS BASICOS				DIMENSIONES							UBICACION				
DIRECCION DE LA VIA HACI	SAN JOSE			ANCHO TOTAL	11.3 m			CALZADA	10.7 m						
TIPO DE ESTRUCTURA	PUENTE			ITEMS	1	2	3	4	5	6	7				
CARGA VIVA	H15-44			W(m)	0.3	0.6	4.25	0	4.25	0.6	0.3				
LONGITUD TOTAL	204.00 m			H(m)	0.49	0.35	0.24	0	0.24	0.35	0.49				
ESPECIFICACION	AASHTO			CLARO LIBRE											
Nº DE SUPER ESTRUCTURA	1			ALTURA LIBRE VERTICAL	SUPERIOR	m	WAPROX	10.0 m							
Nº DE TRAMOS	3			ANTECEDENTES DE INSPECCION											
Nº DE SUB ESTRUCTURA	3			SERVICIOS PUBLICOS	1	3	DIA	MES	AÑO	INSPECTOR					TIPO DE INSPECCION
LONGITUD DE DESVIO	SI	50 km		2	4	10	2005	Gabriela Jorge	Routine Inspection						
PENDIENTE LONGITUDINAL	%			CRUZA SOBRE	1	Colorado River	4	10	2000	Gabriela Jorge	Inventory Inspection				
FECHA DE ULT. PINTURA	DIA	MES	AÑO	2	ANTECEDENTES DE REHABILITACION							OBSERVACIONES dificulta la inspección de sub estructura debido a la ubicación montañosa			
PAVIMENTO	TIPO	ASFALTO		DIA	MES	AÑO	ELEMENTOS	RESUMEN DE CONTRAMEDIDAS							
	ESPESOR	ORIGINAL	75 mm	4	10	2005	PAVIMENTO	Debido al daño severo, Pavimentar sobrecapa							
		SOBRECAPA	120 mm												
CONTEO DE TRAFICO	AÑO	1.940 Year					JUNTA DE EXPANSION	Cambiar debido al mucho desnivel de la junta de expansión							
	TOTAL DE VEHICULOS	15.355 Car													
	% DE VEHICULOS PESADOS	13.00 %													
RESTRICCIONES	POR CARGA	15.0 t													
	POR ALTURA	4.5 m													
	POR ANCHO	6.0 m													

Formulario-5 Fotografías del Puente

INVENTARIO BASICO DE PUENTES (FOTOS)										NO. 2 / 10									
NOMBRE DEL PUENTE Colorado River 01				PROVINCIA	ALAJUELA *	ADMINISTRADO POR	Región CONAVI *			DÍA	MES	AÑO							
No. DE LA RUTA	1	CLASIFICACION	Primary *	LOCALIDAD	CANTON	GRECIA *	LATITUD NORTE	0 ' 0 "	0 "	FECHA DE DISEÑO	1	7	1968						
KILOMETRO	36.605 km			DISTRITO	PUENTE DE PIEDRA *	LONGITUD ESTE	0 ' 0 "	0 "	FECHA DE CONCLUSION DE CONSTRUCCION				1974						
No.	7	UBICACION	Damage		No.	8	UBICACION	Damage		No.	9	UBICACION	Damage						
NOTA	77			DÍA	MES	AÑO	NOTA	88			DÍA	MES	AÑO	NOTA	99				
				7	9	2005					8	9	2005				9	9	2005
No.	10	UBICACION	Damage		No.	11	UBICACION	Damage		No.	12	UBICACION	Damage						
NOTA	11			DÍA	MES	AÑO	NOTA	22			DÍA	MES	AÑO	NOTA	33				
				10	9	2005					11	9	2005				12	9	2005

