

Agencia de Cooperación Internacional del Japón

**Estudio Preparatorio para
la Construcción de Carreteras Troncales
en El Salvador**

Informe Final (Resumen)

Marzo2012

Nippon Koei Co., Ltd.
Nippon Koei Latin America - Caribbean Co., Ltd.
KRI International Corp.
Central Consultant Inc.

EID
JR
12-091

Agencia de Cooperación Internacional del Japón

**Estudio Preparatorio para
la Construcción de Carreteras Troncales
en El Salvador**

Informe Final (Resumen)

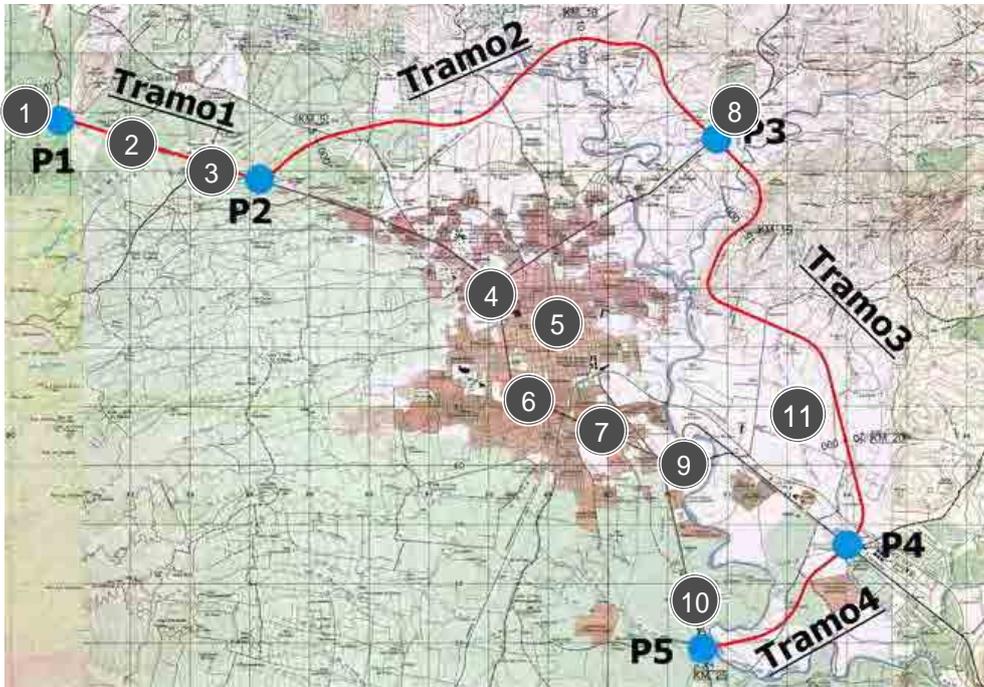
Marzo2012

Nippon Koei Co., Ltd.
Nippon Koei Latin America - Caribbean Co., Ltd.
KRI International Corp.
Central Consultant Inc.

Tasa de Cambio Aplicada 1 US\$ = 76.63 JPY (Oct 2011)



Condiciones Actuales en/alrededor del área del Proyecto



1
 Cerca de la Intersección con desvió a Moncagua



2
 Trailers y Autobuses en CA-1



3
 Intersección de CA-1 con desvió a Quelepa



4
 Intersección de CA-1 con CA-7("Triangulo")



4
 Intersección de CA-1 y CA-7 ("triangulo")



5
 Centro de la ciudad de San Miguel



6
 CA-1 en la ciudad de San Miguel



7
 CA-1 en la ciudad de San Miguel



8
 Escuela sobre CA-7



9
 Pte Moscoso cruzando Rio grande de San Miguel



10
 RN17 fuera de la ciudad de San



11
 Pastizales y ganado

**Condiciones Actuales de el
Tramo 1(3.66km: Ampliación de CA-1) ~
Tramo 2(9.41km: Bypass)**



Taller sobre CA-1



Universidad de Oriente
(UNIVO)



