

No. 1

INFORME  
DEL  
ESTUDIO DE DISEÑO BASICO  
EN  
EL PROYECTO PARA CONSTRUCCION DE PUENTES  
EN AREAS RURALES  
EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA

AGOSTO DE 1990

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON

GRS

90-123

INFORME DEL ESTUDIO DE DISEÑO BASICO EN  
PROYECTO PARA CONSTRUCCION DE PUENTES  
EN AREAS RURALES EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA

AGOSTO DE 1990

J i c

611  
1535  
88

OPAR



INFORME  
DEL  
ESTUDIO DE DISEÑO BASICO  
EN  
EL PROYECTO PARA CONSTRUCCION DE PUENTES  
EN AREAS RURALES  
EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA

JICA LIBRARY



1086719101

21804

AGOSTO DE 1990

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON



## PREFACIO

En respuesta a la solicitud del Gobierno de la República de Guatemala el Gobierno del Japón decidió realizar un estudio de diseño básico para el Proyecto de Construcción de Puentes en Areas Rurales y encargó dicho estudio a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

JICA envió a la República de Guatemala una misión de estudio presidida por el Ingeniero M.Sc. MORIHISA SUGIYAMA, Subdirector del Departamento del Medio Ambiente, Corporación Pública de Autopista de Hanshin, del día 31 de marzo al día 8 de mayo de 1990.

La misión sostuvo una serie de discusiones con las autoridades relacionadas con el Gobierno de Guatemala 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 Guatemala, con el propósito de discutir el borrador del informe y completo 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 Guatemala por su estrecha cooperación que brindó a las misiones japonesas.

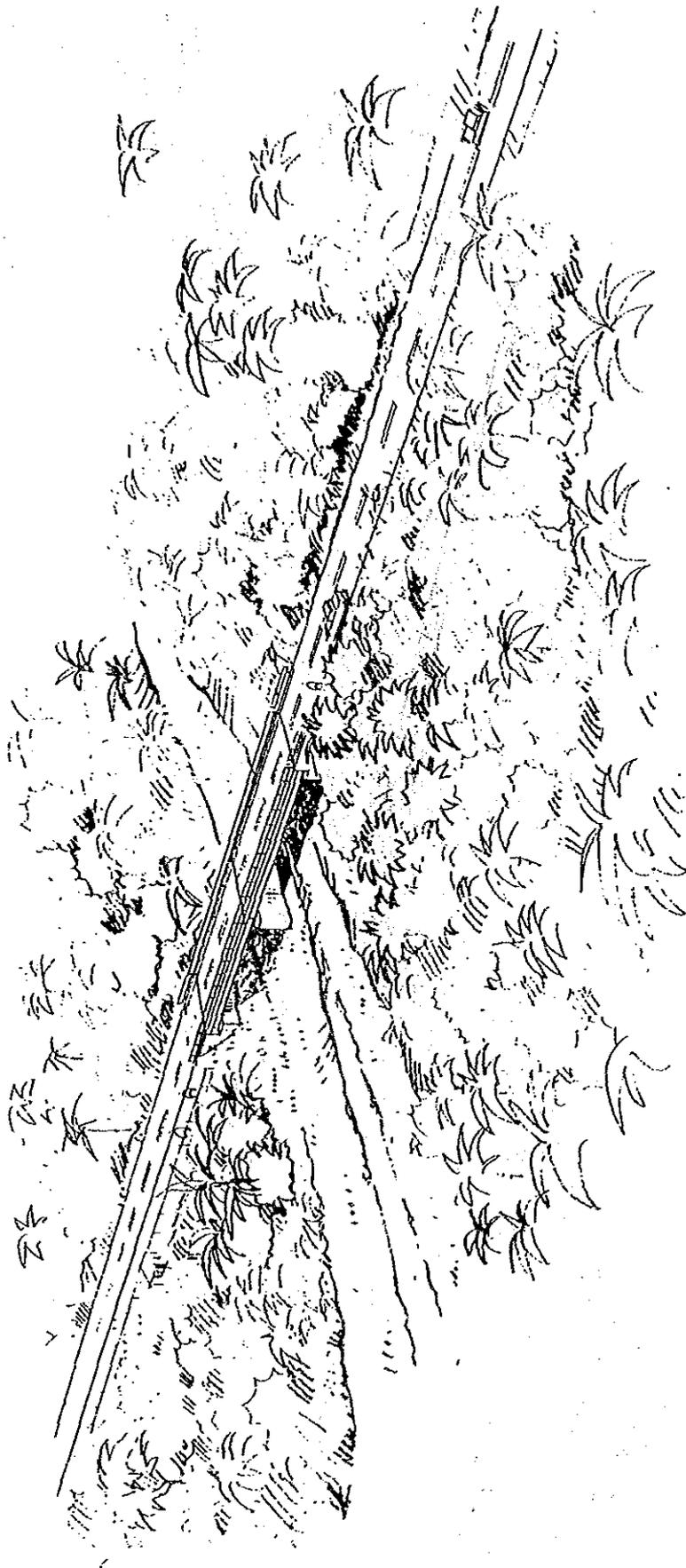
Agosto de 1990



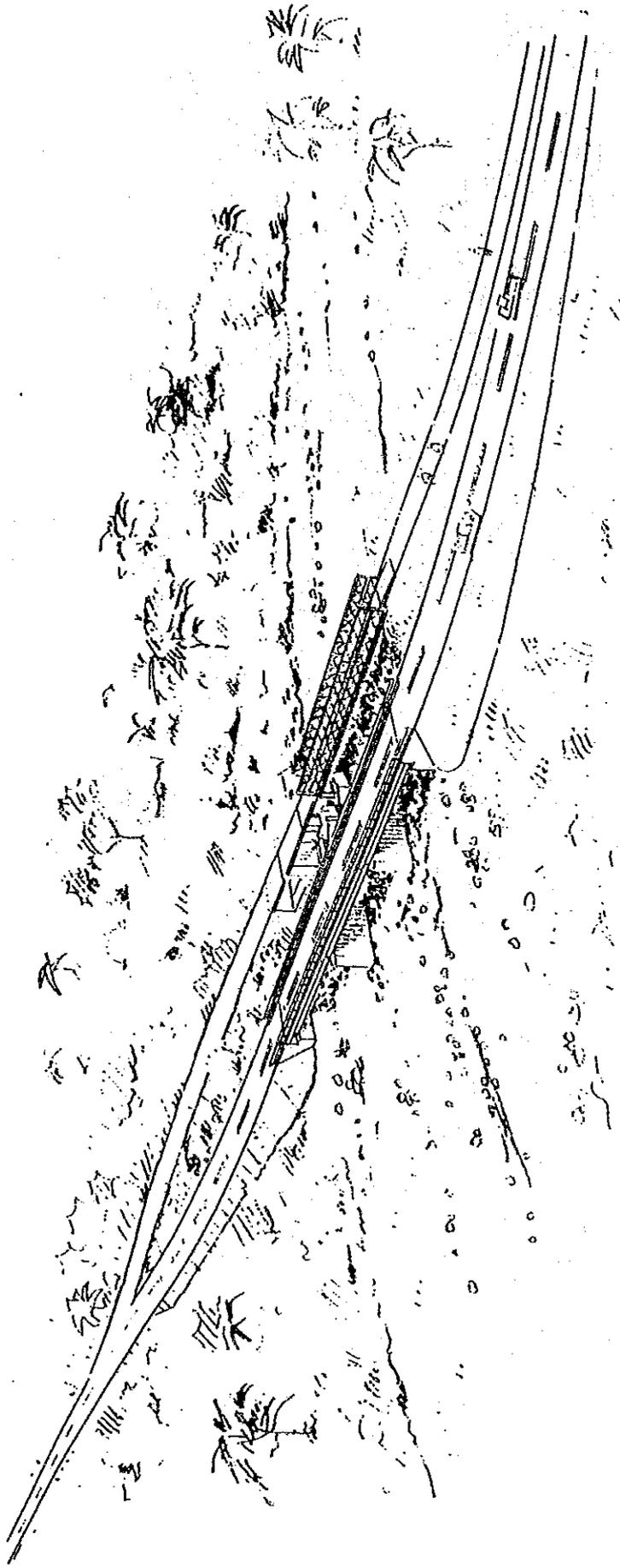
Kensuke Yanagiya  
Presidente

Agencia de Cooperación Internacional del Japón

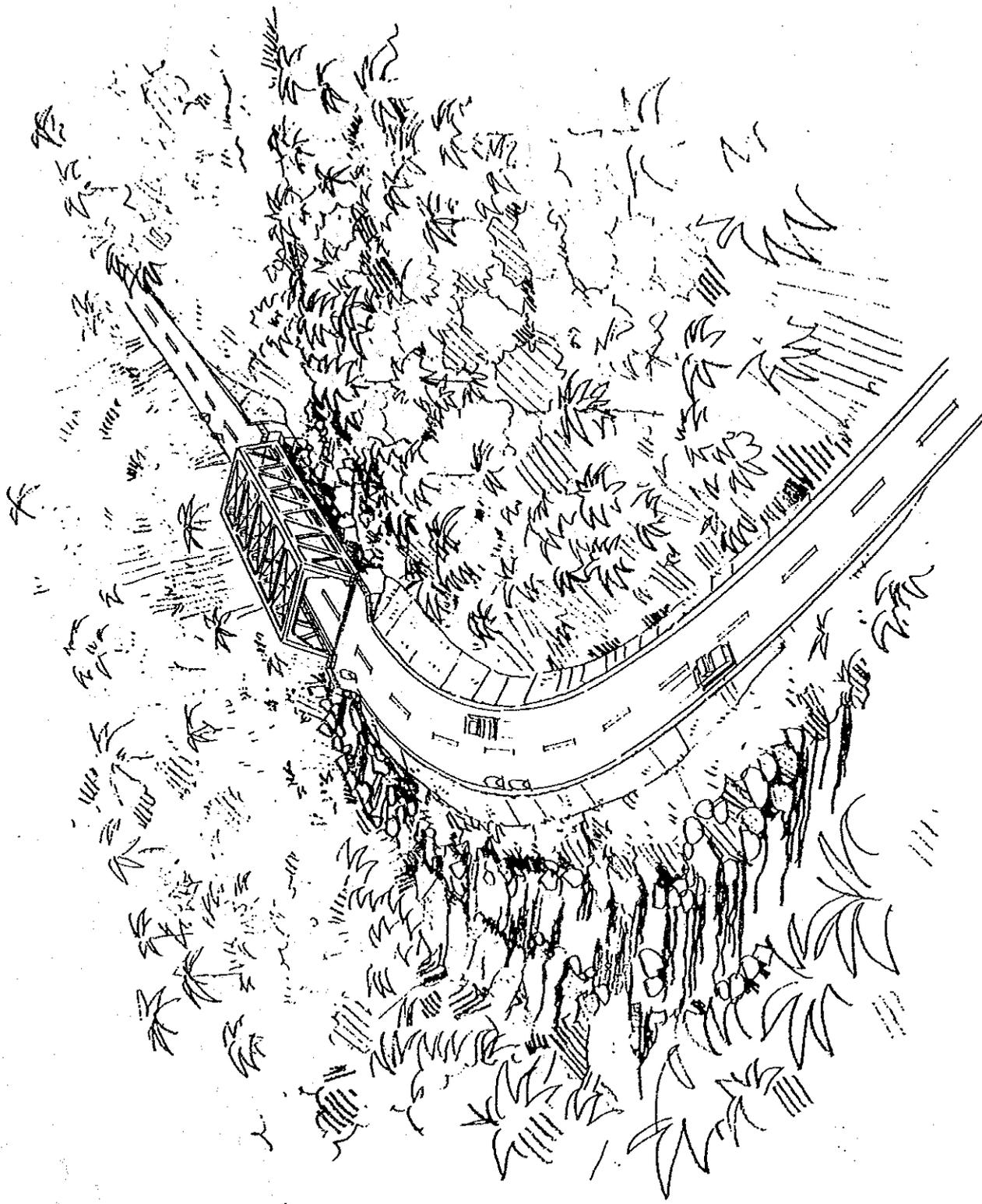




Puente San Juan



Puente Las Lajas



Puente El Zapote



LOCALIZACION DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA



LOCALIZACION DE LOS SITIOS ESTUDIADOS



## RESUMEN

La población de la República de Guatemala es de, aproximadamente, 8,7 millones de habitantes con una superficie territorial de 109.000 km<sup>2</sup>. La industria principal es la agricultura; los productos principales son: café, azúcar y algodón. Casi el 80 por ciento de tales productos agrícolas y materiales se transportan por vías terrestres, por lo que estas constituyen la infraestructura básica que sostiene la economía del país.

No obstante, la situación actual de la red vial comprende los siguientes aspectos: los caminos no pavimentados aún ocupan el 70% del total de la red vial; algunos de los puentes que enlazan los caminos son puentes Bailey (puentes sencillos móviles) y puentes temporales contruidos de madera; en la época de lluvia el tráfico se interrumpe en áreas rurales; con el objeto de impulsar el desarrollo socioeconómico el mejoramiento de la red vial es urgente.

Los puentes tipo Bailey y puentes temporales de madera están desgastados y bastante deteriorados, debido a inundaciones, terremotos y el paso de camiones de carga pesada. Esto contribuye a que el tráfico se interrumpa y se haga difícil el suministro de materiales e insumos para los habitantes de áreas cercanas, por lo que los puentes en esas condiciones no favorecen al desarrollo regional.

Por consiguiente, para garantizar el tráfico y por ende el transporte de pasajeros y bienes, de tal manera que se contribuya al desarrollo socioeconómico, la sustitución de

puentes temporales por puentes permanentes es especialmente urgente e importante en el mejoramiento de la red vial.

En vista de lo anteriormente señalado, el Gobierno de Guatemala solicitó una cooperación financiera no-reembolsable al Gobierno de Japón para la sustitución de estos puentes desgastados y temporales (tipo Bailey) prioritarios por puentes permanentes, localizados en tres de las áreas más necesitadas.

En respuesta a la solicitud, el Gobierno del Japón decidió la realización de estudios de diseño básico, para lo cual la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA) envió una misión a la República de Guatemala, desde el día 31 de marzo hasta el día 8 de mayo de 1990.

La misión confirmó el contenido de la solicitud referente al Proyecto y realizó un estudio local, en el que se efectuaron consideraciones sobre la importancia del Proyecto en el campo del transporte y tráfico del país, su influencia en el desarrollo socioeconómico regional, así como la justificación para ser objeto de la cooperación financiera no reembolsable; recopilación de informaciones necesarias para el diseño básico, investigaciones topográficas y perforaciones. Además, la Misión sostuvo conversaciones sobre el contenido de la solicitud con autoridades del Gobierno de la República.

Como consecuencia del estudio, se han aclarado los siguientes puntos: ambos puentes, San Juan y Las Lajas, se sitúan en carreteras principales con altos volúmenes de tráfico, por tanto, son muy importantes desde el punto de

vista del desarrollo socioeconómico del país. Los puentes temporales están colocados sobre los pilares de puentes dañados por el terremoto del año 1976, por lo que es necesario sustituirlos inmediatamente a causa de la alta peligrosidad que presentan.

Por otra parte, los puentes temporales de El Zapote y Nentón se sitúan en caminos regionales del Departamento de Huehuetenango, fronterizo con México. El desarrollo del Departamento es prioritario para el Gobierno de Guatemala, dado que las comunidades del Departamento inmigran o se desplazan. Por consiguiente, la importancia de sustituir los puentes temporales es alta, especialmente para fomentar el desarrollo socioeconómico en zonas rurales. Además, se espera que la construcción genere ocupación de mano de obra en los centros regionales de las áreas del Proyecto y la ejecución de obras con uso intensivo de mano de obra ayude a estimular la actividad económica de las zonas rurales.

Este Proyecto se efectúa con el objetivo de garantizar la seguridad del tráfico y transporte de pasajeros y bienes entre zonas urbanas y rurales, así como contribuir al desarrollo socioeconómico por medio de la sustitución de puentes temporales ya deteriorados por puentes permanentes. Aunque la solicitud de Guatemala comprendía cuatro puentes, a consecuencia de diversas consideraciones, se decidió que sería razonable realizar el Diseño Básico de tres puentes, salvo el de Nentón, para conseguir el objetivo del Proyecto. A continuación, el resumen de los puentes considerados:

Nombre de puente	SAN JUAN	LAS LAJAS	EL ZAPOTE
1. Dimensión y Forma			
1) Longitud de puente	40 m	75 m	50 m
2) Luzes	20x2=40 m	25x3=75 m	50 m
3) Anchura de puente	0,60+8,0 +0,60m	0,60+8,0 +0,60m	0,60+8,0 +0,60m
4) Superestructura	Viga de acero	Viga de acero	Armadura de acero
5) Subestructura	Estribo "T" invertido	Estribo "T" invertido	Estribo "T" invertido
6) Cimentación	Cimenta- ción con pilotes	Cimenta- ción directa	Cimenta- ción directa
7) Longitud del camino de acceso	---	180 m	160 m

Este Proyecto se llevará a la práctica en dos etapas, y para cada etapa de la obra se necesitarán: 2 meses para elaborar el diseño detallado, 0,5 mes para la preparación de documentos de licitación, y 12 meses para la construcción.

La entidad ejecutora será la Dirección General de Caminos del Ministerio de Comunicaciones, Transporte y Obras Públicas. El mantenimiento y control estará a cargo de la División de Mantenimiento de la misma dirección. La División de Mantenimiento cuenta con nueve Zonas Viales, con una oficina

regional para cada zona. Los tres puentes correspondientes se localizan bajo la jurisdicción de las siguientes zonas viales:

Puente San Juan, Zona Vial 8

Puente Las Lajas, Zona Vial 2

Puente El Zapote, Zona Vial 6

Para el mantenimiento y supervisión de los puentes se deberán efectuar inspecciones visuales cada mes y una inspección periódica cada cinco años. Para este fin, se considera adecuado el método utilizado actualmente por la División de Mantenimiento.

Por medio de la construcción de los puentes rurales indicados, se coadyuvará a la descentralización de los servicios concentrados en la Ciudad Capital, la creación de empleos en los centros regionales y se impulsará la actividad económica en las zonas rurales al ejecutarse obras con uso intensivo de mano de obra. Además, se fortalecerá la red vial que enlaza zonas urbanas y rurales, garantizando la circulación del tráfico en toda época del año. Por lo consiguiente, en largo plazo, se espera que el proyecto contribuya en gran medida con las actividades socioeconómicas de la República.

Por lo anteriormente expuesto, la Misión de Estudio de Diseño Básico juzga que tendrá una gran significación el efectuar el Proyecto por medio de la cooperación financiera no reembolsable del Gobierno Japonés.