Formulario-6 Clasificación de la Condición de los Elementos del Puente

INSPECCION DE PUENTES (GRADO DE DAÑO)										No. DE ESTRUCTURA 1				
NOMBRE DEL PUENTE Colorado River 01				PROVINCIA	ALAJUELA *	ADMINISTRADO POR	Región CONAVI *			DÍA	MES	AÑO		
No. DE LA RUTA	1	CLASIFICACION	Primary *	LOCALIDAD	CANTON	GRECIA *	LATITUD NORTE	'	'	FECHA DE DISEÑO	1	7	1968	
KILOMETRO	36.605 km			DISTRITO	PUENTE DE PIEDRA *	LONGITUD ESTE	'	'	FECHA DE CONCLUSION DE CONSTRUCCION				1974	
TIPO DE DAÑO Y EVALUACION DEL GRADO DEL DAÑO										COMENTARIOS				
1. PAVIMENTO	ITEM	1. CRACKING	2. RUTS	3. AGGREGATE LOSS	4. PATCHES	5. OVERLAY DEFECTS				test				
	EVALUACION	1	1	3	2	1								
2. BARRANDA (ACERO)	ITEM	1. DEFORMACION	2. OXIDACION	3. CORROSION	4. FALTANTE									
	EVALUACION													
3. BARRANDA (CONCRETO)	ITEM	1. AGRIETAMIENTO	2. JUNTAS DE REPUERZO EXPUESTO	3. FALTANTE										
	EVALUACION	1	1	1										
4. JUNTA DE EXPANSION	ITEM	1. BORTOS O EXTRAÑOS	2. FILTRACION DE AGUAS	3. FALTANTE O DEFORMACION	4. MOVIMIENTO VERTICAL	5. JUNTAS DESDIBAJADAS	6. ACERO DE REPUERZO							
	EVALUACION	1	5	1	5	1								
5. LOGA	ITEM	1. ORIENTAS EN UNA DIRECCION	2. ORIENTAS EN DOS	3. DESCASCAMIENTO	4. ACERO DE REPUERZO	5. NUDOS DE PIEDRA	6. EPORESCENCIA	7. AGUJEROS						
	EVALUACION	1	1	2	2	1	3	1						
6. VIGA PRINCIPAL DE ACERO	ITEM	1. OXIDACION	2. CORROSION	3. DEFORMACION	4. RESQUILLOS DE HERRILOS	5. ROTURA EN SOLDADURA O PLACA								
	EVALUACION													
7. SISTEMA DE AISLAMIENTO	ITEM	1. OXIDACION	2. CORROSION	3. DEFORMACION	4. ROTURA DE UNIONES	5. ROTURA DE ELEMENTOS								
	EVALUACION													
8. PINTURA	ITEM	1. DECOLORACION	2. AMPOLLAS	3. DESCASCAMIENTO										
	EVALUACION													
9. VIGA PRINCIPAL DE CONCRETO	ITEM	1. ORIENTAS EN UNA DIRECCION	2. ORIENTAS EN DOS	3. DESCASCAMIENTO	4. ACERO DE REPUERZO	5. NUDOS DE PIEDRA	6. EPORESCENCIA							
	EVALUACION	1	1	1	1	1	1							
10. VIGA DIAFRAGMA	ITEM	1. ORIENTAS EN UNA DIRECCION	2. ORIENTAS EN DOS	3. DESCASCAMIENTO	4. ACERO DE REPUERZO	5. NUDOS DE PIEDRA	6. EPORESCENCIA							
	EVALUACION	1	1	1	1	1	1							
11. APOYOS	ITEM	1. ROTURA DE APOYOS	2. DEFORMACION EXTERNA	3. INCLINACION	4. DESPLAZAMIENTO									
	EVALUACION	1	1	3										
12. BASE CABEZAL Y ALICATES (BASTION)	ITEM	1. ORIENTAS EN UNA DIRECCION	2. ORIENTAS EN DOS	3. DESCASCAMIENTO	4. ACERO DE REPUERZO	5. NUDOS DE PIEDRA	6. EPORESCENCIA	7. PROTECCION DE TERRAPLEN						
	EVALUACION	1	1	1	1	1	1							
13. CUERPO PRINCIPAL (BASTION)	ITEM	1. ORIENTAS EN UNA DIRECCION	2. ORIENTAS EN DOS	3. DESCASCAMIENTO	4. ACERO DE REPUERZO	5. NUDOS DE PIEDRA	6. EPORESCENCIA	7. PROTECCION TALUDES						
	EVALUACION	1	1	1	1	1	1	1						
	ITEM	8. INCLINACION	9. SOCAVACION											
	EVALUACION	1	1											
14. MARTILLO (PILA)	ITEM	1. ORIENTAS EN UNA DIRECCION	2. ORIENTAS EN DOS	3. DESCASCAMIENTO	4. ACERO DE REPUERZO	5. NUDOS DE PIEDRA	6. EPORESCENCIA							
	EVALUACION	1	1	1	1	1	1							
15. CUERPO PRINCIPAL (PILA)	ITEM	1. ORIENTAS EN UNA DIRECCION	2. ORIENTAS EN DOS	3. DESCASCAMIENTO	4. ACERO DE REPUERZO	5. NUDOS DE PIEDRA	6. EPORESCENCIA	7. INCLINACION						
	EVALUACION	3	1	1	1	1	1	1						
	ITEM	8. SOCAVACION												
	EVALUACION	1												
										EVALUACION	GRADO DEL DAÑO		SOCAVACION	
										1	Ningún daño visible		Sin Socavación	
										2	En pocos lugares		Tendencia a socavarse	
										3	En muchos lugares		Socavación no peligrosa	
										4	En menos de la mitad		Socavación peligrosa	
										5	En la mayoría de las partes		Condición de Emergencia	
										FECHA	INSPECCION	NOMBRE DE INSPECTOR	FIRMA	
										1	10	2005	Gabriela Jorge	



