

No. 1

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DE JAPON
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
REPUBLICA DE EL SALVADOR

INFORME DEL ESTUDIO DEL DISEÑO BASICO
DEL
PROYECTO PARA LA RECONSTRUCCION DE PUENTES
SOBRE
CARRETERAS PRINCIPALES PRIORITARIAS
EN LA
REPUBLICA DE EL SALVADOR

JUNIO DE 1993

NIPPON KOEI CO.,LTDA.

G R S
CR 2
93 -130

JICA

INFORME DEL ESTUDIO DEL DISEÑO BASICO DEL PROYECTO PARA LA RECONSTRUCCION DE PUENTES SOBRE CARRETERAS PRINCIPALES PRIORITARIAS EN LA REPUBLICA DE EL SALVADOR

JUNIO DE 1993

NIPPON

1/1

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DE JAPON
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
REPUBLICA DE EL SALVADOR

INFORME DEL ESTUDIO DEL DISEÑO BASICO
DEL
PROYECTO PARA LA RECONSTRUCCION DE PUENTES
SOBRE
CARRETERAS PRINCIPALES PRIORITARIAS
EN LA
REPUBLICA DE EL SALVADOR

JICA LIBRARY



1111062141

25971

JUNIO DE 1993

NIPPON KOEI CO.,LTDA.

国際協力事業団

25971

PREFACIO

En respuesta a la solicitud del Gobierno de la República de El Salvador, el Gobierno de Japón decidió realizar un estudio de diseño básico para la Reconstrucción de Puentes sobre Carreteras Principales Prioritarias y encargó dicho estudio a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

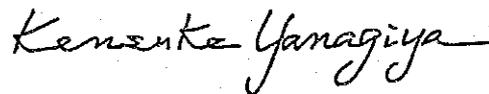
JICA envió a El Salvador una misión de estudio presidida por el Ing. Hiroto Ochi, Subdirector del Departamento de Mantenimiento, Autoridad de los Puentes Honshu - Shikoku, y formada con miembros de Nippon Koei Co., Ltda., del 10 de Enero al 8 de Febrero 1993.

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

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

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

Junio 1993



Kensuke Yanagiya
Presidente
Agencia de Cooperación
Internacional del Japón

Tokyo, 15 de junio de 1993

Señor: Kensuke Yanagiya
Presidente
Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA)
Tokyo, Japón.

Acta de Entrega

Mediante la presente, tenemos el agrado de presentar a Usted el Informe Final correspondiente al Estudio del Diseño Básico del "Proyecto para la Reconstrucción de Puentes sobre Carreteras Principales Prioritarias" en la República de El Salvador.

Este estudio fue realizado por Nippon Koei Co., Ltda., bajo al contrato con la Agencia de Cooperación Internacional (JICA), durante el período del 25 de diciembre de 1992 al 25 de junio de 1993. Al respecto de este estudio, cabe señalar que hemos examinado exhaustivamente la factibilidad y la pertinencia del proyecto, considerando la actual situación de El Salvador y planteando el Diseño Básico más apropiado para el proyecto, dentro del esquema del programa de Cooperación Financiera No-Reembolsables de Japón.

Aprovechamos de ésta oportunidad para hacer presente nuestro sincero agradecimiento a los funcionarios de JICA, el Ministerio de Asuntos Exteriores, y del Ministerio de Construcciones por su comprensión y cooperación. Asimismo, queremos hacer extensiva nuestra gratitud a los funcionarios de la Dirección de Caminos del Ministerio de Obras Públicas y a la Embajada de Japón en la República de El Salvador por su asesoramiento y esforzada cooperación durante la ejecución del estudio.

Finalmente, esperamos que el presente informe sea de amplia utilidad y contribuya a la futura promoción del proyecto.

Atentamente,

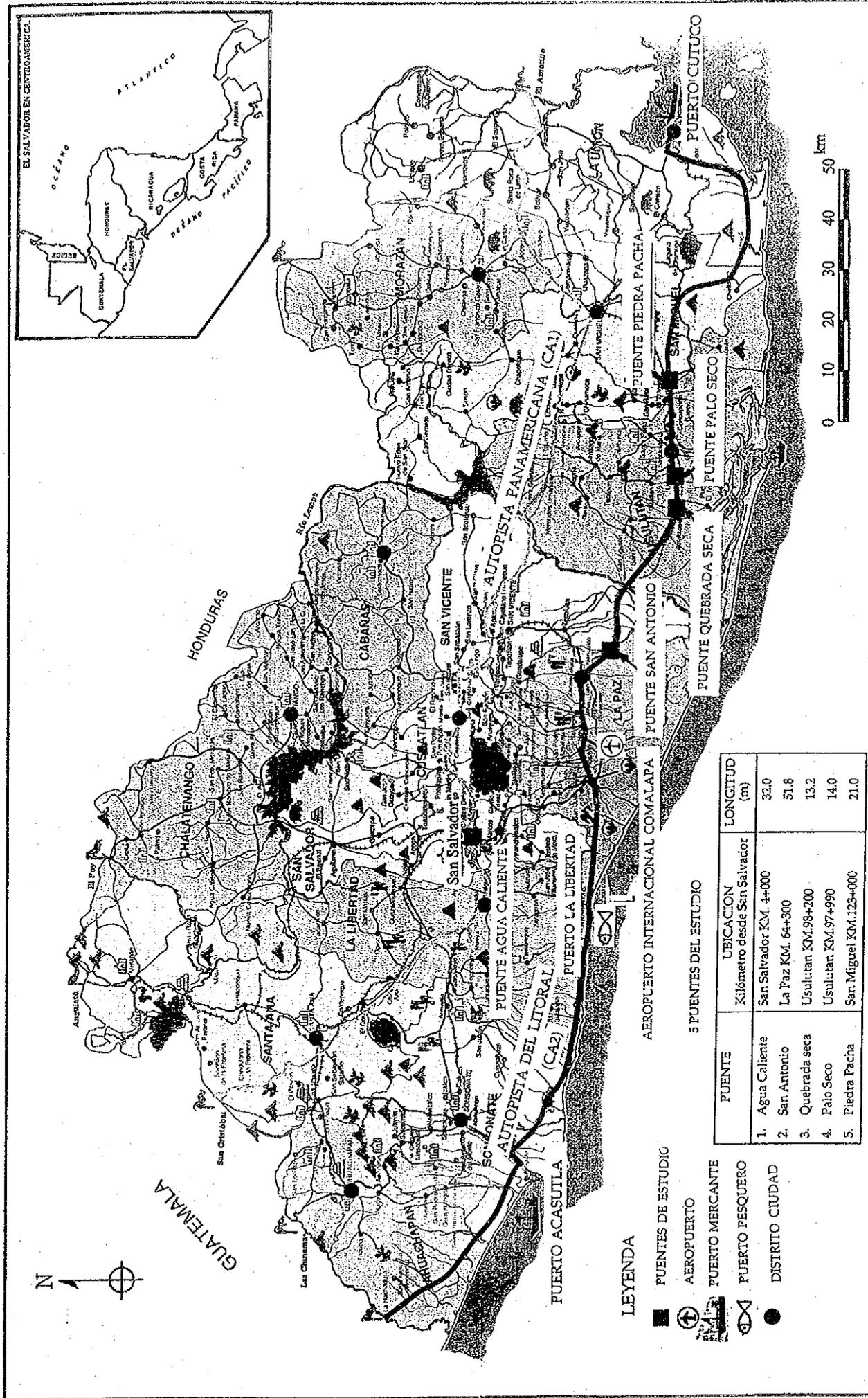


Junji Mashiba

Jefe de proyecto

Equipo de investigación del Estudio del Diseño
Básico del Proyecto para la Reconstrucción de
Puentes sobre Carreteras Principales Prioritarias

Nippon Koei Co., Ltda.



LEYENDA

- PUNTES DE ESTUDIO
- ⊕ AEROPUERTO
- ⊕ PUERTO MERCANTE
- ⊕ PUERTO PESQUERO
- DISTRITO CIUDAD

AEROPUERTO INTERNACIONAL COMALAPA

5 PUNTES DEL ESTUDIO

PUENTE	UBICACION Kilómetro desde San Salvador	LONGITUD (m)
1. Agua Caliente	San Salvador KM. 4+000	32.0
2. San Antonio	La Paz KM. 64+300	51.8
3. Quebrada seca	Usulután KM. 98+200	13.2
4. Palo Seco	Usulután KM. 97+990	14.0
5. Piedra Pacha	San Miguel KM. 123+000	21.0

ESTUDIO DEL DISEÑO BÁSICO PARA EL PROYECTO DE RECONSTRUCCIÓN DE PUENTES EN LAS PRINCIPALES CARRETERAS NACIONALES

PLANO DE UBICACIÓN

SINOPSIS

La República de El Salvador estuvo afectada por un conflicto bélico interno durante el largo período de 13 años a partir del año 1979, y a consecuencia de éste, las instalaciones e infraestructura productiva del país, fueron prácticamente destruidas. En cuanto respecta a la infraestructura vial, fueron destruidos o dañados muchos puentes ubicados sobre las carreteras principales de la red troncal, inclusive de las rutas internacionales como la Carretera Panamericana (CA-1) y la Carretera del Litoral (CA-2). Considerando el grado de importancia de esas rutas, los mencionados puentes ubicados sobre dichas carreteras principales, fueron reemplazados por puentes provisionales de tipo Bailey con carácter urgencia; pero puesto que éstos son puentes con un solo carril de tránsito, representan un obstáculo para el tráfico en el sector de su emplazamiento. Además, debido a que su capacidad portante es insuficiente, se procedió a la restricción de carga para los vehículos que los transitan; sin embargo, aún así, persiste el peligro de que éstos colapsen ante el paso de vehículos pesados.

En el "Plan de Reconstrucción Nacional", que se instauró luego de finalizar el conflicto bélico interno en enero de 1992, se establece como uno de los principales objetivos, el restaurar la destrozada infraestructura, dentro de lo cual se asignó una gran prioridad a la restauración de carreteras y puentes. Sin embargo, puesto que la rehabilitación de carreteras y puentes requiere de grandes inversiones y financiamientos, y el Gobierno de la República de El Salvador no cuenta con los recursos suficientes para cubrirlos, se recurrió a la solicitud de cooperación extranjera diversa.

A partir de éstos antecedentes, el Gobierno de la República de El Salvador, en agosto de 1992, solicitó al Gobierno de Japón la aplicación del "Programa de Cooperación Financiera No-Reembolsable" para la reposición de los 5 puentes que se muestra a continuación, ubicados en las carreteras principales CA-1 y CA-2.

Nombre del puente	Ruta
1) Agua Caliente	CA-1 antigua
2) San Antonio	CA-2
3) Quebrada Seca	CA-2
4) Palo Seco	CA-2
5) Piedra Pacha	CA-2

Actualmente, existen 11 puentes que necesitan ser repuestos urgentemente, y que por la emergencia se han instalado provisionalmente en éstos puntos unos puentes tipo Bailey. Entre éstos, 2 puentes están en plena reconstrucción mediante un financiamiento del Gobierno, y otro está considerado dentro uno de los tramos contemplados por el plan de

ensanchamiento de carreteras (sobre la CA-1). De entre éstos 8 puentes restantes se seleccionan solamente aquellos cuya longitud total sea menor de 50 m, teniéndose un saldo de 5 puentes que pasan a ser los puentes objetivos del presente estudio.

Conforme con ésta solicitud efectuada por el Gobierno de la República de El Salvador, el Gobierno de Japón determinó la ejecución del Estudio del Diseño Básico, y mediante la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA), envió un equipo de investigación desde el 10 de enero hasta el 8 de febrero de 1993 (30 días). Éste equipo de profesionales efectuó el estudio y recolección de los datos e informaciones concernientes a las carreteras CA-1, CA-2 y caminos periféricos, puentes, ubicación de los puentes a ser repuestos, medio ambiente afectado, situación del abastecimiento de materiales de construcción, informaciones de la construcción, etc. y a su vez efectuó reuniones con los funcionarios representantes del Gobierno de El Salvador para tratar éstos temas y los puntos incluidos en la solicitud del financiamiento. Se examinaron las dimensiones de los puentes tales como longitud, ancho, altura proyectada, etc. y también se hizo un examen de los tipos de puentes aplicables al proyecto. Seguidamente, se trataron estos puntos en reuniones con el Gobierno de El Salvador, y simultáneamente con esto, se decidió el rango de las obligaciones o gravámenes constructivos del Gobierno de El Salvador. A este respecto, se redactaron las "Minutas de las Reuniones" en conformidad de ambas partes.

El equipo de estudio, luego de retornar al Japón, efectuó un exhaustivo examen de los resultados obtenidos en el estudio y haciendo hincapié en la planificación de la reposición de puentes, y conjuntamente con esto examinó detenidamente los tipos de puentes, escala de los mismos, etc. y ejecutó el Diseño Básico conformado por el diseño estructural de los puentes, la planificación de la construcción, el cálculo de cubicación y costos de construcción; realizando además la evaluación del proyecto. El contenido de éstos análisis y sus resultados, fueron recopilados en el Borrador Informe Final del Estudio del Diseño Básico. Seguidamente, la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA), envió a El Salvador, desde el 18 hasta el 29 de abril de 1993, un equipo de estudio para hacer las explicaciones respectivas a este informe, cuyo contenido básico fué aceptado por el Gobierno de la República de El Salvador.

Puente	1) Agua Caliente		Departamento: San Salvador	
Configuración	Longitud	30 m	Ancho efectivo	7.9 m
	Superestructura	Viga cajón de concreto postensado, en curva		
	Subestructura	Estribos: 2 de concreto reforzado tipo T invertida		
	Fundaciones	Pilotes de concreto reforzado vaciados in situ		
Accesos	Ribera derecha	40 m	Ribera izquierda	40 m

Puente	2) San Antonio		Departamento: La Paz	
Configuración	Longitud	50 m	Ancho efectivo	7.9 m
	Superestructura	Vigas simplemente apoyadas de sección tipo T, de concreto postensado, de 2 tramos		
	Subestructura	Estribos: 2 de concreto reforzado tipo T invertida		
		Cepas: 1 de concreto reforzado tipo T invertida		
Fundaciones	Fundaciones directas			
Accesos	Ribera derecha	20 m	Ribera izquierda	20 m

Puente	3) Quebrada Seca		Departamento: Usulután	
Configuración	Longitud	20 m	Ancho efectivo	7.9 m
	Superestructura	Vigas compuestas, simplemente apoyadas de concreto postensado		
	Subestructura	Estribos: 2 de concreto reforzado tipo T invertida		
	Fundaciones	Fundaciones directas		
Accesos	Ribera derecha	20 m	Ribera izquierda	20 m

Puente	4) Palo Seco		Departamento: Usulután	
Configuración	Longitud	20 m	Ancho efectivo	7.9 m
	Superestructura	Vigas compuestas, simplemente apoyadas de concreto postensado		
	Subestructura	Estribos: 2 de concreto reforzado tipo T invertida		
	Fundaciones	Fundaciones directas		
Accesos	Ribera derecha	20 m	Ribera izquierda	20 m

Puente	5) Piedra Pacha		Departamento: San Miguel	
Configuración	Longitud	20 m	Ancho efectivo	7.9 m
	Superestructura	Vigas compuestas, simplemente apoyadas de concreto postensado		
	Subestructura	Estribos: 2 de concreto reforzado tipo T invertida		
	Fundaciones	Fundaciones directas		
Accesos	Ribera derecha	20 m	Ribera izquierda	20 m

Este proyecto se ejecutará después del "Canje de Notas" entre los gobiernos de Japón y de la República de El Salvador. Luego se procederá con el contrato de consultoría, la ejecución del diseño detallado, la preparación de los documentos para la licitación, se programa un lapso de aproximadamente 3.5 meses hasta la aprobación de la licitación;

luego que la evaluación de la licitación se haga efectiva, se procederá con el contrato de construcción, dándose inicio así a los trabajos de construcción. El plazo necesario para la construcción es de aproximadamente 12 meses.

Los resultados directos que se obtendrán con la ejecución de este proyecto, en el que se sustituirán los puentes provisionales de tipo Bailey por puentes definitivos de 2 carriles de tránsito son: restitución de las originales funciones de la carretera troncal al devolver la fluidez de tránsito a las carreteras CA-1 y CA-2 resolviendo los "cuellos de botella" que existían antes, y garantizar un recorrido seguro a los vehículos. Actualmente, el volumen de tránsito en la carretera CA-1 antigua, por el punto de emplazamiento del puente Agua Caliente es de aproximadamente 14,400 veh/día; por otra parte, el volumen de tránsito en la carretera CA-2, por los puntos de emplazamiento de los otros 4 puentes es de aproximadamente 2,500 veh/día. Especialmente la carretera CA-2, además de formar parte de la red troncal de El Salvador, tiene también funciones de vínculo internacional, y dentro del volumen de tránsito indicado anteriormente se incluye el tráfico de las rutas Guatemala-México y Honduras-Nicaragua-Panamá. Con la ejecución de este proyecto se proporcionarán beneficios directos al tráfico por estas rutas. Por otra parte, se tiene también otro beneficio directo, pues desde el punto de vista económico, tomando en cuenta que con la realización del proyecto, se evitarán los costos de mantenimiento y rehabilitación del tablero de madera que hasta hoy se utilizaron en los puentes provisionales de tipo Bailey.

Además, con la ejecución del presente proyecto se conseguirán los siguientes beneficios indirectos:

- Restitución de las funciones de las carreteras CA-1 y CA-2 como carreteras troncales, garantizar como resultado una vía de transporte de mercaderías ciertamente segura, activar la economía de las zonas aledañas, contribuir a la recuperación económica de toda la nación.
- Con la sustitución de los puentes provisionales de tipo Bailey por los nuevos puentes estipulados en este proyecto, se podrá disponer de estos para su instalación en otros puntos donde se requiera de puentes provisionales de este tipo.
- En el intento de conseguir la estabilidad política y económica de la República de El Salvador, la reintegración y creación de oportunidades de empleo para los excombatientes y población repatriada luego de establecerse la paz, se ha convertido en un tema de consideración. En este proyecto se planificó la utilización de estructuras de concreto en una magnitud considerable de tal manera que se utilice en lo posible la mano de obra, generándose de esta manera mayores oportunidades de empleo.
- A medida que se incrementaron los requerimientos y trabajos concernientes a la rehabilitación y reposición de puentes en la República de El Salvador, la

disponibilidad de técnicos especialistas en puentes se hizo muy escasa. Con la realización de este proyecto, utilizando personal técnico japonés, se fomentará a la transferencia de tecnología y se conseguirá aumentar el nivel de la tecnología en construcción de puentes de este país.

Consecuentemente, observando a partir de los beneficios que se mencionan en los párrafos presedentes, es que la ejecución de este proyecto mediante la aplicación del Programa de Cooperación Financiera No-Reembolsable de Japón, cobra un gran significado, y se espera que su ejecución sea efectiva en un corto plazo. Por otra parte, dentro de los puentes ubicados sobre las carreteras CA-1 y CA-2, cuya reposición es necesaria, y que no están incluidos en este proyecto, incluyendo los 3 puentes de mediana y gran escala, es deseable que sean repuestos en un corto plazo.

EL GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE EL SALVADOR
ESTUDIO DEL DISEÑO BÁSICO
DEL
PROYECTO PARA LA RECONSTRUCCIÓN DE PUENTES
SOBRE
CARRETERAS PRINCIPALES PRIORITARIAS

INFORME FINAL

ÍNDICE

PREFACIO	
ACTA DE ENTREGA	
PLANO DE UBICACIÓN	
SINOPSIS	
	<u>página</u>
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN	1-1
CAPÍTULO 2 ANTECEDENTES DEL PROYECTO	
2.1 Generalidades de la República de El Salvador.....	2-1
2.1.1 Geografía	2-1
2.1.2 Clima	2-1
2.1.3 Población	2-2
2.1.4 Estructura económica	2-2
2.2 Situación general del transporte	2-6
2.3 Sinópsis del Plan de Reconstrucción Nacional	2-8
2.4 Circunstancias y contenido de la solicitud	2-10
CAPÍTULO 3 ANTECEDENTES DEL AREA DEL PROYECTO	
3.1 Antecedentes generales	3-1
3.2 Situación del tráfico	3-2
3.2.1 Estado actual de la red de carreteras de El Salvador	3-2
3.2.2 Estudio de tráfico en el área del Proyecto	3-7
3.3 Antecedentes del lugar de emplazamiento	3-9
3.3.1 Situación presente de los puentes objetivo	3-9
3.3.2 Aspectos topográficos, geológicos y de suelos del terreno de fundación	3-11

	<u>página</u>
CAPÍTULO 4 CONTENIDO DEL PROYECTO	
4.1 Objetivo	4-1
4.2 Examen del contenido de la solicitud	4-1
4.2.1 Pertinencia de la solicitud	4-1
4.2.2 Proyectos similares y con otros financiamientos	4-3
4.2.3 Organización de la ejecución y plan de operaciones	4-6
4.2.4 Líneas básicas para la ejecución de la cooperación	4-10
4.3 Resumen del proyecto de puentes	4-11
4.3.1 Lugar de emplazamiento	4-11
4.3.2 Longitud de los puentes	4-11
4.3.3 Composición del ancho de los puentes	4-12
4.3.4 Tipo de los puentes	4-12
4.3.5 Margen del financiamiento	4-13
4.3.6 Margen de los gravámenes constructivos del Gobierno de El Salvador	4-14
4.3.7 Planificación de la administración de mantenimiento	4-14
 CAPÍTULO 5 DISEÑO BÁSICO	
5.1 Principios básicos del diseño	5-1
5.2 Determinación de las condiciones de diseño	5-2
5.2.1 Determinación de las condiciones y normas de diseño	5-2
5.2.2 Selección de la configuración de los puentes	5-6
5.3 Diseño Básico	5-9
5.3.1 Diseño de la superestructura	5-9
5.3.2 Diseño de la subestructura	5-13
5.3.3 Diseño de los caminos de acceso	5-14
5.4 Planos del Diseño Básico	5-14
5.5 Resumen de las cubicaciones	5-24
5.6 Planificación de la construcción	5-24
5.6.1 Criterios constructivos	5-24
5.6.2 Circunstancias e ítemes de precaución a tomarse en cuenta en la construcción	5-26
5.6.3 Planificación de la supervisión de la construcción	5-27
5.6.4 Planificación del abastecimiento de materiales, recursos, etc.	5-28
5.6.5 Cronograma para la ejecución	5-33
5.7 Distribución de la responsabilidades operacionales	5-36
 CAPÍTULO 6 RESULTADOS Y CONCLUSIONES	6-1

FIGURAS Y TABLAS

página

CAPÍTULO 2

Tabla 2.1.1	Población nacional según departamentos	2-3
Tabla 2.1.2	Producción nacional	2-5
Tabla 2.2.1	Volúmenes de transporte de las redes de carreteras y ferroviaria	2-7
Tabla 2.2.2	Volúmenes de transporte de las redes d.e carreteras y ferroviaria	2-7