## INDICE

Prefacio	
Perspectiva a vista de Pájaro	
Localización de la República de Guatemala	
Resumen	
<b>CAPITULO 1. INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO 2. ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO</b>	<b>3</b>
2.1 Aspectos generales del país	3
2.2 Generalidades del Sector Transporte	13
2.3 Generalidades de los planes nacionales relacionados con el Proyecto	24
2.3.1 Plan Nacional de Desarrollo	24
2.3.2 Planes de Desarrollo Regional	26
2.4 Antecedentes y contenidos de la solicitud	28
<b>CAPITULO 3. CARACTERISTICAS DE LAS AREAS SELECCIONADAS</b>	<b>29</b>
3.1 Localidad y situación socioeconómica de las áreas	29
3.1.1 Departamento de Zacapa (Puente San Juan)	29
3.1.2 Departamento de Zalapa (Puente Las Lajas)	33
3.1.3 Departamento de Huehuetenango (Puente El Zapote)	36

<b>CAPITULO 4. CONTENIDO DEL PROYECTO . . . . .</b>	<b>41</b>
4.1 Objetivo . . . . .	41
4.2 Estudio del contenido de la solicitud . . . . .	41
4.2.1 Estudio de la justificación y necesidad del Proyecto . . . . .	41
4.2.2 Estudio de programa de ejecución y administración . . . . .	51
4.2.3 Proyectos similares y relación con otros proyectos de apoyo . . . . .	53
4.2.4 Principio básico de ejecución de la cooperación . . . . .	56
4.3 Descripción del Proyecto . . . . .	57
4.3.1 Entidad ejecutora y sistema de administración . . . . .	57
4.3.2 Proyecto de puentes . . . . .	63
4.3.3 Localización y situación de los sitios proyectados . . . . .	69
4.3.4 Programa de mantenimiento . . . . .	76
 <b>CAPITULO 5. DISEÑO BASICO . . . . .</b>	 <b>81</b>
5.1 Principio de diseño . . . . .	81
5.2 Estudio de las condiciones de diseño . . . . .	82
5.3 Diseño Básico . . . . .	86
5.3.1 Plan de disposición . . . . .	86
5.3.2 Estudio del tipo de puentes . . . . .	92
5.3.3 Diseño de los puentes . . . . .	104
5.4 Planos del diseño básico . . . . .	106

5.5	Plan de ejecución . . . . .	131
5.5.1	Principios de ejecución . . . . .	131
5.5.2	Circunstancias relacionadas a construcción . . . . .	133
5.5.3	Acerca de las condiciones de construcción y ejecución de la obra . . . . .	138
5.5.4	Supervisión de los trabajos . . . . .	139
5.5.5	Adquisición de equipos y materiales . . . . .	140
5.5.6	Programa de ejecución . . . . .	141
5.5.7	Costo aproximado del Proyecto . . . . .	144

**CAPITULO 6. BENEFICIOS Y CONCLUSIONES**

	DEL PROYECTO . . . . .	145
--	------------------------	-----

**ANEXOS**

1.	Miembros de las Misiones . . . . .	149
2.	Programa de estudios . . . . .	153
3.	Lista de entrevistas . . . . .	155
4.	Minuta de discusiones . . . . .	158
5.	Datos de Guatemala . . . . .	165
6.	Lista de informaciones . . . . .	217



## CAPITULO 1. INTRODUCCION



## CAPITULO I INTRODUCCION

El Gobierno de la República de Guatemala reconoce que para garantizar la transitabilidad y el transporte de pasajeros, bienes y fomentar el desarrollo socioeconómico regional, es importante y urgente el mejoramiento de la red vial terrestre, sobre todo la sustitución de puentes temporales por puentes permanentes. Así, en base al peligro que representan y la necesidad urgente de su construcción, seleccionó los cuatro puentes siguientes, a saber: San Juan, Las Lajas, El Zapote y Nentón, procediendo a solicitar al Gobierno de Japón una cooperación financiera no reembolsable para su construcción.

En respuesta a esta solicitud, el Gobierno Japonés decidió realizar un Estudio de Diseño Básico, y la Agencia de Cooperación Internacional del Japón envió a Guatemala una misión presidida por el Ingeniero M. Sc. MORIHISA SUGIYAMA, Subdirector del Departamento del Medio Ambiente, Corporación Pública de Autopista de Hanshin, desde el día 31 de marzo hasta el día 8 de mayo de 1990.

La misión confirmó el contenido de la solicitud y el objetivo del Proyecto; explicó el Programa de Cooperación Financiera No Reembolsable del Japón a autoridades de Guatemala, aclarando el alcance de las responsabilidades de cada gobierno. Además, recopiló las informaciones necesarias para preparar el diseño básico de los puentes solicitados, así como perforaciones y estudios topográficos en los sitios

seleccionados. En base a estos resultados, realizó un análisis en Japón y después de consideraciones sobre la justificación del Proyecto, elaboró el informe de Diseño Básico.

Al recibir el Informe, a efectos de discutir y confirmar el contenido del Informe de Estudio de Diseño Básico, JICA envió una misión de explicación y estudio del Borrador del Informe, presidida por el Licenciado YUTAKA HOSONO, Director Gerente del Departamento de Estudio y Diseño de la Cooperación No Reembolsable de la Agencia de Cooperación Internacional de Japón, del día 25 de julio al día 5 de agosto de 1990. Esta Misión, sostuvo conversaciones sobre el Borrador del Informe con funcionarios del gobierno de Guatemala.

El Informe de Diseño Básico, presenta en forma resumida la estructura que se considera óptima para cada puente, para desarrollar el Proyecto, el Plan Definitivo y la evaluación de obras, en base a lo mencionado arriba. Los miembros, el programa de estudios y la minuta de discusiones se incluyen en el Apéndice en la parte final de este informe.

## CAPITULO 2. ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO



## CAPITULO 2. ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO

### 2-1 Aspectos generales del país

#### 1. Territorio

La República de Guatemala está situada entre los 13° y 18° de latitud norte y entre los 88° y 92° de longitud este. La superficie total del territorio es de 108.889 kilómetros cuadrados.

Geográficamente la Sierra Madre, de 3.000 metros de altura, corre en dirección este-oeste. La parte norte del territorio es llana.

La Ciudad de Guatemala es la capital del país, está en una altiplanicie a una altura de 1.500 metros. Ciudades principales como: Quetzaltenango, Chimaltenango, Totonicapán, etc. se localizan en alturas superiores a los 1.000 metros.



Gráfico 2-1-1 Mapa geográfico

## 2. Clima

La República de Guatemala se divide climáticamente en dos zonas principales. La zona baja de la costa tiene un clima tropical (la temperatura media anual es 25°C - 30°C) y la zona de la altiplanicie tiene un clima templado (la temperatura media anual es de 15°C - 20°C).

En relación a las estaciones, se presentan únicamente dos épocas: sequía y lluvia. La época de lluvia es aproximadamente de junio a octubre y en general llueve por las tardes. La ciudad de Guatemala (1500 metros sobre el nivel del mar) y la zona de altiplanicie tiene un clima templado durante todo el año, pero en las noches de diciembre y enero a veces baja la temperatura a 5°C - 6°C.

El gráfico 2-1-2 y el gráfico 2-1-3 señalan los días de lluvia y las precipitaciones anuales.

Area	San Juan	Las Lajas	El Zapote
Los días de lluvia (días/año)	140	120	180
Las precipitaciones anuales (mm)	1300	1300	1200

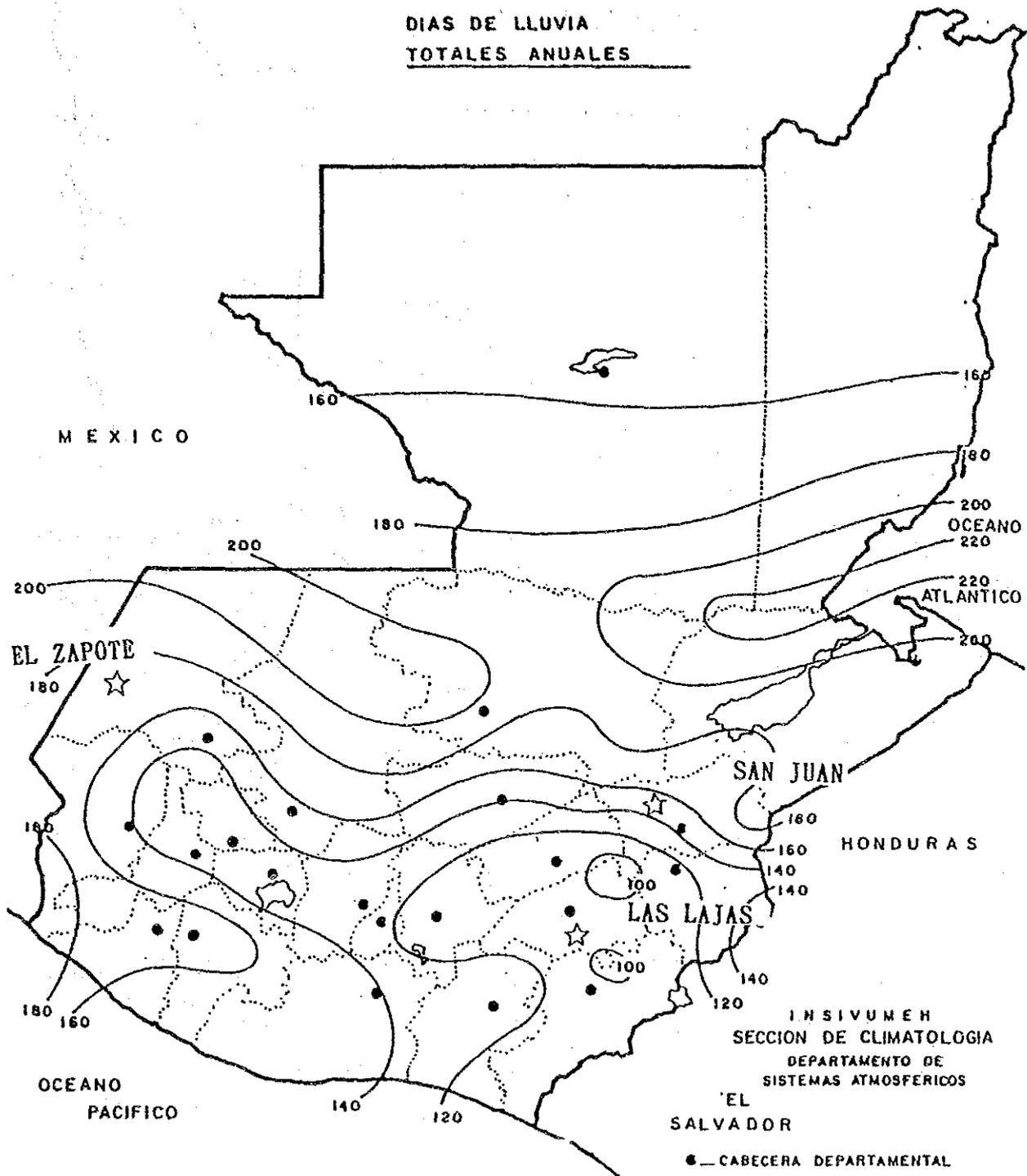


Gráfico 2-1-2 Días de lluvia (días/año)

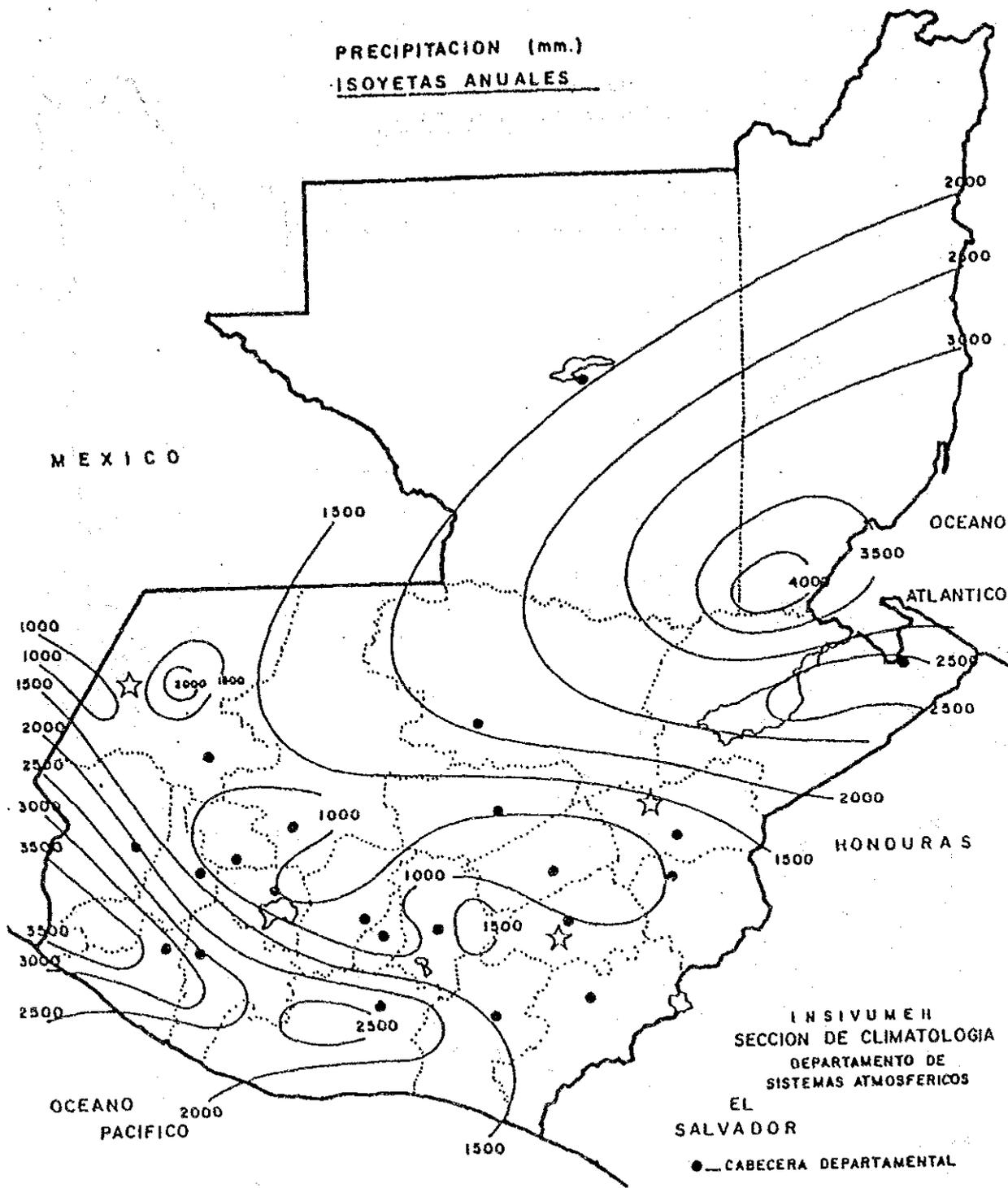


Gráfico 2-1-3 Precipitaciones medias anuales (mm)

### 3. Población

La población es de 8.680.000 habitantes ("Desarrollo socioeconómico de América Latina" BID, 1989) de los cuales 800 mil personas viven en la ciudad de Guatemala.

La tasa de crecimiento de población es de 2,9%. La composición de razas es: 56% indígenas, 8% blancos europeos y 36% mestizos.

### 4. Situación económica

La República de Guatemala tiene la mayor población entre los cinco países de Centroamérica. El clima variable y el suelo fértil posibilitan diversos cultivos agrícolas, siendo la agricultura la base de la economía del país.

En cuanto a la economía, en los años setenta la tasa de crecimiento económico se mantenía en 6 por ciento, pero la revolución Sandinista en Nicaragua ocurrida en 1979 ocasionó la inestabilidad política de los países centroamericanos, lo que acompañado con el estancamiento del comercio externo y la disminución de la inversión extranjera disminuyó la tasa de crecimiento. En 1987 la tasa de crecimiento alcanzó 2,5%, aunque durante el período 1982 - 85 esta era negativa.

La situación financiera es deficitaria, pero señalando una tendencia de mejoramiento en relación con el PIB de cada ejercicio, como sigue:

0,5% en 1986, 3,1% en 1987, 3,5% en 1988.

La tasa de aumento de los precios se está estabilizando considerando las cifras de 37,2%, 9,6% y 12,3% respectivamente para 1986, 1987 y 1988.

La balanza de comercio también es deficitaria. No obstante, en 1986 como resultado de la baja en el precio del petróleo, el aumento en los precios de productos agrícolas y la disminución del gasto en combustibles por la puesta en operación de la central hidroeléctrica de Chixoy, se presentó un superávit de 170 millones de dólares. Sin embargo, en 1987 el déficit del comercio externo llegó a 360 millones de dólares a causa del bajo nivel de exportaciones, la baja en el precio del café y el aumento de las importaciones debido a la reactivación de la economía nacional.

La balanza de pagos es fundamentalmente deficitaria, incluyendo el balance no comercial. La balanza global es negativa en 390 millones de dólares.

La deuda externa en 1987 era de 2680 millones de dólares, de los cuales 1350 millones de dólares corresponden al Gobierno, 1140 millones al Banco Central y 190 millones al sector privado. El 80 por ciento de la deuda pública ha sido financiada por instituciones internacionales como el Banco Mundial, con una baja tasa de interés y a largo plazo. El 20% restante corresponde a la deuda bilateral. Por otro lado, la deuda externa del sector privado es financiada principalmente por instituciones privadas extranjeras.

##### 5. Indices económicos principales

(Fuente: Datos del Banco Mundial, 1987)

- Producto nacional bruto 6.836 millones de dólares
- Producto nacional bruto 940 dólares per cápita  
(Banco Mundial, 1986)

• Tasa de crecimiento de PBN	2,9%
• Finanzas del Estado (el presupuesto 1989)	3.681 millones de quetzales (equivalente a 870 millones de dólares, 1 dólar=4,25 quetzales)
• Déficit de las finanzas del Estado	434 millones de quetzales (100 millones de dólares)
• Comercio externo	
Exportaciones en FOB	977,9 millones de dólares
Importaciones en CIF	1.447,2 millones de dólares
• Productos principales para exportaciones	Café, banana, algodón, azúcar, cardamono
• Reservas internacionales	458,7 millones de dólares
(Datos del Banco Central de Guatemala en 1987)	
• Deuda externa	
(Datos del Banco Central de Guatemala en 1987)	
Deuda del gobierno	1.350 millones de dólares
Deuda del banco central	1.140 millones de dólares
Deuda del sector privado	190 millones de dólares

El comportamiento económico futuro, según el Departamento de Planificación Económica del Gobierno de Guatemala (Edición de 1987) se describe a continuación:

- ① El déficit del comercio externo se incrementará debido al aumento de las importaciones, estimuladas por la demanda nacional originada por el crecimiento real de los salarios.

- ② Las exportaciones totales no aumentarán abruptamente, pero las de los productos no tradicionales se espera que aumenten un poco.
- ③ Los gastos del gobierno central aumentarán por el crecimiento de los gastos de personal.
- ④ La inflación se controlará por la restricción crediticia y la adecuación de la oferta por importaciones.
- ⑤ Las políticas económicas siguen intentando estabilizar la situación a partir de 1986.

El movimiento de la Balanza de Pagos de Guatemala y el comercio exterior de Japón se presentan en los Gráficos 2-1-1, 2-1-2 y 2-1-3 respectivamente.

Gráfico 2-1-1

Balanza de pagos de Guatemala

(millones de dólares estadounidenses)

Año	1983	1984	1985	1986	1987
Balance en cuenta corriente	△ 276,6	△ 385,7	△ 237,9	△ 99,8	△ 600,4
Balance comercial	△ 43,3	△ 146,3	△ 62,9	△ 53,3	△ 469,3
Exportaciones (FOB)	1.091,7	1.132,1	1.112,3	1.058,38	977,9
Importaciones (CIF)	1.135,0	1.278,5	1.175,0	1.005,0	1.447,2
Balance no comercial	△ 263,9	△ 268,1	△ 294,6	△ 204,5	△ 205,4
Transferencias	30,6	28,7	19,7	51,4	74,3
Capital	307,7	199,2	19,9	31,6	146,7
Balance global	31,1	△ 186,5	94,2	11,4	△ 43,7

Fuente: Datos de FMI

△=Déficit

Gráfico 2-1-2

Exportaciones a Guatemala

(en miles de dólares estadounidenses)

Año	1983	1984	1985	1986	1987
Valor total de exportaciones	43.973	58.709	51.030	45.445	78.118
Vehículos	15.553	21.386	19.756	14.992	33.867
Acero	8.493	8.172	7.241	4.046	5.851
Maquinarias generales	3.148	4.969	4.926	6.992	10.694
Maquinarias eléctricas	3.931	7.085	5.086	6.995	7.685
Motocicletas	2.612	3.061	2.598	2.119	4.951
Productos de fibra	2.514	3.005	1.819	1.348	1.290

Gráfico 2-1-3

Importaciones a Guatemala

(en miles de dólares estadounidenses)

Año	1983	1984	1985	1986	1987
Valor total de importaciones	55.480	66.769	39.696	57.846	27.257
Café	19.592	17.012	14.951	40.426	15.090
Algodón	28.154	40.212	17.259	8.876	233
Tabaco de hoja	3.501	3.173	2.648	2.824	6.591
Goma	1.506	769	-	514	494

## 2-2 Generalidades del Sector Transporte

### 1. Situación actual de la infraestructura del Sector Transporte

#### 1) Carreteras

En Guatemala cerca del 80 por ciento del transporte de pasajeros y bienes se moviliza por carretera. La longitud total de la red vial del país es 12.685,4 kilómetros, de los cuales el 14,7% corresponde a las carreteras principales denominadas Carreteras Centroamericanas (CA), 16,6% a las rutas nacionales, 56,7% a las carreteras departamentales y 11,82% a los caminos rurales.