## Capítulo.15 Herramientas para la Administración de Puentes

Un lineamiento y dos manuales fueron preparados en este estudio como una herramienta para apoyar las actividades de mantenimiento de puentes. Estos son el Lineamiento para el Mantenimiento de Puentes, el Manual de Inspección de Puentes y el Manual del Sistema de Administración de Estructuras de Puentes y el resumen de cada herramienta es el siguiente:

### 1) Manual de Inspección de Puentes

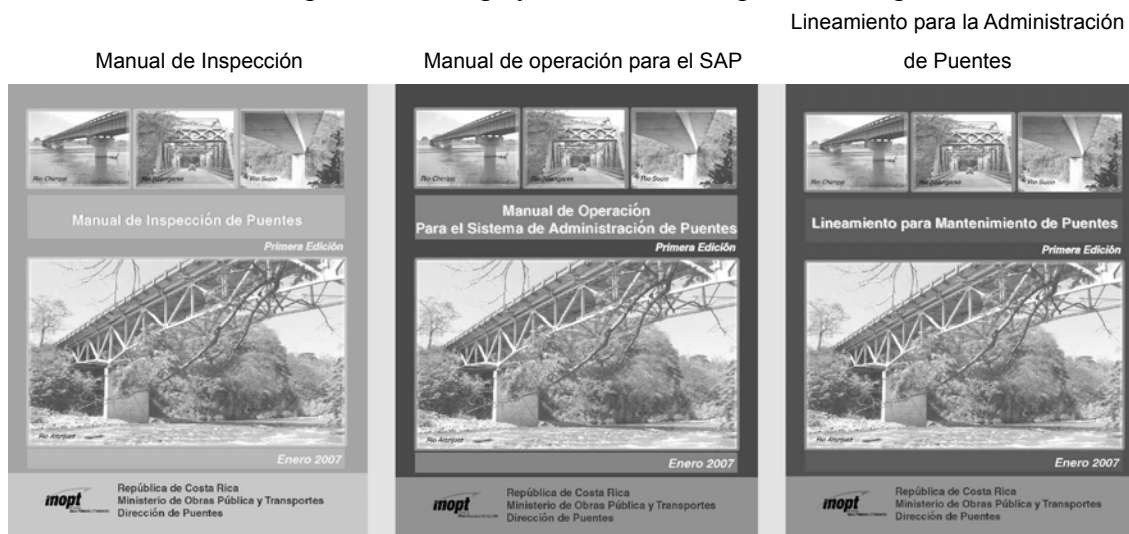
Este manual está preparado principalmente para los inspectores e ingenieros de puentes. El manual instruye acerca de como implementar el estudio del inventario, los procedimientos de la inspección rutinaria y los métodos para evaluar el deterioro de los puentes.

### 2) Manual para el Sistema de Administración de Estructuras de Puentes

El manual se preparó principalmente para el administrador del sistema y los ingenieros de puentes. El manual instruye el método de operación y sirve para mantener el Sistema de Administración de Puentes.

### 3) Lineamiento para el Mantenimiento de Puentes

El lineamiento se preparó principalmente para los ingenieros de puentes quienes están a cargo de las actividades de mantenimiento de puentes. El lineamiento instruye el concepto del mantenimiento de puentes, causa del deterioro de un puente, el método de la inspección detallada, el método de la prueba de carga y el método de reparación de puentes.



Manual de Inspección

- Cap 1 Introducción
- Cap 2 Responsabilidades del Inspector de Puentes
- Cap 3 Estudio del Inventario & Inspección Periódica para Puentes
- Cap 4 Sistema de Informe de Puentes
- Cap 5 Guía de Códigos para los Datos del Inventario de Puentes
- Cap 6 Guía del Código para la Clasificación de la Condición de los Elementos del Puente  
Pavimento, Baranda de acero & Acera, Baranda de concreto, juntas de expansión, losa, viga principal de acero, elementos del puente, Pintura, viga principal de concreto, Viga transversal de concreto, apoyos del puente, Parapeto & alerón del bastión, parte principal del bastión, viga de la pila, columna de la pila.