CAPÍTULO 3

Figura 3.2.1	Plano de la red de carreteras principales	3-6
Tabla 3.1.1	Puentes objetivo del estudio	3-1
Tabla 3.2.1	Longitudes de caminos según departamentos y clasificación (1992)	3-5
Tabla 3.2.2	Longitudes de caminos según tipo de pavimento (1992)	3-5

CAPÍTULO 4

Figura 4.2.1	Puentes sobre las carreteras CA-1 y CA-2 que requieren ser rehabilitados	4-2
Figura 4.2.2	Proyectos con cooperacion extranjera	4-5
Figura 4.2.3	Organigrama del Ministerio de Obras Públicas	4-7
Figura 4.2.4	Organigrama de la Dirección General de Caminos	4-8
Figura 4.2.5	Organigrama del Departamento de Mantenimiento de la Dirección General de Caminos	4-10
Tabla 4.2.1	Puentes solicitados	4-1
Tabla 4.3.1	Rango de las obligaciones de cada país	4-14

CAPÍTULO 5

Figura 5.2.1	Mapa de regionalización sísmica	5-4
Figura 5.3.1	Sección de la viga curva tipo cajón de concreto postensado	5-10
Figura 5.3.2	Sección de las vigas de sección "T" de concreto postensado	5-11
Figura 5.3.3	Sección de las vigas compuestas simplemente apoyadas de concreto postensado	5-12
Figura 5.3.4	Sección transversal tipo de los accesos	5-14
Figura 5.4.1	Plano general del puente Agua Caliente	5-15
Figura 5.4.2	Plano estructural del puente Agua Caliente	5-16
Figura 5.4.3	Plano general del puente San Antonio	5-17
Figura 5.4.4	Plano estructural del puente San Antonio	5-18
Figura 5.4.5	Plano general del puente Quebrada Seca	5-19
Figura 5.4.6	Plano estructural del puente Quebrada Seca	5-20
Figura 5.4.7	Plano general del puente Palo Seco	5-21
Figura 5.4.8	Plano general del puente Piedra Pacha	5-22
Figura 5.4.9	Plano estructural de los puentes Palo Seco y Piedra Pacha	5-23

	<u>página</u>
Figura 5.6.1	Cronograma de la construcción 5-35
Figura 5.7.1	Distribución de responsabilidades 5-37
Tabla 5.2.1	Normas de diseño de caminos troncales 5-3
Tabla 5.2.2	Coeficientes para el diseño sísmico 5-5
Tabla 5.2.3	Coeficientes de importancia (I) de las instalaciones y edificaciones 5-5
Tabla 5.2.4	Pesos unitarios de los materiales 5-6
Tabla 5.6.1	Otros materiales de construcción 5-31
Tabla 5.6.2	Abastecimiento de equipo y maquinaria de construcción 5-31

ANEXOS

Anexo 1	Miembros del Equipo del Estudio de Diseño Básico A-1
Anexo 2	Itinerario del Estudio A-2
Anexo 3	Lista de personajes entrevistados A-12
Anexo 4	Lista de datos/información coleccionados A-13
Anexo 5	Minuta de la reunión A-18
Anexo 6	Memorándum A-23
Anexo 7	Minuta de la reunión (Presentación del Borrador del Informe Final) A-27
Anexo 8	Temperatura promedio mensual y anual registradas en estaciones meteorológicas de El Salvador..... A-30
Anexo 9	Cantidades normales de precipitación en milímetros de los datos reales de las precipitaciones en El Salvador A-31
Anexo 10	Principales enjambres sísmicos en El Salvador A-32
Anexo 11	Resultados del estudio de tráfico A-33
Anexo 12	Volúmenes de tráfico de las Carreteras CA-1 y CA-2 (1991) A-35
Anexo 13	Mapa geológico general de la República de El Salvador A-36
Anexo 14 (1)	Resultados del estudio geológico y de suelos (Puente Agua Caliente) A-37
Anexo 14 (2)	Resultados del estudio geológico y de suelos (Puente San Antonio) A-40
Anexo 14 (3)	Resultados del estudio geológico y de suelos (Puente Quebrada Seca) A-44
Anexo 14 (4)	Resultados del estudio geológico y de suelos (Puente Palo Seco) A-47
Anexo 14 (5)	Resultados del estudio geológico y de suelos (Puente Piedra Pacha) A-50
Anexo 14 (6)	Sumario de resultados de ensayos de laboratorio A-53
Anexo 15	Condición actual del puentes (Fotografías del terreno) A-54

CAPÍTULO 1
INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

En la República de El Salvador se suscitó un conflicto bélico interno durante un largo período de 13 años a partir del año 1979. A consecuencia de éste, los establecimientos e infraestructura productiva del país, fueron prácticamente destruidos, especialmente fueron severamente dañados o destrozados los puentes del sistema vial. El año 1992 se logró la paz para éste conflicto, y actualmente el Gobierno de El Salvador está dando gran importancia a la restauración urgente de la infraestructura que fue destruida, para lograr a su vez la restauración económica en la postguerra.

A partir de éstos antecedentes, el Gobierno de El Salvador, en fecha Agosto de 1992, solicitó al Gobierno de Japón la aplicación de su programa de Cooperación Financiera No-Reembolsable para la reposición de 5 puentes ubicados en las carreteras principales del país. Conforme con ésta solicitud, el Gobierno de Japón determinó la ejecución del Estudio del Diseño Básico, y mediante la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA), envió un equipo de estudio, desde el 10 de enero hasta el 8 de febrero de 1993, a cargo del Señor Hiroto Ochi, Sub-Director del Departamento de Mantenimiento de las Autoridades del Puente Honshu-Shikoku, quién asumió el cargo de Jefe del Equipo de Estudio.

Éste equipo de profesionales efectuó el estudio y recolección de datos e informaciones concernientes a las carreteras Panamericana(CA-1) y del Litoral (CA-2), caminos y puentes periféricos, situación de los puentes a ser repuestos, medio ambiente afectado, situación del abastecimiento de materiales de construcción, informaciones de la construcción, etc. y a su vez efectuó reuniones con los funcionarios representantes del Gobierno de El Salvador para tratar éstos temas y los puntos incluidos en la solicitud del financiamiento. Los estudios más importantes que se llevaron a efecto fueron el estudio de las condiciones naturales de las áreas proyectadas, verificación del lugar de emplazamiento de los puentes, verificación de las dimensiones de los puentes tales como longitud, ancho, altura proyectada, etc. y también se hizo un examen de los tipos de puentes aplicables al proyecto. Además, se decidieron con el Gobierno de El Salvador, los puntos que deberán tratarse en reuniones posteriores; simultáneamente con esto, se decidió el rango de las obligaciones o gravámenes constructivos del Gobierno de El Salvador.

El equipo de estudio, luego de retornar al Japón, efectuó un exhaustivo examen de los resultados obtenidos en el estudio, y haciendo hincapié en la planificación de la reposición de puentes, examinó detenidamente los tipos de puentes, escala de los mismos, etc. y ejecutó el Diseño Básico. En este diseño, efectuó el diseño de la construcción, y el resumen de los volúmenes de construcción. El contenido de éstos, su evaluación y resultados, fueron recopilados en el Borrador del Informe del Estudio del Diseño Básico (Borrador del Informe Final).

La Agencia de Cooperación Internacional (JICA), envió a El Salvador un equipo de estudio, desde el 18 hasta el 29 de Abril del 1993, a cargo del Señor Hiroto Ochi, para que haga una explicación del Borrador del Informe Final. Los resultados y conclusiones de las reuniones sostenidas con los funcionarios del Gobierno de El Salvador se recopilaron en las respectivas "Minutas de la reunión".

En este informe se presentan todos los resultados concernientes al Estudio del Diseño Básico. Por otra parte, en los Anexos 1 a 7 de éste informe se adjunta la nómina de los miembros que conformaron el Equipo de Estudio, el cronograma del estudio en el terreno, lista de entrevistas y las minutas de las reuniones. Además, se adjuntan también en el Anexo, los resultados del estudio geológico y los planos de sondeo realizados para éste efecto.

CAPÍTULO 2

ANTECEDENTES DEL PROYECTO

CAPÍTULO 2

ANTECEDENTES DEL PROYECTO

2.1 Generalidades de la República de El Salvador

2.1.1 Geografía

El Salvador está situada en la parte central de Centroamérica (entre los paralelos 13°10' y 14°30' Latitud Norte), y tiene una extensión territorial de 21,040 km², siendo el más pequeño, en extensión, de los países Centroamericanos. Limita al Norte y al Este con la República de Honduras, al Oeste con la República de Guatemala, y al Sur con el Océano Pacífico. Su superficie se caracteriza por ser una meseta altiplanica con una altitud que varía entre 500 y 1,200 m.s.n.m., y por tener una planicie de tan solo aproximadamente 25 km de ancho a lo largo de toda la costa oceánica. La altiplanicie se extiende desde el Noroeste hasta el Sudeste entre dos ejes montañosos o cordilleras que están conformados por montañas y volcanes activos, tales como el Izalco (1,910 m), Santa Ana (2,365 m), etc. Entre estos dos ejes montañosos se encuentran importantes áreas agrícolas, y también la capital de la República, ciudad de San Salvador. En el aspecto hidrográfico, se tiene al río Lempa, que es el más importante, el cual partiendo de la frontera con Honduras atraviesa el país de Norte a Sur hasta desembocar en el Océano Pacífico; asimismo, se tiene el lago de Ilopango, y otros que generalmente están formados por cráteres volcánicos.

2.1.2 Clima

El Salvador está ubicada en una zona subtropical seca templada. La temperatura permanece casi estable durante todo el año, sin registrarse muchos cambios. En la ciudad de San Salvador (a 682 m s.n.m.) la temperatura media varía entre 22°C y 25°C (ver Anexo 8); la temperatura máxima se registra en el mes de Mayo, y oscila entre 19°C y 33°C; y la temperatura mínima se registra en el mes de Diciembre, y oscila entre 16°C y 32°C.

En cuanto a las precipitaciones pluviales, el período de lluvias se extiende desde abril hasta octubre, y el de estiaje (o sequía) desde noviembre hasta marzo. La precipitación media anual es de 1,779 mm, la mínima (registrada en febrero) es de 4 mm, y la máxima (registrada en junio) es de 323 mm (ver Anexo 9).

Entre otras características, El Salvador es uno de los países con mayor actividad sísmica en el mundo, el más reciente fué el famoso terremoto de San Salvador (de una magnitud de 5.4 grados, y que dejó como saldo un total de más de 2000 víctimas), ocurrido en Octubre de 1986 (ver Anexo 10).

2.1.3 Población

De acuerdo a registros del año 1990 la población alcanza a 5.252 millones de habitantes (densidad demográfica de 250 hab/km²). Comparando ésta con la población del año 1980, 4.525 millones, puede observarse que se tuvo un índice de crecimiento demográfico de tan solo 1.5% (cifra muy reducida debido a que la población emigró durante el conflicto armado que afectó a todo el país). El año 1990 la población metropolitana era de 2.639 millones, o sea casi el 50.3% de toda la población nacional. Administrativamente, el país se puede dividir en 4 zonas, éstas son las zonas Occidental, Central, Paracentral, y Oriental; así, en la Tabla 2.1.1 se muestran datos de la población del año 1980 al 1990 clasificados según regiones y por departamentos. Como se puede observar, dentro de los 14 departamentos, la población (en el año 1990) del departamento de San Salvador (incluyendo la ciudad del mismo nombre), suma un total correspondiente al 27% de la población nacional. Lo que quiere decir que la población tiene tendencia a concentrarse en la capital, ocasionando el gran crecimiento demográfico anual de ésta.

Por otra parte, de acuerdo a datos proporcionados por el Ministerio de Planeamiento, se tienen los siguientes valores estimados: Población nacional igual a 5,768,000 hab. para el año 1995, y de 6,425,000 hab. para el año 2000 (estimados con un índice de crecimiento aproximado de 2.2%).

2.1.4 Estructura económica

La economía de El Salvador se encuentra en un estado de estancamiento debido al largo período en el que se vio muy afectada por el conflicto bélico interno, en el cual, la infraestructura económica fué prácticamente destruida, y se produjo la fuga de capitales al exterior del país, y además sufrió el efecto del terremoto de Octubre de 1986 que afectó gravemente a la capital. El Producto Bruto Interno (PBI) sufrió un descenso de más del 20% durante el período 1979-1981, a partir de ése entonces, sumandose otros cambios, el índice de desarrollo fué muy bajo, pues el año 1989 el ingreso per cápita fué, al igual que el año 1982, el 25% más bajo que en el año 1979.

En el año 1990, el Producto Nacional Bruto (PNB) alcanzó una suma de 40,282 millones de Colones, o sea una suma equivalente de 5,040 millones de Dólares Americanos (1 Dólar Americano = 8 Colones Salvadoreños), lo que quiere decir que el PNB por persona alcanzó a 960 Dólares. Como se puede observar, en la Tabla 2.1.2 se muestra un resumen del movimiento económico interno durante el período 1988-1990.

Tabla 2.1.1 Población nacional según departamentos

Departamento	1980		1985		1990	
	Población	% Nal.	Población	% Nal.	Población	% Nal.
ZONA OCCIDENTAL						
Ahuachapán	227,385	5.0	252,682	5.3	280,964	5.3
Santa Ana	407,947	9.0	429,082	9.0	476,853	9.1
Sonsonate	310,882	6.9	357,568	7.5	397,552	7.6
Sub-total	946,214	20.9	1,039,332	21.8	1,155,369	22.0
ZONA CENTRAL						
Chalatenango	207,648	4.6	148,312	3.1	149,130	2.8
La Libertad	381,476	8.4	452,919	9.5	535,287	10.2
San Salvador	973,389	21.5	1,196,144	25.1	1,417,953	27.0
Cuscatlán	189,599	4.2	181,169	3.8	193,313	3.7
Sub-total	1,752,112	38.7	1,978,544	41.5	2,295,683	43.7
ZONA PARA-CENTRAL						
La Paz	232,740	5.1	243,145	5.1	259,613	4.9
Cabañas	154,713	3.4	133,492	2.8	131,306	2.5
San Vicente	188,075	4.2	162,098	3.4	165,446	3.2
Sub-total	575,528	12.7	538,735	11.3	556,365	10.6
ZONA ORIENTAL						
Usulután	375,421	8.3	376,638	7.9	391,167	7.4
San Miguel	399,701	8.8	405,878	8.5	419,287	8.0
Morazán	190,300	4.2	143,025	3.0	141,754	2.7
La Unión	286,126	6.3	286,055	6.0	292,053	5.6
Sub-total	1,251,548	27.7	1,211,596	25.4	1,244,261	23.7
TOTAL NACIONAL	4,525,402	100.0	4,768,207	100.0	5,251,678	100.0

En éste cuadro, expresando los valores con precios del 1962, el Producto Bruto Interno en el año 1989 es de 3,177.0 millones de Colones, y en 1990 de 3,283.9 millones, teniéndose un índice de crecimiento económico del 1.1% en ése período 1988-1989, y del 3.4% en el período 1989-1990 (se registraron valores mayores en los años posteriores al 1979, pero aún así, éstos son casi el 7.5% menores que la producción del año 1978 que fué el máximo en el pasado). Cabe señalar que éstos índices aún no alcanzan a igualar a los del crecimiento de la población.

El Salvador es un país agrícola, cuya producción principal es la del café, azúcar, y el algodón en rama. El año 1990 la producción agrícola representó el 23.9% del PNB, siendo el sector de mayor contribución, siguiendo a éste el rubro de la industria manufacturera con el 18.0%, y el comercio con 16.3%. Por otra parte, se pudo observar que en el año 1990 la población económica activa fué de 1.61 millones de habitantes, dentro de la cual, el 37% corresponde al sector agrícola, el 14% al de la industria y el 5% al de la construcción.

El balance comercial del año 1983 dio como resultado una cuenta más o menos equilibrada; sin embargo, debido al incremento de las importaciones posteriores en el año 1990 se tuvo un resultado 682 millones de Colones de exceso de valor de las importaciones contra las exportaciones. Entre los países que conforman el mercado del comercio exterior, una gran parte del sector está controlado por los Estados Unidos (exportaciones 39.0%, importaciones 43.6%). Los ingresos financieros empeoraron desde el año 1990, en que se tuvo un saldo en déficit de 1,314 millones de Colones, al año 1991 con un saldo en déficit de 2,418 millones de Colones. Sin embargo, afortunadamente con los Fondos de Cooperación No-Reembolsable (monto deficitario del 32%), los créditos internos (27%) y créditos internacionales (41%) se pudo controlar el déficit.

Consecuentemente, dado que se tiene tal situación económica en el país, es que su restablecimiento está dependiendo de la cooperación extranjera.

Tabla 2.1.2 Producción nacional

Precios del año correspondiente Unidad: millón de Colones

	1988		1989		1990	
	Monto	%	Monto	%	Monto	%
Industria agrícola y pesquera	3,800.8	13.89	3,767.0	11.69	4,599.0	11.20
Minería	47.0	0.17	58.2	0.18	65.4	0.16
Industria manufacturera	4,808.5	17.57	5,836.3	18.11	7,647.2	18.63
Construcción	814.5	2.98	984.3	3.05	1,071.8	2.61
Electricidad•Agua•Higiene	535.3	1.96	605.5	1.88	792.7	1.93
Transporte y comunicaciones	1,205.5	4.41	1,415.8	4.39	1,897.2	4.62
Industria metalúrgica	8,721.3	31.87	10,831.5	33.61	14,186.7	34.55
Comercio	779.2	2.85	795.0	2.47	923.6	2.25
Vivienda	1,520.3	5.56	1,892.5	5.87	2,366.3	5.76
Sector público	2,384.8	8.71	2,713.6	8.42	3,231.9	7.87
Servicios	2,748.6	10.04	3,330.3	10.33	4,275.2	10.41
Producto bruto interno	27,365.8	100.00	32,230.0	100.00	41,057.0	100.00
Sector internacional	-509.0		-567.8		-775.0	
Producto Nacional Bruto	26,856.8		31,662.2		40,282.0	

Precios del año 1962 Unidad: millón de Colones

	1988		1989		1990	
	Monto	%	Monto	%	Monto	%
Industria agrícola y pesquera	727.7	23.15	731.1	23.01	785.5	23.92
Minería	4.7	0.15	4.9	0.15	4.5	0.14
Industria manufacturera	560.5	17.83	574.4	18.08	591.6	18.02
Construcción	109.8	3.49	116.2	3.66	101.3	3.08
Electricidad•Agua•Higiene	120.2	3.82	121.2	3.81	128.0	3.90
Transporte y comunicaciones	186.7	5.94	189.0	5.95	201.0	6.12
Industria metalúrgica	500.1	15.91	516.9	16.27	534.0	16.26
Comercio	108.8	3.46	98.5	3.10	99.5	3.03
Vivienda	155.1	4.93	156.4	4.92	160.0	4.87
Sector público	462.6	14.71	457.7	14.41	464.0	14.13
Servicios	207.6	6.60	210.7	6.63	214.5	6.53
Producto bruto interno	3,143.8	100.00	3,177.0	100.00	3,283.9	100.00

2.2 Situación general del transporte

La red vial de El Salvador está conformada por una longitud total acumulada de 12,388 km de carretera, de los cuales el 14.7% corresponde a las carreteras pavimentadas (casi en su totalidad es pavimento de asfalto, teniéndose que el total de las carreteras con pavimento de concreto no sobrepasa un longitud de 45 km), el 28.4% corresponde a las carreteras ripiadas o de grava, y el 56.9% a caminos de tierra. La red vial de El Salvador está compuesta por dos vías troncales que atraviesan de Oeste a Este todo el país, éstas son la "Carretera Panamericana" que comunica las ciudades de Santa Ana (al Oeste), San Salvador y San Miguel (al Este), y la "Carretera del Litoral", que se extiende al sud de la Panamericana. Éstas carreteras son las más importantes de todo el sistema vial del país.

Por su parte, la red ferroviaria está conformada por una longitud total acumulada de 380 km de vía férrea (Estatal, de trocha angosta). Al Oeste se tiene la vía férrea que comunica las ciudades de Ahuachapán y San Salvador con el puerto Acajutla, al Este está vía que se prolonga hasta ciudad de La Unión. Básicamente el sistema ferroviario se estaba utilizando para el transporte de carga, pero con los destrozos ocasionados por el conflicto bélico, está en una situación tal que su rehabilitación es muy complicada.

En la Tabla 2.2.1 se muestran los valores correspondientes al tráfico de cargas y pasajeros registrados en las redes de carreteras y ferroviaria. En éste cuadro se puede observar que el año 1990 la carga transportada por carretera es de casi 15 veces lo transportado por ferrocarril; por otra parte, puede observarse que los volúmenes de transporte por carretera van incrementando de año en año, lo que no ocurre con los por ferrocarril, poniendo en rango de mucha importancia a la red de caminos dentro del contexto del sistema de transportes.

Existen dos puertos de gran importancia, éstos son el Acajutla y el Cutuco. Al respecto, cabe señalar que en Acajutla se encuentran las instalaciones de una refinería de petróleo. Los datos del tráfico y transporte registrados en ambos puertos, se muestran en la Tabla 2.2.2.

Los volúmenes de tráfico correspondientes al transporte aéreo, de carga y de pasajeros, no son de trascendental importancia. Existe un aeropuerto internacional ubicado al sud de la ciudad de San Salvador, en la localidad de Comalapa.

Tabla 2.2.1 Volúmenes de transporte de las redes de carreteras y ferroviaria

Año	Transporte por carreteras	Transporte ferroviario	
	Carga (1,000 ton)	Carga (1,000 ton)	Pasajeros (1,000 personas)
1970	-	494.5	1,572
1975	-	402.2	1,510
1976	1,426.9	-	-
1980	1,501.0	414.2	1,700
1985	2,868.3	324.3	308
1990	4,734.9	324.2	386

Tabla 2.2.2 Volúmenes de transporte de las redes de carreteras y ferroviaria

Año	Acajutla	Cutuco	Total
1980	1,105.0	166.4	1,271.4
1985	1,147.0	112.9	1,259.9
1990	1,192.3	51.7	1,244.0

2.3 Sinópsis del Plan de Reconstrucción Nacional

En Enero de 1991 se firmó el tratado de paz entre el Gobierno de la República y el FMLN (Frente Farabundo Martí de Liberación Nacional), seguidamente en Marzo del mismo año se aprobó y promulgó el Plan de Reconstrucción Nacional (PRN). Éste es un plan que considerando las variantes que se incluyen en el acuerdo de paz, complementa el Plan de Desarrollo Económico y Social (1989-1994) que fuera promulgado durante el poder del Presidente Cristiani en 1989.