Por tipo de superficie, la red vial se puede clasificar como sigue:

Pavimentada	3.063 km	24,15%
No pavimentada	<u>9.622,4 km</u>	<u>75,85%</u>
Total	12.685,4 km	100,00%

La longitud total de puentes en Guatemala es de 26.926,6 metros, de los cuales el 97,8% corresponden a puentes permanentes y el 2,13% a puentes temporales. La mayoría de los puentes temporales son puentes Bailey y puentes de madera. Estos puentes resultan muy peligrosos y en la época de lluvia el tráfico se interrumpe con frecuencia, restringiendo el tránsito hacia las zonas rurales. Además, la red vial utilizable se está deteriorando y disminuyendo por falta de mantenimiento.

#### 2) Ferrocarril

La longitud total de la red ferroviaria es de 943 kilómetros. No obstante, solamente el 20% de las vías ferreas

son utilizables, longitud que está disminuyendo por falta de mantenimiento.

### 3) Puertos aéreos

De los 558 puertos aéreos, solamente el 10 por ciento, es decir, 55 puertos se pueden utilizar. De estos, solamente 4 tienen pistas pavimentadas.

### 4) Puertos marítimos

Hay dos instalaciones portuarias en la Costa Atlántica y tres en la Costa del Pacífico. Entre ellos, Santo Tomás de Castilla y Puerto Quetzal, son los principales respectivamente.

## 2. Generalidades de la red vial actual

La Dirección General de Caminos del Ministerio de Comunicaciones, Transporte y Obras Públicas, es la entidad responsable de la construcción, mantenimiento y administración de las vías terrestres en Guatemala. Las carreteras se clasifican en las tres categorías siguientes (Ver mapa red vial Gráfico 2.2.1):

1. Centroamericanas; CA-1, 2, 8, 9, 10, etc.
2. Rutas Nacionales; RN-11, 14, 15, 16, 19, etc.
3. Carreteras Departamentales; Hue-12, etc.

La situación actual de las vías terrestres principales es como sigue:

CA-1 Es una carretera principal, se inicia en la frontera con México, pasa por Huehuetenango, la Ciudad de Guatemala, Jutiapa y llega a la frontera con El

Salvador. Corre por las crestas de las partes montañosas de Guatemala. Está totalmente pavimentada.

**CA-2** Es una carretera principal, que corre por la Costa del Pacífico paralelamente con la CA-1. Se inicia en la frontera con México, pasa por Escuintla y llega a la frontera con El Salvador. Está completamente pavimentada.

**CA-9** Esta es una carretera interoceánica que une Puerto Quetzal, puerto principal en la Costa Pacífica, con Puerto Barrios y Santo Tomás de Castilla, puertos principales en el Mar Caribe. La CA 9 intersecta con la CA-2 en Escuintla, y en la Ciudad de Guatemala, con la CA-1. Está 100% pavimentada.

**CA-10** Es una carretera principal, que se inicia en la CA-9 a la altura de Río Hondo y conduce a la frontera con Honduras, pasando por Zacapa y Chiquimula.

**RN-19** Es una nacional que une El Progreso, cerca de Jutiapa sobre la CA-1 con la CA-9, pasando por Jalapa. Esta ruta está pavimentada entre la CA-1 y Jalapa.

La red vial se concentra en las regiones montañosas en donde se centraliza la población. La densidad de la red vial es menor en las tierras bajas de la costa del Pacífico y en la zona de Petén en la región norte.

Los cuatro puentes solicitados se localizan respectivamente, sobre las vías siguientes:

- ① Puente San Juan CA-10 (Carretera Principal)
- ② Puente Las Lajas RN-19 (Ruta Nacional)
- ③ Puente El Zapote Hue-12 (Carretera Departamental)
- ④ Puente Nentón Hue-12 (Carretera Departamental)

### 3. Generalidades acerca de la situación actual de los puentes

Los puentes con luces superiores a los diez metros sobre las carreteras CA-1, CA-2 y CA-9 se han diseñado, fabricado y construido con los estándares de los Estados Unidos, después de 1940. Típicamente, estos puentes son de vigas o armaduras de acero.

Casi todos los puentes menores de 10 metros son de hormigón. De estos, hay varios puentes que pueden considerarse como peligrosos, pero que no se han mejorado o construido por limitaciones económicas.

Las pérdidas y derrumbamientos de puentes se han originado, entre otras, por las causas siguientes:

- 1) Por avenida de un río.

Los puentes con luces relativamente escasas, como los puentes de hormigón armado en zonas montañosas, se han socavado y caído por correntadas que arrastran tierra y piedras. En las zona llanas los puente se han socavado y caído debido a las inundaciones.

- 2) Por terremotos.

No pocos puentes se han caído a causa de la destrucción de los pilares por terremotos. Es claro que los pilares de puentes antiguos, fabricados de mampostería de ladrillo, no son resistentes contra terremotos. Sin

embargo, hay casos de asentamientos en pilares de hormigón armado relativamente nuevos, lo cual podría haberse originado, probablemente, por escasa profundidad de la cimentación. Los puentes solicitados, fueron destruidos por el terremoto de 1976, de manera que al adoptarse la magnitud sísmica de cálculo y la profundidad de cimentación, será necesario estudiarlo exhaustivamente.

#### 4. Situación de los puentes Bailey (puentes temporales)

Por ahora, todos los puentes Bailey disponibles en la Dirección General de Caminos están en uso, por lo que no quedan puentes Bailey en reserva, y para atender las emergencias que se pudiesen presentar en el futuro se deberán tomar las medidas adecuadas.

Nentón	(Hue-12)
Coyolate	(CA-2 Occidente)
San Juan	(CA-10)
El Zapote	(Hue-12)
Ostúa	
Las Lajas	(RN-19)

#### 5. Volumen del tráfico

El volumen del tráfico de cada puente es como sigue:

1) Puente San Juan 2,855 vehículos/día (1989)

Este puente se sitúa sobre la carretera CA-10 (Carretera Centroamericana). La CA-10 se inicia en la CA-9 a la altura de Río Hondo, es una carretera principal de

Guatemala. También es una carretera industrial importante ya que une el país con Honduras y sirve como vía de transporte de bienes de consumo. Además, la CA-10 enlaza la Ciudad Capital de Guatemala con Chiquimula, un núcleo urbano importante, utilizándose también como camino de acceso entre Chiquimula y sus áreas cercanas.

2) Puente Las Lajas                    532 vehículos/día (1986)

Este puente se sitúa sobre la RN-19 (Ruta Nacional 19). La RN-19 es un eje que comunica con la CA-1 y por medio de ésta, la Ciudad Capital de Guatemala y Jalapa, un centro urbano importante. Adicionalmente, la RN-19 sirve como camino de acceso y acceso entre los centros rurales alrededor de la Ciudad de Jalapa.

3) Puente El Zapote                    128 vehículos/día (1988)

Este puente se sitúa sobre la Hue-12 (Carretera departamental). La Hue-12 se inicia en la CA-1 y llega hasta Nentón. Aunque el volumen del tráfico es poco, la HUE-12 es el único camino de acceso que comunica la cabecera Departamental de Huehuetenango con Nentón y también con sus áreas periféricas, por lo tanto, los camiones y autobuses circulan llenos de pasajeros. Este puente desempeña un importante rol en el desarrollo regional.

4) Puente Nentón                    128 vehículos/días (1988)

Este puente se sitúa sobre la Hue-12, una carretera departamental y queda entre el puente El Zapote y Nentón. Tiene una gran importancia en el desarrollo regional, al igual que el puente El Zapote.

En el mapa 2-2-2 se indican los volúmenes de tráfico en Guatemala para 1986.





# VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL, 1986

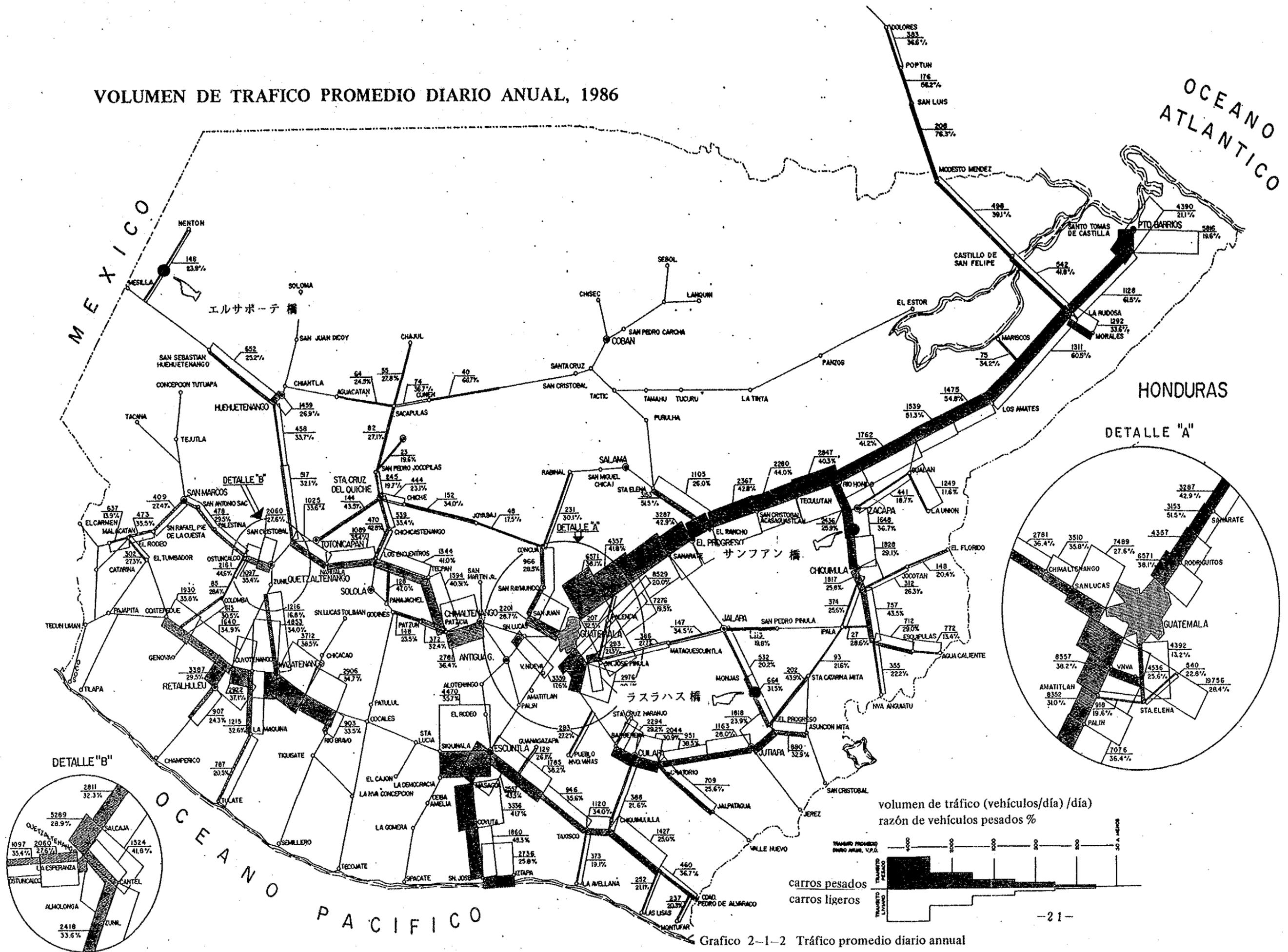
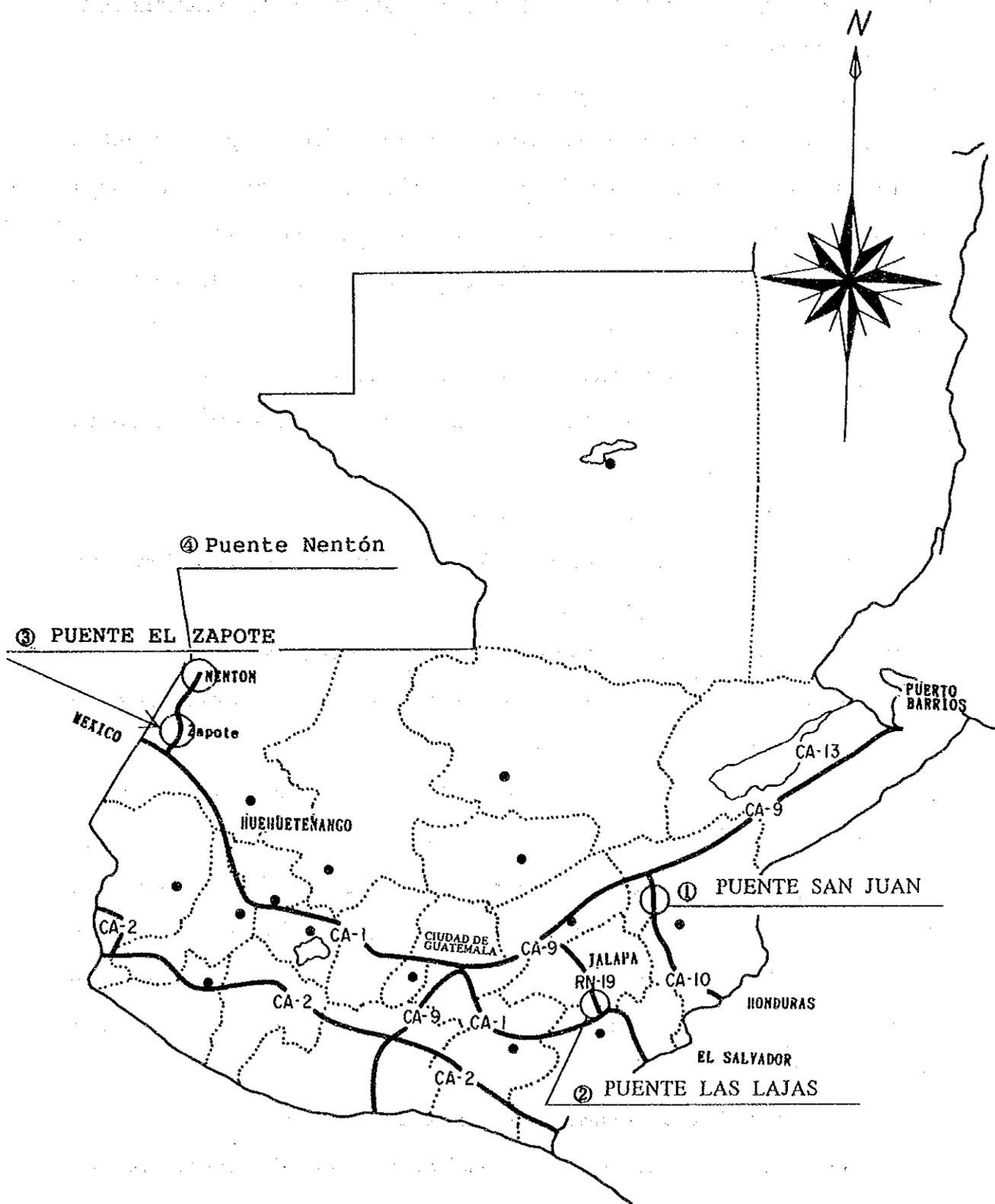


Grafico 2-1-2 Tráfico promedio diario anual







Mapa 2-2-1 Red de carreteras

## 2-3 Generalidades de los planes nacionales relacionados con el Proyecto

### 2.3.1 Plan Nacional de Desarrollo

El plan que tomamos en consideración como un plan maestro referente al ordenamiento de la red vial es el "Plan Nacional de Desarrollo" publicado por la Secretaría de Planificación Económica en 1987. Las partes relacionadas con el Proyecto se extractan a continuación:

#### 1. Objetivos del Ordenamiento del Territorio Nacional

Como objetivos del Ordenamiento del Territorio Nacional se indican los puntos siguientes:

- Utilización óptima de recursos.
- Disminución del desequilibrio en los niveles de desarrollo y bienestar.
- Integración socioeconómica de zonas rurales.
- Desconcentración de actividades económicas y sociales hacia afuera de la capital.

#### 2. Políticas principales del Ordenamiento Territorial relacionadas con este Proyecto

Las políticas relacionadas con este Proyecto son: la "Política del Ordenamiento del Territorio Nacional" y la "Política de Fortalecimiento de Flujos de Integración Territorial"; de las cuales se presentan algunos extractos a continuación:

##### 1) Políticas del Ordenamiento Territorial

- ① Con el objetivo de disminuir las diferencias de desarrollo entre regiones y de ampliar los intercambios de

bienes, se divide la nación en ocho regiones según la Ley Preliminar de Regionalización. Véase Mapa 2-3-1.

② Se establece una ciudad como "centro regional" en cada región, y alrededor de cada centro regional se establecen ciudades pequeñas.

③ La red vial entre regiones se clasifica en cuatro órdenes del primer tipo hasta el cuarto tipo, y se procurará el ordenamiento, construcción y reparación de la red. Véase Mapa 2-3-2.

④ Se perfeccionarán las vías que interconectan los centros regionales y se completará la red vial. Además, se mejorarán servicios prestados a los usuarios de caminos dedicados a producción y elaboración.

## 2) Política de Fortalecimiento de los Flujos de integración Territorial.

① Para impedir la concentración en la ciudad capital, se tratará de reforzar las ciudades de los centros regionales y las demás ciudades en las regiones.

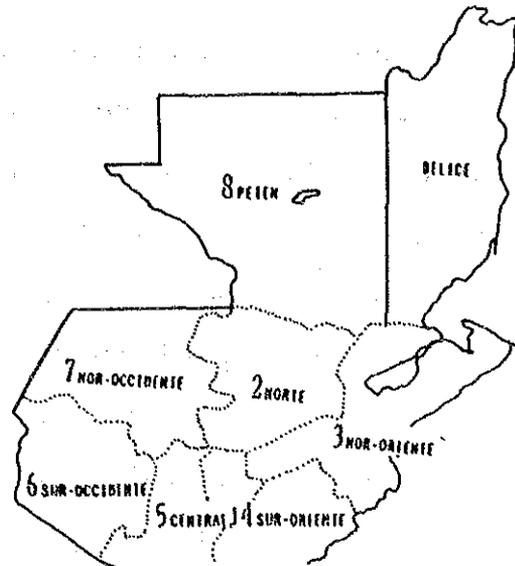
② Se reforzará y se ordenará la red vial que interconectan los centros regionales del sistema nacional de regiones.

③ Se invertirá en las actividades económicas y productivas de las ciudades principales.

④ Se desconcentrarán actividades socioeconómicas de la Ciudad Capital de Guatemala, en donde está concentrado el 19% de la población, el 43% del presupuesto de inversiones públicas (a 1987) y el 44% de los establecimientos nacionales.