Manual de operación para el SAP

- Cap 1 Introducción
  - 1.1 Objetivo del Sistema
  - 1.2 Concepto del Sistema
  - 1.3 Componente del Sistema
  - 1.4 Herramientas para el Desarrollo del Sistema
  - 1.5 Entorno para la Operación del Sistema
  - 1.6 Operación del Sistema
  - 1.7 Información relevante
  - 1.8 Proceso del Registro de Datos
- Cap 2 Operación para el Sistema
  - 2.1 Movimiento de la Pantalla
  - 2.2 Diagrama de la Operación del Sistema
  - 2.3 Instrucción para la Operación del Sistema
- Cap 3 Administración de los Datos del Sistema
  - 3.1 Introducción
  - 3.2 Estructura de los Datos
  - 3.3 Registro y renovación de los datos
  - 3.4 Administración de otros datos

Lineamiento para la Administración de Puentes

- Cap 1 Introducción
- Cap 2 Resumen del Lineamiento
- Cap 3 Sistema de Administración de Puentes
- Cap 4 Identificación del Deterioro
- Cap 5 Inspección Detallada
- Cap 6 Investigación de la Capacidad de Carga
- Cap 7 Diseño
  - General
  - Medidas Correctivas
  - Losa, sistema de cubiertas, viga tipo I de concreto reforzado, viga tipo I de pc, viga cajón de pc, viga tipo I de acero, cercha de acero, Subestructura, Fundación, Accesorios, sistema de prevención para la caída del puente
- Cap 8 Medidas de Seguridad

## **Capítulo.16 Apoyo Técnico para las Consideraciones Ambientales y Sociales**

### **16.1 Examen Ambiental Inicial (EAI)**

Este estudio resume los resultados del EAI el cual evalúa los impactos potenciales asociados con la planificación de la rehabilitación, mantenimiento y administración de los 10 Puentes existentes seleccionados. Dentro de este estudio, la investigación de campo se realiza en Enero y Febrero del 2006 mientras se conduce la recopilación de la información tal como las entrevistas y la literatura con agencias y organizaciones competentes tales como SETENA. Del estudio EAI, se puede observar que no existen impactos ambientales potenciales significantes que se puedan reconocer ya que el proyecto propuesto está orientado a la rehabilitación y mantenimiento y no realiza trabajos de construcción de gran escala de nuevos puentes o de carreteras de aproximación. Sin embargo, los impactos ambientales potenciales de factores ambientales como la degradación de la calidad del agua temporal, las presas de tráfico, ruidos y vibraciones, el tratamiento de los desechos de la construcción, la colocación de la construcción, enfermedades infecciosas tales como el dengue, la malaria en los trabajadores de la construcción durante el período de construcción no son factores insignificantes. Varios sitios de puentes pueden estar ubicados en áreas adyacentes de sitios ecológicos importantes o sitios culturales o inclusive dentro de parques nacionales. Además, es posible que haya varios ocupantes ilegales en dos sitios de puentes. Por lo que es necesario establecer un programa de administración ambiental apropiado que disminuya o evite estos impactos ambientales negativos identificados.

### **16.2 Apoyo Técnico para el Desarrollo de Términos de Referencia del Estudio Ambiental**

Para comenzar, se discuten las formas adecuadas para la propuesta de licencias ambientales que se atienen por la Ley EIA de Costa Rica y por los Lineamientos de JICA. Luego, basándose en ambas características de ingeniería de los planes de rehabilitación de puentes propuestos y el significado de los impactos negativos potenciales asociados con este plan de rehabilitación, se presenta una lista comprensiva de subareas ambientales relevantes. Estas subareas son componentes claves del estudio completo de la Evaluación del Impacto Ambiental, y cubre, por ejemplo, desde estudios de campo hasta estudios de evaluación de impacto. Se resumieron varias direcciones y conceptos del desarrollo de los Términos de Referencia de estudios ambientales relevantes. Los resultados preliminares de las categorías del proyecto de cada plan de rehabilitación de puentes, se presenta también uno de los pasos importantes en el proceso completo de solicitud de licencias.

Se resumen las medidas seleccionadas asociadas con la protección de los alrededores de la vía, calidad del aire, recursos de agua, suelo y ambiente biológico, que serán factores ambientales cruciales dentro del proceso de solicitud de licencias. Los conceptos claves para formular el programa de administración ambiental y las actividades de monitoreo ambientales relevantes.

Se observa que los planes de rehabilitación para 10 puentes seleccionados serán categorizados en “Categoría B1” de acuerdo a la Ley EIA de Costa Rica y “Categoría B” según los Lineamientos de JICA .