Objetivos del Plan de Reconstrucción Nacional

El Plan de Reconstrucción Nacional tiene como objetivo general, el "establecer las bases que fortalezcan el proceso de reconciliación nacional, mediante la creación de las condiciones económicas y sociales necesarias para la reintegración a la sociedad de los miembros de la sociedad mayormente afectados por el conflicto", y además, los siguientes objetivos específicos:

- a) Coadyuvar al proceso de entendimiento y reconciliación nacional, fortaleciendo la participación de la población en la identificación y ejecución de soluciones para los problemas que surgieran en el período de post-guerra.
- b) Contribuir a la restablecimiento de la productividad económica de los territorios objetivo, y por medio de ello, a aumentar los niveles de vida de la población.
- c) Focalizar los recursos en la restauración de los servicios y en la reconstrucción de la infraestructura básica social y productiva ubicada en aquellas zonas más afectadas por el conflicto, o que, por falta de mantenimiento ha resultado deteriorada. Ésta restauración es necesaria para elevar la calidad de vida de la población, así como para apoyar el proceso de reconstrucción nacional.
- d) Hacer que las comunidades y autoridades locales se incorporen en el proceso de toma de decisiones, a través de la planificación y ejecución de proyectos que la población residente en esas zonas, percibe como fundamentales. De éste modo, a la vez que se inicia la solución de los problemas más urgentes, se fortalece la democracia participativa y se dinamiza el desarrollo de la capacidad de las personas, grupos y comunidades para realizar sus propias iniciativas.

Como se puede observar este "Plan de Reconstrucción Nacional" da importancia a la restitución de la infraestructura económica que fué destruida con el conflicto bélico, a la reintegración de los miembros de la sociedad afectados por el conflicto, a la restitución

de la productividad y el alza del nivel de vida, y a la participación activa de la población para el fortalecimiento del proceso de paz y reconciliación.

Criterios de selección del proyecto

Los proyectos que fueran considerados como parte del "Plan de Reconstrucción Nacional" fueron seleccionados en base a su priorización en el orden de importancia, de acuerdo los siguientes criterios:

- a) Deben ser urgentemente necesarios para contribuir a mejorar las condiciones socio-económicas de la población objetivo, ya sea por medio de la provisión de servicios básicos, tales como la rehabilitación de servicios básicos de agua, electricidad, salud primaria, educación, etc. como por el mejoramiento de las oportunidades de generación de empleo, y la apertura o rehabilitación de vías de acceso para transportar los insumos y productos.

- b) Proyectos especialmente prioritarios dentro del plan:
 - Rehabilitación o reconstrucción de vías de acceso para que puedan ser accesibles durante todo el año y poder transportar los insumos y productos.
 - Rehabilitación, reconstrucción o construcción de los servicios de abastecimiento de agua potable.
 - Rehabilitación, reconstrucción o construcción de escuelas públicas y dotación de mobiliario y equipo escolar.
 - Rehabilitación, reconstrucción y construcción de puestos de salud.
 - Letrinización.
 - Proyectos que contribuyan a la generación de ingresos o empleo de la población o bien a mejorar sus condiciones sociales.
 - Rehabilitación, reconstrucción o introducción de líneas de transmisión de energía eléctrica.
 - Rehabilitación o reconstrucción de Alcaldías y dotación de mobiliario y equipo.

- c) Se deben preferir los proyectos de más fácil ejecución, que requieran pocos estudios técnicos y que empleen a la mayor cantidad de mano de obra local. Asimismo, deberán tener prioridad aquellos proyectos que generan beneficios más directos a la población.

Además, debe considerarse la correlación entre los proyectos catalogados como de emergencia; por ejemplo, la reconstrucción o restauración de los servicios de energía

eléctrica, teléfono, agua potable, alcantarillado, etc. requieren la previa rehabilitación y restauración de la red vial. Esto es porque en el orden de prioridades, se ha verificado que el sistema vial es uno de los más importantes.

Como resultado del largo período que duró el conflicto bélico del país, los destrozos y daños directos e indirectos que se ocasionaron a la infraestructura básica (servicios de energía eléctrica, comunicaciones, agua potable y alcantarillado, ferrovías, carreteras y puentes, aeropuertos, puertos, escuelas, vivienda, agricultura, etc.) alcanza a un monto de 1,037 millones de Dólares Americanos, y los fondos requeridos para la restauración y rehabilitación de éstos, de acuerdo al presupuesto del plan, alcanza a un monto de 1,826 millones de Dólares Americanos, de los cuales el 16% (285 millones) corresponden a los fondos requeridos para la restauración y rehabilitación de puentes y carreteras.

Si se hace referencia al Anexo del "Plan de Reconstrucción Nacional", puede observarse que de acuerdo al PRN, las carreteras y puentes objetivo de la restauración y rehabilitación son aquellos considerados como "Rurales " o "Terciarias", y se espera que los diversos fondos requeridos para la ejecución de los proyectos de restauración y rehabilitación de las vías troncales (incluyendo sus puentes) sea realizada con financiamiento extranjero.

2.4 Circunstancias y contenido de la solicitud

Las instalaciones e infraestructura productiva del país fueron destruidas durante el largo período que duró el conflicto bélico interno en la década de los años 1980, especialmente un gran porcentaje de los puentes ubicados sobre las carreteras principales del sistema vial, como ser la Carretera Panamericana (CA-1), Carretera del Litoral (CA-2), etc. Éstos puentes, debido a que se encuentran en rutas de gran importancia, fueron rehabilitados de emergencia mediante la instalación de puentes provisionales de tipo Bailey ². Sin embargo, puesto que éste tipo de puentes son angostos y de un solo carril, representan un gran obstáculo para el tráfico. Además, debido a que son puentes viejos, se encuentran en un estado de deterioramiento crítico por el efecto del paso de camiones con sobrecarga, etc. poniendo en situación de peligro a los vehículos que los utilizan.

En Enero de 1992, se puso fin al conflicto bélico, y se tomaron en cuenta éstos puntos como uno de los puntos más importantes para la rehabilitación de la destruida infraestructura, dentro del "Plan de Reconstrucción Nacional". Bajo éstos antecedentes, al respecto de una de las partes del "Proyecto de rehabilitación de puentes de pequeña escala", que está incluido en el "Plan de Reconstrucción Nacional", es que en Agosto de 1992, la República de El Salvador solicitó la aplicación del Programa de Cooperación Financiera No-Reembolsable de Japón. Los 5 puentes que conforman el alcance de ésta solicitud son:

	Nombre del puente (Ubicación)	Tipo del puente antiguo
1	Agua Caliente (Departamento de San Salvador, antigua Carretera Panamericana CA-1)	Losa de concreto reforzado
2	San Antonio (Departamento de La Paz, Carretera del Litoral CA-2)	Vigas de concreto, de sección "T"
3	Quebrada Seca (Departamento de Usulután, Carretera del Litoral CA-2)	Vigas metálicas, de sección "H"
4	Palo Seco (Departamento de Usulután, Carretera del Litoral CA-2)	Vigas metálicas, de sección "H"
5	Piedra Pacha (Departamento de San Miguel, Carretera del Litoral CA-2)	Vigas metálicas, de sección "H"

/* Puente Bailey es un puente armado simple de tipo Pony, que se construye conectando una necesaria cantidad de paneles prefabricados de acero (longitud de cada panel es de 3m) para cubrir toda la parte del puente. Cuando la escala del puente es más grande, los paneles se agregan vertical y lateralmente.

Para que el montaje y desmontaje del puente sea fácil, la conexión entre cada panel, y entre panel y miembro de cubierta, etc. no es rígida. Por consiguiente, el puente vibra fácilmente con el paso de vehículos, y los miembros de conexión se desgastan y se deterioran constantemente. El tablero del puente Bailey es de madera para reducir la carga muerta, sin embargo, por misma razón, es fácil de desgastarse y deteriorarse, y se requiere mantenimiento constante.

Por estas características, este puente se llama puente provisional o puente sencillo. Como, en general, el puente Bailey se diseña con un carril en cada dirección, cuando se necesita dos carriles en cada dirección, se construyen dos puentes Bailey en paralelo. De todos modos, en el puente Bailey, se puede recorrer en un solo carril, y la velocidad de recorrido sobre el tablero de madera se limita. También, como no tiene espacio para pasillos, es muy peligroso que los peatones pasen por el puente Bailey.

CAPÍTULO 3

*ANTECEDENTES DEL ÁREA DEL
PROYECTO*

CAPÍTULO 3

ANTECEDENTES DEL ÁREA DEL PROYECTO

3.1 Antecedentes generales

Los 5 puentes objetivo del proyecto son los que se muestran en la Tabla 3.1.1. Todos ellos están ubicados sobre carreteras principales.

Tabla 3.1.1 Puentes objetivo del estudio

Nombre del puente	Departamento	Ubicación (a partir de San Salvador)	Ruta
1. Agua Caliente	San Salvador	KM 4 + 000	CA-1
2. San Antonio	La Paz	KM 64 + 300	CA-2
3. Quebrada Seca	Usulután	KM 89 + 200	CA-2
4. Palo Seco	Usulután	KM 97 + 990	CA-2
5. Piedra Pacha	San Miguel	KM 123 + 000	CA-2

El puente Agua Caliente, se encuentra las cercanías de la ciudad de San Salvador en la Zona Oriental, cruza el río Acelhuate y está sobre la antigua Carretera Panamericana (antigua CA-1) que comunica la zona central de San Salvador con la ciudad de Soyapango. La actual Carretera Panamericana se encuentra al sur de ésta antigua carretera, aproximadamente a 500 m paralelamente a la nueva. En la antigua Carretera Panamericana confluyen varias carreteras urbanas, pero los alrededores del lugar de emplazamiento del puente Agua Caliente están conformados por pequeños valles que se cruzan en el camino afectando al trazado de éste, tanto longitudinal como transversalmente, haciendo que se tengan varias curvas en "S" a lo largo de cientos de metros. A lo largo de la antigua Carretera Panamericana, exceptuando las cercanías del cruce con el río Acelhuate, se encuentran asentamientos de edificaciones en un tramo de casi 7 km. Una vez concluido el conflicto bélico, en el actual período de restauración, la población de la ciudad de Soyapango está incrementando rápidamente, y con esto el tránsito por las antigua carretera y el puente Agua Caliente. La antigua Carretera Panamericana, a pesar de ser una vieja carretera, es una ruta de gran importancia para el desarrollo económico de la zona oriental de la ciudad de San Salvador.

De los 5 puentes objetivo del estudio, exceptuando el puente Agua Caliente, o sea los puentes San Antonio, Quebrada Seca, Palo Seco y Piedra Pacha, están ubicados sobre la Carretera del Litoral (CA-2) en un tramo de aproximadamente 100 km entre la ciudad de San Juan Talpa (cruce de la carretera del Litoral con la carretera que va al Aeropuerto Internacional de Comalapa, al sud de la capital San Salvador), y el sud de la ciudad de San Miguel. Éste tramo carretero se extiende comunicando 4 departamentos, que son el La Paz, San Vicente, Usulután y San Miguel.

En éste trayecto, además de los 4 puentes del proyecto, existen muchos puentes que también fueron destruidos durante la guerra y que actualmente están sustituidos por puentes provisionales de un carril de tránsito tipo Bailey y otros. El puente más largo, es el puente Oro que cruza el río Lempa, río que está entre el departamento de San Vicente y el de Usulután. (Originalmente el puente Oro era un puente colgante, pero una de sus ceapas fué destrozada y como consecuencia de esto se destrozó el puente entero. Actualmente se encuentra instalado, paralelamente al antiguo puente, un puente tipo Bailey de 342 m de longitud de un carril de tránsito).

3.2 Situación del tráfico

3.2.1 Estado actual de la red de carreteras de El Salvador

Un total de 9,286 km de carreteras del sistema vial, red de carreteras, de la República de El Salvador, se encuentra bajo la administración de la central de la Dirección General de Caminos (en 1992, el resto es administrado por las diferentes oficinas departamentales). Las carreteras se encuentran clasificadas de acuerdo a sus características en los siguientes grupos:

- Carreteras especiales:

Carreteras que estructural y funcionalmente superan a las carreteras primarias.

- Carreteras primarias:

Carreteras diseñadas para volúmenes de tránsito medio diario, iguales o superiores a 2,000 vehículos; 12 m de ancho de camino; 7.3 m de ancho de calzada, y un ancho total de puentes superior a 7.9 m.

- Carreteras secundarias:

Carreteras diseñadas para volúmenes de tránsito medio diario, de 500 a 2,000 vehículos; 9.5 m de ancho de camino; 6.5 m de ancho de calzada, y un ancho total de puentes de 7.4 m.

- Carreteras terciarias:

Carreteras diseñadas para volúmenes de tránsito medio diario, de 100 a 500 vehículos; 6.0 m de ancho de camino; pavimento con material del lugar (ripió o grava) y un ancho total de puentes de 6.5 m.

- Carreteras rurales:

Carreteras diseñadas para volúmenes de tránsito medio diario, menor o igual a 100 vehículos; 5.0 m de ancho de camino y un ancho total de puentes de 3.0 m. Los caminos que el Gobierno ha construido con características menores a éstas, serán incluidos en éste grupo de clasificación.

En base a éste criterio de clasificación, la Dirección General de Caminos del Ministerio de Obras Públicas clasifica los caminos de toda la red vial, como se muestra a continuación. Cabe señalar, que en ésta clasificación no se hace por rutas, sino más bien como se pudo observar, el número de carriles de tránsito, ancho del camino, tipo de pavimento, etc. es por esta razón que en algunos casos, en una misma ruta troncal (tal como el de la Carretera Panamericana, CA-1) se encuentran tramos clasificados como especiales, primarias, secundarias, etc. En la Tabla 3.2.1 se muestran las longitudes de caminos registrados el año 1992 y clasificados por departamentos.

Clase de carretera	Normas o especificaciones
Especial	4 Carriles de tránsito, c/u de 3.65 m de ancho, pavimentada
Primaria	2 carriles de tránsito, c/u de 3.65 m de ancho, pavimentada
Secundaria	2 carriles de tránsito, c/u de 3.25 m de ancho, pavimentada
Terciaria	2 carriles de tránsito, c/u de 3.00 m de ancho, rypiada
Rural "A"	Camino rypiado
Rural "B"	Camino de tierra

En éste resumen existen tramos de carreteras que pertenecen a las vías troncales, pero que están consideradas como carreteras especiales, primarias o secundarias. Además, también existen tramos de carreteras terciarias que tienen en proyecto su mejoramiento para ascender a la clasificación de carreteras secundarias. En la Tabla 3.2.2 se muestran las longitudes de caminos según el tipo de pavimento.

Las principales carreteras que conforman el eje troncal de la red vial, sobre las cuales se encuentran ubicados los puentes objetivo del estudio, y que atraviesan de Oeste a Este todo el territorio, además de la Carretera Panamericana CA-1 y la Carretera del Litoral CA-2, son las siguientes: CA-3, CA-4, CA-7, CA-8, CA-12 (excluyendo las rutas CA-5, CA-6, CA-9, CA-10 y CA-11), y las carreteras que vinculan las carreteras CA-1 y CA-2, CA-4, CA-7 y CA-8 entre sí (Figura 3.2.1: Plano de la red de carreteras troncales). De acuerdo a la Dirección General de Caminos, existe el plan para que futuramente la carretera CA-3 se prolongue de tal manera que conforme un nuevo eje troncal que comunique las regiones del Norte de Oeste a Este; sin embargo, por el momento se consideran solo los puntos que requieren una inmediata reparación, debido a los daños ocasionados por el conflicto bélico y la falta de mantenimiento de carreteras y puentes, sin tomar aún en cuenta nuevos proyectos de construcción o ampliación de la red vial.

Por otra parte, se toman en cuenta como carreteras especiales a los tramos de la CA-1 comprendidos entre el límite departamental de Cuscatlán y el cruce de San Vicente (16.5 km), las autopistas (de peaje) de San Salvador a Santa Ana (59.8 km), y de San Salvador a Comalapa (39.0 km). Se tiene también al nuevo tramo carretero de Comalapa a Zacatecoluca (26.0 km) sobre la CA-2, clasificada como carretera primaria (de dos carriles de tránsito); cabe observar que ésta última es de peaje.

Tabla 3.2.1 Longitud de carreteras según departamentos y clasificación

Departamento	Longitud (m)	Carretera principal			Rurales (A), (B)	Suburbanas
		Especiales y primarias	Secundarias	Terciarias		
Ahuachapan	990.70	40.90	41.30	159.55	478.75	270.00
Cabanas	867.28	0.00	41.52	128.66	460.70	236.40
Chalatenango	1,021.26	34.80	61.80	184.36	479.10	261.20
Cuscatlan	738.27	0.00	51.70	105.10	441.16	140.31
La Libertad	913.01	141.30	47.50	176.51	294.20	253.50
La Paz	841.96	59.00	107.62	91.74	491.70	91.90
La Union	1,005.70	119.80	26.00	153.40	438.90	267.60
Morazan	566.90	15.20	58.20	131.60	293.55	68.35
San Miguel	954.44	61.50	124.12	116.80	607.38	44.64
San Salvador	683.95	20.20	156.80	84.65	349.60	72.70
San Vicente	706.81	41.90	56.95	151.80	334.76	121.40
Santa Ana	1,168.59	84.70	108.40	52.14	555.85	367.50
Sonsonate	854.50	86.20	81.30	85.60	281.50	319.90
Usulután	1,074.80	66.10	78.50	142.40	610.50	177.30
Total	12,388.17	771.60	1,041.71	1,764.31	6,117.65	2,692.70
	100.0%	6.2%	8.4%	14.2%	49.4%	21.8%

* Incluye 45km de carreteras con pavimento de concreto

Tabla 3.2.2 Longitudes de carreteras según el tipo de pavimento

Departamento	Longitud (m)	Tipo de pavimento		
		Concreto asfaltico	Ripio	Tierra
Ahuachapan	990.70	82.20	285.95	622.55
Cabanas	867.28	41.52	208.56	617.20
Chalatenango	1,021.26	96.60	356.46	568.20
Cuscatlan	738.27	51.70	181.03	505.54
La Libertad	913.01	188.80	297.41	426.80
La Paz	841.96	166.62	217.34	458.00
La Union	1,005.70	145.80	215.60	644.30
Morazan	566.90	73.40	155.60	337.90
San Miguel	954.44	185.62	435.78	333.04
San Salvador	683.95	177.00	170.85	336.10
San Vicente	706.81	98.85	230.95	377.01
Santa Ana	1,168.59	193.10	222.69	752.80
Sonsonate	854.50	167.50	180.70	506.30
Usulután	1,074.80	155.80	358.00	561.00
Total	12,388.17	1,824.51 *	3,516.92	7,046.74
	100.0%	14.7%	28.4%	56.9%

* Incluye 45km de carreteras con pavimento de concreto

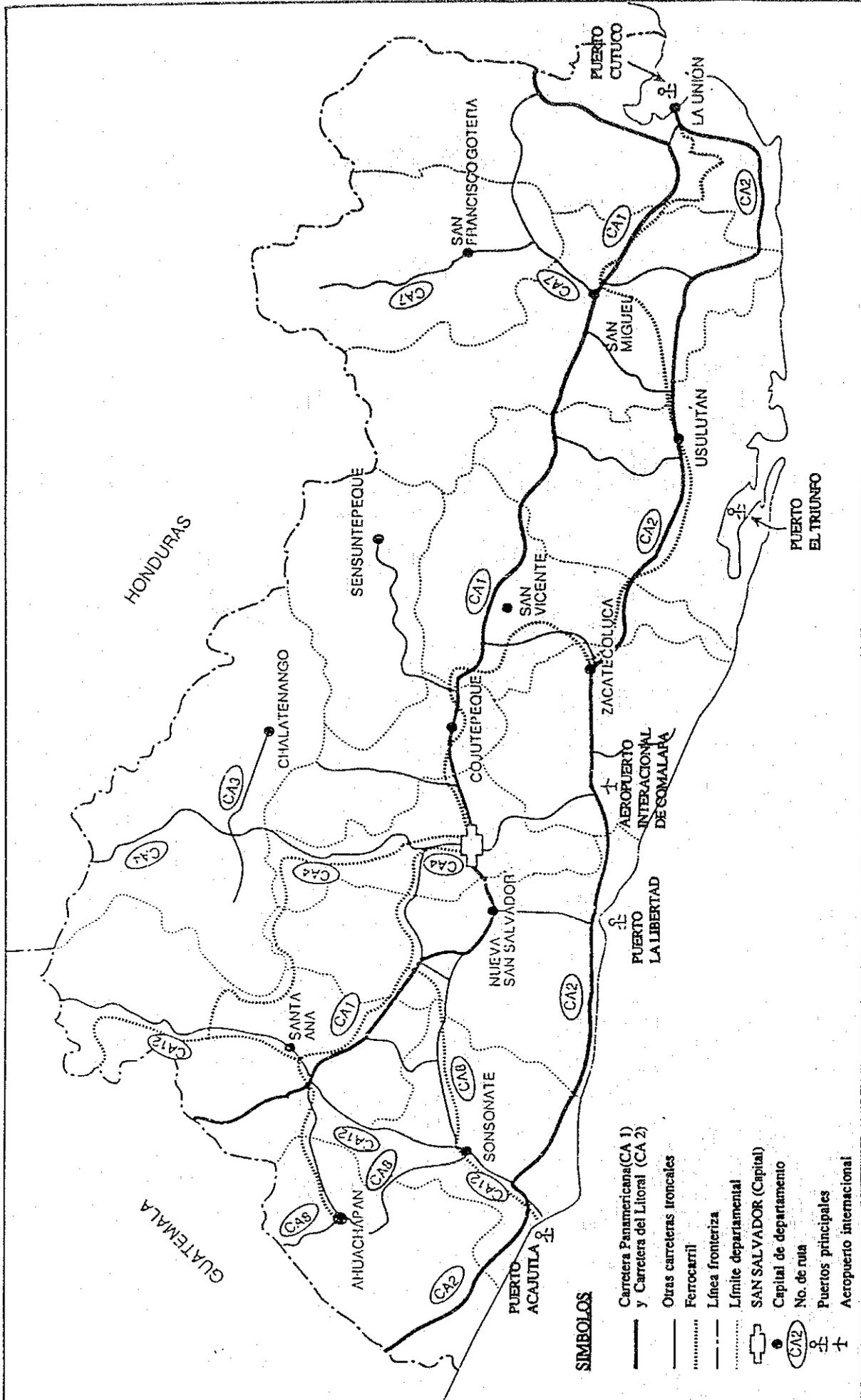


Figura 3.2.1 Plano de la red de carreteras troncales

ESTUDIO DEL DISEÑO BÁSICO DEL PROYECTO PARA LA RECONSTRUCCION DE PUENTES SOBRE CARRETERAS PRINCIPALES PRIORITARIAS

3.2.2 Estudio de tráfico en el área del Proyecto

1) Carretera Panamericana:

- (1) El volumen de tráfico vehicular registrado durante 12 horas en el puente Agua Caliente, sobre la antigua Carretera Panamericana, fue de 10,700 veh., y el tráfico diario equivalente fue de 14,400 veh., alcanzando casi al volumen admisible para el caso de una carretera de dos carriles de tráfico (ver Anexo 11). Es por esta razón que el actual puente Agua Caliente, tipo Bailey de dos carriles de tráfico, se encuentra en críticas condiciones de tráfico, originándose severos embotellamientos. El tráfico está compuesto principalmente por vehículos que tienen por origen/destino las ciudades o poblaciones ubicadas a lo largo de la antigua Carretera Panamericana, pero también se incluye el tráfico de la nueva Carretera Panamericana que forma un bypass (desvío). Las horas pico se registran al atardecer, entre las 17:00 y 18:00 hrs. (índice de tráfico pico de 7.7%) y entre las 16:00 y 17:00 hrs. (7.3%). No se registraron horas pico de tráfico por la mañana. La composición del tráfico es la siguiente: autos particulares 42%, camiones pequeños y camionetas 38%, autobuses 10%, y camiones 10%.
- (2) Por otra parte, en la mencionada nueva Carretera Panamericana, de 4 vías de tráfico, el volumen registrado durante 12 horas fue de aproximadamente 35,200 veh., sin considerar motocicletas, y el tráfico diario equivalente fue de 47,200 veh. (ver Anexo 11). El volumen de tráfico de motocicletas durante 12 horas fue de 2,600 veh. Por lo que puede observarse que el flujo casi alcanza al volumen admisible para el caso de una carretera con 4 vías de tráfico. Según la Dirección General de Caminos, se está considerando la ampliación de ésta ruta a 6 vías de tráfico, pero no se tiene nada en concreto aún. Las horas pico se registraron entre las 7:00 y las 8:00 hrs. en la mañana, y entre las 17:00 y 18:00 hrs. por la tarde. El índice de tráfico pico es de 7.5%, y la composición de tráfico es como sigue: autos particulares 38%, camiones pequeños y camionetas 28%, autobuses 24%, y camiones 10%.
- (3) De acuerdo con los resultados de estudios de tráfico pasados efectuados por la Dirección General de Caminos en la Carretera Panamericana (Los volúmenes de tráfico correspondientes al año 1991 se muestran en el Anexo 12), se registraron los siguientes los volúmenes en los tramos de tráfico máximo desde la ciudad de San Salvador y la de Ilopango, incluyendo las tres estaciones de nuestro estudio: 23,840 veh. en el año 1981, 26,215 veh. en el año 1986, 32,564 veh. en el año 1991. Consiguientemente se registraron los siguientes índices de crecimiento anual: 1.9% entre el período 1981-1986, 4.4% en el período 1986-1991.