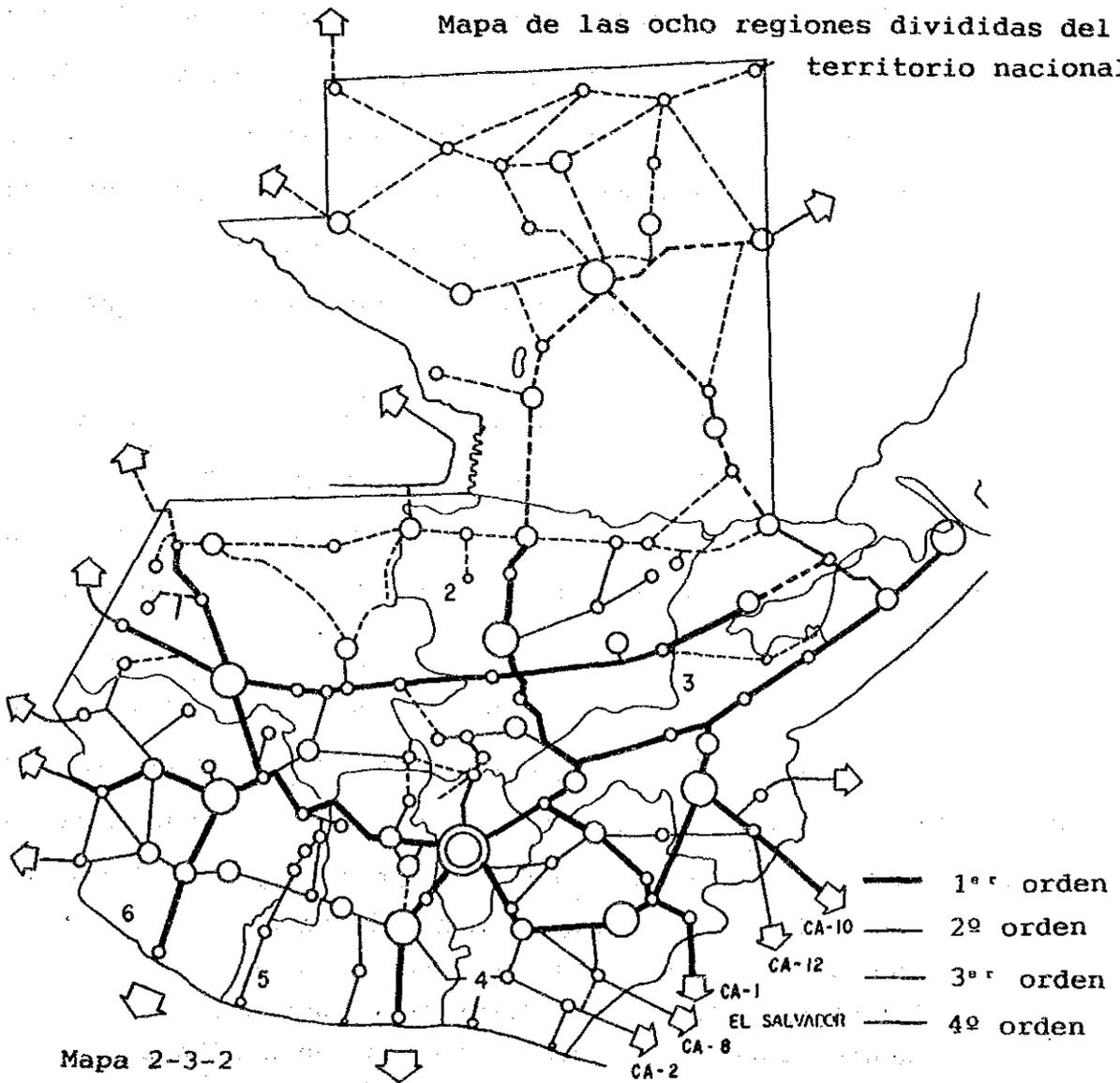
### 2.3.2 Planes de Desarrollo Regional

No se han desarrollado planes concretos de desarrollo regional en las zonas correspondientes.



Mapa 2-3-1

Mapa de las ocho regiones divididas del territorio nacional



Mapa 2-3-2

Mapa de la política de ordenamiento de las vías terrestres

#### 2-4 Antecedentes y contenidos de la solicitud

En la República de Guatemala, cerca del 80% del transporte de bienes de consumo depende del transporte vial, por lo que las vías terrestres constituyen la infraestructura que sostiene la economía del país.

No obstante, la situación actual de la red vial se puede resumir así: Los caminos no pavimentados aún ocupan el 76% del total de la red vial; algunos de los puentes que enlazan los caminos son puentes temporales, Bailey y de madera; en la época de lluvia se interrumpe el tráfico con frecuencia, por lo que se restringe el tráfico hacia las áreas rurales. Además, los puentes temporales están bastante deteriorados y desgastados por inundaciones, terremotos, paso de camiones pesados, etc., de manera que por su condición constituyen un peligro pues podrían no soportar el tráfico actual que los utiliza.

Por consiguiente, para garantizar el tráfico y transporte de pasajeros y bienes en forma segura, y para coadyuvar al desarrollo socioeconómico, la sustitución de puentes temporales por puentes permanentes es un problema urgente e importante.

En vista de los antecedentes descritos arriba, la República de Guatemala ha solicitado la sustitución de los cuatro puentes abajo mencionados, mismos que son considerados de mayor urgencia entre los puentes temporales y deteriorados.

1. Puente San Juan      Departamento de Zacapa
2. Puente Las Lajas    Departamento de Jalapa
3. Puente El Zapote    Departamento de Huehuetenango
4. Puente Nentón        Departamento de Huehuetenango

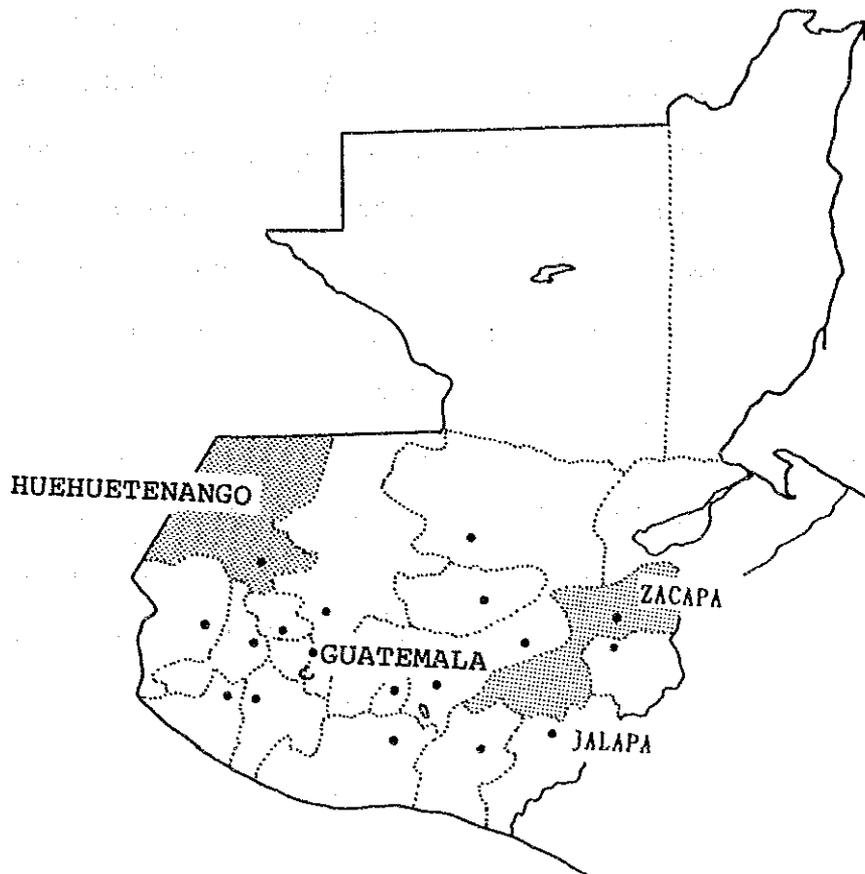
## CAPITULO 3. CARACTERISTICAS DE LAS AREAS



### CAPITULO 3. CARACTERISTICAS DE LAS AREAS SELECCIONADAS

#### 3-1 Localidad y situación socioeconómica de las áreas

Se presenta acá, la situación socioeconómica de las regiones en donde se ubican los puentes propuestos.



Mapa 3-1-1 Localización de los Departamentos

#### 3-1-1 Departamento de Zacapa (Puente San Juan)

##### 1. Geografía

Localización	Se localiza en la parte Nor-Oriente de Guatemala. La cabecera departamental es Zacapa.
Superficie	2.777 km <sup>2</sup> (2,6 % del territorio nacional).
Topografía	En general, la topografía departamental se divide en tres partes.  La mayoría de la zona norte es tierra montañosa, la Sierra de Las Minas se extiende de este a oeste. En la zona central, el Río Motagua atraviesa el valle de este a oeste. La parte sur se conforma con tierras bajas y una serie de montañas independientes.
Uso de tierra	La tierra arable se localiza en terrenos aluviabiles y en las vegas de los ríos.
Hidrología	Hay diversos ríos, entre ellos: Río Hondo 21 km, Río Pasabien 24,60 km, Río San Vicente 41,90 km, Río Grande 28,20 km

## 2. Clima

Temperatura media anual

27°C (33,9° ~ 21,3°C)

Epoca de lluvia

Mayo~octubre, Véase el Gráfico 3-1-2.

Precipitación La precipitación es poca en general, pero la diferencia de precipitación anual es grande.

Medio anual de 26 años 471,2 mm

Medio anual de 1983~84 831,75 mm  
 Medio anual de 1983~84 99 días de lluvia  
 por año.

### 3. Situación económica

La agricultura es la parte central en la economía del Departamento, por tanto la condición de la red vial en la época de cosecha y exportación de productos, influye sobre la escala de actividades económicas.

#### Actividades principales

La actividad principal es la agropecuaria  
 (maíz, café, frijol, tabaco)

#### Valor porcentual de la producción

Agricultura	46,84 %	Artesanía	1,46 %
Transporte	16,69 %	Energía	7,46 %
Industria	15,40 %		

#### Inversión pública

Inversión pública en 1970~76

Irrigación agrícola	67,80 %
Seguros sociales	23,01 %
Obras de caminos	8,04 %
Otros sectores	0,79 %

#### Situación vial

Longitud total de vías en el Departamento	758,75 km
Asfaltadas	115,64 km (15,24%)
Grava	283,18 km (37,32%)
No pavimentado	359,96 km
Densidad	0,274 km/km <sup>2</sup>

#### 4. Población y población económicamente activa

La proporción de población económicamente activa dedicada a la agricultura es alta.

Población 144.820 habitantes (estadística de 1985)

1,82 % de la población nacional

Densidad demográfica: 52 habitantes/km<sup>2</sup>

(medio nacional: 73 habitantes/km<sup>2</sup>)

Tasa de crecimiento demográfico

1,70 % (Medio nacional: 2,8 %)

Estructura de población

Los menores de quince años ocupan el 45 % del total. (pirámide de base ancha)

Población de edad económicamente activa

98.034 personas (1985), que representan el 1,84 %. (mayores de diez años) dedicados principalmente a la agricultura.

#### 5. Ordenamiento de la infraestructura social

Electricidad Corre una línea sobre la CA-10.

Comunicación No hay instalaciones telefónicas alrededor del área del puente. Hay teléfonos a 7 kilómetros, instalados en Zacapa.

### 3-1-2 Departamento de Jalapa (Puente Las Lajas)

#### 1. Geografía

Localización Se localiza en la parte Central-Oriente de Guatemala.

Superficie 2.063 km<sup>2</sup> (1,9 % del territorio nacional).

Topografía La zona sur del Departamento es un ramal de la Sierra Madre. 781~2.500 metros sobre el nivel del mar. Véase el Gráfico 3-1-3.

Geología Suelo volcánico 83,2 %.  
Roca metamórfica y sedimentaria 10,73 %

Hidrología Más de la mitad del Departamento se constituye por cuenca del Río Motagua que desemboca hacia el Atlántico. La zona sur se constituye por cuencas de ríos como: Río Jalapa, Río Grande y Río Monjas que desembocan en el Pacífico.

#### 2. Clima

Temperatura media anual

16,5~28,9°C es clima templado.

Epoca de lluvia

Mayo~octubre, Véase el Gráfico 3-1-2.

Precipitación 968,1 mm

#### 3. Situación económica

La actividad agropecuaria es la fundamental para la economía departamental.

**Actividad principal**

Agro-ganadería (el 93 % de área cultivada la ocupan cereales básicos).

**Situación vial**

La longitud total de caminos en el Departamento, es de 488 km, de las rutas nacionales 78 km son vías pavimentadas, las que representan el 16 % del total.

Ruta Nacionales: 167 km, de las cuales la parte pavimentada es el 16 % (78 Km).

**Carreteras departamentales:**

58 km, no pavimentados.

**Caminos de acceso:**

263 k, no pavimentados.

**4. Población y población económicamente activa**

La proporción está dispersa en diversas comunidades, la densidad demográfica es de 74 habitantes/km<sup>2</sup>, casi igual al promedio nacional. La tasa de desempleo es especialmente alta, por lo tanto se espera que se realizarán obras nuevas.

**Población** 152.735 habitantes (1984)

Zonas urbanas 42.531 habitantes 28 %

Zonas rurales 110.204 habitantes 72 %

**Tasa de crecimiento demográfico**

2,86 %

**Densidad demográfica**

74 habitantes/km<sup>2</sup>

**Estructura de demográfica**

48 % corresponde a menores de 14 años.

Población de edad económicamente activa

44.545 personas (1980)

Tasa de desempleo

72 %

El índice de empleo en el Departamento tiene tendencia a disminuir. Al no haber empleos en el sector agropecuario, los pobladores tienen que buscar ocupaciones en otras actividades en zonas urbanas del interior y el exterior del Departamento.

#### 5. Turismo

Bosque y Parque Nacional en zonas de montañas en Jalapa.

#### 6. Situación de ordenamiento de la infraestructura social

Electricidad Hay una línea en la ciudad de San Antonio que está situada a 300 metros del sitio del puente.

Comunicación Hay instalación telefónica en la Ciudad de Jalapa, situada a 15 kilómetros del sitio, pero el estado de las comunicaciones es malo.

### 3-1-3 Departamento de Huehuetenango (Puente El Zapote)

#### 1. Geografía

**Localización** Huehuetenango se sitúa en zonas del altiplano en la parte oeste de Guatemala, colindando con México al norte y oeste del Departamento.

**Superficie** 7.403 km<sup>2</sup> (6,8 % del territorio nacional).

**Topografía** En la zona central del Departamento, se encuentra la Sierra de los Cuchumatanes. En la zona sur se conforma un valle con una altitud de 1.500 metros. La altitud varía entre 3.600 m y 300 m sobre el nivel del mar. Véase el Gráfico 3-1-5.

**Geología** Suelo volcánico 83,2 %.

Roca metamórfica y sedimento 10,73 %

**Hidrología** La Sierra Los Cuchumatanes es una divisoria de aguas. Los ríos de San Miguel, Selegua, y Chixoy desembocan en el Golfo de México. En la ciudad de Nentón se provocan inundaciones con frecuencia.

#### 2. Clima

**Temperatura media anual**

14,5~24,5°C

**Epoca de lluvia**

Mayo-octubre, Véase el Gráfico 3-1-2.

Días de lluvia 131~48 días

Precipitación En la zona noreste se precipitan 6.000 mm por año. Se disminuye en 1.000 mm a medida que va al norte, llegando en 800 mm en fronteras con México.

### 3. Situación económica

La influencia por la crisis socioeconómica ha sido grave en los últimos años.

#### Actividades principales

Agricultura 51,8 % (el área cultivada aumentó entre los años de 1964 y 1979)

Artesanía 22,0 % (Se practica junto con la agricultura.)

Ganadería 12,2 %

Silvicultura 8,3 %

Industria 4,7 %

Minería 0,4 %

Situación vial Los caminos pavimentados representa el 16,4 % del total de las vías en el Departamento (709 km).

### 4. Turismo

Las ruinas de Zaculeu se sitúan a unos 3 kilómetros de la cabecera departamental. Al este se localiza el Nacimiento del Río San Juan, sin embargo, se necesitará efectuar trabajos de reparación en el camino de acceso.

## 5. Población y población económicamente activa

Población 474.303 habitantes (estimado en 1985), que ocupa el 7,1 % del total nacional y está en el tercer lugar entre departamentos.

Zona urbana: 13,8 %

Zona rural: 86,2 %

Densidad demográfica

64,07 habitantes/km<sup>2</sup> (Promedio nacional es 73,11 %)

Tasa de crecimiento demográfico

2,40 % (promedio nacional entre 1964~81 es de 2,05 %.)

Distribución de la población

Se localizan en las subcuencas de 600~2.700 metros sobre el nivel del mar.

Desempleo

La Tasa de desempleo es desconocida. (La del nivel nacional es de 34,8 %.)

Población en edad económicamente activa

279.246 personas (mayores de 10 años)

PAE por ocupación, estimada en 1986

Agricultura 80,1 %

Artesanía, Calificados 11,5 %

Servicios 2,1 %

## 6. Situación de ordenamiento de la infraestructura social

Electricidad Corre una línea sobre la Hue-12.

Comunicación Hay instalaciones telefónicas en La Mesilla separada 15 km del sitio del puente. El estado de las comunicaciones es malo.



## CAPITULO 4. CONTENIDO DEL PROYECTO



## CAPITULO 4. CONTENIDO DEL PROYECTO

### 4-1 Objetivo

En cuanto a la circulación por los puentes objeto de este estudio, se interrumpe el tráfico vial con frecuencia en la época de lluvia y el tráfico hacia las áreas rurales se ve restringido. Asimismo, estos puentes temporales están bastante deteriorados y desgastados por inundaciones, terremotos, paso de camiones pesados, etc., de manera que por su condición constituyen un peligro ya que podrían no soportar el tráfico actual que los utiliza.

El objetivo del Proyecto es conformar caminos que efectivamente unan zonas urbanas y rurales, lo que se logrará mediante la sustitución de puentes temporales por puentes permanentes. Igualmente otro objetivo de la construcción de los puentes en las áreas del Proyecto es fomentar la actividad económica en las zonas rurales por medio de la creación de empleos mediante la ejecución de obras con uso intensivo de mano de obra.

### 4-2 Estudio del contenido de la Solicitud

#### 4-2-1 Estudio de justificación y necesidad del Proyecto

El Gobierno de Guatemala solicitó al Gobierno de Japón la cooperación financiera no reembolsable para la sustitución de puentes temporales (tipo Bailey) deteriorados y peligrosos.

El contenido de la solicitud comprendió la sustitución, por puentes permanentes, de los 4 puentes temporales siguientes:

Departamento	Puente
1) Zacapa	San Juan
2) Jalapa	Las Lajas
3) Huehuetenango	El Zapote
4) Huehuetenango	Nentón

En el caso del puente Nentón, previa discusión con la Dirección General de Caminos del Gobierno de Guatemala, se eliminó este puente del Proyecto. Por consiguiente, el estudio de diseño básico se hará para los tres puentes restantes.

Aquí se resume la dirección y justificación del ordenamiento de la red vial desde el punto de vista del plan superior. También se indicará la importancia de la construcción y mejoramiento de puentes en las áreas rurales en el ordenamiento vial en base a este Proyecto:

- 1) La estrategia de descentralización política-económica tiene como objetivo la integración territorial, por lo que el mejoramiento de los caminos del sector transporte es necesario y urgente.
- 2) Para fomentar la descentralización política y económica indicada en el plan superior, se preve la ampliación y

modernización de los caminos y la construcción de caminos rurales.

- 3) Para generar empleos y estimular la actividad económica, se preve la construcción de caminos con uso intensivo de mano de obra en zonas rurales, así como el desarrollo de proyectos que usen relativamente pocos bienes importados.

Por consiguiente, con la construcción de los tres puentes, se espera: coadyuvar a descentralizar el nivel de servicios concentrados a la Ciudad Capital; se generen empleos en centros rurales; se incremente la actividad económica en las áreas rurales al ejecutar proyectos con uso intensivo de mano de obra; además, se fortalezca la red vial entre zonas urbanas y zonas rurales (de tal manera que sean transitables en toda época del año) y la construcción contribuya en gran medida a las actividades socioeconómicas de la nación. Por lo cual, la Misión de Diseño Básico juzga que la ejecución de este proyecto con la cooperación financiera no reembolsable del Gobierno de Japón será muy significativa.