### 16.3 Reunión de Involucrados

De acuerdo a la minuta de la reunión celebrada entre el gobierno del Costa Rica y el gobierno del Japón, cuatro reuniones de los involucrados fueron mantenidas, basado en Lineamientos JICA. Los objetivos principales de estas reuniones son realzar la participación pública de los diversos involucrados con fondos diferentes, establecer divulgación integral de información, compartir el conocimiento y entendiendo acerca del proyecto entre involucrados.

Dentro de este estudio, las siguiente información esta colocadaza en la pagina de Internet del MOPT y puede ser descargada para cualquier grupo y/o persona que este interesado en esta propuesta de estudio de la pagina web ([www.mopt.go.cr/jica-mopt/index.html](http://www.mopt.go.cr/jica-mopt/index.html)).

**Tabla 16.1. Horario de Reuniones de Involucrados**

Fecha	Lugar	Tópicos principales
1 Feb/21/06 (Martes) 9:00 am - 0:00 pm	MOPT	- Entorno del Proyecto - Consideraciones Socio-Ambientales - Costa Rica EIA & JICA EIA Leyes y Guías
2 Jun/08/06 (Jueves) 9:00 am - 0:00 pm	CIC	- Resultados (Mayores Hallazgos)de EAI - Varios
3 Oct/11/06 (Miércoles) 1:30 pm – 3:00 pm	CIC	- Progreso en la Rehabilitación de Puentes /Plan de mejora - Revisión P/R de sesiones previas de reuniones de involucrados - Explicación de la Actualización de la Pagina de Inicio del Proyecto (guía JICA basada en las reuniones de involucrados) - Problemas ambientales principales asociados a cada plan de rehabilitación de puentes - Direcciones Clave y Conceptos de Desarrollo de Términos de Referencia - Resultados de Categorización de Proyecto Preliminar - Varios
4 Dic/07/06 (Jueves) Comite directivo 8:30 am – 11:30 am	CONAV I	- Resultados del Estudio - Resultados de la categorizacion de los Proyectos Preliminares - Varios

MOPT: Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Asociación de Ingenieros Civiles CIC del CFIA (Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica)



## Capítulo.17 Conclusiones y Recomendaciones

### 17.1 Conclusiones

#### 1) Logros

Consecuentemente las diferencias de capacidad y los problemas principales en el mantenimiento de puentes son evaluadas minuciosamente y proyectadas durante el período de estudio, se ha formulado concretamente y lanzado un programa sintético para la mejora del mantenimiento de puentes bajo el concepto de Programa de Administración de Proyectos.

El programa de administración de puentes está a cargo del Grupo Consultivo de Mantenimiento de Puentes (GCMP), como fue descrito en detalle en el Capítulo 6, y se espera que tenga una eficacia total a nivel individual, lo mismo que a nivel social/institucional en necesidad de mejoras. Simultáneamente, las diversas actividades de entrenamiento han sido experimentadas como contribuciones de criterio a través del programa de Entrenamiento Técnico declarado en el Capítulo 7.

En menciones particulares de estas contribuciones de criterio, el cumplimiento de las pruebas de carga en 2 puentes, al mismo tiempo que el diseño detallado provisto para los trabajos de rehabilitación, reforzamiento y mejora de los 10 puentes merece aparecer en esta sección. Estas dos actividades se completaron con una producción cimentada en esfuerzos técnicos consistentes de la colaboración mutua de la contraparte y el equipo de estudio, descritos en detalle en el Capítulo 10 y el 11 respectivamente.

Es un logro significativo que una considerable competencia técnica y administrativa para las Contrapartes ha alcanzado una mejora digna especialmente a nivel individual.

#### 2) Tareas por realizar

Como se especifica en detalle en los resultados del monitoreo y las evaluaciones del Capítulo 6, no es que se haya personificado un desarrollo de capacidad en todos los niveles de objetivo.

**(1) El nivel de capacidad individual**, el cual resulta satisfactorio en una etapa inicial del desarrollo de capacidad en términos de competencia técnica, se espera que este sea mejorado aún más para hacer un cambio práctico, con etapas de aplicación de aspectos técnicos basadas en criterios de contribución que el programa de entrenamiento describe anteriormente.

Generalmente se reconoce las competencias técnicas de los ingenieros de puentes, no son para acumularse ni para llegar a la cima de una día a otro. Todavía hay tareas que están en transición que permiten que habilidades básicas, el conocimiento y las herramientas brindadas tales como el Manual y los Lineamientos echen raíz en ingenieros y para infiltrar en un nivel de avance de la capacidad para este país en particular y/o sus regiones.

**(2) Los niveles de capacidad organizacional, institucional y social** están en un punto inicial para elaborar y jugar con los planes de implementación formulados por el GCMP bajo el programa de mantenimiento de puentes.