2) Carretera del Litoral:

- (1) En la estación del puente Oro se registró un volumen total de tráfico de 2,100 veh. durante 12 horas, y un tráfico diario equivalente igual a 2,500 veh. (ver Anexo 11). Con la siguiente composición: autos particulares 28%, camiones pequeños y camionetas 34%, autobuses 7%, y camiones 29%. El día de la inspección se pudo observar que la hora pico está entre las 10:00 y 11:00 horas (8.1%). El tráfico horario máximo registrado fue de 205 veh., pero considerando que la ruta es de doble calzada, se puede decir que aún tiene suficiente holgura o capacidad. Sin embargo, puesto que los puentes objetivo del estudio, o sea incluyendo los otros 4, son puentes tipo Bailey de un carril de tráfico, para el paso de un vehículo en uno de los sentidos, los vehículos del sentido contrario deben esperar formando largas filas y poniendo al tráfico en una situación de "estrangulamiento" o formando los denominados "cuellos de botella". Así por ejemplo, se observó que en el puente Oro, aunque no es puente objetivo del presente estudio, se forman filas de más de 20 vehículos.
- (2) Las entrevistas correspondientes al estudio de "Origen y Destino", efectuado en la estación del puente Oro, cubrieron un total de 1,101 vehículos de un total de 1,325 veh. (o sea un índice de muestreo del 83%). De acuerdo a los resultados obtenidos de éste estudio, el 59% de todo el tráfico vehicular se concentra tomando como origen o destino la ciudad de San Salvador, el 11% en el aeropuerto de la ciudad de Comalapa, el 2% en el puerto internacional de Acajutla, y otras trayectorias de flujo, tales como el tráfico proveniente o dirigido a Guatemala/México y Honduras/Nicaragua/Panamá, que muestran la utilidad de la Carretera Internacional del Litoral.
- (3) De acuerdo con los resultados de estudios de tráfico pasados efectuados por la Dirección General de Caminos en la Carretera del Litoral (El resumen del estudio de tráfico abarca hasta el año 1991. En algunos sectores se tienen datos desde el año 1982, pero la mayoría de ellos corresponden a estudios posteriores al año 1990. Los volúmenes de tráfico correspondientes al año 1991 se muestran en el Anexo 12), los volúmenes de tráfico entre el puente Oro y la ciudad de Usulután son de 2,081 veh. en el año 1989, 2,164 veh. en el año 1990 y de 2,235 veh. en el año 1991. Esto quiere decir que se tuvo un índice de crecimiento de tráfico del 3.6% anual.

Como se puede observar, la Carretera Panamericana antigua, en el sector del puente Agua Caliente, que es uno de los puentes objetivo del estudio, se complementa con la nueva Carretera Panamericana como camino troncal colectando grandes volúmenes de tráfico. Por otra parte, la Carretera del Litoral donde están ubicados los otros cuatro

puentes objetivo del proyecto (es decir los puentes San Antonio, Quebrada Seca, Palo Seco, y Piedra Pacha) a la vez de ser el soporte troncal de la economía de El Salvador, que toma como centro la capital San Salvador, es la vía troncal del tráfico internacional. Es en este tipo de carreteras principales de gran importancia, que el reemplazo de los puentes provisionales tipo Bailey por otros de carácter definitivo, cobra una gran importancia y urgencia para su ejecución.

3.3 Antecedentes del lugar de emplazamiento

3.3.1 Situación presente de los puentes objetivo

1) Puente Agua Caliente

El Puente Agua Caliente está construido al este de la ciudad de San Salvador, sobre la carretera principal (antigua CA-1) que conduce a la ciudad de Soyapango. El puente antiguo (de 12.0 m de longitud) es de un tramo de vigas concreto reforzado, y está emplazado sobre la parte angosta del río con estribos salientes. Por estas características de la estructura, durante las crecidas, los estribos impiden temporalmente la corriente de río, y como consecuencia, se generan presiones hidráulicas horizontales laterales en los estribos, y con ellas, el peligro de que la estructura sea dañada por socavación o volcamiento. El estribo de la ribera derecha (construido de mampostería), se encuentra dañado por socavación y está inclinado, por lo que no puede soportar a la superestructura. Actualmente, existe para cada sentido de tránsito, un puente provisional tipo Bailey de un carril de tránsito (de un tramo con una longitud de 32 m) para poder facilitar un tránsito expedito.

La Carretera Panamericana antigua (CA-1 antigua) es de 2 carriles y doble sentido de tránsito. El tránsito vehicular de esta ruta está conformado por vehículos que en un corto recorrido se dirigen hacia la capital, ciudad de San Salvador; en cambio, el tráfico de largos recorridos, entre ciudades, se ha pasado a la nueva CA-1 ubicada aproximadamente 3 km hacia el sur de esta carretera. Sin embargo, como ya se mencionó en párrafos anteriores, esta carretera es sumamente importante por su alto volumen de tráfico (aproximadamente 14,000 veh/día), y por ser una ruta utilizada para el tránsito de vehículos pesados como buses grandes, camiones de remolque, etc.

Los caminos de acceso, en la entrada y salida del puente, tienen una configuración vertical y horizontal en curva. Pero puesto que en las cercanías del puente existen una subestación eléctrica y casas privadas, es difícil alterar la posición de puente y el alineamiento de sus accesos.

2) Puente San Antonio

El Puente San Antonio está construido sobre la Carretera del Litoral CA-2, cerca del límite oriente del Departamento La Paz, sobre el río San Antonio. El puente antiguo existente (de 51.8 m de longitud) es un puente de 4 tramos de vigas de concreto reforzado (de cuatro vigas principales de sección tipo I), con estribos y pilares de tipo cajón, también de concreto reforzado. Se registraron daños ocasionados por explosiones en la estructura sostenida por la cepa de la ribera derecha, pues las vigas principales y travesaños de esos tramos están destruidos y con la armadura principal al descubierto. Actualmente, en estos dos tramos, se encuentra instalado un puente provisional tipo Bailey. No se observaron daños notables en los pilares del puente.

En época de estiaje se observaba poco caudal de agua, aproximadamente una profundidad de aguas de 50 cm; sin embargo, por las piedras cuyos diámetros son de más de 1 m que se encontraban en el lecho del río, es evidente que, en la época de lluvias, el volumen de agua aumenta bastante (no se observa el lecho rocoso de fundación). La posición de emplazamiento del puente existente está en un tramo recto de carretera y no hay necesidad de alterar el alineamiento horizontal y vertical. Aunque se encuentran casas privadas en la cercanía del puente, se considera que no hay dificultad en la adquisición de terreno para la construcción de un puente provisional y del camino de desvío.

3) Puente Quebrada Seca

El Puente Quebrada Seca está construido sobre la Carretera del Litoral CA-2, cerca del centro del Departamento de Usulután, sobre el río Quebrada Seca. El puente antiguo existente (de 13.2 m de longitud) es de 5 vigas principales de un solo tramo. Este es un puente esviado (aproximadamente 75°) y tiene una estructura peculiar, pues tiene vigas travesaño de acero y concreto a la vez. Se presume que la mesa de apoyo del estribo fue dañado por una explosión, y como consecuencia de esto la losa esta agujereada y las vigas principales y travesaños están destruidos. Actualmente un puente provisional tipo Bailey está construido sobre el puente antiguo. Los estribos son de tipo de gravedad de mampostería de mortero y no se encuentra deterioro notable en ellos (no se observa el lecho rocoso de fundación). Así como su nombre lo indica "Quebrada Seca", no se observa corriente de agua en la época de estiaje.

La posición de emplazamiento del puente existente está en un tramo recto de carretera y no hay necesidad de alterar el alineamiento horizontal y vertical. Aunque se encuentran casas privadas en la cercanía del puente, se considera que no hay dificultad en la adquisición de terreno para la construcción de un puente provisional y del camino de desvío.

4) Puente Palo Seco

El Puente Palo Seco está construido sobre la Carretera del Litoral CA-2, en el levante del Departamento de Usulután, sobre el río Quebrada Batres. El puente antiguo (de 14.0 m de longitud), puente esviado de vigas de acero (el ángulo esviaje aproximadamente de 60°), fue substituido completamente por un puente tipo Bailey de 36 m de longitud. No se encuentran deterioros notables en los estribos de tipo gravedad de mampostería de mortero (no se observa el lecho rocoso de fundación). En la época de estiaje no se observa corriente de agua en el cauce. Sin embargo, por los daños en el cauce y las obras de protección que se observan en el lecho del río, se considera que el volumen de aguas aumenta bastante en la época de lluvias.

La posición de emplazamiento del puente existente está en un tramo recto de carretera y no hay necesidad de alterar el alineamiento horizontal y vertical. Aunque se encuentran casas privadas en la cercanía del puente, se considera que no hay dificultad en la adquisición de terreno para la construcción de un puente provisional y del camino desvío.

5) Puente Piedra Pacha

El Puente Piedra Pacha está construido sobre la Carretera del Litoral CA-2, en la cercanía del límite occidental del departamento de San Miguel, sobre el río El Coyol. El puente antiguo existente (de 21.0 m de longitud) es un puente de 5 vigas principales de acero de un solo tramo. La losa está agujereada y las vigas están dañadas. No se encuentran deterioros notables en los estribos de tipo de gravedad de mampostería de mortero (no se observa el lecho rocoso de fundación). En la época de estiaje, no se observa corrientes de agua en éste río. Por los escombros observados en los protectores del lecho y las piedras que se encuentran en el lecho del río, se considera que el volumen del agua es mayor en la época de lluvias.

La posición de emplazamiento del puente existente está en un tramo recto de carretera y no hay necesidad de alterar el alineamiento horizontal y vertical. Aunque se encuentran casas privadas en la cercanía del puente, se considera que no hay dificultad en la adquisición de terreno para la construcción de un puente provisional y del camino de desvío.

3.3.2 Aspectos topográficos, geológicos y de suelos del terreno de fundación

1) Generalidades

Puesto que casi todo el territorio está situado en una zona volcánica, su conformación topográfica es montañosa. Geológicamente la formación tectónica de sus suelos corresponde a estratos, que se extienden por las regiones interiores del país, formados por lava volcánica durante la era terciaria, cubriendo una altiplanicie de aproximadamente de 500 a 800 m de altitud. Además, en la nueva era (o sea la era cuaternaria) la cordillera volcánica se extiende formando lagos de tipo caldera esparcidos a lo largo de la misma. La cadena costera del Océano Pacífico coincide con el eje volcánico que se extiende desde el Sur (Costa Rica) hasta el Norte (Guatemala). Es como resultado de éste característico eje volcánico que se ha formado una falda llana y extensa.

La conformación geológica en cuanto al tipo de suelos se refiere, está compuesta principalmente por rocas tales como la toba y la ceniza volcánica, asimismo existen rocas como la andesita, lava basáltica, mármol o brechas volcánicas, aglomerados, etc. Por otra parte, en las regiones del interior (cerca de las fronteras con Guatemala y Honduras, en la región de Metapán) se encuentra una acumulación de estratos de piedra caliza, y es precisamente en esta región que se encuentra las fabricas de cemento del país (ver Anexo 13).

2) Características topográficas, geológicas y de suelos del terreno de emplazamiento de cada puente

(1) Puente Agua Caliente

Éste puente esta emplazado en las cabeceras del Río Acelhuate a las afueras de la parte sud de la ciudad de San Salvador. El río Acelhuate nace en una altiplanicie de 500 a 600 m de altitud, escurre sus aguas a lo largo de una cañada de aproximadamente 40 km, y atravesando de sud a norte la ciudad de San Salvador se extiende hasta desembocar en el gran Río Lempa. Desde el llano hasta el punto de emplazamiento del puente, existen aproximadamente 10 km de longitud del río, o sea el área de la cuenca es de aproximadamente 30 km². La conformación del cauce de éste río, es por en general de una pendiente suave que escurre en forma de "S"; sin embargo, en las cercanías del puente el río corre directamente, confluyendo con el drenaje de la planta hidroeléctrica. Además de esto, puesto que las aguas del río han socavado los estribos, se ha formado un encajonamiento del cauce en el puente. El ancho del cauce es de 10 m, y tiene una altura de gálibo de 10 m a partir de la base de las vigas, la profundidad de escurrimiento varía de 30 cm a 1.2 m en época de estiaje, y el nivel de aguas máximas registrado durante las crecidas alcanza un nivel de aproximadamente 1 m desde la base de la viga. Se estima que en un período de seis meses el nivel de aguas sube a casi 4 m desde la base de la viga. Puede observarse que el estrato portante o lecho de fundación, en las dos riberas, está conformado por una mezcla de conglomerado y roca toba (Tf) (ver Anexo 14 (1)).

(2) Puente San Antonio

Éste puente se encuentra emplazado en la llanura próxima al volcán de San Vicente (de 2,181 m de altitud), que es un volcán de formación reciente. El Río San Antonio es un río que está conformado por la confluencia de varios ríos pequeños existentes aguas arriba del puente (Río Rosario, Río Negro, Río Callejón, etc.), es por esta razón que en los planos a una escala de 1:100,000 o mayores, el río aparece recién a cierta distancia aguas abajo de la ubicación del puente que lleva su nombre. A unos 50 m aguas arriba, en el punto de confluencia con el Río Rosario, el eje del cauce del Río San Antonio forma una curva; sin embargo, justo en el punto de emplazamiento del puente hasta unos 50 m aguas abajo, el eje del cauce es rectilíneo. El ancho del cauce es de aproximadamente 30 m, y tiene un caudal aproximado de $1 \text{ m}^3/\text{seg.}$ en época de estiaje. Aparentemente es un río poco caudaloso, pero en época de lluvias, el nivel de aguas asciende unos 2.5 m anegando el río hasta un nivel de aproximadamente 2 m a partir de la parte inferior de las vigas. No se observó directamente ningún afloramiento en el terreno, pero de acuerdo con los resultados de estudios de sondeo pasados, se verificó que el lecho rocoso conformado por un estrato de andesita (An), se encuentra a 8 m de profundidad en el área del puente (ver Anexo 14 (2)).

(3) Puente Quebrada Seca

El río Quebrada Seca se encuentra ubicado en la llanura cercana al volcán de reciente formación en el Cerro de Las Ralmas (de 1,480 m de altitud), y el Cerro Taburete (de 1,171 m de altitud), y es uno de los ríos afluentes más importantes de la zona norte. El cauce es del tipo de torrentera, nace en una llanura volcánica y tiene un ancho aproximado de 10 m, tiene una sección transversal de escurrimiento en forma de U. Si observamos en el plano, el río escurre formando un cauce en "S" en las cercanías del puente, golpeando de frente y erosionando el estribo de la ribera derecha. El río Quebrada Seca, como lo dice su nombre, en época de estiaje no tiene flujo de aguas, o sea no tiene caudal de escurrimiento, sin embargo en época de lluvias el nivel de aguas asciende hasta casi 1 m debajo de las vigas. A ambos lados del río existen afloramientos de rocas y cenizas volcánicas. En cuanto a la superficie del terreno, se pudo observar huellas o rastros de socavación denotando ser un terreno blando compuesto de ceniza volcánica. Los resultados del estudio geológico (sondeos) señalan que el lecho rocoso, conformado por un estrato de toba (Tf), se encuentra aproximadamente a más de 8 o 10 m de profundidad en el área del puente. El nivel freático se encuentra aproximadamente a más de 20 m de la superficie (ver Anexo 14 (3)).

(4) Puente Palo Seco

El lugar de emplazamiento de éste puente es semejante que el del puente Quebrada Seca. Se pueden observar afloraciones en el lecho (ver Anexo 14 (4)). El nombre del río es

"Quebrada Batres" y corresponde a uno de los pequeños ríos, tipo torrentera, que nacen en las llanuras a las faldas del Cerro Taburete (de 1,171 m de altitud). El ancho del cauce es de aproximadamente 10 m , y debido a que en el punto de emplazamiento del puente, el eje del cauce va orientado en el mismo sentido que el del camino, el puente está ligeramente esviado. Existen afloraciones a ambos lados del cauce, sin embargo el suelo de la superficie es blando (se ha provisto de un escollera para proteger el lecho); pero, de acuerdo a los resultados del estudio geológico (sondeos) se encuentra un terreno de fundación más resistente aproximadamente a más de 10 m del nivel de fundación actual. En época de estiaje no escurre ningún caudal, pero en época de lluvias el nivel asciende hasta casi 2 m. debajo de la base inferior de las vigas. De acuerdo a los pozos existentes en las cercanías, se pudo verificar que el nivel freático se encuentra a unos 20 m de profundidad.

(5) Puente Piedra Pacha

El lugar de emplazamiento de éste puente está ubicado en el llano, al pie del volcán de reciente formación en el Cerro San Miguel (de 2,129 m de altitud). El nombre del río es "El Coyol", es un cauce del tipo de torrentera y se extiende conservando un eje casi rectilíneo, con un ancho aproximado de 10 m y una superficie transversal de escurrimiento en forma de U. Durante la época de estiaje no escurre ningún caudal, pero en época de lluvias el nivel asciende unos 4 m (a casi 2 m. de la base inferior de las vigas). En las cercanías de los estribos se pueden apreciar afloraciones de rocas lapilli (Ag) y conglomerados. Puesto que éstos estratos son bastante heterogéneos, existen partes con concentraciones de arena volcánica consolidada(Vs), que por su consistencia son fácilmente socavadas. Se pudo verificar en el terreno, que en el estribo ubicado al lado que da hacia la ciudad de San Salvador, se registra éste caso de socavación. Sin embargo, desde el punto de vista de la capacidad portante del terreno como lecho de fundación, puede decirse que se tiene un estrato de suelo bastante resistente (ver Anexo 14 (5)). El nivel freático se encuentra a 30 m de profundidad.

CAPÍTULO 4

CONTENIDO DEL PROYECTO

CAPÍTULO 4

CONTENIDO DEL PROYECTO

4.1 Objetivo

El objetivo de éste proyecto es el de restaurar en breve plazo las funciones de la red vial troncal internacional, mediante el reemplazo de los puentes provisionales, tipo Bailey de un carril de tránsito, que fueron instalados como medida de emergencia en lugar de los puentes que fueron dañados o destruidos en las principales carreteras nacionales, por puentes definitivos de dos vías de tránsito, tomando en cuenta principalmente los puentes de pequeña escala. Para que así se restaure al mismo tiempo, el territorio nacional en la post-guerra, y para contribuir al mejoramiento del nivel de vida de la población y a la actividad económica del país.

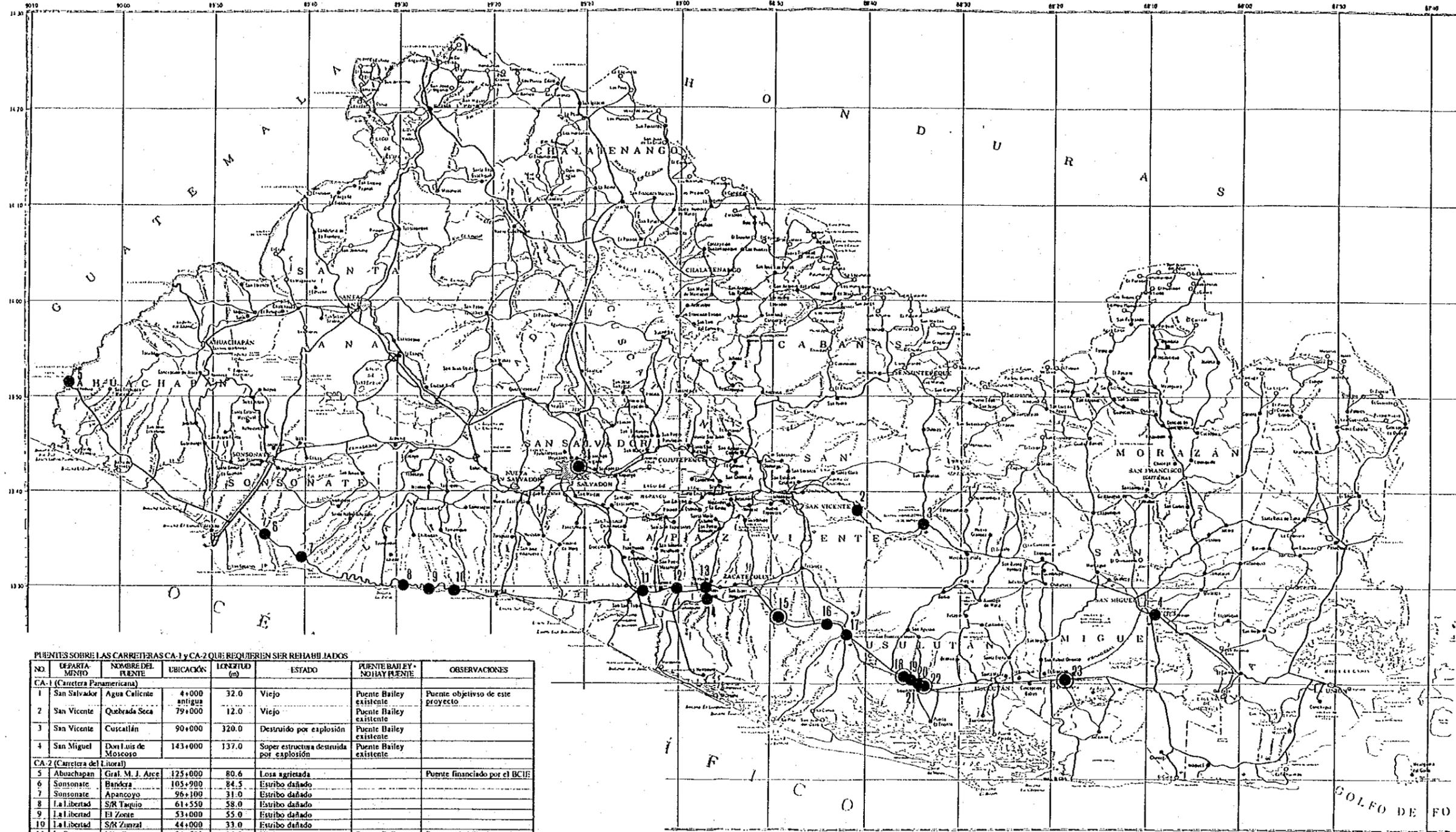
4.2 Examen del contenido de la solicitud

4.2.1 Pertinencia de la solicitud

Los puentes objetivo de éste proyecto de reposición de los puentes provisionales ubicados sobre las carreteras principales del país, que fue solicitado por el Gobierno de El Salvador, corresponden a los siguientes 5 puentes tipo Bailey ubicados en las principales carreteras del país.