A continuación se hace referencia a la necesidad de cada uno de los 3 puentes:

#### 1. Puente San Juan

Localización: Se sitúa sobre la carretera principal CA-10 (Carretera Centroamericana). La CA-10 se

separa de la CA-9 a la altura de Río Hondo, llega a Honduras y es una carretera importante.

**Peligrosidad:** Actualmente un puente Bailey está colocado sobre el puente original de hormigón, de tres luces, mismo que fue destruido por un terremoto. La losa de piso de hormigón del puente original se liga a la armadura del Bailey con cables. La unión fue hecha pasando cables por los agujeros del drenaje de la losa de piso y atados a la armadura. De tal manera, el puente se reforzó a efectos de poder utilizarse. La carga se reparte sobre los pilares del puente de hormigón, los que están parcialmente dañados, por tanto la resistencia a la carga es insuficiente. En los dos extremos del puente, han colocado tumbos, para que los autos pasen despacio. Por todo lo señalado arriba, se juzga que el uso del puente San Juan en el estado actual está llegando a su límite de capacidad.

**Volumen de tráfico:**

2.855 vehículos por día.

**Beneficios del Proyecto:**

Beneficiarios directos: 16 mil personas

Beneficiarios indirectos: 37 mil personas

Area de influencia: 371 km<sup>2</sup>

Iniciándose en la carretera principal CA-9, la CA-10 es una carretera muy importante. La CA-10 es el eje principal que conecta la Ciudad de Guatemala y la cabecera departamental de Chiquimula, al mismo tiempo contribuye mucho como camino de acceso que conecta Chiquimula con áreas cercanas.

En relación al puente, desde el punto de vista estructural, a causa de la caída de la pila, la losa del puente original está en uso, alzándola por medio de cables de una armadura Bailey. Esto es, justamente, un tratamiento temporal y no es adecuado para ser empleado por prolongados períodos de tiempo.

## 2. Puente Las Lajas

**Localización:** Este puente se sitúa sobre la carretera RN-19 (Ruta Nacional-19), que enlaza con la CA-1 y que es la vía principal entre la cabecera departamental de Jalapa y la Ciudad de Guatemala. Al mismo tiempo sirve como camino de acceso de la cabecera departamental a centros rurales.

**Peligrosidad:** La parte de luz principal del puente actual está constituida por un puente Bailey y las luces laterales del puente original de

hormigón están reforzadas. La luz principal del puente temporal es de 36.6 metros y para un solo carril de circulación. Se observan algunas fisuras producidas por choques de autos en los elementos verticales. Además, el tablero de madera del piso está bastante deteriorado y desgastado. Aunque las luces lateral del puente original está reforzados con materiales de acero, en algunas partes por debajo del puente original, barras de acero están expuestas al despegarse del hormigón. Además una parte del barandal se ha perdido, lo que resulta peligroso para los usuarios.

**Volumen de tráfico:**

532 vehículos por día.

**Beneficiarios del Proyecto:**

Beneficiarios directos: 13 mil personas

Beneficiarios indirectos: 30 mil personas

Area de influencia: 277 km<sup>2</sup>

La RN-19 es una carretera principal que conecta con la CA-1. Sirve de enlace entre la Ciudad Capital de Guatemala y la cabecera departamental de Jalapa. Igualmente, es un camino de acceso que comunica a la ciudad de Jalapa y sus zonas cercanas.

En referencia a la estructura, se encuentra instalado un puente Bailey en la luz que se cayó. Se han colocado miembros diagonales de acero en las partes quebradas del puente. Esta es una medida temporal, que no podrá utilizarse por un largo tiempo. Por consiguiente, desde el punto de vista técnico, el puente actual se tendrá que sustituir urgentement.

### 3. Puente El Zapote

**Localización:** El puente se sitúa sobre la Hue-12, que es un camino regional. La Hue-12 se inicia en la CA-1 y llega a la ciudad de Nentón, constituyéndose en el camino de acceso que enlaza esta región con la ciudad de Huehuetenango.

**Peligrosidad:** El puente Bailey está construido en un valle, y a causa de sobrecargas, el miembro superior de la armadura está curvado hacia afuera en el centro de la luz. Otros miembros verticales de la armadura están rotos en dos lugares. El tablero de piso de madera está también muy deteriorado. La parte frontal del estribo se ha socavado debido a inundaciones, por tanto es posible que pueda caerse el estribo.

**Volumen de tráfico:**

128 vehículos por día.

### Características regionales:

Se estima que más de 40 mil refugiados guatemaltecos emigraron hacia México. Sin embargo por el cambio del régimen político, los refugiados empezaron a regresar al país. El 31 de diciembre de 1988, unos 4.000 repatriados (820 familias) habían regresado a diez departamentos (35 municipios); parte de los cuales regresaron a 19 municipios (73 aldeas) del Departamento de Huehuetenango.

En el futuro se estima que más de 40 mil personas regresarán a los cuatro departamentos (100 aldeas) de la región norte, incluyendo el de Huehuetenango. Igualmente dentro de los 5.000 desplazados internos, unas 550 personas (130 familias) inmigrarán al Departamento de Huehuetenango. Como subproyecto de atención integral, se desea realizar ordenamientos de caminos, acueductos, sanitarios y suministros de molinos de maíz. El mejoramiento de caminos es especialmente urgente. Se esperan efectos positivos al facilitar crecimientos en la producción agrícola y de las áreas cultivadas, así como adquisición de productos de primera necesidad en

consecuencia de mejoramiento de la red de carreteras y las vías de acceso. Además, si no se ordenan las vías, otros programas no serán factibles, por tanto los proyectos de vías tienen la mayor prioridad.

Se espera desarrollar nuevos proyectos de caminos que generen empleos mediante la ejecución de las obras con uso intensivo de mano de obra, a efectos de que los refugiados en México puedan regresar y asentarse en las zonas referidas.

**Beneficiarios del Proyecto:**

Beneficiarios directos: 7 mil personas

Beneficiarios indirectos: 10 mil personas

Area de influencia: 380 km<sup>2</sup>

Iniciándose la CA-1, la Hue-12 llega a Nentón. Su volumen de tráfico es tan sólo de 128 vehículos por día, pero la Hue-12 es la única carretera de acceso y los autobuses y camiones que pasan por este camino transitan llenos de pasajeros y bienes. La Hue-12 es también el único camino de acceso que conecta Huehuetenango con áreas cercanas a Nentón. Así que su contribución para el desarrollo regional es muy importante.

Refiriéndose a la estructura, no queda nada del puente original. Un puente nuevo de tipo Bailey se está usando al lado de donde se ubicaba el puente original. El miembro

superior está torcionado evidentemente por carga excesiva. La socavación del estribo está avanzada. Por consiguiente, este puente hay que sustituirlo urgentemente.

#### 4-2-2 Estudio de programa de ejecución y administración

La entidad ejecutora del Proyecto será la Dirección General de Caminos del Ministerio de Comunicaciones, Transporte y Obras Públicas. El mantenimiento estará a cargo de la División de Mantenimiento de la misma Dirección. Para la ejecución de su función, la División de Mantenimiento cuenta con 9 zonas viales. Los 3 puentes referidos serán mantenidos y controlados por las siguientes zonas viales:

Puente San Juan: Zona vial 8

Puente Las Lajas: Zona vial 2

Puente El Zapote: Zona vial 6

La supervisión de los puentes se realizará por medio de inspecciones visuales cada mes e inspecciones periódicas cada cinco años. No se prevén problemas para utilizar el método de mantenimiento empleado por las zonas viales actualmente, puesto que no necesita adicionar el puesto y personal para los nuevos puentes del Proyecto.

Se presenta personal de las nueve (9) zonas a continuación:

Zona Vial	Staff de sitio	Staff de oficina	Staff total
1	1.249	127	1.376
2	698	73	771
3	726	69	795
4	871	83	954
5	1.038	103	1.141
6	790	76	866
7	763	65	828
8	1.225	122	1.347
10	245	39	284
Total	7.605	747	8.362

4-2-3 Proyectos similares y relación con otros proyectos de apoyo

El Gobierno de Guatemala no ha realizado ninguna solicitud a otros países ni a instituciones internacionales con respecto a la cooperación del Proyecto.

Cooperaciones del Gobierno del Japón para el Gobierno de Guatemala se están realizando, sobre todo en área de la cooperación técnica, tomando en consideración la situación de orden público. Los campos de cooperación son variados e incluyen: telecomunicaciones, energía, minería, atención médica, etc. "El Plan de Erradicación de las Enfermedades Oncocercosis" que fue terminado por la cooperación técnica del proyecto en septiembre de 1983 ha recibido una apreciación muy alta.

En cuanto a la cooperación financiera no reembolsable, en 1975 se proporcionó una cooperación para desastres por terremoto por una suma de 230 millones de yenes. Igualmente, en 1978 se proporcionó una cooperación por 400 millones de yenes para el "Plan de Rehabilitación y Ordenación de Instalaciones de Acueductos Rurales".

1. Cooperación económica

① Cooperación financiera no reembolsable

Cuadro 4-2-1 Lista por año fiscal y por forma  
(millones de yenes)

Año fiscal	Cooperación financiera no reembolsable
Suma Acumulada hasta 1981	630 Apoyo para desastre (230 en 1975) (Daños por terremoto) Plan de Rehabilitación y Ordenación de Instalaciones de Acueductos Rurales (400 en 1978)
1982	12 Apoyos para desastre (12) (Daños por inundación)
1985	43 Estudio y equipos de investigación para el Museo de Antropología de Parque Nacional de Tical (43)
1986	34 Equipos de Gimnasia para la Asociación de gimnasia de Guatemala (34)
Suma Acumulada hasta 1986	719

② Cooperación técnica

Cuadro 4-2-2 Lista por año y por forma (millones de yenes)

Cooperación técnica Año	Becario recibido	Envío especialista	Envío de misión	Suministro de equipos	Cooperación técnica de proyecto	Estudio de Desarrollo	Suma
Suma acumulada hasta 1981	personas 129	personas 109	personas 142	217	1	5	2.308
1982	personas 12	personas 12	personas 4	36	1	1	287
1983	personas 12	personas 10	personas 50	20	1	2	362
1984	personas 11	personas 4	personas 22	19	0	3	264
1985	personas 14	personas 2	personas 21	5	0	1	363
1986	personas 22	personas 7	personas 17	6	0	3	219
Suma acumulada hasta 1986	personas 200	personas 144	personas 256	358	1	10	3.804

Notas: "Año" representa un ejercicio presupuestal.

"Suma" es a base de nota de cambio de cooperación financiera no reembolsable y a base de gastos de JICA en caso de cooperación técnica.

#### 4-2-4 Principio básico de ejecución de la cooperación

En cuanto a la implementación del Proyecto, según todo lo anteriormente revisado se confirmó la ejecución del contenido de la solicitud, la habilidad de mantenimiento y supervisión. Además, se confirmó que por la realización del Proyecto se garantizará la seguridad del tráfico y transporte de pasajeros y bienes y que, igualmente, habrá efectos positivos al desarrollo socioeconómico regional. Asimismo, se esperan mejoras en la actividad económica en las zonas rurales fomentadas por la creación de empleos en las áreas del proyecto y por la ejecución de obras con uso intensivo de mano de obra. En consecuencia, la Misión llegó a juzgar razonable la ejecución del Proyecto con la cooperación financiera no reembolsable del Japón.

Por consiguiente, suponiendo la cooperación financiera no reembolsable del Japón, se revisarán las generalidades del Proyecto y se efectuará el Diseño Básico como sigue.

4-3 Descripción del Proyecto

4-3-1 Entidad ejecutora y sistema de administración

El Proyecto se ejecutará y administrará por la Dirección General de Caminos del Ministerio de Comunicaciones, Transporte y Obras Públicas.

El Ministerio cuenta con 27.900 personas, y el presupuesto es como sigue:

(Millones de quetzales)

Año	1986	1987	1988	1989
Presupuesto	277,8 (64,1)	306,9 (72,2)	334,5 (78,7)	453,2 (106,6)

Los números entre paréntesis son dólares equivalentes a quetzales.

1 dólar = 4,25 quetzales

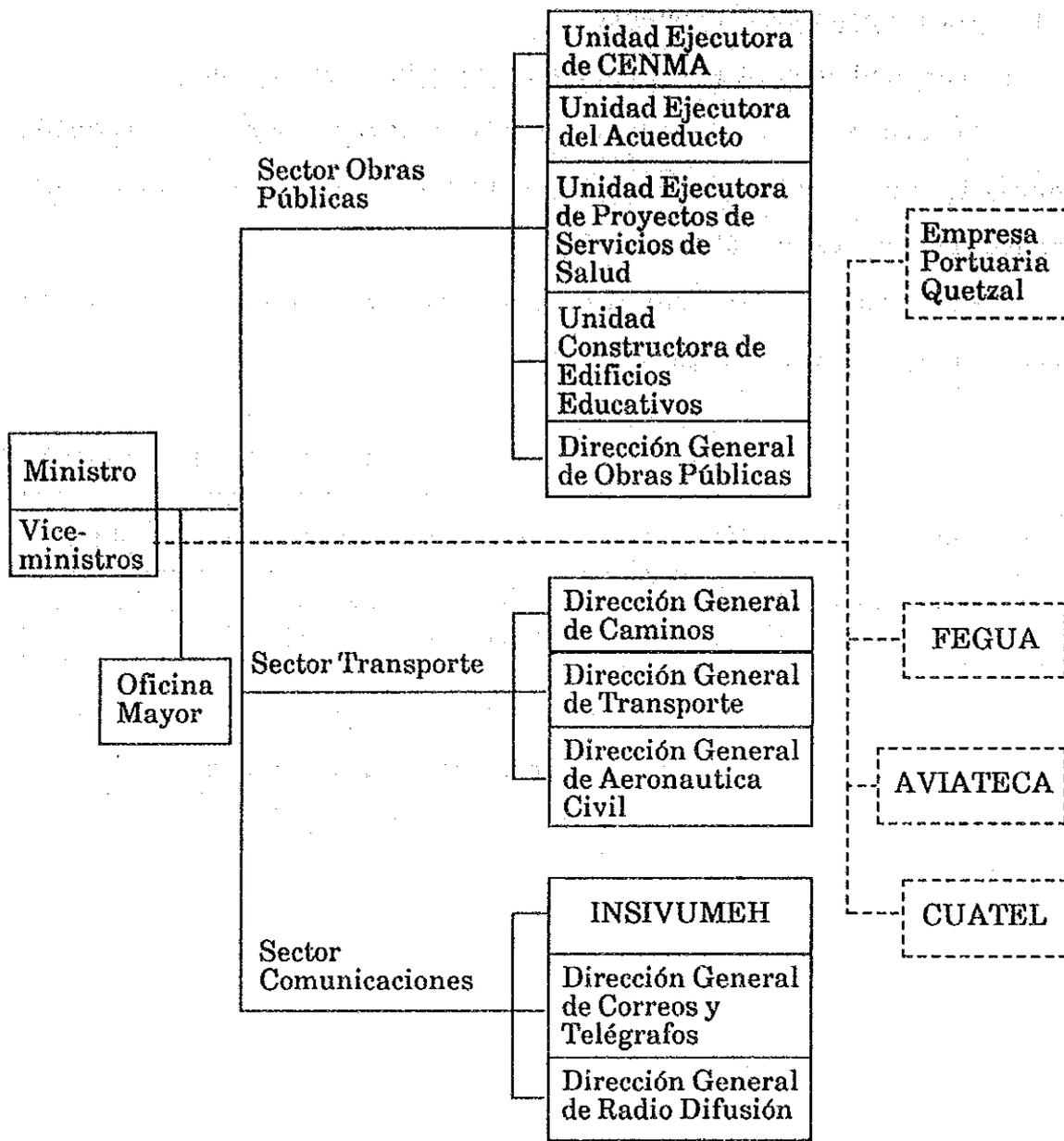


Gráfico 4-3-1 Organigrama del Ministerio de Comunicaciones, Transporte y Obras Públicas

La Dirección General de Caminos se encarga de la planificación, diseño, construcción, supervisión, mantenimiento y reparación de los caminos (Véase el Gráfico 4-3-2). Cada dependencia de la Dirección General de Caminos participa en el Proyecto en el ámbito de la competencia respectiva, y la coordinación del mismo está a cargo de la Unidad de planeamiento. La División de Mantenimiento será la encargada del mantenimiento después de la inauguración, el mantenimiento se efectuará en forma similar al sistema actual. El sistema de apoyo para el Proyecto y los servicios principales en cada dependencia se indica a continuación:

- Unidad de Planeamiento

Es una entidad asesora de la Dirección y se encarga de la planificación, financiamiento, estudios de factibilidad técnico-económica, estudios de volumen de tráfico y asistencia a proyectos.

- División Técnica

Está encargada de efectuar estudios técnicos de ingeniería de caminos y puentes, así como la elaboración de documentación de licitación. Está constituida por los Departamentos de Carreteras, Puentes, Materiales y Suelos y de Especificaciones.

- Departamento de Construcciones

Se hace cargo de la administración de las construcciones de caminos y puentes.

• División de Mantenimiento

Se encarga del mantenimiento y reparación de caminos en toda la República.

Se presenta el Organigrama de la Dirección General Caminos a continuación:

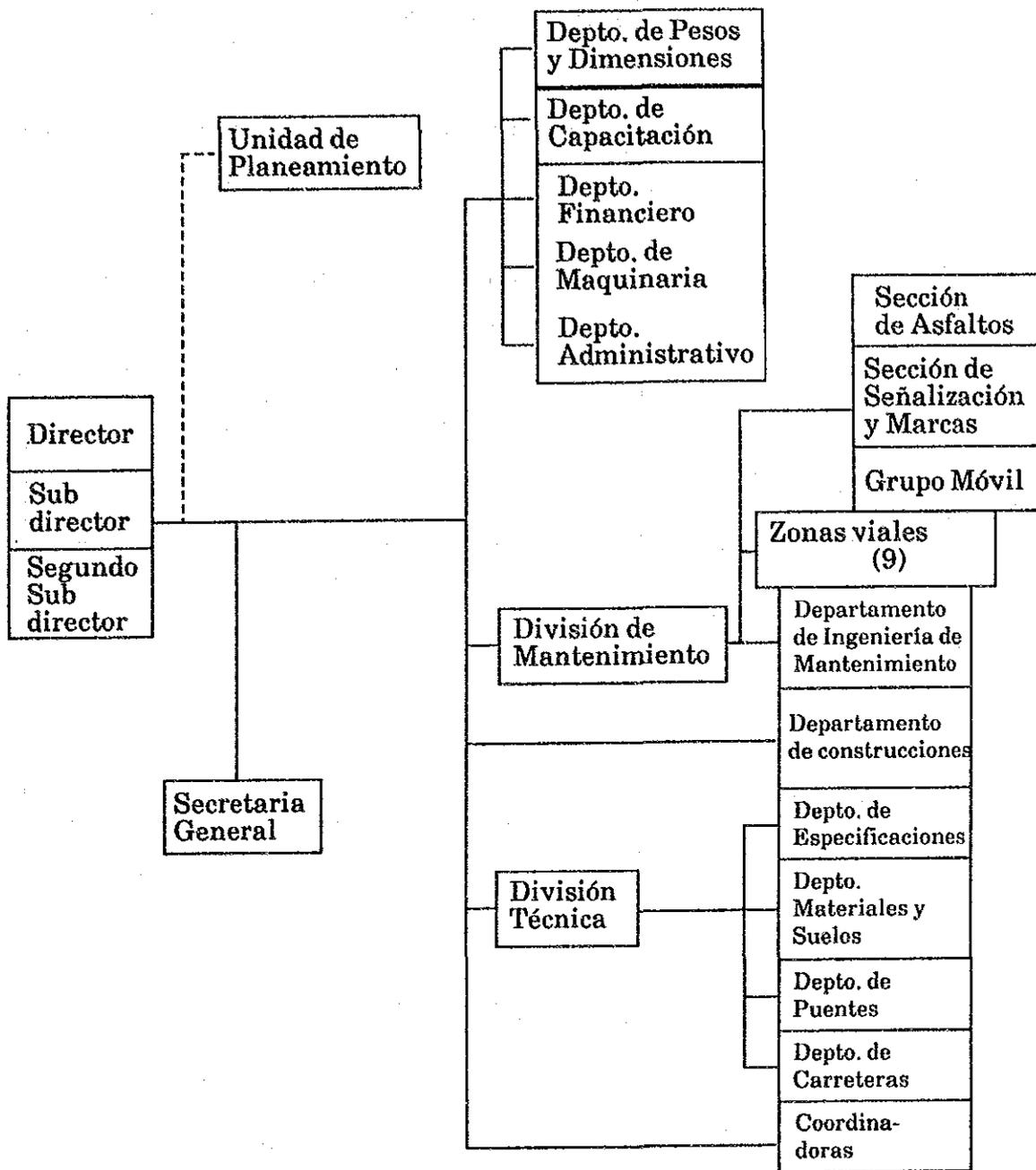


Gráfico 4-3-2 Organigrama de la Dirección General de Caminos

Personal y presupuesto de la Dirección General de Caminos

Se presenta personal y presupuesto de la Dirección en los Cuadros de 4-3-3 y 4-3-4.