Ya que es crucial para el GCMP ser formado con miembros de varios sectores e inter institucionales convocados debido a los papeles y tareas especificadas en los proyectos modulares, puede haber factores inciertos en aspectos administrativos para reforzar los planes del programa. La coordinación entre los miembros y los arreglos presupuestarios son factores indispensables a ser asegurados.

### 3) Conclusiones

Como se estipuló en capítulos anteriores, el “Desarrollo de Capacidad en la Rehabilitación, Planificación, Mantenimiento y Administración de Puentes basado en 29 puentes de la Red Vial Nacional” ha comenzado y se ha expandido eficazmente para reforzar la capacidad del mantenimiento de puentes en Costa Rica. De lado de la examinación técnica para la rehabilitación de 29 puentes incluyendo el diseño para los trabajos de reparación de los 10 puentes seleccionados, que representan las características estructurales de totalidad, al mismo tiempo que las actividades de defensa múltiple para la Administración de Bienes, la conciencia y comprensión del concepto de Desarrollo de Capacidad ha sido premiado con resultados positivos y eficacia.

Ahora que el Desarrollo de Capacidad para la Administración de Puentes ha comenzado a profundizar la comprensión entre las agencias gubernamentales, las instituciones académicas y/o no gubernamentales, es un buen momento para que el Gobierno de Costa Rica persista en enfrentar este tema tan significativo con visión política y compromiso firme.

El aspecto sostenible del desarrollo de capacidad es clave. Debe de ser esencial que los resultados/contribuciones del estudio sean apoderados por la Contraparte después de que se retire la asistencia técnica externa y el cuidado de seguimiento necesario deben de alimentarse estratégicamente con las perspectivas a término medio-largo.

### 17.2 Recomendaciones

#### 1) Seguimientos en base al resultado del Estudio

##### **(1) Implementación del Programa de Mantenimiento de Puentes Comprensivo a través de la Formulación de la Estructura del Desglose del Trabajo a gran escala y el Plan de Operaciones de los 5 Proyectos Modulares Integrados.**

Con base en a estructura de desglose de trabajo (EDT) preliminar propuesta y el plan de operaciones (PO) para los 5 proyectos modulares que son componentes integrales del programa de mejora de mantenimiento de puentes, el MOPT y CONAVI, bajo la asistencia de los miembros de los 5 grupos de trabajo del Grupo Consultivo de Mantenimiento de Puentes, se necesita formular la EDT y el PO para cada proyecto modular, por lo que provee un mapa de la ruta para lograr el programa de mantenimiento de puentes ideal. Estos EDT y PO detallados y a gran escala se utilizarán como base de la solicitud de presupuesto para el año fiscal del 2008 al 2012.

##### **(2) Operación Continua y sin complicaciones del GCMP y los 5 Grupos de Trabajo**

Mientras el GCMP actúa como un consejero y como cuerpo de consultor para fortalecer la capacidad institucional de la Dirección de Puentes recién establecida del MOPT y el

departamento que se planea en CONAVI para la conservación de Puentes, los 5 grupos de trabajo del GCMP son los entes responsables para la implementación de los proyectos modulares integrados. Una operación regular y sin complicaciones del GCMP y de los 5 grupos de trabajo es necesaria para la implementación real de los 5 proyectos modulares integrados. El fuerte compromiso de cada miembro, el protocolo para los procedimientos y una clara separación de las responsabilidades entre los miembros son ingredientes esenciales para el éxito de una operación sin complicaciones del GCMP y los 5 grupos de trabajo. Especialmente, dado que los miembros del GCMP esta comprometido normalmente en los trabajos originales de las organizaciones a las que pertenece, se necesitará que esas organizaciones provean de servicios a los miembros.

### **(3) Mejora de la Capacidad Individual de los Oficiales de MOPT y CONAVI (Implementación del Proyecto Modular 1)**

Las capacidades individuales de los oficiales de MOPT y CONAVI deberán ser mejoradas a través de una serie de seminarios y oportunidades de capacitación en el sitio de trabajo en los siguientes campos para atender la demanda del fortalecimiento institucional del MOPT y de CONAVI.

#### **(i) Mejora de la Capacidad Individual en el campo de la inspección y diagnóstico**

La inspección periódica apropiada y el diagnóstico de las capacidades puentes de los elementos básicos e integrales para el mantenimiento de puentes. Los datos recolectados y diagnosticados de los puentes existentes se obtienen de inspecciones periódicas utilizando del manual de inspección apropiada que fue redactada durante el periodo de estudio.