Tabla 4.2.1 Puentes solicitados

Nombre del puente	Longitud actual (m)	Longitud del nuevo puente solicitado (m)	Nombre del río
Agua Caliente	12.0	35.0	Acelhuate
San Antonio	51.8	50.0	San Antonio
Quebrada Seca	13.2	20.0	Quebrada Seca
Palo Seco	14.0	18.0	Quebrada Batres
Piedra Seca	21.0	25.0	El Coyol



Puentes sobre las Carreteras CA-1 y CA-2 que requieren ser rehabilitados

NO.	DEPARTAMENTO	NOMBRE DEL PUENTE	UBICACIÓN	LONGITUD (m)	ESTADO	PUENTE BAILEY - NO HAY PUENTE	OBSERVACIONES
CA-1 (Carretera Panamericana)							
1	San Salvador	Agua Caliente	4+000	32.0	Viejo	Puente Bailey existente	Puente objetivo de este proyecto
2	San Vicente	Quebrada Seca	79+000	12.0	Viejo	Puente Bailey existente	
3	San Vicente	Cuscatlán	90+000	320.0	Destruído por explosión	Puente Bailey existente	
4	San Miguel	Don Luis de Moscoso	143+000	137.0	Super estructura destruida por explosión	Puente Bailey existente	
CA-2 (Carretera del Litoral)							
5	Abascochapan	Gral. M. J. Ace	125+000	80.6	Losa agrietada		Puente financiado por el BCIE
6	Sonsonate	Bandera	105+900	84.5	Estrubo dañado		
7	Sonsonate	Apancoyo	96+100	31.0	Estrubo dañado		
8	La Libertad	S/R Taquío	61+550	58.0	Estrubo dañado		
9	La Libertad	El Zonte	53+000	55.0	Estrubo dañado		
10	La Libertad	S/R Zurzal	44+000	33.0	Estrubo dañado		
11	La Paz	Miraflores	34+500	16.0	Viejo	Puente Bailey existente	Puente rehabilitado mediante financiamiento del gobierno
12	La Paz	Rio Jiboa	41+000	145.0	Fundaciones requieren reparación		
13	La Paz	Jalponga	47+100	31.0	Dinamitado	Puente Bailey existente	Puente rehabilitado mediante financiamiento del gobierno
14	La Paz	Jalponguita	54+600	32.0	Vigas y losa dañados		
15	La Paz	San Antonio	64+300	51.8	Dinamitado	Puente Bailey existente	Puente objetivo de este proyecto
16	La Paz	El Puzon	74+000	22.0	Losa agrietada		
17	Usulután	S. Mcos. Lempa	82+000	300.0	Destruído por explosión	Puente Bailey existente	
18	Usulután	Quebrada Seca	89+200	13.2	Superestructura destruida por explosión	Puente Bailey existente	Puente objetivo de este proyecto
19	Usulután	SQEI Coyolito	93+200	12.5	Infraestructura requiere rehabilitación		
20	Usulután	Desvío Jiquilisco	96+350	13.0	Losa requiere reparación		
21	Usulután	Desvío Los Mangos	96+400	13.0	Losa requiere reparación		
22	Usulután	Palo Seco	97+990	14.0	Superestructura requiere rehabilitación	Puente Bailey existente	Puente objetivo de este proyecto
23	San Miguel	Piedra Pacha	123+000	21.0	Vigas y losa dañados	Puente Bailey existente	Puente objetivo de este proyecto

● Puentes objetivo del estudio

Figura 4.2.1 Puentes ubicados sobre las Carreteras CA-1 y CA-2 que requieren ser rehabilitados

La reposición de los puentes mencionados en la lista anterior, está de acuerdo con el objetivo del "Plan de rehabilitación de puentes de pequeña escala" que se incluye en el "Plan de Reconstrucción Nacional" de El Salvador durante el período de la post-guerra.

De acuerdo a la lista preparada por la Dirección General de Caminos (Marzo de 1992), existen 79 puentes que requieren de una urgente rehabilitación, entre los cuales 23 están ubicados sobre las carreteras Panamericana y del Litoral (la ubicación de estos 23 puentes se encuentra en el plano de la Figura 4.2.1), incluyendo los puentes Cuscatlan (320 m), Moscoso (137 m) y Oro (300 m) que son considerados como de gran longitud. De éstos, 11 puentes, incluyendo los tres puentes mencionados, tienen tramos de puente Bailey de un carril (excepto el puente Cuscatlán que tiene dos carriles, uno en cada sentido de tráfico) y constituyen puntos de estrangulamiento del tránsito.

De los 11 puentes mencionados en el párrafo anterior, 2 (Puentes Miraflores y Jalponga) se encuentran en construcción con fondos del Estado, y uno tiene proyectada su ampliación de acuerdo al camino. Por esta razón, puede considerarse que si se termina con la reposición de los cinco puentes objetivo, excluyendo aquellos tres puentes de gran luz, se terminaría con la reposición de los puentes de menor y mediana longitud considerados de urgencia y ubicados en las rutas Panamericana y del Litoral (El Gobierno Salvadoreño desea la cooperación continua del Gobierno de Japón para éstos tres puentes). Por otra parte, el estado de los 12 puentes restantes (restando los 11 puentes provisionales tipo Bailey de los 23 puentes que requieren ser rehabilitados) no es tan malo como para ser repuestos en su totalidad, comparando con los cinco puentes de éste proyecto, que se consideran como de emergencia.

A partir de ésta situación, sin tomar en cuenta el programa que incluye el estudio y construcción de los puentes de gran longitud, el cual se desarrollaría a largo plazo, se podrá cumplir con la reposición de los 5 puentes que comprende la solicitud del financiamiento en forma efectiva y en un corto plazo.

4.2.2 Proyectos similares y con otros financiamientos

Existen otros proyectos en ejecución financiados por entidades internacionales, tales como el BID, BCIE, BIRF, USAID, etc.

Los siguientes proyectos se encuentran en desarrollo bajo el auspicio o cooperación del BID y USAID:

Banco Interamericano de Desarrollo (BID)

- (1) Programa de Rehabilitación de Carreteras Troncales y Programa de Rehabilitación de Carreteras Regionales.
- (2) Plan de Rehabilitación de las Principales Arterias de la Red Troncal de Carreteras

(longitud total de 690 km), tales como la CA-2 (Carretera del Litoral: Acajutla - La Unión), CA-4, CA-8, CA-12, etc. a ejecutarse entre el período 1992-1996. Vale aclarar que en éste proyecto no se incluye la restauración de puentes. Este es un programa a efectuarse mediante el financiamiento de concesiones (a 40 años de plazo, con 10 años de gracia e intereses del 1 o 2%), o mediante prestamos ordinarios de capital (a 20 años de plazo e intereses iguales a los del mercado internacional, 6 o 7%).

- (3) El programa de rehabilitación de las carreteras regionales, tiene una longitud total de 617 km, y su finalización está programada para principios del 1996. Este proyecto se hará mediante el financiamiento de concesiones por una suma de 4 millones de Dólares Americanos.

Agencia Internacional de Desarrollo de Estados Unidos (USAID)

- (1) En términos generales el USAID tiene dos programas de cooperación, los cuales están orientados fundamentalmente al "mejoramiento de los servicios del estado" y la "recuperación nacional y de la paz".
- (2) El primero de los dos referidos programas, está orientado a la rehabilitación de carreteras, servicios de agua potable y electricidad. En cuanto a las carreteras se refiere, comprende a las carreteras terciarias y carreteras rurales (carreteras ripiadas). Es un programa que comprende casi 1,300 km, para ser rehabilitados en el plazo 1990-1994 (5 años). A excepción de los puentes de pequeña escala, no se considera la rehabilitación de puentes.
- (3) El segundo de los programas, es un programa que tiene como área objetivo a las regiones afectadas por la guerra y desastres naturales (en total fueron seleccionadas 117 municipios), y fue iniciado en Mayo de 1992. Tiene como meta aspectos como la educación, etc. que están relacionados con programas de la infraestructura.

Los programas de cooperación concernientes con instituciones internacionales como el BCIE o el BIRF, de acuerdo con los datos de la Dirección General de Caminos, comprenden la rehabilitación de 164 km de carreteras (del 1991 al 1994). Entre éstos se encuentran los proyectos de rehabilitación de la carretera CA-2 (Carretera del Litoral; tramo de Acajutla a frontera con Guatemala, incluyendo la rehabilitación del puente Gral. Manuel Jose Arce), CA-12 (Santa Ana - Metapán - frontera con Guatemala), etc.

En la Figura 4.2.2 se muestran los carreteras comprendidos en los mencionados planes de rehabilitación (excluyendo los tramos a ejecutarse con fondos de la USAID).

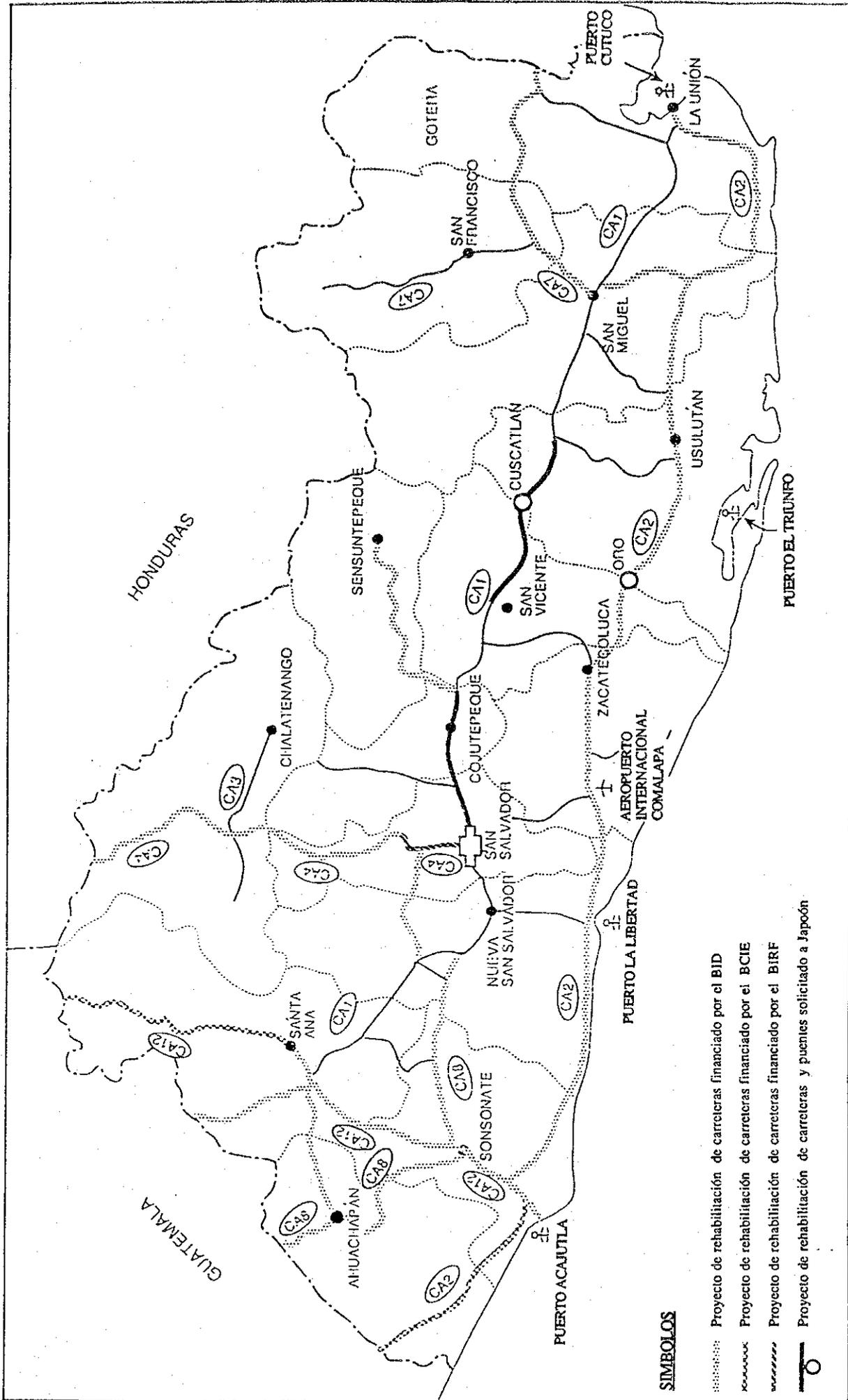


Figura 4.2.2 Proyectos con cooperación extranjera

ESTUDIO DEL DISEÑO BÁSICO DEL PROYECTO PARA LA RECONSTRUCCION DE Puentes SOBRE CARRETERAS PRINCIPALES PRIORITARIAS

4.2.3 Organización de la ejecución y plan de operaciones

1) Organización administrativa

La organización del Gobierno de El Salvador está compuesta por los tres poderes, estos son el ejecutivo, el judicial y el legislativo. El poder ejecutivo del Gobierno está conformado por 12 ministerios, entre los cuales se tiene al de Obras Públicas (MOP). A su vez, el Ministerio de Obras Públicas, está compuesto de dos vice-ministerios, que son el de Vivienda y Desarrollo Urbano, y el de Obras Públicas. El Vice-ministerio de Obras Públicas está conformado por la Dirección de Planificación, Dirección de Urbanismo y Arquitectura, Dirección General de Caminos, Instituto Geográfico Nacional, Centro de Investigaciones Geotécnicas, Administración de Maquinaria y Equipo, Asesoría Técnica, y otras 4 direcciones, en total 10 direcciones.

La Dirección General de Caminos, está compuesta por dos sub-direcciones, las cuales a su vez tienen a 6 divisiones que controlan y administran todos los proyectos concernientes con programación, diseño, construcción y mantenimiento de carreteras y puentes en toda El Salvador. El presente proyecto ha sido efectuado para la Dirección General de Caminos del Ministerio de Obras Públicas. (En las Figuras 4.2.3 y 4.2.4 se muestran los organigramas de la organización del Ministerio de Obras Públicas y de la Dirección General de Caminos respectivamente).

2) Personal de la Dirección General de Caminos

El personal de las oficinas centrales y de las oficinas departamentales de la Dirección General de Caminos, que está en la capital, ciudad de San Salvador, está distribuido y se clasifica como se muestra a continuación:

Personal	Oficina Central	Oficinas Departamentales	Total
Director, Jefes	9	0	9
Ingenieros	111	28	139
Técnicos	296	36	332
Personal administrativo	837	829	1,666
Guardas, conserjes, otros	170	518	688
Obreros	50	3,370	3,420
Total	1,473	4,781	6,254

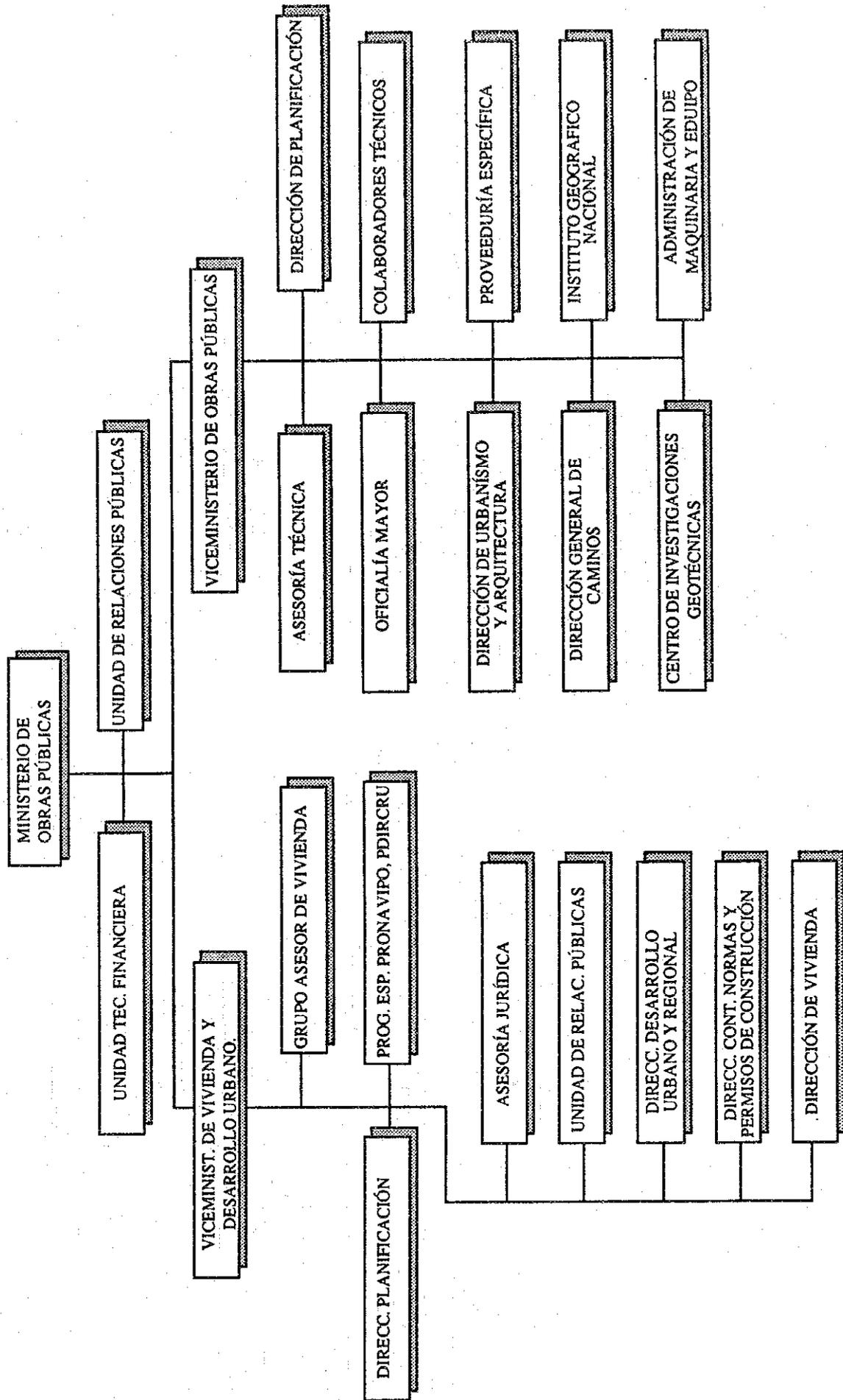


Figura 4.2.3 Organigrama del Ministerio de Obras Públicas

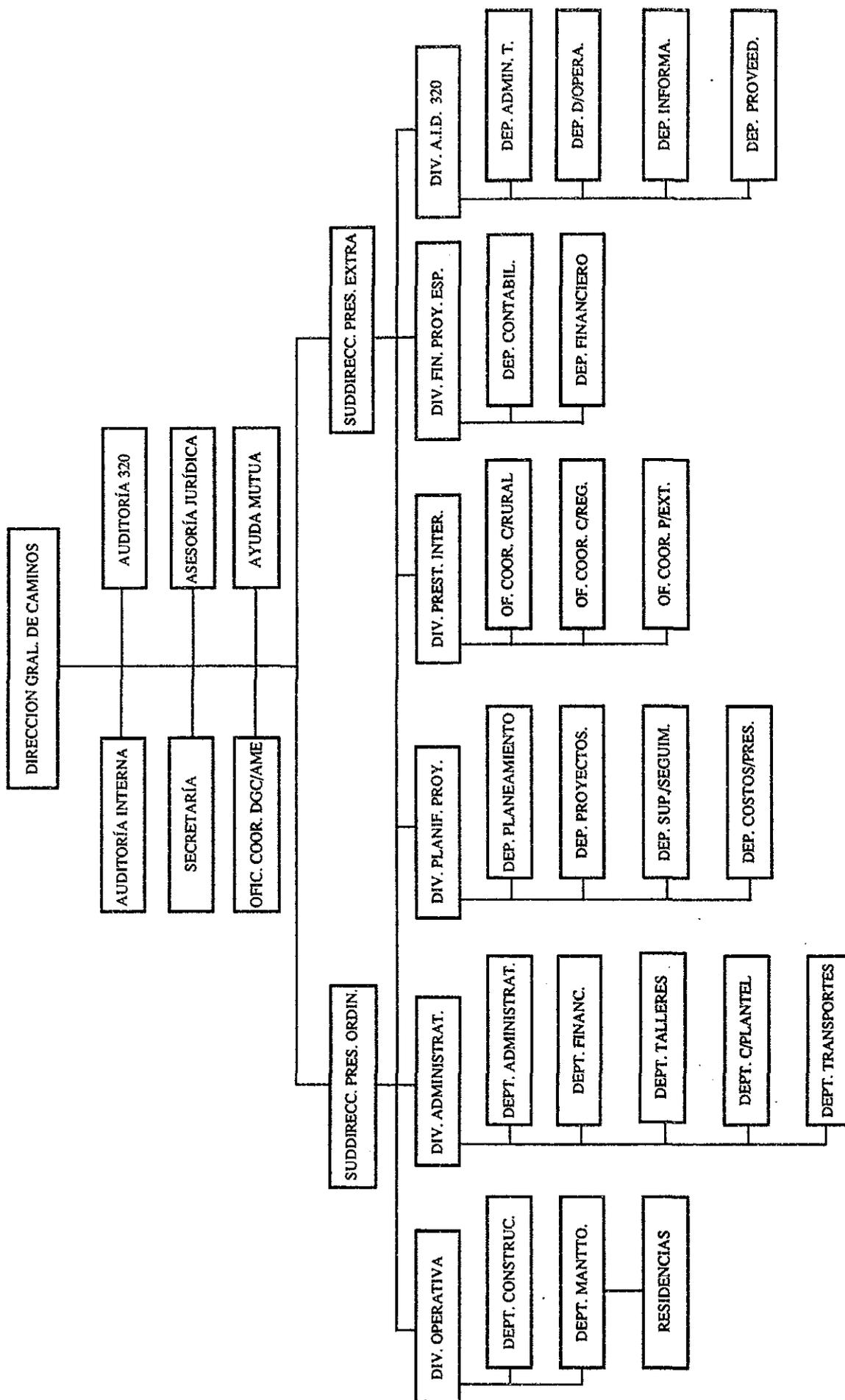


Figura 4.2.4 Organigrama de la Direccion Nacional de Caminos

3) Presupuestos y desembolsos de la Dirección General de Caminos

La relación de los presupuestos y desembolsos efectuados por la Dirección General de Caminos durante los últimos 7 años es como se muestra a continuación

Año	Presupuestos (miles de Colones)	Desembolsos (miles de Colones)
1985	175,998	128,717
1986	193,556	167,464
1987	185,547	162,425
1988	212,192	249,524
1989	223,737	178,665
1990	439,164	224,140
1991	302,457	208,996

4) Régimen administrativo de mantenimiento

(1) Organización

La organización del Departamento de Mantenimiento y Rehabilitación de la Dirección General de Caminos, está constituida de acuerdo con el diagrama que se muestra en la Figura 4.2.5. La administración del mantenimiento y la rehabilitación de carreteras, se ejecuta mediante 4 oficinas regionales. En cambio, en el caso del mantenimiento y rehabilitación de puentes, la oficina central del Departamento de Mantenimiento y Rehabilitación de Puentes se hace cargo directamente de éstos trabajos. Éste departamento también se hace cargo de la instalación de puentes provisionales, tipo Bailey, en casos de emergencia; cabe señalar que la capacidad ejecutiva de éste departamento, en cuanto a la administración de mantenimiento se refiere, es alta..