Cuadro 4-3-3 Personal de la Dirección General de Caminos

	Staff	Personal Profesional	Técnico y Apoyo
Unidad de Planeamiento	2	12	46
División Técnica	5	16	366
Depto. de Puentes	1	7	55
Depto. de Construcciones	1	1	8
División de Mantenimiento	14	2	8.432
Otras dependencias	27	59	8.907
Total	50	97	16.301

Cuadro 4-3-4 Presupuesto de la Dirección General de Caminos

(millones de quetzales)

Año	Presupuestado	Ejecutado
1985	43.972	38.683
1986	88.632	52.400
1987	90.985	56.460
1988	96.366	95.561
1989	266.601	-----

#### 4-3-2 Proyecto de puentes

##### 1. Contenido del Proyecto

El objetivo del Proyecto es la sustitución de puentes temporales por puentes permanentes como se ha descrito en el artículo 4-2-1.

- ① Puente San Juan en el Departamento de Zacapa
- ② Puente Las Lajas en el Departamento de Jalapa
- ② Puente El Zapote en el Departamento de Huehuetenango

##### 2. Características de los Puentes

###### 1) Puente San Juan

###### a. Lugar del puente

El puente temporal (puente Bailey) en uso actualmente está instalado en el mismo lugar del puente original, utilizando la losa de piso de hormigón del puente original. El alineamiento de la vía de las proximidades del puente es llana y recta en varios kilómetros a ambos lados del puente. Si se construye un puente nuevo en otra posición, pero colindante al puente original, el camino actual con la alineación recta tendría que introducir algunas curvas, lo cual no es deseable desde el punto de vista de la seguridad del tráfico. Por consiguiente, el puente nuevo se instalará en el mismo lugar del puente original sin modificar el alineamiento actual de la carretera.

###### b. Posición de estribos (longitud de puente)

Probablemente por alguna razón estructural, el ancho del río en el lugar del puente es estrecho, presentando la forma de cuello de botella. Para mejorarlo, el ancho del río en el lugar del puente coincidirá con el ancho aguas arriba y aguas abajo (unos 40 metros). Por lo tanto, la posición de estribo se trasladará unos metros atrás y la longitud del puente será, aproximadamente, de 40 metros.

c. Posición del pilar

El río es caudaloso, la pendiente de cauce es de 0,8%. El caudal es abundante. Por consiguiente, la longitud de cada luz será  $L \geq 20m$ , en base a la luz mínima obligada por el caudal. Para adoptar una viga simple sin construir un pilar entre los estribos arriba mencionados (unos 40 metros), sería necesario modificar el alineamiento vertical actual a un alineamiento menos llano y antieconómico. Por consiguiente, cada una de las luces será de 20 metros.

d. Posición de cimentación de estribos y el pilar

Conforme al resultado de las perforaciones, la geología en el lugar de la construcción es grava con cantos rodados. El terreno de apoyo es de grava compactada, y la cota de cimentación será alrededor de un metro por debajo del nivel inferior del "casing" de perforación.

e. Ancho de puente

Siendo la CA-10 una carretera principal que conecta al país con Honduras, el puente tendrá un ancho para dos carriles conforme al ancho del camino en el que se encuentra el puente. El puente tendrá el ancho estándar usado por la Dirección General de Caminos 0,6m (acera)+8,0m(ancho de rodadura)+0,6m (acera).

## 2) Puente Las Lajas

### a. Lugar del puente

El puente temporal (puente Bailey) está instalado en el mismo lugar del puente original que se cayó. El alineamiento sigue la forma de "S", con curvas a ambos lados del puente. Verticalmente, existe una pendiente complicada en la ribera oeste. Por tanto, no es deseable el alineamiento en la ribera oeste, puesto que presenta curvatura horizontal y pendiente vertical. En consecuencia el alineamiento de la forma "S" se transformará y mejorará la forma de "J". Durante la construcción del puente nuevo, el tráfico pasará por el puente temporal actual, y el puente nuevo se construirá al sur del puente original.

### b. Posición de estribos (longitud del puente)

El estribo de la ribera oeste se establecerá a la misma altura que del puente original. El estribo de la ribera al este se trasladará más atrás de la altura del estribo original, debido a que en el lugar del estribo

original se le han colocado obras de protección contra socavación.

Tomando en consideración lo mencionado arriba y para conseguir una sección de acuerdo con el caudal de avenida de calculo, la longitud del puente será aproximadamente 75 metros, la que es 5 metros más larga que la del puente original.

c. Posición de los pilares

En un río caudaloso con una pendiente de cauce de 0.8%, la longitud de cada luz será de 25 metros, en base a la luz mínima obligada por el caudal.

d. Posición de cimentación de estribos y pilares

Según el resultado de las perforaciones, en la posición del estribo de la ribera oeste, la roca de cimentación está expuesta, misma que se utilizará como terreno de apoyo. En la posición del estribo de la ribera este no se ha encontrado roca, pero hay un estrato de grava bastante compactada a unos 5 metros por debajo de la superficie, misma que se utilizará como terreno de apoyo. La profundidad de empotramiento dentro de la roca de cimentación será de un metro.

e. Ancho del puente

En una carretera que comunica la CA-9 con la CA-1 y El Salvador, se deben mantener los dos carriles actuales. El ancho será de 0,6 m (acera), 8,0 m (ancho de rodadura) y

0,6 m (acera), que es la norma para puentes usada por la Dirección General de Caminos.

### 3) Puente El Zapote

#### a. Lugar del puente

El puente temporal actual está instalado colindando con el puente original ya perdido, el acceso se ha ampliado aguas arriba. En cuanto a la topografía del lugar se presenta un corte abrupto. El camino se desarrolla a lo largo del río entre montañas y valles, el mismo está construido mediante el corte y el terraplén. Por consiguiente, no hay espacio para modificar el alineamiento horizontal. En consecuencia el puente nuevo se construirá en la misma posición del puente original.

#### b. Posición de los estribos (longitud del puente)

El estribo de la ribera derecha se instalará en la posición de la línea de la orilla del nivel de avenida de cálculo, mientras que el estribo izquierdo se instalará para que el extremo de talud del terraplén no se desplace sobre el caudal. Por tanto, la longitud del puente será de unos 50 metros.

#### c. Posición de pilar

El río pasa en las zonas montañosas y tiene un caudal considerable con una pendiente de cauce de 5 %. Los pilares del puente original se han perdido por correntadas mezcladas con tierra y piedras. Para evitar daños

similares, el puente proyectado tendrá un sol luz y sin pilar intermedio.

d. Posición de cimentación de los estribos

Según el resultado de las perforaciones, se ha confirmado que en ambos estribos hay un estrato mixto, bien compactado, de arena y grava a unos 9 metros por debajo de la superficie. Utilizándolo como terreno de apoyo, el largo de empotramiento dentro del estrato será de un metro.

e. Ancho del puente

El volumen del tráfico del lugar es poco; el puente temporal está usándose como vía de un solo carril, aunque el ancho del puente original contaba con el ancho normal para 2 carriles empleado por la Dirección General de Caminos del Gobierno de Guatemala. Igualmente en el Puente Nentón que está más arriba, se ha adoptado el ancho normal de 2 carriles. Por consiguiente, para este proyecto también, el ancho será de:  $0,6\text{m}(\text{acera})+8,0\text{m}$  (ancho de rodadura)+ $0,6\text{m}(\text{acera})$ , que es la norma adoptada en los caminos bajo control de la Dirección General de Caminos.

### 4-3-3 Localización y Situación de los sitios proyectados

#### 1. Puente San Juan

El puente Bailey actual está elegido en el mismo lugar que el puente original. La topografía del sitio es plana y el camino está construido por terraplén en tangente. Por consiguiente, se juzga deseable que no cambie el alineamiento actual y se construya un puente nuevo en el mismo lugar.

#### **Descripción de topografía y geología**

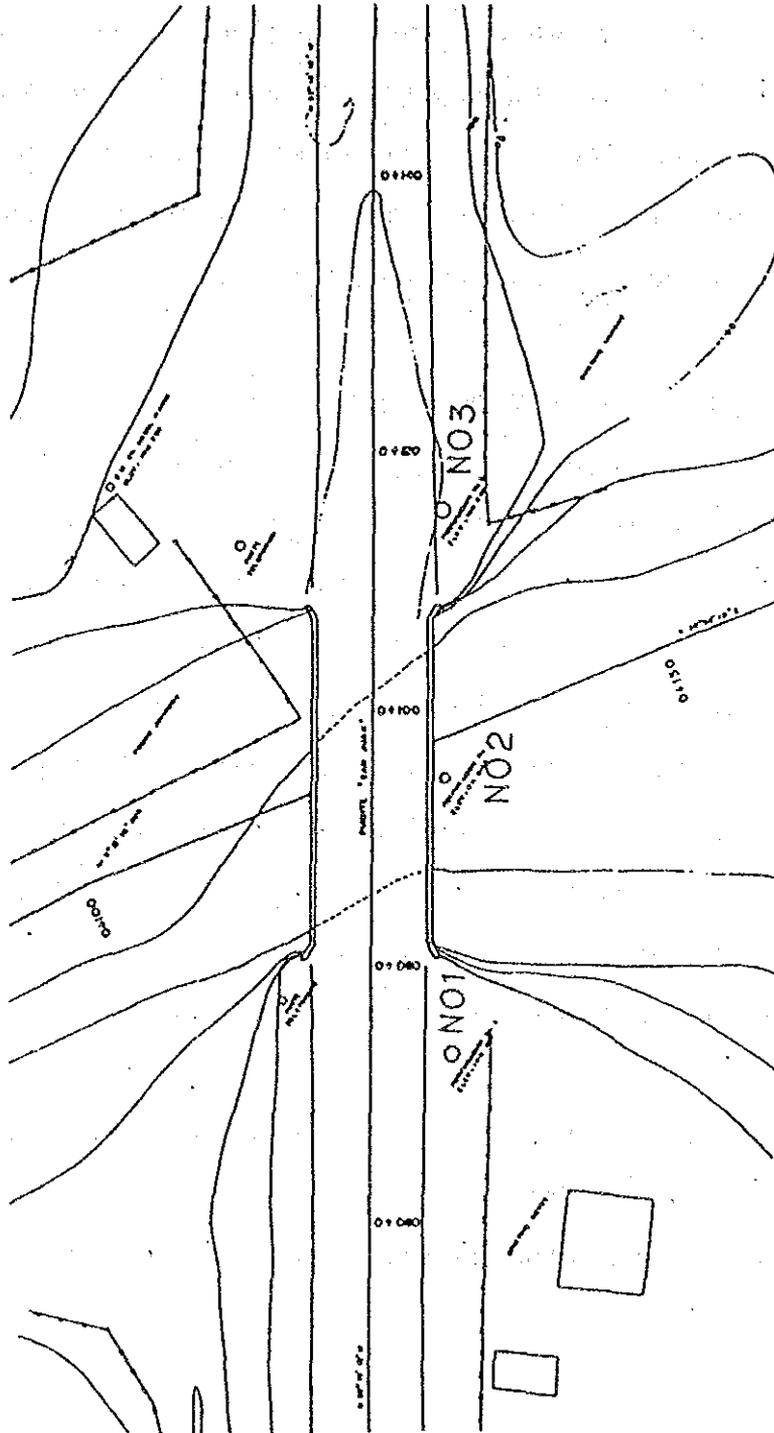
Según el estudio de perforaciones, se obtuvo el resultado del estudio geológico del puente como sigue:

En la zona de San Juan, hay dos estratos de sedimentos aluviales. El sedimento del río actual es de grava gruesa, que se ha sedimentado y llevado por la corriente del río San Juan, teniendo aproximadamente de 2 a 5 metros de espesor.

El estrato inferior es de un sedimento aluvial diferente al del estrato superior e incluye cantos rodados, piedras chicas y gravas que son de roca metamórfica, tipo cuarcita. El 75 % de la arena gruesa y mediana transparente o blanca es cuarcita.

Este sedimento aluvial se extiende regionalmente y su espesor no se ha aclarado.

Se indican los sitios de perforación en el mapa 4-3-1.



Mapa 4-3-1 Lugares de perforación

## 2. Puente Las Lajas

El puente Bailey actual está colocado en el mismo lugar que el puente caído. La topografía del sitio, aún teniendo un poco de inclinación, es relativamente llana. La alineación del camino en el sitio tiene la forma de "S", pero si se construye un puente nuevo al lado de aguas arriba, la forma se mejorará a forma de "J".

A causa de las condiciones del río, el lado de aguas arriba queda cerca de la parte donde el río se curva más, comparativamente con el lado de aguas abajo, por lo tanto el segundo sería mejor. Sin embargo, se puede juzgar que no hay preocupación por posible socavación de los pilares, puesto que el agua del río choca con rocas en la parte de la curva y la corriente da vuelta.

Por las razones arriba mencionadas, se construirá el puente al lado de aguas arriba del río.

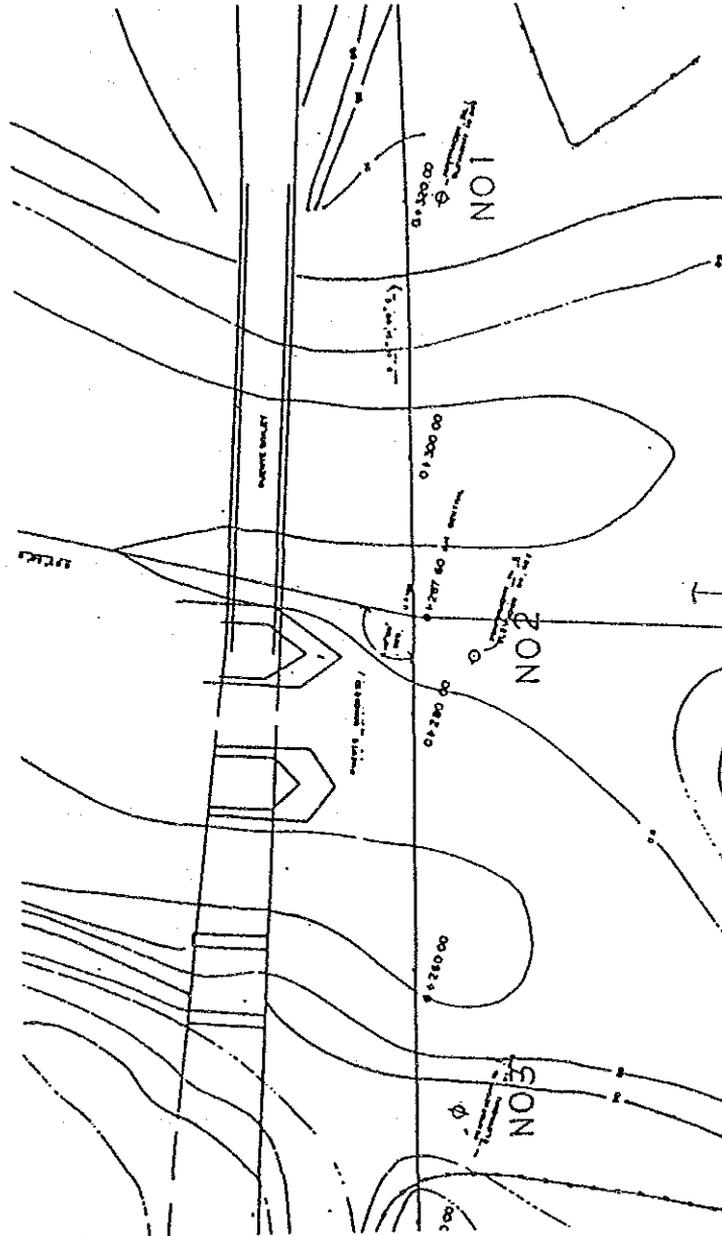
### Descripción de topografía y geología

Según el estudio de perforaciones, se obtuvo el resultado del estudio geológico del puente como sigue:

A lo largo de la ribera izquierda del río Las Lajas, hay un afloramiento continuo de flujo volcánico. Es una roca de color gris oscuro, no erosionado, con irregularidades horizontales como un "lente". La roca es una andesita microgranulada y porfidica.

Esta andesita se ha encontrado en la perforación número 3 (ribera izquierda) a 1,95 metros de profundidad y en la perforación número 2 a 6,75 metros de profundidad.

El último sedimento aluvial se extiende en gran parte de la zona. Es un sedimento suelto de grava gruesa, cantos grandes y arena gruesa-mediana.



Mapa 4-3-2 Lugares de perforación

### 3. Puente El Zapote

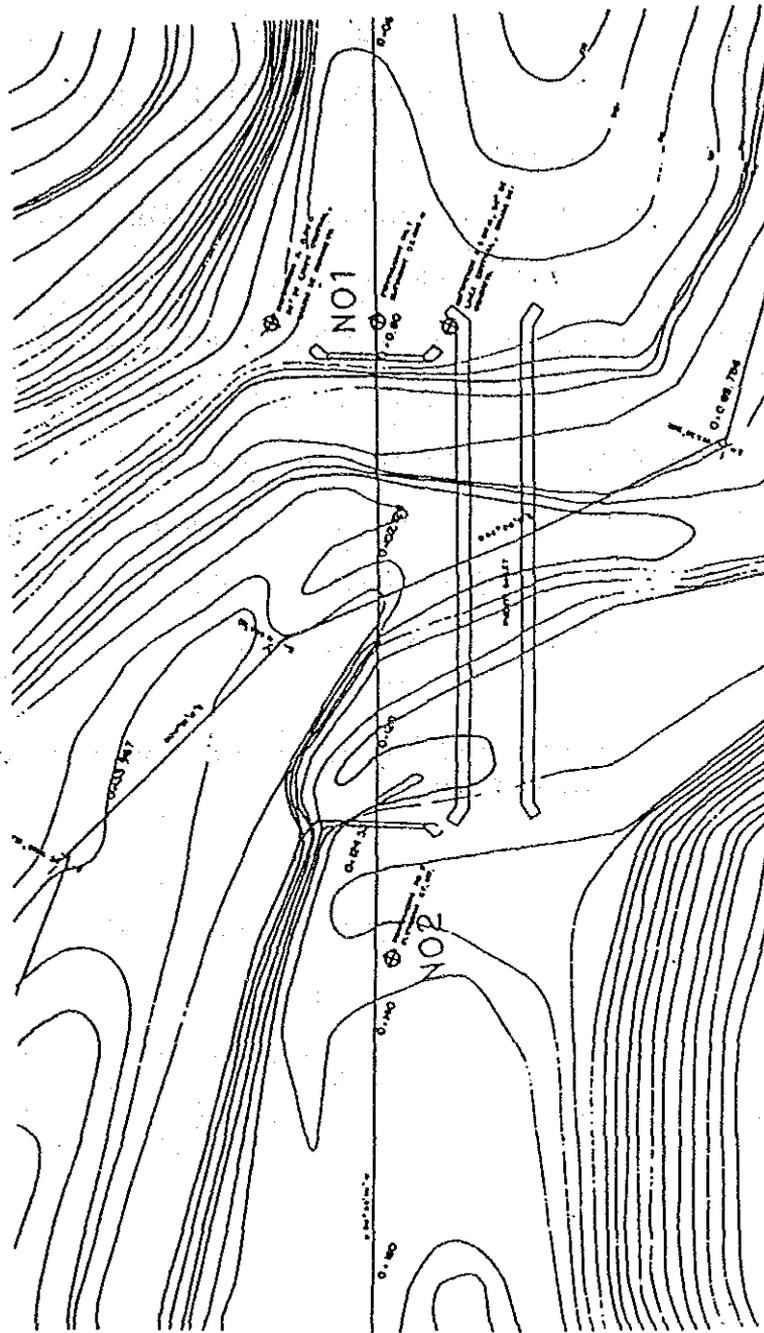
Para la ubicación del puente Bailey, colindante al puente original, fue necesario ampliar el acceso. La topografía del sitio corresponde a un cañón y los caminos están contruidos a lo largo del mismo, por medio de excavación y terraplén. Por consiguiente para los puntos de localización del puente nuevo será mejor ubicarlo en donde estaba el puente original, aunque es necesario sacar los estribos del puente original.