#### **(ii) Mejora de la Capacidad Individual en el campo de operación del SAP y selección prioritaria**

El Sistema de Administración de Puentes (SAP) es una herramienta cardinal par alas prácticas de mantenimiento de puentes. El SAP permite que el MOPT y CONAVI analice la selección de prioridad de los puentes a ser reparados y reforzados con base en la base de datos formada por el manual de operación del SAP. El SAP debe de ser flexible y actualizado continuamente en respuesta a los problemas operacionales identificados, y la operación del SAP deberá estar relacionada con la mejora de las prácticas de inspección y diagnóstico.

#### **(iii) Mejora de la Capacidad Individual en el campo de la planificación e implementación del mantenimiento de puentes**

En respuesta a los resultados de la selección prioritaria de puentes, se deberá implementar la planificación, diseño e implementación de las reparaciones y refuerzo después de la inspección detallada. Una serie de prácticas de mantenimiento de puentes se deberá implementar en cumplimiento con el lineamiento redactado para el mantenimiento de puentes. Ya que las tecnologías de mantenimiento de puentes se pueden adquirir mediante el proceso aprender haciendo se deberá de proveer de oportunidades de entrenamiento en el sitio de trabajo para generar suficiente equipo de trabajo.

### **(4) Fortalecimiento de la Nueva Dirección de Puentes del MOPT y Creación del**

## **Departamento Propuesto de Conservación de Puentes de CONAVI (Implementación del Proyecto Modular 2)**

### **(i) Simplificación de la separación de las responsabilidades entre la nueva dirección de puentes del MOPT y el Departamento propuesto de Conservación de puentes de CONAVI**

De acuerdo con la separación propuesta de responsabilidades entre MOPT y CONAVI, estos se requieren que trabajen conjuntamente para simplificar el flujo de trabajo de ambas organizaciones relacionadas a los puentes.

### **(ii) Fortalecimiento de la nueva dirección de puentes del MOPT y creación del departamento de conservación de puentes de CONAVI**

Ya que el Departamento de Diseño de Puentes actual del MOPT está siendo promovido a una nueva dirección de puentes a partir del año fiscal 2007, este impulso para la reforma institucional se deberá de usar al máximo para obtener recursos financieros y humanos amplios para el Mantenimiento de Puentes. Además, el nuevo departamento de conservación de puentes de CONAVI ha sido propuesto junto con la estructura organizacional ideal, mientras que CONAVI no ha especificado los detalles de este nuevo departamento. A pesar de que se ha estimado el número necesario de empleados, la estructura organizacional propuesta y el presupuesto necesario para la Nueva Dirección de Puentes del MOPT y el Departamento de conservación de Puentes propuesto del CONAVI, existen diferencias considerables entre la escala necesaria del presupuesto y las cantidades solicitadas del presupuesto. Se deberá finalizar en relación cercana con las autoridades de planificación y financieras las estructuras organizacionales detalladas, el número de miembros según la experiencia, el aumento paso a paso del número total de empleados, el acuerdo del presupuesto para los costos de operación y los costos del personal

## **(5) Desarrollo de Recursos Humanos a Largo Plazo e Intercambio de información Técnica**

El desarrollo de recursos humanos a largo plazo el cual provee candidatos para el equipo de trabajo del MOPT y CONAVI al mismo tiempo que en el sector privado en el campo del mantenimiento de puentes, lo cual es clave para el mantenimiento de puentes sostenible. Universidades tales como la Universidad de Costa Rica se puede considerar como una institución académica que provee de graduados calificados para los ingenieros necesarios a través de los nuevos cursos relevantes de estas universidades en los campos de ingeniería y mantenimiento. La escala, horario y plan presupuestario para los nuevos cursos de estas universidades se deberán de diseñar tomando en consideración la demanda doméstica y el tamaño del mercado de la construcción de puentes y el mantenimiento. Al mismo tiempo, al usar oportunidades de la comisión técnica del PPP en la red vial se deberá promover una serie de intercambios de información técnica en el campo del mantenimiento de puentes entre los países miembros del PPP, al mismo tiempo que las actividades de seguimiento después del seminario regional PPP realizado en Diciembre 2006. Además, se deberá de implementar el intercambio de información técnica doméstica periódica entre el sector público, las instituciones académicas y el sector privado en el campo de la ingeniería de puentes y mantenimiento.