(2) Presupuesto para el mantenimiento y rehabilitación de puentes

El presupuesto asignado para el mantenimiento y rehabilitación de puentes en el año 1993, es de 7,500,000 Colones, y está destinado principalmente para la rehabilitación o reposición (o reemplazo) de 9 puentes (incluyendo los puentes Miraflores y Jalponga) de mediana y pequeña escala.

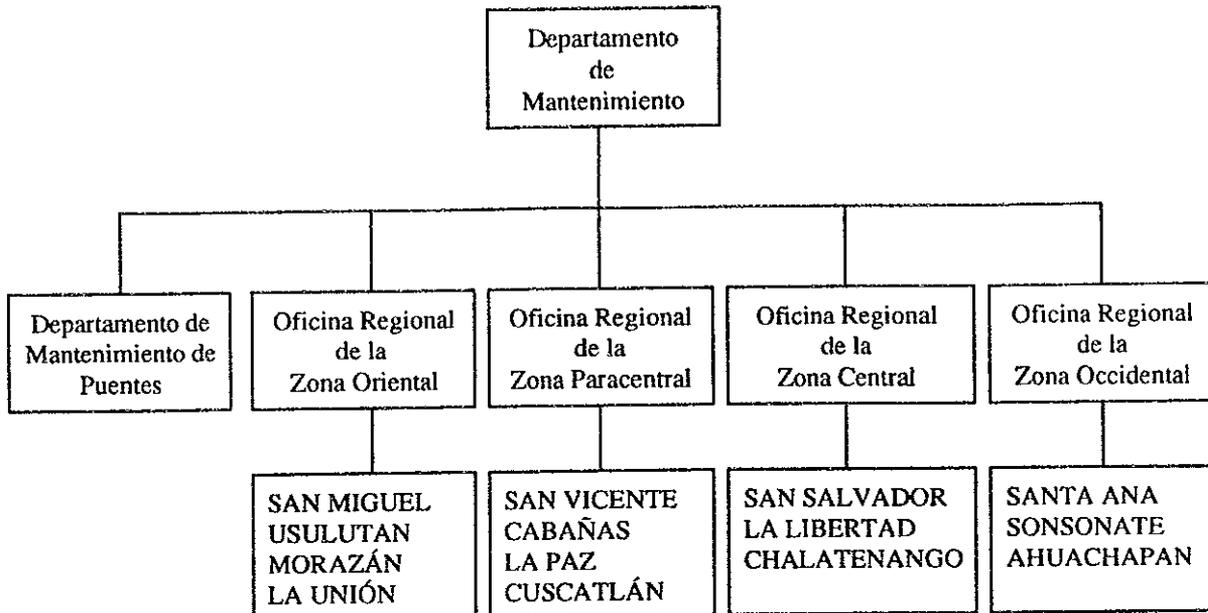


Figura 4.2.5 Organigrama del Departamento de Mantenimiento de la Dirección General de Caminos

(3) Nivel técnico

La dirección de carreteras dispone en todo el país un total de 8 plantas procesadoras de agregados, de pequeña escala, para la producción del concreto o concreto asfáltico necesario para la ejecución de trabajos de mantenimiento y rehabilitación. Por otra parte, tiene un total de 5 plantas de asfalto simple, que sirven para la ejecución de trabajos de reparación de pavimentos en pequeña escala. Las plantas procesadoras de agregados disponen de maquinas y equipo tales como trituradoras (planta de chancado de material), retroexcavadoras, cribas, compactadores de rodillo, niveladoras, etc. pero éstas son aún insuficientes como para la administración de mantenimiento.

4.2.4 Líneas básicas para la ejecución de la cooperación

Al respecto de la realización de éste proyecto ("Proyecto de Reconstrucción de Puentes en las Principales Carreteras Nacionales"), de acuerdo al análisis y examen efectuado en los párrafos precedentes a éste inciso, puede verse que se verificó la eficacia, realidad, capacidad del país beneficiario, etc., y puesto que esto concuerda con los requisitos establecidos por el Programa de Cooperación Financiera No-Reembolsable de Japón, etc. se considera que es un proyecto aplicable para éste programa de cooperación no-reembolsable. Consiguientemente, en forma preliminar a la cooperación financiera no-reembolsable, se examinó en resumen el proyecto y se efectuó el siguiente Diseño Básico.

4.3 Resumen del proyecto de puentes

4.3.1 Lugar de emplazamiento

Como se sabe, actualmente los 5 puentes objetivo del proyecto, son puentes de tipo Bailey instalados con caracter provisorio. Al respecto de la instalación de puentes definitivos, o sea de puentes que no cuentan con partes provisionales, en el plan de reposición de éste tipo de puentes provisionales, puesto que no están considerados dentro de las normas de rehabilitación de puentes que actualmente se está desarrollando en El Salvador, se considera la completa desmantelación de éstos y la construcción de otros nuevos en su lugar.

Debido a que los 4 puentes ubicados sobre la Carretera del Litoral están emplazados sobre tramos rectos del camino, y porque al efectuar cualquier cambio en el alineamiento del camino se perjudicaría de todas maneras el trazado general, para la planificación de los nuevos puentes se determinó conservar los actuales lugares de emplazamiento. Al respecto del Puente Agua Caliente, a pesar de no estar ubicado en un tramo recto del camino, se determinó conservar el lugar de emplazamiento porque no es posible la movilización de instalaciones, terrenos reservados, etc.

4.3.2 Longitud de los puentes

1) Puente Agua Caliente

La longitud del actual puente Agua Caliente es de 12.0 m, y del puente provisional de tipo Bailey, es de 32 m. De acuerdo a la longitud del puente provisional, el nuevo puente ha sido proyectado con una longitud de 30 m. Puesto que si se diseñaría el puente de tal manera que sea emplazado en un tramo recto del camino, se deformaría el trazado horizontal de los accesos, el puente nuevo ha sido proyectado sobre una curva. (La longitud y el trazado final del puente será definido luego de realizarse el levantamiento topográfico)

2) Puente San Antonio

El actual puente San Antonio, que cruza perpendicularmente el Río San Antonio, tiene una longitud de 51.8 m. Considerando factores tales como, que el ancho del cauce ha retrocedido un poco con respecto a los estribos actuales, el cauce del río es comparativamente estable, etc., se determinó que la longitud del nuevo puente sea de 50 m conservando la escala del actual puente.

3) Puente Quebrada Seca

Éste puente tiene una longitud de 13.2 m, y cruza el río del mismo nombre en forma esviada. Debido a que el curso del cauce es inestable, la superficie lateral de los estribos ha sido socavada críticamente. Por esta razón, a fin de evitar que éste fenómeno de socavación afecte al nuevo puente, en el diseño se retrocede la posición de los estribos hasta obtener una longitud de puente de 20 m.

4) Puente Palo Seco

El actual puente Palo Seco tiene una longitud de 14.0 m, y puesto que atraviesa oblicuamente la "Quebrada Batres", es un puente esviado. Puesto que el curso del cauce no es estable, y existen drenajes que confluyen al río desde los accesos, los alrededores del cauce cerca del puente (cerca de los estribos) se encuentran bastante socavados. Por consiguiente, para disminuir el efecto causado por el esviaje, y la socavación de los estribos, se ha diseñado el puente con una longitud de 20 m.

5) Puente Piedra Pacha

El actual puente tiene una longitud de 21.0 m, y cruza perpendicularmente el río "El Coyol". El lecho se encuentra en una situación inestable, pero el cauce se ve comparativamente estable en el punto de emplazamiento del puente. Por lo que utilizando una escala un tanto menor que la actual, se diseña el puente para una longitud de 20 m.

4.3.3 Composición del ancho de los puentes

Las carreteras de El Salvador están clasificadas en 5 grupos como se explicó en el inciso 3.2.1, y de acuerdo con ésta clasificación, las carreteras sobre las cuales están emplazados los puentes objetivo del presente estudio, son carreteras principales que están catalogadas como carreteras primarias. Según las "Normas de Diseño" de la Dirección General de Caminos (Noviembre de 1985), el ancho de calzada para las Carreteras Primarias debe ser de 7.3 m y en el sector del puente debe ser de 7.9 m. Por lo que, en el diseño correspondiente al presente proyecto se cumplirá con ésta especificación, determinando un ancho de camino de 7.9 m en el sector de emplazamiento del puente, con aceras a ambos lados de la calzada y de acuerdo con la escala del puente (ancho efectivo de 0.60 m).

4.3.4 Tipo de los puentes

El tipo de los puentes objetivo del proyecto, antes de ser instalados los actuales puentes provisionales de tipo Bailey, eran puentes del tipo de entramado (tablero) superior conformado por vigas. El presente proyecto de reconstrucción de éstos puentes, a partir

de las condiciones de diseño tales como la escala o longitud del puente, trazado transversal del camino, etc. considera también el uso de vigas. Por otra parte, tomando en cuenta el "Plan de Reconstrucción Nacional", para la ejecución del proyecto se considera la "generación de oportunidades de empleo", por lo que se proyectan los trabajos de construcción de tal manera que se utilice, en la medida de las posibilidades, la mayor cantidad de mano de obra. Puesto que desde éste punto de vista, los puentes de concreto requieren de mayor mano de obra que los puentes metálicos (de acero), es que se determina para éste proyecto la utilización de estructuras de concreto principalmente.

4.3.5 Margen del financiamiento

El margen del financiamiento, en cuanto al Programa de Cooperación Financiera No-Reembolsable de Japón se refiera, está enmarcado en los trabajos de construcción relacionados con los siguientes 5 puentes.

- **Puente Agua Caliente**

Construcción de un puente nuevo (longitud del puente igual a 30 m) y los caminos de acceso a éste (aproximadamente 40 m en cada acceso).

- **Puente San Antonio**

Construcción de un puente nuevo (longitud del puente igual a 50 m) y los caminos de acceso a éste (aproximadamente 20 m en cada acceso).

- **Puente Quebrada Seca**

Construcción de un puente nuevo (longitud del puente igual a 20 m) y los caminos de acceso a éste (aproximadamente 20 m en cada acceso).

- **Puente Palo Seco**

Construcción de un puente nuevo (longitud del puente igual a 20 m) y los caminos de acceso a éste (aproximadamente 20 m en cada acceso).

- **Puente Piedra Pacha**

Construcción de un puente nuevo (longitud del puente igual a 20 m) y los caminos de acceso a éste (aproximadamente 20 m en cada acceso).

4.3.6 Margen de los gravámenes constructivos del Gobierno de El Salvador

En este proyecto, el rango o margen de los gravámenes constructivos que el Gobierno de El Salvador debe cumplir consiste en la preparación del lugar de emplazamiento antes de la construcción de los puentes, es decir los cargos o gravámenes radican principalmente en la expropiación o renta de los terrenos afectados con la construcción de los puentes y desvíos (o rutas alternativas). Además, en cuanto a otros aspectos, éste es un margen de gravámenes para el país beneficiario que se necesita cumplir para la ejecución de un proyecto mediante el régimen del Programa de Cooperación Financiera No-Reembolsable de Japón.

El proyecto incluye la construcción de las vías de acceso a los puentes y los desvíos (o rutas alternativas) necesarias para la construcción de los nuevos puentes. Sin embargo, los resultados de las reuniones efectuadas con la Dirección General de Caminos (DGC), al respecto de la construcción de desvíos, en el caso de utilizarse los puentes tipo Bailey, se concordó en que los gastos comprendidos por los materiales y construcción-remoción que involucre el puente Bailey en sí, serán cubiertos por el Gobierno de El Salvador.

Tabla 4.3.1 Rango de las obligaciones de cada país

Ítem	Japón (dependiendo del proyecto)	El Salvador
Accesos	O	
Expropiación de terrenos		O
Construcción y/o remoción de puentes Bailey para desvíos		O
Desvíos (sin considerar puentes Bailey)	O	
Espacios para la construcción		O

4.3.7 Planificación de la administración de mantenimiento

Al respecto de los 5 puentes que tiene como objetivo el presente financiamiento, en el futuro, se requieren los siguientes trabajos de administración de mantenimiento.

- Reparación o reposición de las juntas de expansión (cada 7 o 10 años).
- Limpieza de los apoyos, drenajes, etc.
- Reparación de barandados, pavimento (pavimento de concreto), en caso de deterioro.
- Reparación de protectores de la estructura del lecho (en el caso que se registren

daños por inundaciones, etc.).

- Reparación de los muros de contención de los estribos (en el caso que se registren daños por inundaciones, etc.).
- Repavimentación (pavimento de asfalto) de los caminos de acceso al puente (cada 5 a 6 años).

El presente proyecto ha sido efectuado considerando un diseño tal que los trabajos de mantenimiento y rehabilitación se disminuyan en lo posible; sin embargo, los trabajos de mantenimiento y reparación que se mencionan en el párrafo anterior, son indispensables y deben proporcionarse luego de la construcción, en forma inevitable, para lo cual, se deben efectuar inspecciones periódicas. En el caso de que se presenten anomalías o imprevistos, deben tomarse medidas adecuadas para proteger de desastres de segundo grado, etc. realizando trabajos de reparación de emergencia.

A continuación se muestra una estimación de los costos de mantenimiento de los 5 puentes objetivo del proyecto, para un plazo de 10 años a partir del término de su construcción, sumando un total de aproximadamente 2 millones de colones en diez años, o sea aproximadamente un promedio de 200 mil colones por año.

Estimación de costos de mantenimiento (para 10 años)

Ítem	Costo (Colones)
Reparación o reposición de juntas de expansión	380,000
Limpieza de apoyos y drenajes	230,000
Reparación de barandados pared y pavimento de la calzada	90,000
Reparación de protectores del lecho	80,000
Reparación de los protectores de los taludes cercanos a los estribos	490,000
Reposición del pavimento de los caminos de acceso al puente	770,000
Total	2,040,000

El régimen administrativo de mantenimiento referente al presente proyecto, será efectuado en forma directa por el Departamento de Mantenimiento de Puentes, mediante la administración de mantenimiento y disposición de presupuesto de la Dirección General de Caminos -Departamento de Mantenimiento. Los trabajos de conservación de caminos en general, tales como limpieza de caminos, etc. serán efectuados por las oficinas regionales pertenecientes al Departamento de Mantenimiento (oficinas de la Zona Central y de la Zona Oriental).

CAPÍTULO 5
DISEÑO BÁSICO

CAPÍTULO 5

DISEÑO BÁSICO

5.1 Principios básicos del diseño

Tomando en cuenta la escala del puente, luces de cálculo, configuración de la subestructura, tipos de fundaciones, disponibilidad de equipo y maquinaria de construcción en el lugar de emplazamiento, y también la futura administración de mantenimiento, etc. se establecen los siguientes principios para el diseño:

- (1) El abastecimiento de materiales primordiales para la construcción tales como la arena, grava, cemento, armadura de refuerzo, etc. puede ser cubierto con suficiencia en El Salvador, es por ésta razón que se efectúa un diseño tomando las estructuras de concreto como elemento básico.
- (2) Puesto que la escala de los puentes del presente proyecto, está de acorde con una luz menor o igual a 30 m, y existen alturas de gálibo entre 10 m y 15 m, se determina la ejecución de estructuras de concreto desde el punto de vista económico.
- (3) Dentro de los materiales de construcción, se tiene la disponibilidad de equipo de transporte y manejo de carga tales como camiones grúa, trailler, etc. Es por esto que se estudian las instalaciones de tal manera que se puedan utilizar éstos de la manera más efectiva.
- (4) Los puntos de emplazamiento corresponde de todas maneras a cauces pequeños o medianos, pero debido a que éstos tienen pendientes de escurrimiento muy fuertes, en la época de lluvias se tienen crecidas instantáneas. Consiguientemente, se examinarán suficientemente los métodos constructivos y el período de ejecución considerando éstas condiciones para las construcciones que se tengan que hacer dentro de los ríos.
- (5) El Salvador es un país volcánico con bastante actividad sísmica. Por esto, es importante tomar en cuenta las condiciones sísmicas para el diseño "antisísmico"

de la estructura de los puentes. Esto afecta en los costos de construcción de la subestructura, incluyendo las fundaciones. Consecuentemente, se hará un diseño considerando suficientemente la influencia de los sismos.

- (6) Los trabajos de administración de mantenimiento y la minimización de costos relacionados con ello, una vez concluida la construcción, son factores muy importantes para El Salvador. Por lo tanto, en el presente proyecto se consideran tipos estructurales que en lo posible estén libres del requerimiento de trabajos de mantenimiento, y se examina la aplicación de casos en los que se tenga que usar elementos de acero, de tal manera que no se requiera del pintado, etc.
- (7) En los alrededores y áreas cercanas, existen edificaciones como ser viviendas y otros, y también instalaciones de servicios públicos (cables de electricidad, red telefónica, etc.), es por esta razón que se efectúa un proyecto tal que no obstaculice al tránsito en general y tampoco perjudique a la vida de los habitantes vecinos al área.

5.2 Determinación de las condiciones de diseño

5.2.1 Determinación de las condiciones y normas de diseño

Como resultado de las reuniones efectuadas con la Dirección General de Caminos de El Salvador para determinar las normas, condiciones de diseño, etc. que serán utilizadas para el Diseño Básico de los puentes a ser repuestos o reemplazados, se estableció lo siguiente:

(1) Ancho de los puentes

Al respecto del ancho de los puentes, serán aplicadas las "Normas de Diseño de la Dirección General de Caminos" (editadas en Noviembre de 1985) como las normas de diseño para los caminos troncales. (ver Tabla 5.2.1: Normas de diseño de caminos troncales)

Consecuentemente, el ancho de calzada (W) a utilizarse para el diseño de puentes será de 7.90 m.

Tabla 5.2.1 Normas de diseño de caminos troncales

Tipo de terreno	Llano	Ondulado	Montañoso
Velocidad de diseño (km/hr)	90	70	50
Pendiente longitudinal máxima (%)	5	6	7
Radio de curvatura mínima (m)	250	200	80
Distancia mínima de frenado (m)	60	60	60
Ancho de camino (coronamiento) (m)	12	12	12
Ancho de calzada (m)	7.3	7.3	7.3
Ancho de calzada en puentes (m)	7.9	7.9	7.9
Carga viva para diseño de puentes	H20-S16	H20-S16	H20-S16
Tipo de pavimento	Concreto asfáltico		

(2) Carga viva

La carga viva a considerarse en el diseño de puentes, estará designada también de acuerdo a las normas de diseño mencionadas en el párrafo anterior, por lo que se aplicará una carga viva correspondiente al camión HS-20 (AASHTO) para el caso de caminos troncales.

(3) Cargas sísmicas

Las normas que se utilizarán para la determinación de las cargas sísmicas estarán basadas en el "Reglamento de Emergencia de Diseño Sísmico de El Salvador" que fué aditado en 1989 (Ver Tabla 5.2.2: Coeficientes para el diseño sísmico, Tabla 5.2.3: Coeficientes de importancia (I) de las instalaciones y edificaciones, y Figura 5.2.1: Mapa de regionalización sísmica).

Por consiguiente, la carga sísmica (W_H) se determina de acuerdo a la siguiente ecuación.

$$W_H = C \times I \times W_0 \quad \text{donde;}$$

C : Coeficiente sísmico (= 0.12)

I : Coeficiente de importancia de la estructura (= 1.3)

W_0 : Peso propio de la estructura

Tabla 5.2.2: Coeficientes para el diseño sísmico

Tipo de estructura	Configuración estructural	Zona I	Zona II
1 Marcos	Marcos de concreto reforzado	0.12	0.06
	Marcos de acero	0.10	0.05
2 Paredes	Paredes de concreto reforzado	0.11	0.06
	Paredes de mampostería reforzada	0.17	0.09
	Marcos arriostrados de concreto reforzado o de acero	0.13	0.07
3 Combinación de marcos y paredes	Paredes de concreto reforzado	0.10	0.05
	Paredes de mampostería reforzada	0.15	0.08
	Marcos arriostrados de concreto reforzado o de acero	0.11	0.06
4 Paredes de carga	Paredes de concreto reforzado	0.12	0.06
	Paredes de mampostería reforzada	0.19	0.10
	Marcos arriostrados de concreto reforzado o de acero	0.14	0.07
5 Estructuras aisladas	Elementos aislados de concreto reforzado o de acero	0.30	0.15



Figura 5.2.1: Mapa de regionalización sísmica (*)

(*) Fuente: Reglamento de Emergencia de Diseño Sísmico de El Salvador

Tabla 5.2.3: Coeficientes de importancia (I) de las instalaciones y edificaciones

Clasificación de las instalaciones y edificaciones		Coeficiente I
1	Edificaciones públicas especiales (hospitales, estación de bomberos, telecomunicaciones y teléfonos, instalaciones militares, etc.)	1.5
2	Edificaciones públicas normales (instalaciones educacionales, edificaciones de varios pisos, instalaciones de comunicación y transportes, etc.)	1.3
3	Edificaciones corrientes (viviendas, hoteles, etc.)	1.0
4	Construcciones provisionales	0.2

(4) Otros

Al respecto de las normas o principios relacionados con el diseño de puentes u otro tipo de estructuras, se aplicarán las normas y principios que se utilizan en Japón, excepto en aquellos casos en que existan criterios o normas, principios, etc. que estén ya establecidos o en vigencia.