CA-1 cerca del punto de
inicio del Bypass



Punto de inicio del
Bypass



Terrenos cerca de
inicio del Bypass



Camino antiguo a
Quelepa



Casas típicas
en el área



Cultivos de caña



Camino existente a
Riverside SAM10N



Rio Grande de San
Miguel

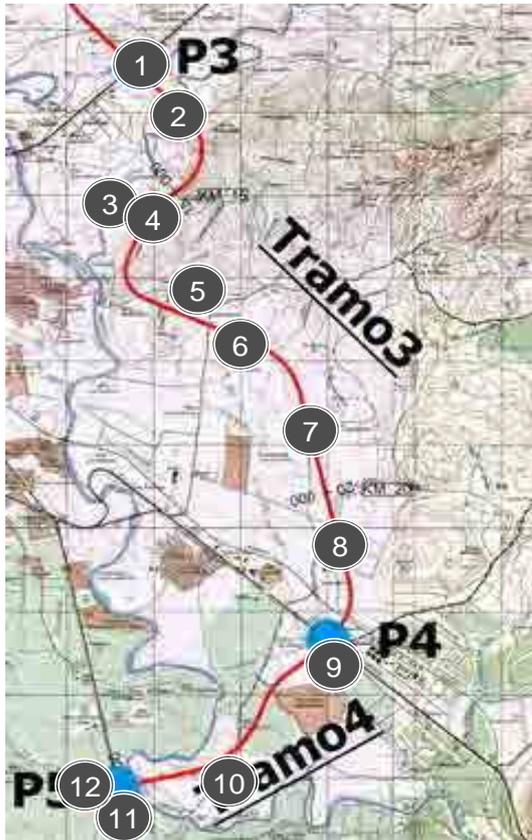


Pozos típicos del área



Vista de colinas

**Condiciones Actuales de
 Tramo 3 (8.80km: Bypass) ~
 Tramo 4 (3.15 km: Bypass)**



Intersección con CA-7
 ("Ruta Militar")



Cerca de Intersección con
 CA-7



Rio Taisihuat
 (Punto de Puente)



Rio Taisihuat (En
 Temporada Lluviosa)



Cerro



Camino existente El
 Papalón



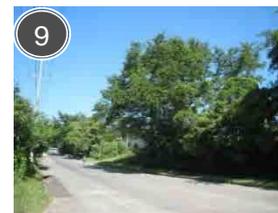
Camino existente el
 Papalón



Pastizales



Camino ferrocarril
 abandonado



Intersección con CA-1
 hacia la Unión



Campos de caña



Cultivos de caña



Rio Grande San Miguel



Intersección con RN17

TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO 1	GENERALIDADES.....	1-1
1.1	Antecedentes.....	1-1
1.2	Objetivo del Estudio	1-2
1.3	Área del Estudio	1-2
1.4	Grupo de Trabajo Técnico	1-2
CAPÍTULO 2	EL PROYECTO	2-1
2.1	Condiciones de Área del Proyecto.....	2-1
2.1.1	El Salvador.....	2-1
2.1.2	Área del Proyecto.....	2-1
2.2	Condiciones Socio-Económicas del Área del Proyecto.....	2-1
2.2.1	Demografía.....	2-1
2.2.2	Economía	2-3
CAPÍTULO 3	SUSTENTACIÓN DEL PROYECTO.....	3-1
3.1	Proyecto Mesoamérica.....	3-1
3.1.1	Puerto La Unión Port en el Contexto Regional.....	3-2
3.2	Plan Quinquenal del Gobierno.....	3-2
3.3	Planes Sectoriales	3-3
3.3.1	Plan Nacional de Ordenamiento y Desarrollo Territorial (PNODT).....	3-3
3.3.2	Plan de Desarrollo Territorial de la Sub-Región San Miguel (PDT).....	3-3
3.3.3	Perfil de Proyecto de Bypass de San Miguel	3-4
3.4	Relevancia del Proyecto	3-5
CAPÍTULO 4	ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.....	4-1
4.1	Alternativas de Ruta	4-1
4.2	Selección de la Ruta.....	4-2
4.2.2	Resultados de los Estudios de las Alternativas.....	4-3
4.2.3	Ruta seleccionada.....	4-9
4.3	Número de Carriles Requeridos.....	4-10
CAPÍTULO 5.	CONDICION ACTUAL DEL TRÁFICO	5-1
5.1	Estudio de tráfico.....	5-1
5.1.1	Esquema del Estudio de tráfico.....	5-1
5.1.2	Ubicación de la estación del Estudio de Tráfico.	5-1
5.2	Condición del tráfico Actual.....	5-2
5.2.1	Volumen del tráfico y Composición Vehicular.....	5-2
5.2.2	Información del viaje	5-6
CAPITULO 6	PRONOSTICO DE LA DEMANDA DE TRÁFICO	6-1
6.1	Reproducción de flujo actual del tráfico.....	6-1