#### **(6) Mejora de Regulaciones y Estándares (Implementación del Proyecto Modular 4)**

Las regulaciones y estándares relevantes en el campo del diseño de puentes y los procedimientos de adquisición bajo los proyectos públicos y de concesión, los cuales deben ser mejorados considerablemente al revisar las regulaciones y los estándares existentes. A pesar de que el manual de inspección, el manual de operación del SAP y el lineamiento para el mantenimiento de puentes fueron redactados durante el periodo del estudio, no se ha mejorado de manera suficiente las regulaciones y los estándares. Especialmente, se le deba de prestar atención a los puentes que fueron y serán construidos bajo proyectos de concesión para asegurar que estas concesiones hagan uso apropiado de los manuales de inspección y el lineamiento para el mantenimiento de puentes redactados, por lo que las prácticas de mantenimiento de puentes por los concesionarios se cumplan con los proyectos de investigación pública regular.

#### **(7) Promoción de la defensa de los oficiales de Gobierno y Relaciones Públicas (Implementación del Proyecto Modular 5)**

Ya que el acuerdo presupuestario es clave para la implementación de los 5 proyectos modulares, especialmente los de mejora de capacidad individual (proyecto modular 1) y la reforma institucional de MOPT y CONAVI (proyecto modular 2), la comprensión de la importancia de la administración de activos por altos oficiales gubernamentales al mismo tiempo que un fuerte compromiso político para la asignación para el mantenimiento de puentes es esencial para el mantenimiento de puentes sostenible. Al mismo tiempo, para promocionar la comprensión de los contribuyentes y de los usuarios de puentes sobre la importancia del mantenimiento de puentes, se deberá implementar varias actividades de relaciones públicas domésticas haciendo uso de los medios de comunicación. La asignación balanceada del presupuesto entre la construcción de nuevos puentes y el mantenimiento de puentes existentes deberá de ser reconocida por los oficiales del gobierno y los contribuyentes a través de esta defensa y de las actividades de relaciones públicas.

#### **(8) Monitoreo Continuo y evaluación de los resultados del Proceso de Desarrollo de Capacidad**

Los resultados del desarrollo de capacidad a través de la implementación de los 5 proyectos modulares se necesitan monitorear y evaluar periódicamente para asegurar que el proceso de desarrollo de capacidad está bien encaminado de acuerdo con los procedimientos de monitoreo y evaluación propuestos. Los puntos de referencia como indicadores de rendimiento para el monitoreo y la evaluación se deben de actualizar continuamente para las reacciones de las actividades de desarrollo de capacidad. Se deberá de colocar un par de oficiales eficientes en las herramientas del marco de trabajo de la administración del proyecto tal como el SAP, la EDT y el PO, en la unidad de monitoreo del secretariado del GCMP.

### **2) La deflexión de los puentes de viga cajón de concreto presforzado**

Se observa una deflexión anormal en el tramo central de los Puentes de viga cajón de concreto preforsado como en los casos del Puente No.17 sobre el Río Chirripó (alrededor de



20 cm.) y en el puente No. 20 sobre el Río Sucio (alrededor de 27 cm.). El análisis anterior indica que el Puente No. 17 y el No. 20 satisfacen los requerimientos estructurales necesarios a excepción de las deflexiones observadas en el tramo medio por lo que será capaz de servir de manera segura al tráfico. Se cree que las deflexiones observadas son causa de la calidad de control insuficiente durante la construcción. Sin embargo, está suposición ya que no existen planos ni registros de construcción disponibles. Hágase notar que la capacidad de carga de los puentes para HS20+25% se verificó en el análisis estructural usando un modelo basado en los planos originales de diseño.

Por las razones mencionadas, el equipo de estudio cree que el Puente No. 21 y No. 20 puede servir al público de manera segura en el futuro. Sin embargo, se recomienda que se midan las deflexiones de estos puentes al menos una vez al año.

### **3) Asegurando los Fondos suficientes para la Rehabilitación y Refuerzo de los Puentes**

El Equipo de Estudio ha examinado y recolectado conceptos y metodologías de la rehabilitación y refuerzo adecuadas de los puentes de estudio que producirán beneficios considerables para el público. Se recomienda que el público este conciente de esta vía a través de una campaña de reconocimiento para asegurar los suficientes fondos para el futuro para ser usados en estas estructuras.

### **4) Consideraciones Ambientales y Sociales**

A través del estudio del EIA, se encontró que los impactos potenciales que pueden ser causados por el programa de rehabilitación de puentes propuesto tales como el impacto en la calidad del agua no serán insignificantes en la fase de la construcción. Además, varios sitios de puentes pueden estar ubicados de manera adyacente a corredores biológicos importantes (Figura 16.2.1) y por ende se convertirían en puntos de discusión crítica en las fases de construcción y operación. Los Términos de Referencia del estudio ambiental se deberán de desarrollar con base en Costa Rica. La Ley del EIA y las leyes o regulaciones relevantes tales como la ley de la biodiversidad y los estudios ambientales relevantes se deberán de realizar con base a los ToR.