La carga de diseño utilizada se clasifica en tres grupos desde el punto de vista de la forma de utilizar, frecuencia de cargas y grado de influencia en el puente, estos son: cargas principales, cargas secundarias, y cargas especiales.

a) Cargas principales

Cargas que deben ser consideradas para el diseño normal de las partes estructurales principales del puente.

- | | |
|--|--|
| 1) Carga muerta | 5) Contracción por desecación del concreto |
| 2) Carga viva | 6) Presión de suelos |
| 3) Impacto | 7) Presión de aguas |
| 4) Escurrimiento plástico del concreto | 8) Fuerzas boyantes (empuje hidráulico), empuje del viento |

b) Cargas secundarias

Cargas cuyo efecto debe ser considerado conjuntamente, en forma combinada, con las cargas principales.

- 1) Carga del viento
 - 2) Influencia de los cambios de temperatura
 - 3) Carga sísmica
- c) Cargas especiales
- 1) Influencia de los cambios en las fundaciones
 - 2) Influencia de movimientos de los apoyos
 - 3) Carga de frenado
 - 4) Cargas adicionales durante la construcción
 - 5) Cargas por colisión
 - 6) Otros
- d) Carga muerta

La carga muerta está compuesta por el peso propio del puente y cargas adicionales, y el cálculo de ésta se efectúa en base a la Tabla 5.2.4.

Tabla 5.2.4 Pesos unitarios de los materiales

Material	Peso unitario (kg/m ³)	Material	Peso unitario (kg/m ³)
Acero, acero fundido, acero forjado	7,850	Concreto simple	2,350
Fierro fundido	7,250	Mortero de cemento	2,150
Aluminio	2,800	Concreto asfáltico para pavimento	2,300
Concreto reforzado	2,500	Concreto para pavimento	2,350
Concreto pretensado	2,500	Madera	800

- e) Carga viva

La carga viva está compuesta por la carga vehicular (carga H, carga S) y la recarga en las aceras debido al peso del tráfico peatonal.

5.2.2 Selección de la configuración de los puentes

Los puentes objetivo del presente proyecto son de una escala menor a 50 m. de largo, más bien están comprendidos en una escala entre media y pequeña, con longitudes entre los 20 m y 30 m, y de un solo tramo. Por lo general, para los puentes de ésta escala se selecciona como puente tipo al puente conformado por vigas, por ser el más económico. Además, considerando que para la aplicación de los puentes tipo viga, no existe ninguna

restricción en especial debido a las condiciones naturales, el ambiente de la construcción, etc. en el caso del proyecto, se determina éste tipo como el prototipo del diseño, descartando otros tipos como ser los puentes tipo cercha, en arco, etc. Consecuentemente, la conformación de los puentes que se podría aplicar para la escala de puentes del proyecto, puede ser una de las siguientes:

- i) Puentes rectos
 - a) Vigas de acero de alma llena
 - b) Vigas de concreto postensado con sección "T"
 - c) Vigas compuestas de concreto postensado
- ii) Puentes curvos
 - a) Vigas curvas tipo placa
 - b) Vigas de acero tipo cajón, en curva
 - c) Vigas de concreto postensado tipo cajón, en curva

Sin embargo, en cuanto al material de construcción a utilizarse en el proyecto se refiere, de acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio de la situación de la construcción en El Salvador, y conforme a las conversaciones sostenidas con la Dirección General de Caminos (DGC), se adoptó el concreto como el principal para la construcción de los puentes, por las siguientes razones:

- El abastecimiento de materiales utilizados en el concreto y la armadura de refuerzo, es posible de efectuarse en el terreno. Pero esto no se puede en el caso de los materiales provenientes del hierro, a excepción de la armadura que se utiliza en el concreto.
- La construcción de estructuras de concreto, da mayor oportunidad de utilizar mayor mano de obra, principalmente para su instalación.
- La instalación de puentes cuya estructura sea propiamente de concreto, no involucra demasiados trabajos de mantenimiento.

1) Configuración del puente Agua Caliente

Puesto que el actual puente tiene una longitud de 30 m, y tiene una configuración en curva ($R= 110$ m), se seleccionó, para el nuevo puente, una viga tipo cajón de concreto postensado, que tiene una gran resistencia a la torsión. Para su construcción, se utilizará el método de vigas lanzadas (o montadas), la viga será construida in situ. El tipo de la subestructura, ha sido considerado para efectuarse como una fundación directa con

estribos de sección tipo T invertida, fundados sobre el lecho que está conformado por un estrato de toba; sin embargo, en el caso de éste tipo de fundaciones directas, la altura requerida de los estribos alcanza una escala de unos 15 m, representando un gran problema en el momento de la construcción, para la instalación de protectores contra la socavación de las instalaciones y construcciones aledañas, y el margen de influencia en éstas. Consecuentemente, se proyecta construir la subestructura con fundaciones sobre pilotes (vaciados en el terreno), de tal manera que los estribos sean de menor altura. Para este efecto, tomando en cuenta que en el caso de fundaciones de este tipo se considera como lecho portante de los pilotes a la altura desde el lecho del río (especialmente con respecto al sentido horizontal), se diseña y proyectan pilotes exteriores (y también de tipo de pilas múltiples).

2) Configuración del puente San Antonio

El actual y viejo puente San Antonio está conformado por 4 tramos, cada uno de 13.0 m., de vigas continuas de concreto reforzado, y tiene las fundaciones de sus 3 cepas instaladas dentro del cauce. Para éste caso, se proyecta un puente nuevo de 50 m de largo, de dos tramos, o sea cada uno de 25 m con solo una cepa dentro del cauce. Puesto que en éste río se registran niveles de aguas considerables, se seleccionó el tipo de vigas de concreto postensado con sección "T", simplemente apoyadas, a fin de reducir en lo posible la altura requerida de las vigas. Para éste efecto se instalará una planta para la fabricación de las vigas, las que serán transportadas hasta la obra mediante rieles, para luego ser instaladas mediante grúas. La subestructura, tanto los estribos como las cepas, son proyectadas de tal manera que se utilicen fundaciones directas de sección T invertida, que serán fundadas sobre el estrato portante que está conformado por estratos de andesita y grava de río.

3) Configuración de los puentes Quebrada Seca, Palo Seco y Piedra Pacha

Puesto que éstos tres puentes son de la misma escala y están proyectados para una misma luz de 20 m, utilizando vigas de concreto postensado. Para éstos, se proyecta la instalación de una planta de fabricación de vigas, para que luego de ser fabricadas éstas sean transportadas hasta la obra mediante camiones tipo traller, e instaladas mediante grúas. Por consiguiente, con el objeto de facilitar el transporte de las vigas hasta la obra, se selecciona el tipo de vigas compuestas de concreto postensado, con el fin de aligerar en lo posible el peso de las vigas principales. La subestructura de los puentes Quebrada Seca y Palo Seco, serán del tipo de fundación directa con sección T invertida, fundada sobre el estrato portante que está conformado por un estrato de toba. A su vez, Para el puente Piedra Pacha, se proyecta utilizar fundaciones directas de sección T invertida, fundadas sobre el estrato portante que está conformado por grava volcánica.

5.3 Diseño Básico

5.3.1 Diseño de la superestructura

Los tipos estructurales a aplicarse en el presente proyecto para el Diseño Básico en el caso de la superestructura, se clasifican en los 3 siguientes grupos.

- i) Viga simplemente apoyada, tipo cajón de concreto postensado, de configuración horizontal en curva (luz de 30 m).
: Puente Agua Caliente.
- ii) Viga simplemente apoyada, de sección tipo "T" de concreto postensado (luz de 25 m).
: Puente San Antonio.
- iii) Viga compuesta simplemente apoyada, de hormigón postensado (luz de 20 m).
: Puentes Quebrada Seca, Palo Seco y Piedra Pacha.

1) Diseño de la viga curva simplemente apoyada, tipo cajón de concreto postensado

La viga que se utilizará en el puente Agua Caliente, es una viga simplemente apoyada, tipo cajón de concreto postensado, con una luz de 30 m, y una configuración horizontal en curva con un radio de $R= 110$ m en el eje del puente.

- El ancho total del puente es de 10 m. Es por esto que se proyecta una viga de cajón simple.
- La altura de la viga es diseñada para una proporción de 1/15 con respecto de la luz de cálculo, por lo que se adopta una altura de 2.0 m.
- La losa es diseñada para dos luces en voladizo de 2.2 m cada una, y un tramo central con una luz de más o menos 4 m.
- Los cables de postensado de la viga, están diseñados de tal manera que se tenga por cada alma de viga, 8 vainas de torones 12T12.7.
- Los cables de postensado a utilizarse en la losa, serán los cables 12 ϕ 7, ubicados transversalmente al eje del puente, y espaciados cada 50 cm.

La sección de la viga curva tipo cajón de concreto postensado utilizado en éste proyecto

se muestra en la siguiente figura 5.3.1.

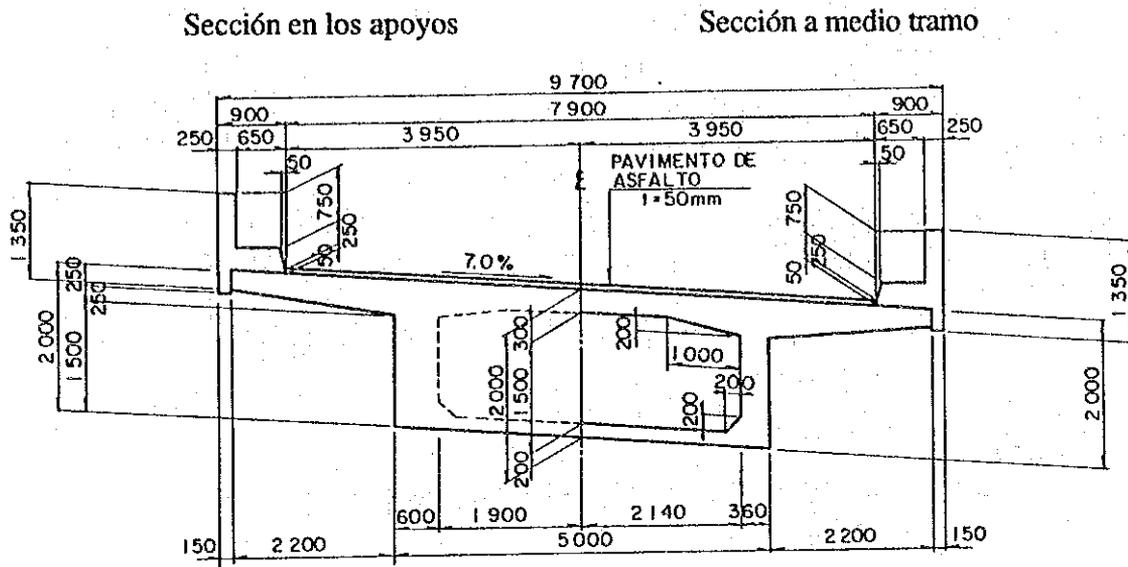


Figura 5.3.1 Sección de la viga curva tipo cajón de concreto postensado

3) Diseño de las vigas compuestas, simplemente apoyadas, de concreto postensado

Las vigas compuestas simplemente apoyadas de concreto postensado que se utilizarán en los puentes Quebrada Seca, Palo Seco y Piedra Pacha, son de 20 m de luz. El eje del puente Quebrada Seca tiene un esviaje de 65° con respecto a la ribera, en cambio el eje de los puentes Palo Seco y Piedra Pacha es perpendicular a la ribera del río.

- Se proyecta una altura de viga de 1.40 m antes de la composición. La altura de la viga luego de la composición (o sea de vaciar la losa), incluyendo los 0.20 m del espesor de la losa, será de 1.60 m.
- Espaciamiento entre vigas de 2.5 m. Puesto que el ancho total es de 9.70 m se tiene un total de 4 vigas.
- Los cables de postensado a utilizarse en las vigas, serán cables 12 ϕ 7, y se instalarán 6 cables por cada viga.
- Para la construcción de la losa se utilizará armadura de refuerzo de acero corrugado (estriado), y para los travesaños se utilizarán cables de postensado de 12 ϕ 5.

La sección de las vigas compuestas simplemente apoyadas de concreto postensado, es como se muestra en la siguiente figura 5.3.3.

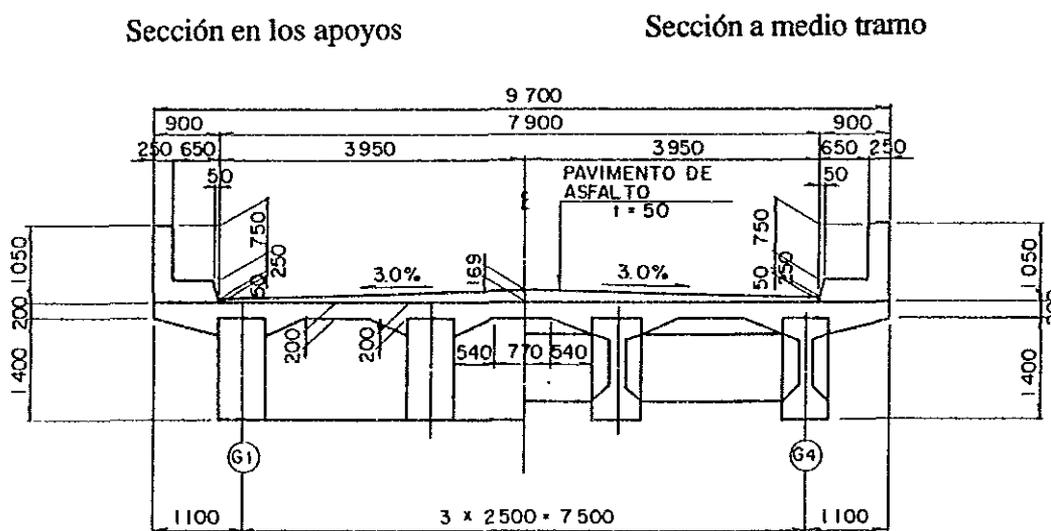


Figura 5.3.3 Sección de las vigas compuestas simplemente apoyadas de concreto postensado

5.3.2 Diseño de la subestructura

La escala y el tipo de la subestructura de cada puente es determinada considerando las condiciones topográficas y de suelos del sitio de emplazamiento, las condiciones constructivas, la escala y tipo de superestructura de cada puente. El diseño de la subestructura de los puentes objetivo del presente proyecto, consiste en el diseño de los estribos y cepas correspondientes.

- Se utilizarán estribos tipo "T" invertida de concreto reforzado, por ser éste un tipo económico en caso de estribos de escala normal.
- Puesto que en caso que la altura de dichos estribos tipo "T" invertida sobrepasara los 12 m se requerirían de fundaciones especiales, se proyectan estribos de una altura menor a 12 m.
- Se utilizarán cepas tipo "T" invertida de concreto reforzado, por ser éste un tipo económico en caso de cepas de escala normal.
- La altura de fundación de las zapatas deberá ser, aunque se tengan lechos cuya capacidad portante sea suficiente, mayor o igual a 1 m. a partir de su base inferior.
- En caso de que se estime que las fundaciones pueden ser afectadas por el fenómeno de socavación, se instalarán protectores.
- Al proyectar las fundaciones, dependiendo de las condiciones constructivas (abastecimiento de materiales, capacidad del suelo de fundación), se utilizarán pilotes hincados in situ.

A continuación se hace un resumen de la escala y tipo de fundación de cada puente del proyecto.

Puente	Tipo de subestructura	Fundación	Altura (m)	Protectores	Lecho de fundación
Agua Caliente	Estribo tipo "T" invertida de concreto reforzado	Pilotes hincados in-situ, $\phi 1,500 \times 6 \times 10,000$	5.0	-	Toba
San Antonio	Estribo tipo "T" invertida de concreto reforzado	-	7.0	-	Andesita
	Cepa tipo "T" invertida de concreto reforzado	-	7.0	-	Lecho de grava
Quebrada Seca	Estribo tipo "T" invertida de concreto reforzado	-	10.0	Necesita	Toba
Palo Seco	Estribo tipo "T" invertida de concreto reforzado	-	9.0	Necesita	Toba
Piedra Pacha	Estribo tipo "T" invertida de concreto reforzado	-	11.0	Necesita	Grava volcánica

5.3.3 Diseño de los caminos de acceso

El ancho de los caminos de acceso anterior y posterior a cada puente, se determina en base a las normas de diseño de caminos de El Salvador, por lo tanto para un ancho total de puente de 12.0m se establece un ancho de acceso pavimentado (ancho de calzada) de 7.3 m (la transición del ancho de la calzada en el puente, de 7.9 m, al ancho de la calzada en el acceso, de 7.30 m., se efectúa en el tramo correspondiente al acceso). La sección transversal tipo de los accesos es como se describe en la siguiente figura 5.3.4.

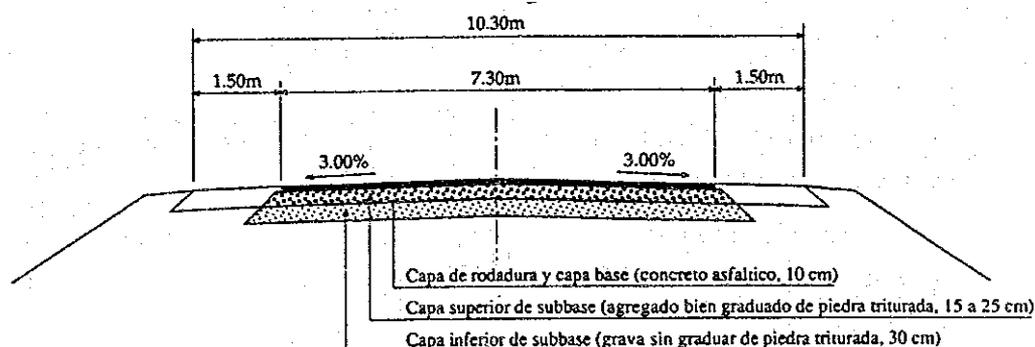
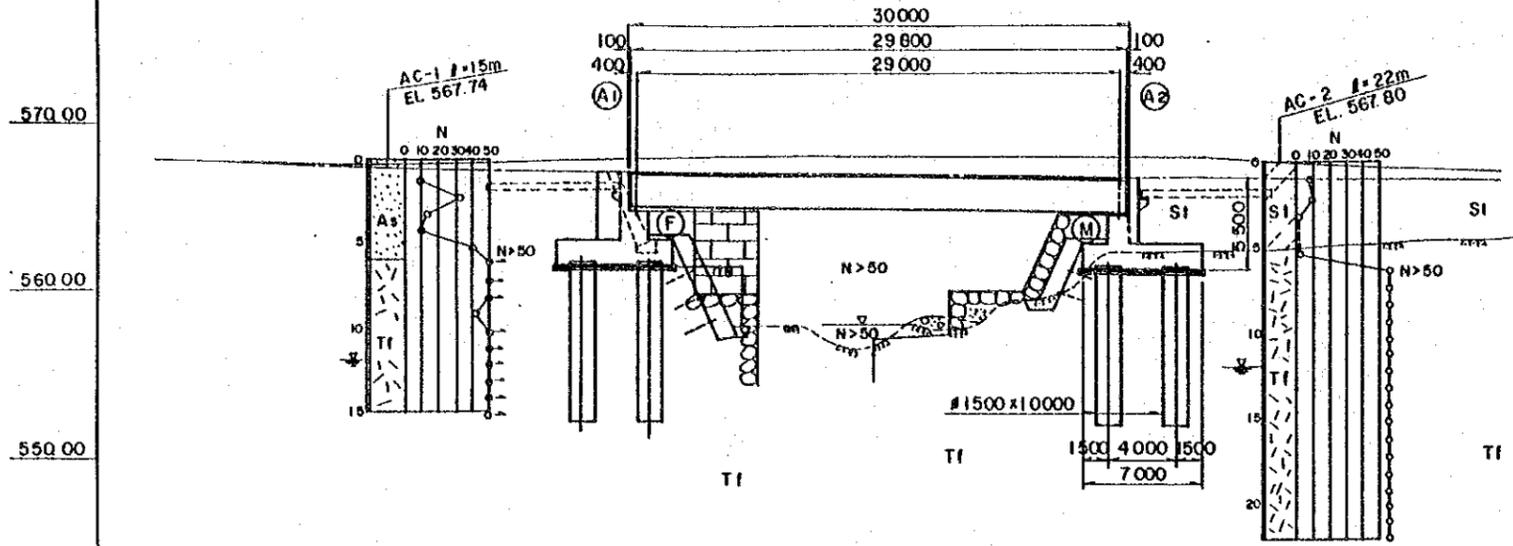


Figura 5.3.4 Sección transversal tipo de los accesos

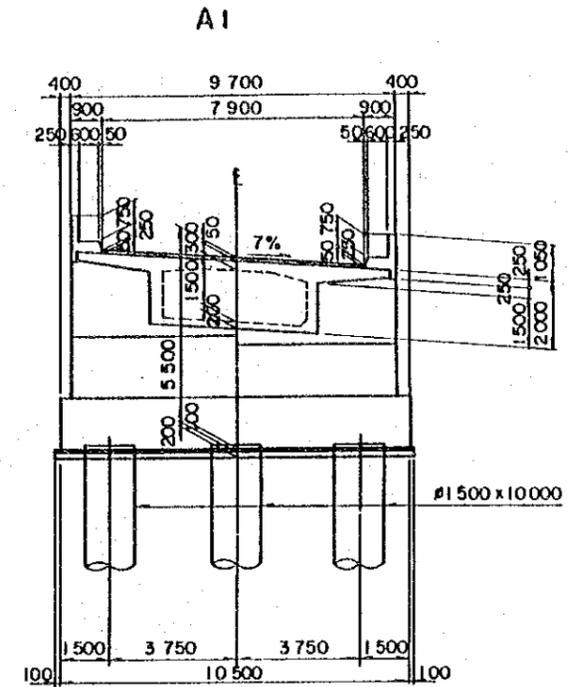
5.4 Planos del Diseño Básico

Con el objeto de comprender los volúmenes y el período de construcción, y el cálculo de los costos estimados de construcción correspondientes a la instalación de los puentes y otras instalaciones relacionadas, se prepararon los planos del Diseño Básico. En las Figuras 5.4.1 a 5.4.9 se muestran los planos generales y los planos de la superestructura de los puentes del proyecto.