6.1.1	Matriz OD Actual.....	6-1
6.1.2	Red Actual de Carreteras.....	6-1
6.1.3	Reproducción de Flujo Actual de Tráfico	6-2
6.2	Pronostico de demanda futuro	6-3
6.2.1	Matriz OD Futura.....	6-3
6.2.2	Red Futura de Carreteras.....	6-4
6.2.3	Pronostico de Demanda de Trafico Futuro.....	6-4
CAPÍTULO 7 CONDICIONES DE AREA DEL PROYECTO.....		7-1
7.1	Meteorología.....	7-1
7.1.1	Precipitación.....	7-1
7.1.2	Temperatura.....	7-1
7.1.3	Vientos	7-1
7.1.4	Luz solar.....	7-2
7.2	Descripción de condiciones topográficas	7-2
	ESTACIONES	7-2
	DESCRIPCIÓN	7-2
7.3	Geología.....	7-4
7.3.1	Geología del Área Investigada	7-4
7.3.2	Sismicidad.....	7-4
7.4	Hidrología.....	7-4
CAPÍTULO 8. DISEÑO PRELIMINAR DEL BYPASS.....		8-1
8.1	Diseño de Carretera	8-1
8.1.1	Políticas de Diseño.....	8-1
8.1.2	Consideraciones de Inundación en el Diseño.....	8-1
8.1.3	Criterios de Diseño para el Diseño de Carretera	8-2
8.1.4	Sección Transversal Típica.....	8-3
8.1.5	Controles de Diseño	8-3
8.2	Diseño de Intersecciones	8-4
8.2.1	Tipo de Intersección.....	8-5
8.2.2	Diseño de Intersecciones Principales	8-5
8.3	Diseño Preliminar de Pavimento	8-5
8.3.1	Criterios de Diseño.....	8-5
8.3.2	Composición de Pavimento Seleccionado para Tramo	8-7
8.4	Diseño Preliminar de Estructuras	8-7
8.4.1	Diseño de Estructuras Menores (estructuras de cruce de drenaje).....	8-8
8.4.2	Criterios de Diseño para Estructuras Principales	8-9
8.4.3	Propuesta de la mejor forma del Puente.....	8-9
8.5	Protección de Taludes	8-13