#### Descripción de topografía y geología

Según el estudio de perforación, se obtuvo el resultado del estudio geológico del puente como sigue:

En esta zona, la formación sedimentaria de Todos Santos está bien expuesta a lo largo de las riberas del río El Tapón, extendida aún hasta el cauce. El último sedimento es un estrato aluvial con sedimentos de talud detrítico. La formación de Todos Santos está expuesta como una cama masiva de roca arenisca y de conglomerado fino en forma de lentes, en general de roca arenisca fina de cuarzo o de conglomerado fino de cuarzo, así como está bien cimentada e inclinada hacia río abajo.

Los sedimentos aluviales son superficiales, con terrazas no pesadas y se conforman por grava gruesa, cantos rodados y bloques con arena gruesa.



Mapa 4-3-3 Lugares de perforación

#### 4-3-4 Programa de mantenimiento

El mantenimiento de los caminos y puentes en la República de Guatemala está a cargo de la División de Mantenimiento de la Dirección General de Caminos. La División cuenta con nueve zonas viales.

Los puentes correspondientes, una vez entregados, se encargan a las siguientes zonas viales:

Puente San Juan : en la Zona Vial 8

Puente Las Lajas : en la Zona Vial 2

Puente El Zapote : en la Zona Vial 6

A continuación se presenta el presupuesto anual de la División de Mantenimiento y el personal de las Zonas Viales en el Cuadro 4-3-3 y 4-3-4 respectivamente.

Cuadro 4-3-3 Presupuesto anual de la División de Mantenimiento

(Quetzales)

Año Fiscal	Presupuesto total
1987	18.339.353
1988	20.074.629
1989	22.639.662

Cuadro 4-3-4 Personal de las Zonas Viales

Zona	Staff local	Staff de oficina	Total
1	1.249	127	1.376
2	698	73	771
3	726	69	795
4	871	83	954
5	1.038	103	1.141
6	790	76	866
7	763	65	828
8	1.225	122	1.347
10	245	39	284
Total	7.605	747	8.362

1. Programa de mantenimiento

Lo más importante es supervisar el puente mediante inspecciones periódicas. Igualmente, cuando se encuentra alguna anomalía, es importante determinar su causa, investigar cómo esta anomalía afecta al puente y repararlo según su necesidad.

Como programa de mantenimiento y control para los tres puentes, se realizarán las tres clases de inspecciones siguientes:

- 1) Inspección normal

Inspecciones normales se realizarán por principio, cuando se efectúen las inspecciones normales de los caminos. Esta inspección se hará visualmente. El número de inspecciones será de una vez por mes. Los aspectos principales de las inspecciones serán los siguientes:

- Estado de la superficie del puente  
    Suciedad y fisuramiento de la superficie del puente.
- Barandal y su base  
    Deformación y deterioro del barandal y fisuras en su base.
- Estado de la junta de expansión  
    Ruido y sensación anormal a bordo de un vehículo.
- Estado de instalación del drenaje  
    Situación del drenaje superficial del puente.
- Junta del puente  
    Diferencia de nivel entre los miembros estructurales y hundimiento desequilibrado.
- Otros  
    Colocación de materiales no permitidos y presencia de obstáculos.

Las inspecciones indicadas en los puntos arriba mencionados se realizarán por parte del personal de la División de Mantenimiento de la Dirección General de Caminos. No hay problema en utilizar los procedimientos de mantenimiento empleados en la actualidad.

## 2) Inspección periódica

Se realizarán inspecciones periódicas para proteger el puente. Se inspeccionará por la parte de arriba de la superficie del puente, así como por debajo del mismo, con una frecuencia de una vez por cada cinco años. A continuación se presentan los puntos de inspección principales:

- Estado de la superficie del puente
  - Desgaste del revestimiento, fisuras en la superficie de vía.
- Barandal y su base
  - Deterioro y deformación.
- Estado de losa de piso
  - Fisuramiento del hormigón en losa de piso.
- Estado de la junta de expansión
  - Deterioro, deformación y fisuras en las partes soldadas.
- Estado del apoyo de la viga
  - Acumulación de tierra y basura, corrosión de miembros y aflojamiento de tornillos.
- Estado de viga principal y lateral
  - Deformación y estado de la pintura.
- Estado de la subestructura
  - Asentamiento e inclinación de la subestructura, socavación de la cimentación y movimiento de cauce.

### 3) Inspección en caso de anomalía

Se efectuará en caso de deformaciones o deterioros importantes identificados durante las inspecciones normales

y periódicas, así como en casos de inundación o terremoto. Los aspectos a inspeccionar se realizarán de acuerdo con los de inspección periódica, especialmente poniendo énfasis en los puntos siguientes:

- En caso de inundación

Asentamiento e inclinación de la cimentación por causa de socavación y movimiento de cauce.

- En caso de terremoto

Inspección detallada de asentamiento e inclinación de las obras de cimentación y parte de apoyos.

#### 4) Anotación de inspecciones

Se anotarán los resultados de las inspecciones periódicas y en caso de anomalía, junto con las medidas tomadas.

Se considera que no hay problema alguno en utilizar las unidades de mantenimiento de la División de Mantenimiento de la Dirección General de Caminos sin modificación para las inspecciones y mantenimiento arriba mencionados.

## CAPITULO 5. DISEÑO BASICO



## CAPITULO 5. DISEÑO BASICO

### 5-1 Principio de diseño

Los aspectos que han recibido mayor atención en el diseño básico de este Proyecto son los siguientes:

1. Acerca de las condiciones naturales. Se prestó atención a las condiciones naturales, mismas que se han aclarado en base a la investigación en el sitio de la obra. Esas condiciones naturales se utilizarán para el proyecto y para el diseño del puente, tales como longitud del puente, dimensionamiento de las luces, etc. En todo caso, se trata de tener una amplia sección y el ancho del puente, así como suficiente resguardo por debajo de las vigas para que pueda correr el caudal máximo de avenida experimentado.
2. Se tomará en cuenta la ingeniería y métodos de construcción experimentados en el país, así como materiales y equipos que se puedan conseguir localmente.
3. Los contratistas domésticos Guatemaltecos, tienen mucha experiencia en construir puentes de esta clase.
4. Sobre la entidad para la realización y el organismo de operación, la Dirección General de Caminos del Ministerio de Comunicaciones, Transporte y Obras Públicas de Guatemala ejecutará y controlará el desarrollo del Proyecto.

La Dirección General de Caminos se encarga del diseño, ejecución, administración, mantenimiento y reparación de los caminos en la República de Guatemala.

La coordinación de este Proyecto está a cargo de la Unidad de Planeamiento. La División de Mantenimiento se encargará del mantenimiento de los puentes después de su inauguración. El sistema de mantenimiento después de la inauguración será igual al sistema empleado actualmente.

5. Este Proyecto se ejecutará conforme al programa de obra de cooperación financiera no reembolsable.

#### 5-2 Estudio de las condiciones de diseño

Para decidir las especificaciones de los puentes se establecerá la norma a seguir conforme a las bases que se detallan a continuación:

##### 1. Condiciones del río

###### 1) Época de lluvia

La época de lluvia es de mayo a octubre, según el gráfico de precipitación mensual del área en torno a los puentes correspondientes. Durante estos 5 meses, no se podrá construir ningún tipo de estructura en el cauce del río.

###### 2) Nivel crítico del caudal

El caudal de avenida de cálculo será el caudal máximo de avenida experimentado. El nivel crítico de avenida (H.W.L.) será el nivel máximo experimentado en años pasados por la investigación en el sitio de la obra.

3) Luz mínima

Los ríos citados corren por los cauces originales, por consiguiente, para evitar la obstaculización de los ríos por los árboles arrastrados en tiempo de inundaciones, la longitud mínima de luz será definida por el valor del cálculo siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Longitud mínima de luz (m)} &= 0.005 \times Q + 20\text{m} \quad (Q \Rightarrow 500) \\ &= 15\text{m} \quad (Q < 500) \end{aligned}$$

Aquí, Q significa la avenida del cálculo (metros cúbicos por segundo).

4) Resguardo entre la viga y el H.D.L.

El nivel de agua en el tiempo de caudal máximo de avenida experimentado será el nivel crítico de avenida. Se establecerá suficiente resguardo debajo de la viga para cada caudal conforme al siguiente cuadro:

Caudal de avenida de cálculo (metro cúbico por segundo)	Resguardo al nivel crítico de avenida (metro)
menos de 200	0,6
más de 200      menos de 500	0,8
más de 500      menos de 2.000	1,0
más de 2.000    menos de 5.000	1,2
más de 5.000    menos de 10.000	1,5
más de 10.000	2,0

5) Cota de cimentación de pilares y estribos

La cota de cimentación de pilares y estribos será 2 metros por debajo del punto más hondo del cauce. Esto por la alta inclinación (0,5%-0,8%) en el cauce de los ríos. En el caso de estrato de grava con piedras redondas, el estrato de soporte estará en el lugar en donde el valor de N sea mayor de 50, o en el punto más bajo del "casing" de perforación.

2. Norma aplicable

1) Subestructura

La carga sísmica será (basada) de acuerdo con las normas de diseño de Japón (Asociación Japonesa de Caminos, Normas para el Diseño de Puentes, V. Diseño para Sismo).

2) Superestructura

Para el diseño de la superestructura se aplicarán las normas AASHTO, mismas que han sido aplicadas para los puentes existentes.

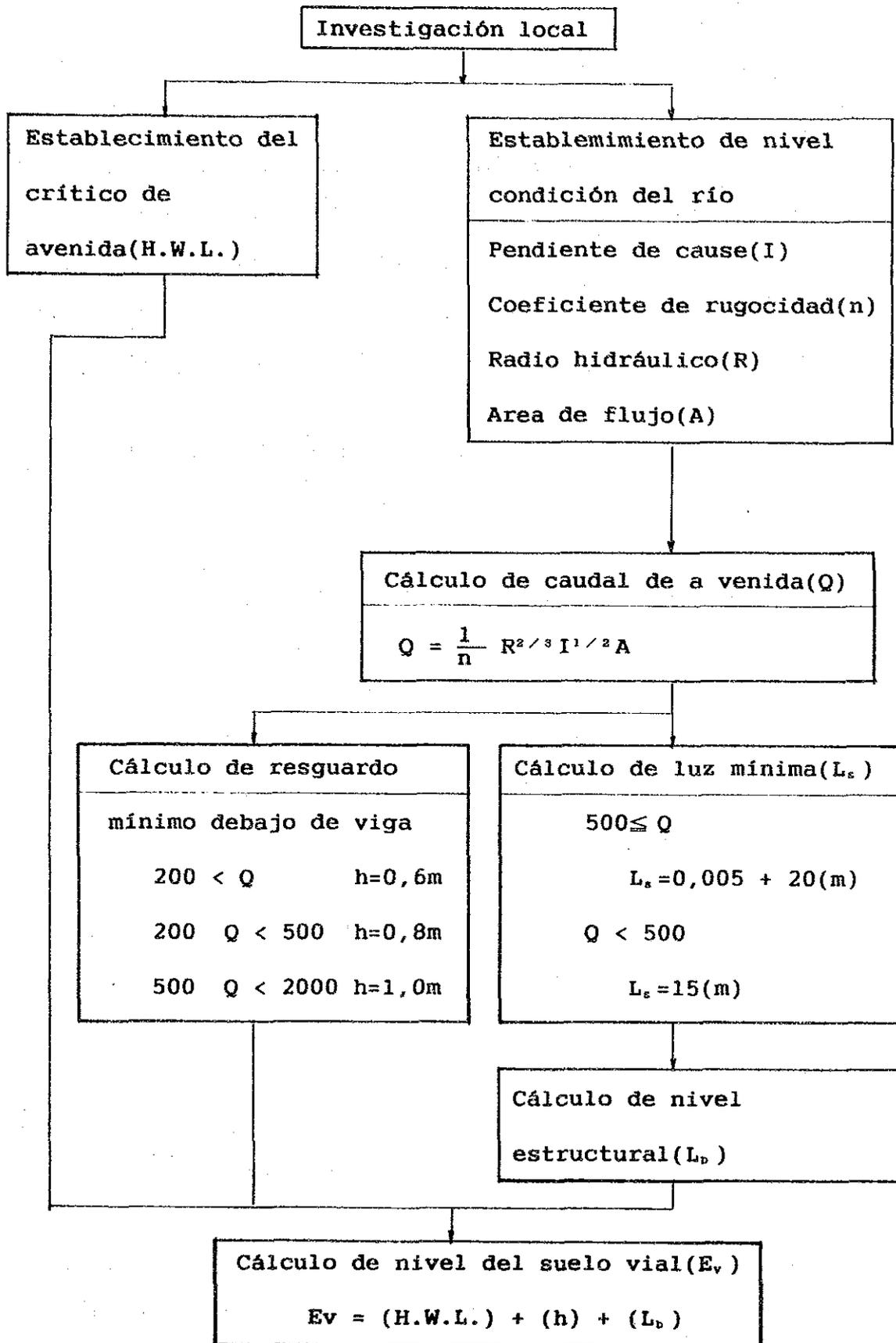
3) Materiales y equipos utilizables

Previa verificación de la posibilidad del suministro local, el método de suministro de materiales y equipos que se usará en el Proyecto deberá ser decidido.

4) Selección del método de construcción por tipo de puente

Para seleccionar el método de construcción por tipo de puente, se prestará atención a la experiencia local y las condiciones locales en lo posible.

A continuación se presenta el procedimiento del Proyecto para cada puente.



### 5-3 Diseño Básico

#### 5-3-1 Plan de ejecución

##### 1. Puente San Juan

- 1) El alineamiento del camino alrededor del puente es plano y en tangente, por una distancia considerable a ambos lados del puente. Será preferible mantener el mismo alineamiento en este puente. Por lo tanto, el sitio de construcción será en el mismo lugar del puente actual.
- 2) La forma del perfil deberá ser igual a la del puente actual, preferiblemente, será horizontal.
- 3) Pensando en el ancho del río en conjunto con la topografía de la zona cercana, se tratará de mejorar la condición de "cuello de botella" en el sitio de construcción del puente. Al mismo tiempo, se tratará de definir la longitud de la luz y la sección del flujo de tal manera que sean suficientes para el caudal de la avenida de cálculo.

Así, se ha considerado en 40 m la longitud del puente (Véase dibujo 5-3-1).

##### 2. Puente Las Lajas

- 1) El alineamiento del camino alrededor del puente presenta la forma de "S", teniendo curvas en ambos extremos del puente.

Esta forma de "S" se modificará por una forma similar a "J". La posición del puente nuevo se decidirá en un

lugar cercano al puente existente, pero en un lugar que no presente problemas de construcción.

Por lo tanto, la posición del puente nuevo será de 17 metros aguas arriba del puente actual.

- 2) La posición del estribo del puente de la orilla izquierda del río será en un lugar a la misma altura que en el caso del puente existente. La posición del estribo del puente de la orilla derecha será hacia el lado de tierra igual que la del puente actual; esto porque una obra de prevención de la socavación ha sido construida al frente del estribo del puente actual. (Véase dibujo 5-3-2).

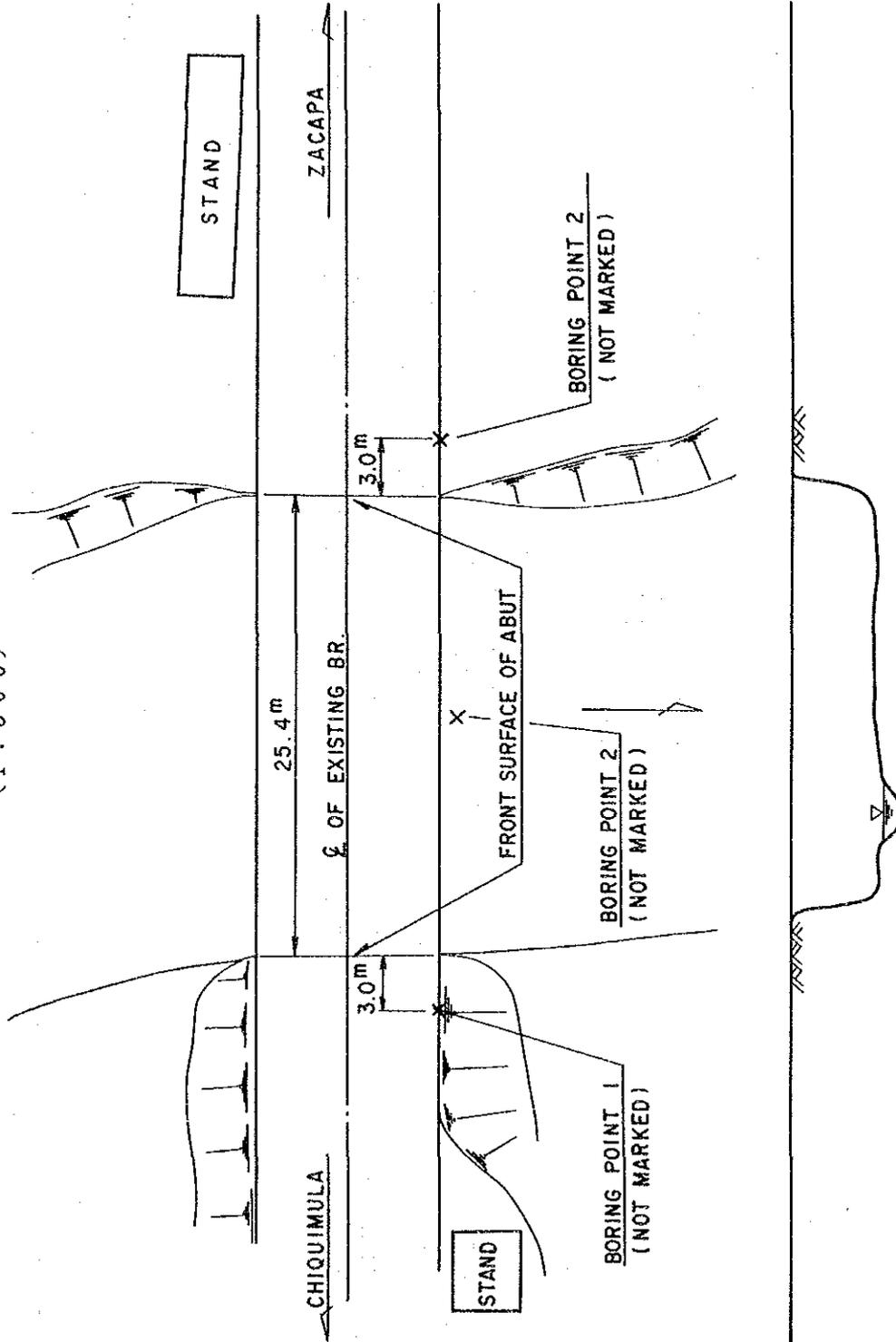
### 3. Puente El Zapote

- 1) Los caminos alrededor de este puente pasan por áreas montañosas por consiguiente, la posibilidad de selección de un alineamiento horizontal es muy difícil. Así, la posición de la construcción del puente será igual a la del puente caído.
- 2) El pilar de hormigón del puente original que estaba en medio del cauce del río se cayó y perdió debido a una correntada con árboles y piedras. Para que no suceda el mismo perjuicio, el tipo del puente nuevo será de una luz sin pila central. La posición del estribo de la orilla derecha será la línea de la orilla del nivel de avenida y asimismo, la de la orilla izquierda será definida de tal manera que la corriente central del río no alcance el

terraplén. La longitud del puente será de 50 m. (Véase dibujo 5-3-3).