ELEVACION ESCALA A=1:200

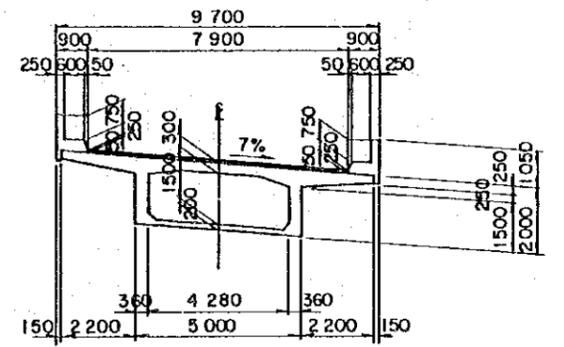


SECCIÓN TRANSVERSAL ESCALA=1:100

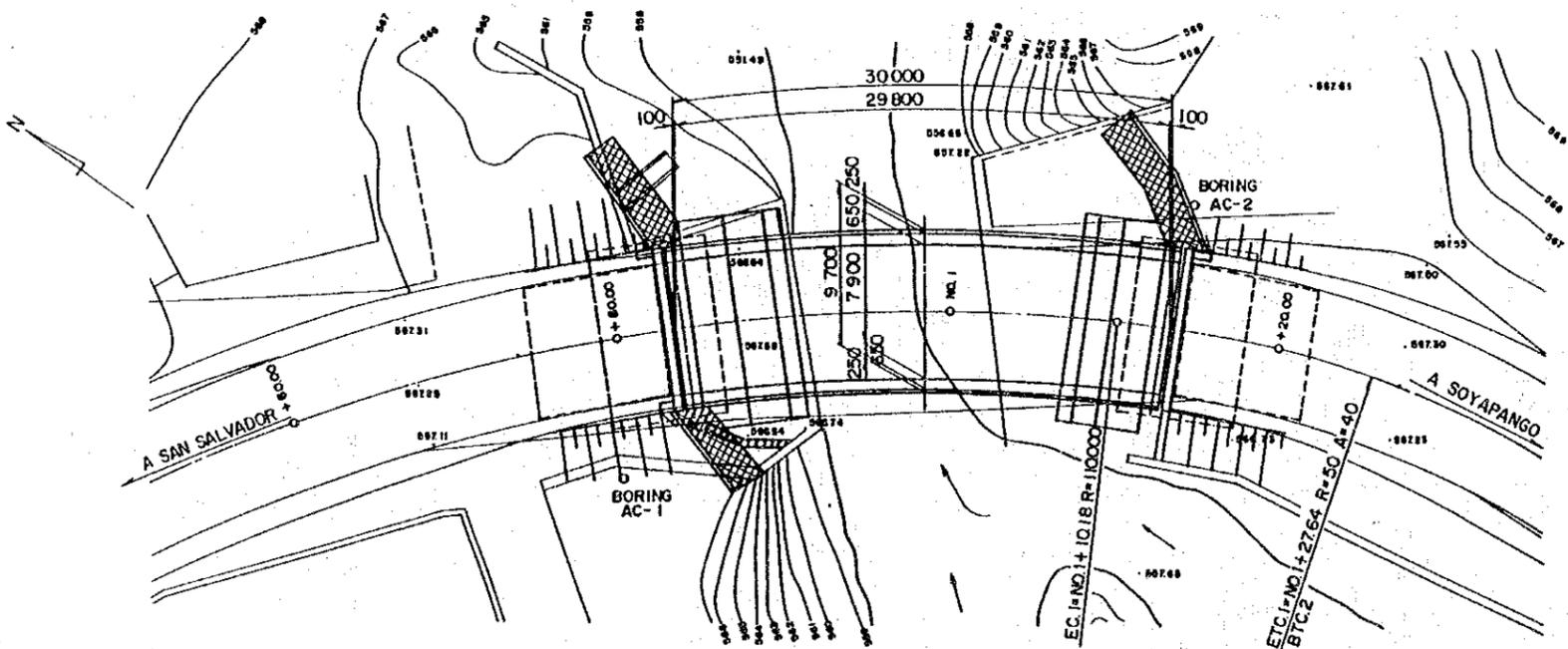


ALINEACIÓN VERTICAL	i = -7.000%		i = -1.022%	
COTA PROPUESTA	567.43	567.10	566.89	566.58
COTA DEL TERRENO	567.28	567.31	567.56	567.72
SECCIÓN TRANSVERSAL	+6000	+7000	+8000 (A1)	+9000
BOMBEO	[Diagram showing water level and flow direction]			
ALINEACIÓN HORIZONTAL	R=110.000 CL=81.790		A=50 R=40.000	

VIGA



PLANTA ESCALA =1:200



ESPECIFICACIONES DE DISEÑO	
VEHICULO DE DISEÑO	HS-20
LONGITUD DEL PUENTE	30.000m
LONGITUD DE LA VIGA	29.800m
LONGITUD DE TRAMO	29.000m
ANCHO DEL CAMINO	9.700m (ANCHO EFECTIVO 7.900m)
COEFICIENTE SISMICO	KH=0.16
TIPO DE PUENTE	VIGA CAJÓN POSTENSADO
TIPO DE ESTRIBO	TIPO-T
FUNDACIÓN	PILOTES

EL GOBIERNO DE LA REPUBLICA DE "EL SALVADOR"

ESTUDIO DEL DISEÑO BASICO PARA EL PROYECTO DE RECONSTRUCCIÓN DE PUENTES EN LAS PRINCIPALES CARRETERAS NACIONALES

TITULO: PUENTE AGUA CALIENTE (1)

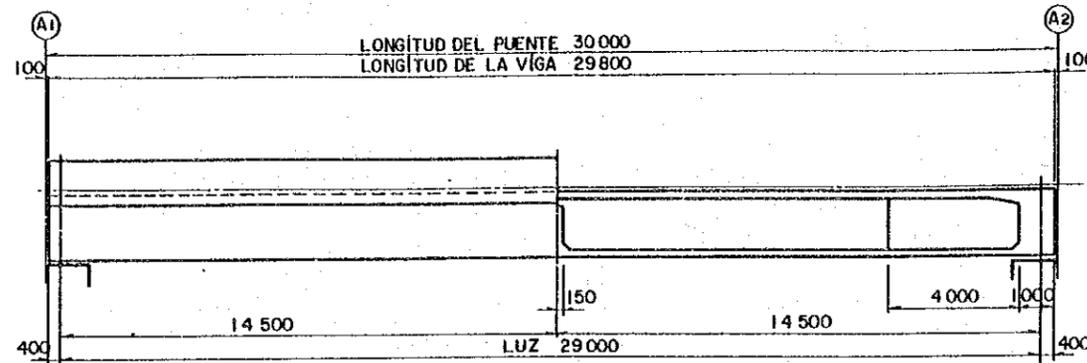
FECHA: Abril, 1993 NUMERO:

AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DEL JAPON NIPPON KOEI CO., LTDA.

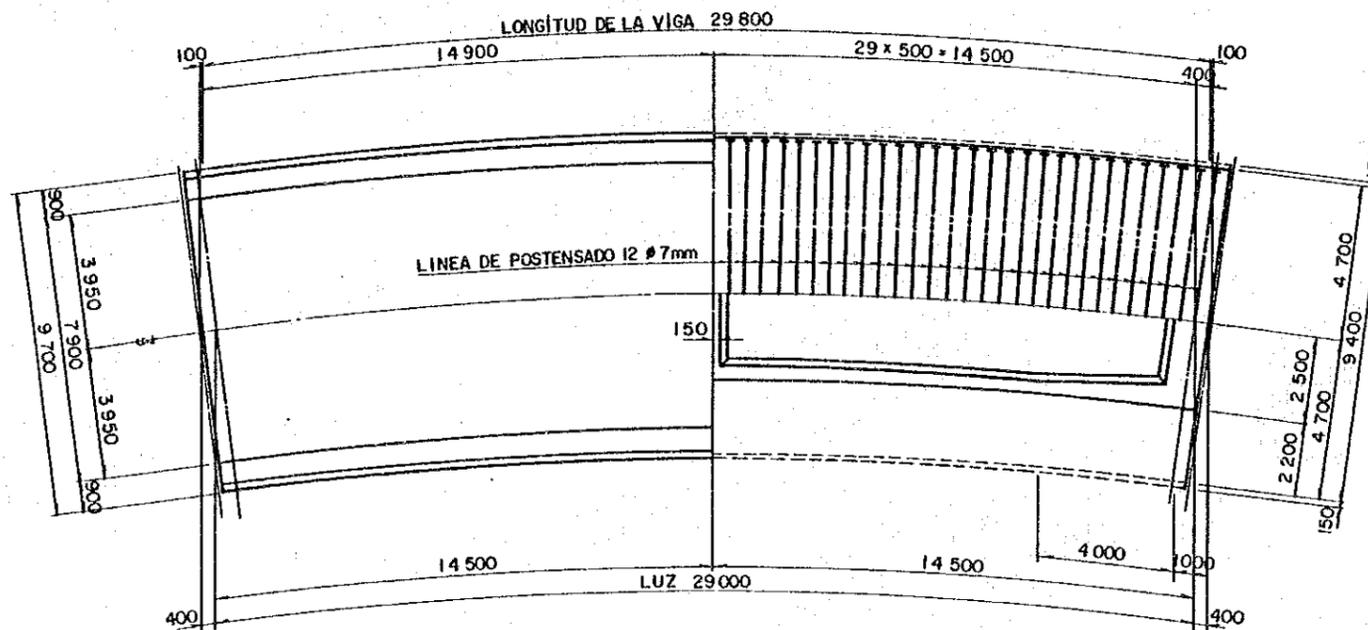
Figura 5.4.1 Plano general del puente Agua Caliente

PLANOS ESTRUCTURALES DE LA SUPERESTRUCTURA

VISTA LATERAL ESCALA = 1/100

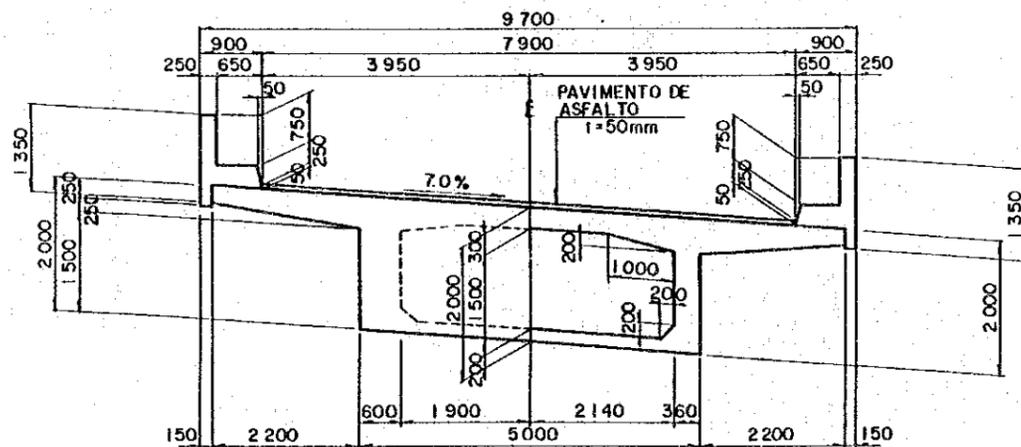


PLANTA ESCALA = 1/100



SECCION TRANSVERSAL ESCALA = 1/50

APOYOS VIGA TRANSVERSAL A MEDIO TRAMO



PLANO DE UBICACION DE LOS CABLES DE POSTENSADO ESCALA = 1/10

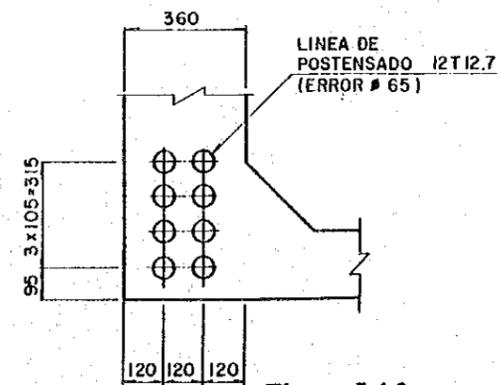


Figura 5.4.2
Plano estructural del puente Agua Caliente

CONDICIONES DE DISEÑO

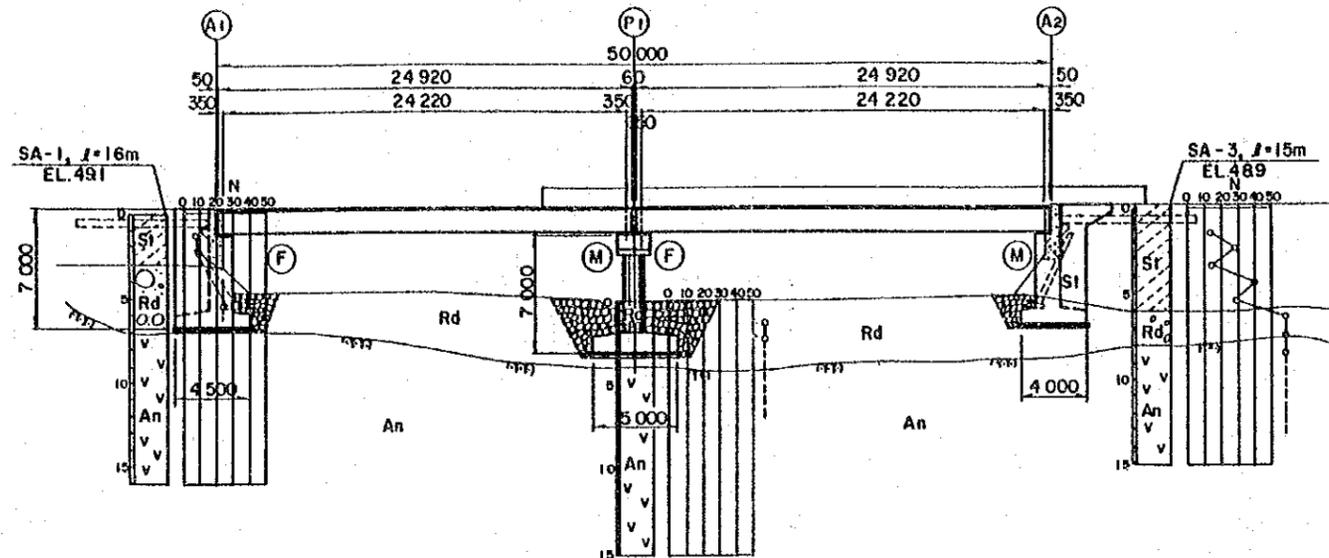
CLASE DE PUENTE	PUENTE CARRETERO DE CONCRETO PRETENSADO
TIPO ESTRUCTURAL (DE PUENTE)	VIGA CAJÓN POSTENSADA
LONGITUD DEL PUENTE	30M000
LONGITUD DE LA VIGA	29M800
LUZ	29M000
ANCHO TOTAL	9M700
ANCHO EFECTIVO	7M900
CARGA VIVA	TL-20
ANGULO DE CRUCE	90°-00'-00"

RESISTENCIA DE MATERIALES Y TENSIONES ADMISIBLES

CONCRETO (kgf/cm ²)	VIGA TRAVESAÑO	LOSA ACERAS. BARANDADO TIPO PARED.
TENSION NORMAL DE DISEÑO	350	---
ESFUERZO DE PRETENSADO	290	---
TENSIONES ADMISIBLES DE COMPRESION POR FLEXION	DESPUES DEL PRETENSADO CUANDO SE APLICA LA CARGA DE DISEÑO	160
TENSIONES ADMISIBLES DE TRACCION POR FLEXION	DESPUES DEL PRETENSADO CUANDO SE APLICA LA CARGA DE DISEÑO	-13
TENSIONES DE CORTE ADMISIBLE PARA EL CONCRETO		5.0
TENSION MAXIMA DE CORTE		46.0
TENSION ADMISIBLE DE TRACCION EXCENTRICA (OBLICUA)		-9
ACERO DE PRETENSADO (kgf/mm ²)	SWPR 7B 12T12.7mm	SWPR 1 12 # 7
TENSION DE TRACCION	190	155
TENSION DE FLUENCIA	160	135
TENSIONES ADMISIBLES DE TRACCION	DURANTE EL PRETENSADO	145
	DESPUES DEL PRETENSADO	133
	CUANDO SE APLICA LA CARGA DE DISEÑO	114
ARMADURA DE REFUERZO SD295A (kgf/cm ²)	viga	LOSA
TENSION ADMISIBLE DE TRACCION	1800	1400
TENSION DE FLUENCIA		3000

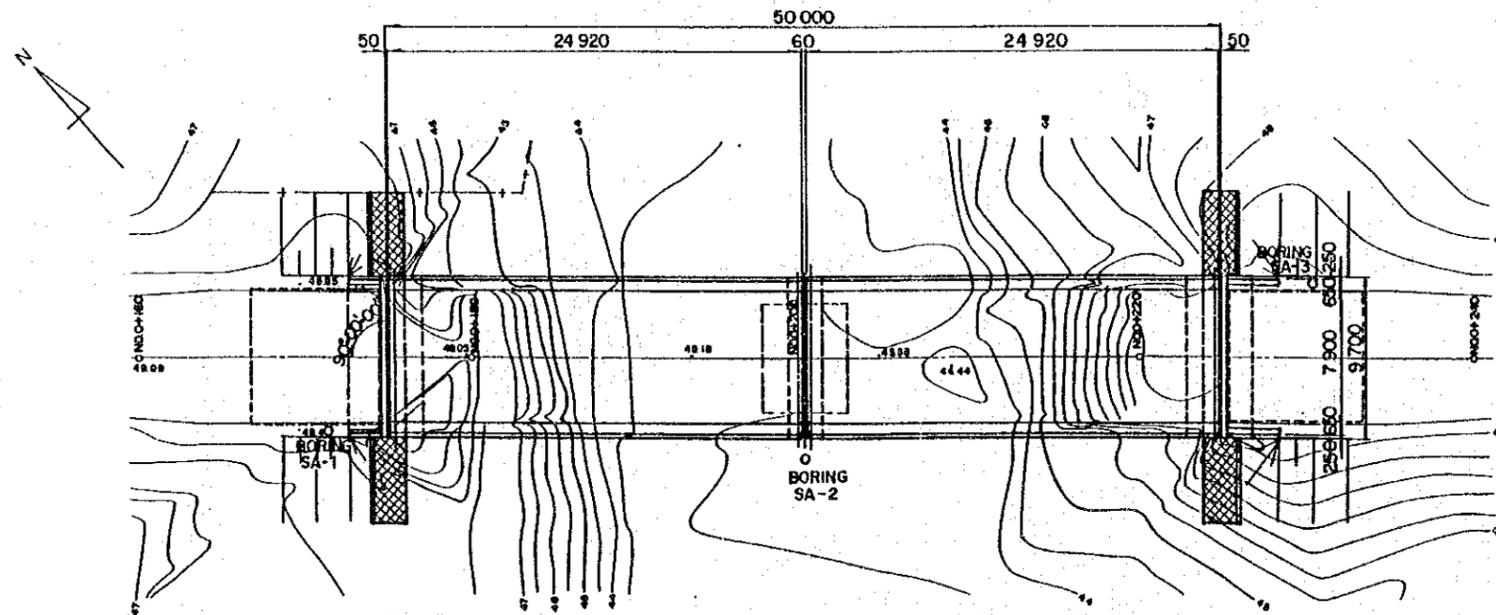
EL GOBIERNO DE LA REPUBLICA DE "EL SALVADOR"	
ESTUDIO DEL DISEÑO BASICO PARA EL PROYECTO DE RECONSTRUCCION DE PUENTES EN LAS PRINCIPALES CARRETERAS NACIONALES	
TITULO: PUENTE AGUA CALIENTE (2)	
FECHA: Abril, 1993	NUMERO:
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON HIPPOON KOEI CO., LTDA.	

ELEVACION ESCALA = 1 : 200

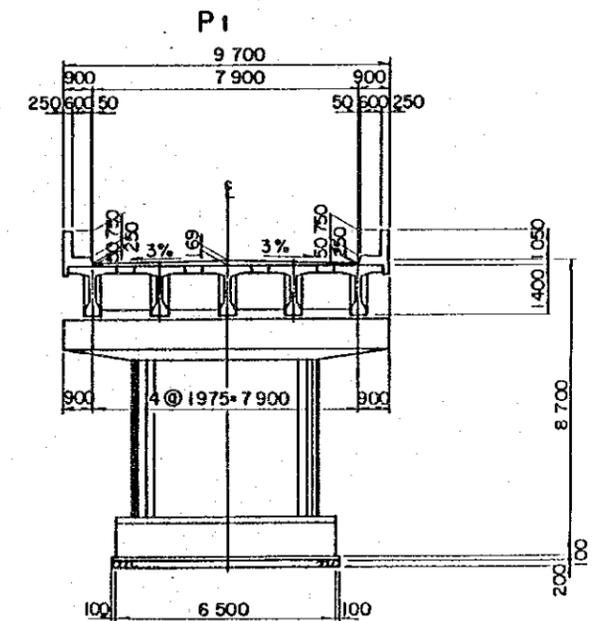
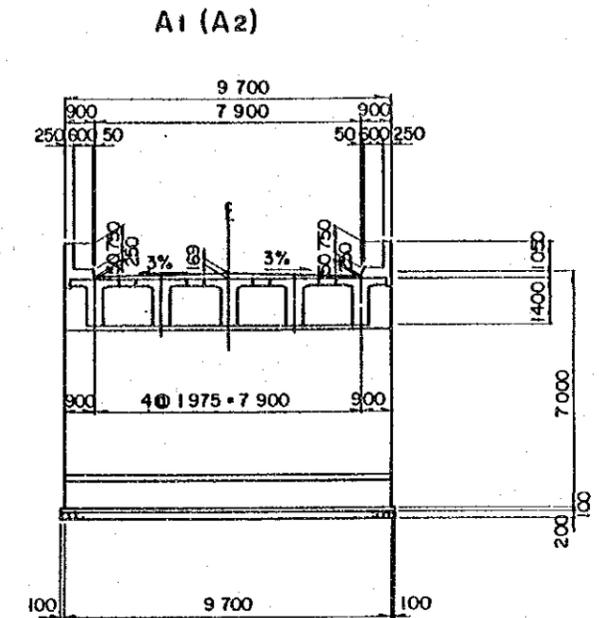


ALINEACIÓN VERTICAL	i = 0.400%				
COTA PROPUESTA	48.10	48.08	48.00	48.92	48.90
COTA DEL TERRENO	48.10	48.08	48.00	48.90	48.90
SECCIÓN TRANSVERSAL	N.O.0+160	N.O.0+175	N.O.0+180	N.O.0+200	N.O.0+220
ALINEACIÓN HORIZONTAL	R = ∞				

PLANTA ESCALA = 1 : 200



SECCIÓN TRANSVERSAL ESCALA = 1 : 100



ESPECIFICACIONES DE DISEÑO	
VEHICULO DE DISEÑO	HS - 20
LONGITUD DEL PUENTE	50.000m
LONGITUD DE LA VIGA	2 @ 24.920m
LONGITUD DE TRAMO	2 @ 24.220m
ANCHO DEL CAMINO	9.700m (ANCHO EFECTIVO 7.900m)
COEFICIENTE SISMICO	KH = 0.16
TIPO DE PUENTE	VIGA T* - POSTENSADA
TIPO DE ESTRIBO	TIPO - T
FUNDACIÓN	DIRECTA

EL GOBIERNO DE LA REPUBLICA DE "EL SALVADOR"	
ESTUDIO DEL DISEÑO BASICO PARA EL PROYECTO DE RECONSTRUCCION DE PUENTES EN LAS PRINCIPALES CARRETERAS NACIONALES	
TITULO: PUENTE SAN ANTONIO (1)	
FECHA: Abril, 1993	NUMERO:
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON NIPPON KOKI CO., LTD.	

Figura 5.4.3 Plano general del puente San Antonio