OUTLINE OF SAN JUAN BR.

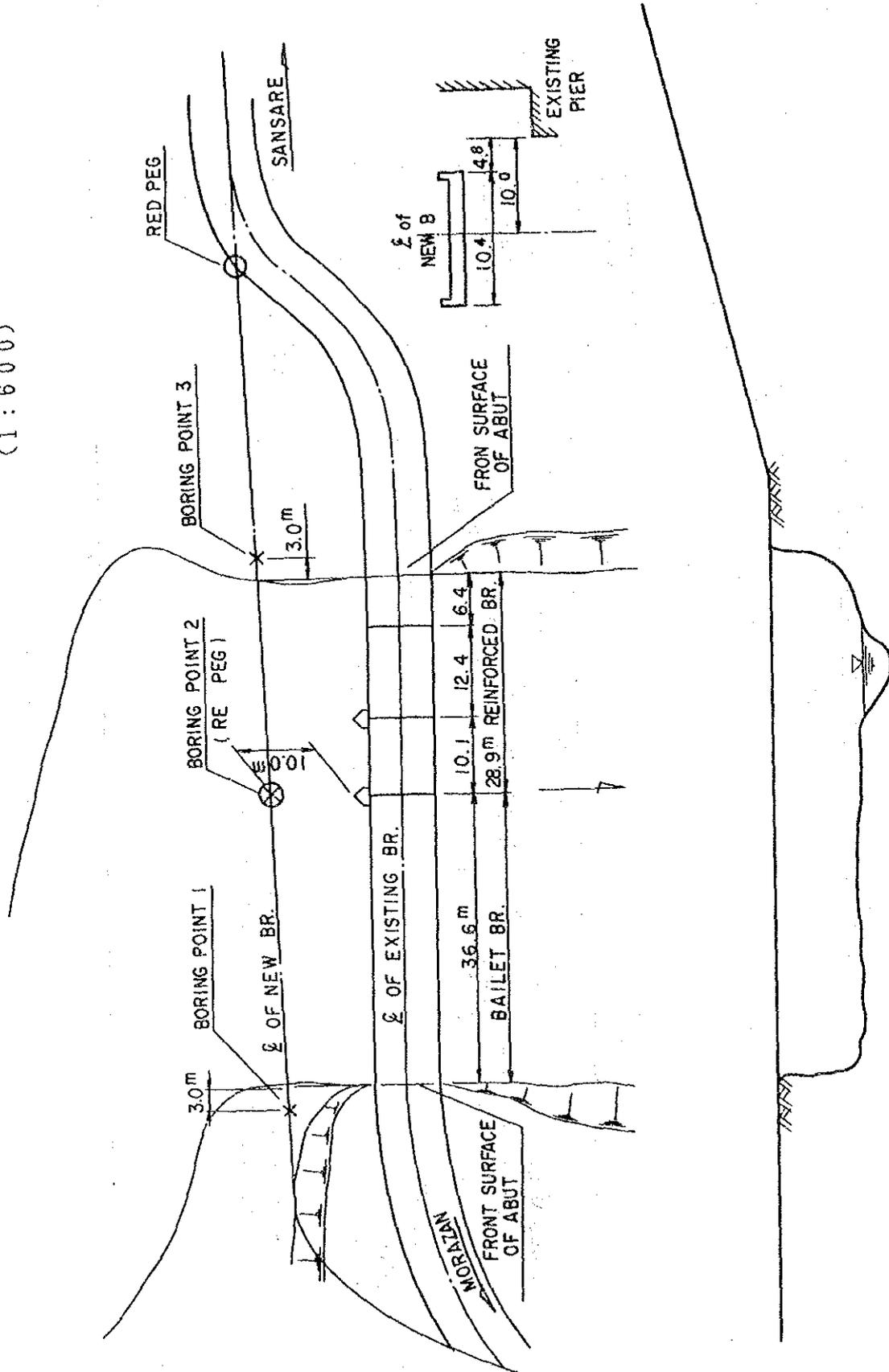
(1 : 300)



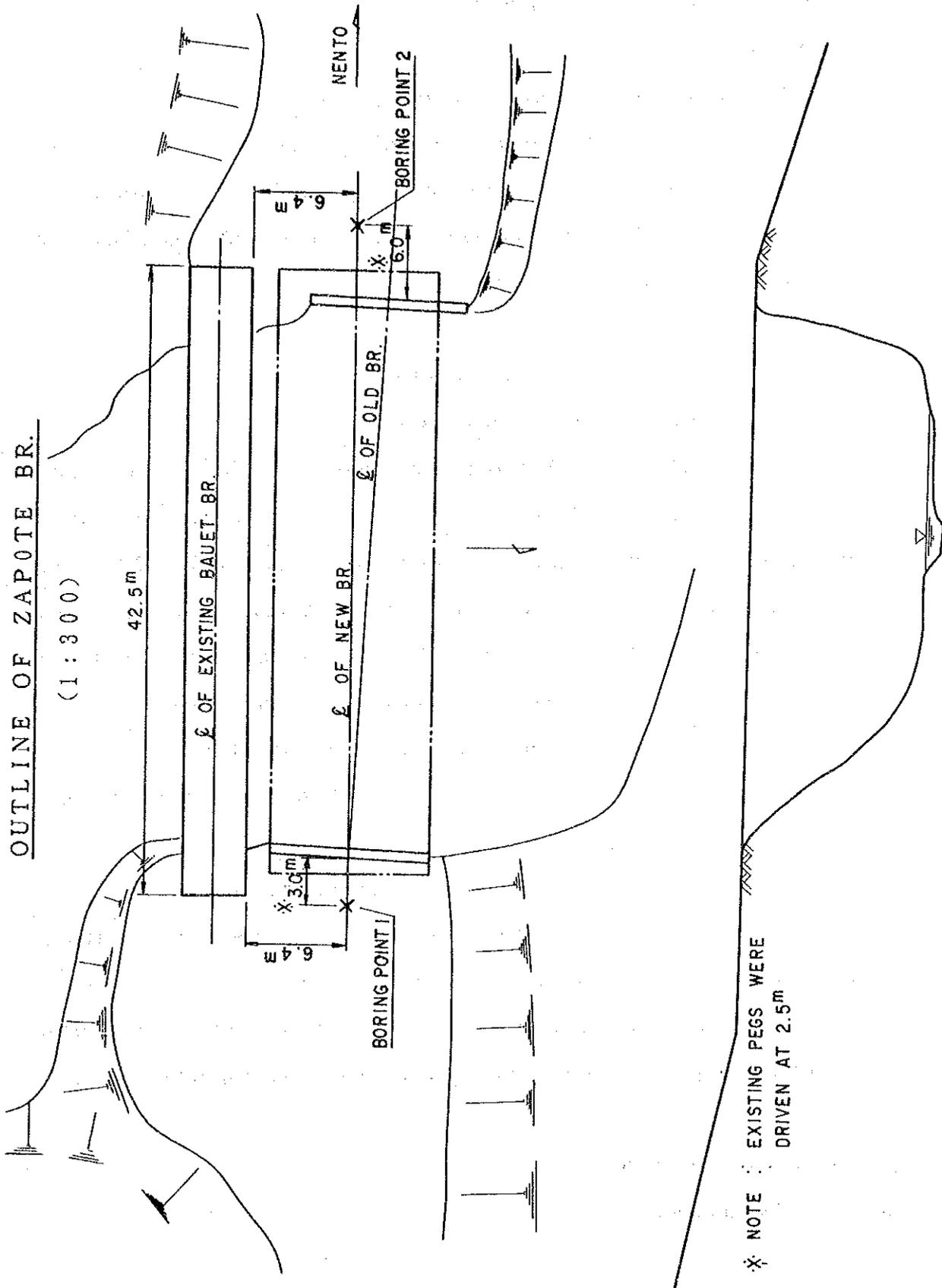
Mapa 5-3-1 Plano de Colocación del Puente San Juan

OUTLINE OF LAJAS BR.

(1:600)



Mapa 5-3-2 Plano de Colocación del Punte Las Lajas



Mapa 5-3-3 Plano de Colocación del Puente El Zapote

## 5-3-2 Estudio del tipo de puentes

### 1. Puente San Juan

#### 1) Estudio de la sección de la superestructura.

Plan No. 1: Puente de viga simple de acero

Plan No. 2: Puente de viga T de hormigón pretensado.

Las formas arriba mencionadas se han estudiado para elegir la mejor sección del puente.

#### 2) Estudio del tipo de subestructura

##### Estudio de la estructura del estribo

*Geometría:* Según el resultado de la investigación topográfica en el sitio, se observó un estrato de grava bastante compactado en un lugar a 9 metros de profundidad de la tierra superficial. Por eso, se utilizará este estrato como soporte. Por lo tanto, la altura del estribo desde el nivel de la vía será, aproximadamente a 11 metros y se elegirá el estribo del modo común de T invertida.

*Tipo de cimentación:* Por la profundidad de la cimentación, ésta será directa.

##### Estudio de la estructura de los pilares del puente

*Tipo:* Para este puente se usará un pilar de tipo "muro", de tal manera que no afecte el flujo del río.

*Tipo de cimentación:* Se emplearán pilotes de acero de forma H, con una profundidad hasta el estrato de soporte.

#### 3) Evaluación general

##### a. Aspectos económicos

El resultado del cálculo de la construcción del puente sobre las dos opciones es como sigue:

(unidad: viga de acero; 1,0)

	Costo de superestructura	Costo de subestructura
Viga de acero	1,0	1,0
Viga de forma T de hormigón	1,1	1,0

En caso de puente de hormigón, la construcción se prolonga hasta la época de lluvia, por lo que no se puede aplicar el sistema de montaje en obra falsa, pues hay casos en Guatemala, en los que ha sido alto el costo de superestructura.

*b. Elemento estructural*

Las dos formas son aceptables y existe suficiente experiencia en ambas. Se puede decir que cualquiera de las dos opciones será una buena selección.

*c. Tiempo de construcción*

La comparación de las dos opciones es así:

Puente de acero            12,0 meses

Puente de hormigón       14,0 meses

Se puede decir que en el caso del puente de acero, se puede acortar el tiempo de construcción en 2,0 meses.

**El puente de acero tiene las siguientes ventajas:**

- El puente temporal actualmente en uso está en muy malas condiciones.
- Es deseable completar la construcción en un año fiscal.

d. *Elementos que facilitan la construcción*

La opción del puente de acero tiene la ventaja de que la calidad del puente se puede controlar fácilmente, esto por cuanto la mayor parte de la fabricación se hace en la fábrica. También, el control de calidad in situ se facilita, dado que los hoyos se perforan con exactitud en los materiales de acero en la fábrica. El montaje temporal de la superestructura del puente se ejecutará en la época de lluvia, por eso, el método de montaje podría ser efectuado empleando "Nariz de Lanzamiento", la que no necesita obra falsa. Este método de construcción ha sido ampliamente experimentado y la tecnología de administración está bien establecida.

Por otra parte, para la construcción del puente de concreto pretensado en el sitio de la obra, el método de trabajo, tal como la distribución de barras de acero, el hormigonado y el tensionado del cable de acero, es muy complicado y difícil. Especialmente, la construcción del puente corresponde justamente a la época lluviosa, por tanto, no se puede elegir el método del montaje empleando obra falsa, método del cual hay muchas experiencias en Guatemala. Alta tecnología se requiere para el montaje de estas vigas. Así, se considera que habrían problemas en la seguridad del trabajo de montaje y en el control de calidad.

e. *Elementos de aspecto*

El puente de viga, ya sea de acero o concreto, presenta un aspecto simple y fresco. Si se pudiera aconsejar, seria recomendable un puente esbelto de acero.

f. *Mantenimiento*

En caso del puente de acero, hay que volver a pintarlo. En cuanto al mantenimiento, el puente de hormigón es ventajoso. Pero, si se usa acero-no-pintado, el mantenimiento no es necesario.

Los puntos arriba mencionados están sumarizados en el siguiente cuadro. Como se indica en el cuadro, el Plan No. 1: el puente de viga de tablero simple de acero es excelente, por lo que se selecciona este Plan.

	El Plan #1 Puente de viga simple de acero	El Plan #2 Puente de viga T simple de hormigón
Elemento de economía	○	△
Elemento estructura	bueno ○	bueno ○
Tiempo de construcción	12,0 meses ○	14,0 meses △
Elemento de facilidad de construcción	○	Difícil de controlar trabajos △
Elemento de aspecto	esbelto ○	△
Mantenimiento	repetir pinturas △	○
Evaluación general	○	△

○=Mejor opción

△=Opción aceptable

## 2. Puente Las Lajas

### 1) Estudio de la sección de la superestructura.

Plan No. 1: Puente de viga simple de acero

Plan No. 2: Puente de viga T de hormigón pretensado.

Las dos opciones se han estudiado para elegir la mejor sección del puente.

### 2) Estudio del tipo de subestructura

#### Estudio de la estructura del estribo

*Geometría:* Según el resultado de la investigación topográfica en el sitio, se observó un estrato de grava bastante compactado en un lugar a 5 metros de profundidad de la tierra superficial. Por eso, se utilizará este estrato como soporte. Por lo consiguiente, la altura del estribo desde el nivel de la vía será, aproximadamente de 10 metros y se elegirá el estribo del modo común de T invertida.

*Tipo de cimentación:* Por la profundidad de la cimentación, ésta será directa.

#### Estudio de la estructura de pilares del puente

*Tipo:* Para este puente se usará un pilar de tipo "muro", de tal manera que no afecte el flujo del río.

*Tipo de cimentación:* Se empleará cimentación directa por las causas indicadas en el ítem anterior.

### 3) Evaluación general

#### a. Aspectos económicos

El resultado de cálculo de construcción del puente sobre las dos opciones es como sigue:

(unidad: viga de acero; 1,0)

	Costo de superestructura	Costo de subestructura
Viga de acero	1,0	1,0
Viga de forma T de hormigon	1,2	1,0

En caso de puente de hormigón, la construcción se prolonga hasta la época de lluvia, por lo que no se puede aplicar el sistema de montaje en obra falsa, hay muchas experiencias en Guatemala, en las que ha sido alto el costo de superestructura.

*b. Elemento estructural*

Las dos formas son aceptables y existe suficiente experiencia en ambas. Se puede decir que cualquiera de las dos opciones será una buena selección.

*c. Tiempo de construcción*

La comparación de las dos opciones es así:

Puente de acero            12,0 meses

Puente de hormigón      14,0 meses

Se puede decir que en el caso del puente de acero, se puede acortar en 2,0 meses el tiempo de construcción.

El puente de acero tiene las siguientes ventajas:

- El puente temporal actualmente en uso está en muy malas condiciones.
- Es deseable completar la construcción en un año fiscal.

d. *Elementos que facilitan la construcción*

La opción del puente de acero tiene la ventaja que la calidad del puente se puede controlar fácilmente, esto por cuanto la mayor parte de la fabricación se hace en la fábrica. También, el control de calidad in situ se facilita, dado que los hoyos se perforan con exactitud en los materiales de acero en la fábrica. El montaje temporal de la superestructura del puente se ejecutará en la época de lluvia, por eso, el método de montaje podría ser efectuado empleando "Nariz de Lanzamiento", la que no necesita obra falsa. Este método de construcción ha sido ampliamente experimentado y la tecnología de administración está bien establecida.

Por otra parte, para la construcción del puente de concreto pretensado en el sitio de la obra, el método de trabajo, tal como la distribución de barras de acero, el hormigonado y el tensionado del cable de acero, es muy complicado y difícil. Especialmente, la construcción del puente corresponde justamente a la época lluviosa, por tanto, no se puede elegir el método del montaje empleando obra falsa, método del cual hay muchas experiencias en Guatemala. Se requiere alta tecnología para el montaje de estas vigas. Así, se considera que habrían problemas en la seguridad del trabajo de montaje y en el control de calidad.

e. *Elementos de aspecto*

El puente de viga, ya sea de acero o concreto, presenta un aspecto simple y fresco. Si se pudiera aconsejar, sería recomendable un puente esbelto de acero.

f. *Mantenimiento*

En caso del puente de acero, hay que volver a pintarlo, por lo que el mantenimiento del puente de hormigón es ventajoso. Pero, si se usa acero-no-pintado, el mantenimiento no es necesario.

Los puntos arriba mencionados están sumariados en el siguiente cuadro. Como se indica en el cuadro, el Plan No. 1: el puente de viga de tablero simple de acero es excelente, por lo que se selecciona este Plan.

	El Plan #1 Puente de viga simple de acero	El Plan #2 Puente de viga T simple de hormigón
Elemento de economía	○	△
Elemento estructura	bueno ○	bueno ○
Tiempo de construcción	12,0 meses ○	14,0 meses △
Elemento de facilidad de construcción	○	Difícil de controlar trabajos △
Elemento de aspecto	esbelto ○	△
Mantenimiento	repetir pinturas △	○
Evaluación general	○	△

○=Mejor opción

△=Opción aceptable

### 3. Puente El Zapote

#### 1) Superestructura

Como se ha explicado anteriormente, desde el punto de vista de la relación entre el nivel crítico de avenida de cálculo y el nivel superficial del camino, esto limita la altura estructural del puente. Para las secciones de la superestructura correspondiente a un puente con una longitud de luz de 50 metros, se consideran:

① Puente de viga tipo cajón de acero:

(Puente de paso superior)

② Puente de armadura de acero:

(Puente de paso inferior)

③ Puente de viga tipo cajón de hormigón pretensado.

(Puente de paso superior)

En el caso del puente de paso superior, la altura de la estructura será de más o menos 3 metros, lo que no es conveniente para la altura de la estructura de cálculo para este puente.

Como puente de paso inferior, se puede considerar el puente de arco. Pero, comparado con la opción 2 del puente de armadura de acero, es evidente que el puente de arco está en desventaja desde el punto de vista económico, por lo que el puente de arco no está incluido en la selección.

Basándose en el estudio arriba mencionado, la opción 2 del puente de viga de armadura de acero es la mejor opción.

#### 2) Estudio del tipo de subestructura

Probablemente para este puente, de una sola luz, no se necesite pilar en el cauce del río. Por consiguiente, únicamente la estructura del estribo se describe a continuación:

*Tipo:* Según la investigación geológica en el área, la profundidad hasta el estrato de soporte, es de un conglomerado de estrato mixto de roca arenosa de unos 9 metros, por lo que la altura del estribo será de unos 12 metros.

Así que se usará una estructura del tipo común y simple de "T" invertida.

*Tipo de cimentación:* El estrato de apoyo de la cimentación tiene un espesor mayor que el de la cimentación. La profundidad de la cimentación será de menos de 5 metros. Por lo tanto se empleará cimentación directa.