8.5.1	Prácticas en años recientes en El Salvador.....	8-13
8.5.2	Protección de talud seleccionada	8-13
8.6	Vía Marginal	8-15
8.7	Trabajos complementarios	8-16
8.8	Propuesta de Estación de Descanso “Michinoeki”	8-16
8.8.1	Concepto de Michinoeki	8-16
8.8.2	Diseño de Michinoeki	8-17
8.8.3	Construcción y Operación del Michinoeki.....	8-18
CAPÍTULO 9. ESTIMACIÓN DE COSTOS.....		9-1
9.1	General.....	9-1
CAPÍTULO 10 EVALUACIÓN DEL PROYECTO.....		10-1
10.1	Metodología y Condiciones previas para Evaluación.....	10-1
10.2	Beneficios Económicos	10-2
(3)	(3) Costos de Tiempo de Transporte (CTT) de pasajeros.....	10-2
10.3	Evaluación Económica	10-3
10.3.1	Condiciones previas para el coste económico y análisis de beneficios.....	10-3
10.3.2	Resultado de la Evaluación	10-3
10.4	Beneficio Indirecto (Análisis Cualitativo).....	10-4
CAPÍTULO 11 MÉTODO Y PROGRAMA DE CONSTRUCCIÓN.....		11-1
11.1	Perfil del Proyecto	11-1
11.1.1	Delineamiento	11-1
11.1.2	Sección Transversal Típica.....	11-2
11.1.3	Intersecciones.....	11-2
11.1.4	Estructuras Mayores.....	11-2
11.1.5	Proposed Construction Schedule.....	11-2
11.1.1	Reubicación de Servicios Públicos	11-3
11.2	Organización para la Implementación	11-3
11.2.1	Entidad responsable para la Construcción y Mantenimiento de Caminos	11-3
CAPÍTULO 12 CONSIDERACIONES AMBIENTALES Y SOCIALES.....		12-1
12.1	Permiso Ambiental.....	12-1
12.2	Categorización del Proyecto	12-1
12.3	Interesados al Proyecto (<i>Stakeholders</i>) y Consultas Públicas.....	12-1
12.4	Estudio de Impacto Ambiental.....	12-3
12.4.1	Medio Físico	12-3
12.4.2	Medio Biológico	12-4
12.4.3	Medio Socioeconómico.....	12-5
12.4.4	Plan de Manejo Ambiental	12-5
12.4.5	Plan de Monitoreo	12-7

12.5	Plan de Acción de Reasentamiento (PAR).....	12-9
12.5.1	Análisis de Marco Jurídico.....	12-10
12.5.2	Análisis de Marco Institucional	12-11
12.5.3	Identificación de Afectaciones	12-11
12.5.4	Criterio de Elegibilidad	12-11
12.5.5	Procedimiento para la Adquisición de los Derechos de Vía	12-12
12.5.6	Criterio y Parámetros de Valuación de Inmueble.....	12-13
12.5.7	Programas a Desarrollar en el Plan de Acción de Reasentamiento.....	12-13
12.5.8	Monitoreo de Implementación del Plan de Acción de Reasentamiento.....	12-14
12.5.9	Mecanismo de Resolución de Quejas	12-14
12.5.10	Cronograma.....	12-15
12.6	Estudio de Bienes Culturales	12-16
CAPITULO 13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		13-1
13.1	Factibilidad del Proyecto	13-1
13.1.1	Factibilidad Técnica y Ambiental	13-1
13.1.2	Evaluación Económica.....	13-1
13.2	Programa de Implementación	13-2
13.2.1	Programa de Implementación	13-2
13.2.2	Temas clave para la Implementación	13-2
13.3	Variaciones de la implementación	13-3
13.3.1	Asociación Público-Privada	13-3
13.3.2	Paquete de Trabajo	13-3
13.4	Recomendaciones	13-3

CUADROS

Cuadro 1.4.1	Miembros del GTT	1-2
Cuadro 2.2.1	Población del país y ciudades principales (2007).....	2-2
Cuadro 2.2.2	Población Según Área y Género.....	2-3
Cuadro 2.2.3	Índices Económicos de El Salvador	2-3
Cuadro 4.1.1	Descripción de las rutas.....	4-1
Cuadro 4.2.1	Comparación de las Rutas Tramo 1: CA-1 (hacia San Salvador) – CA-7.....	4-6
Cuadro 4.2.2	Comparación de las Rutas Tramo 2 CA-7 – CA-1 (hacia La Unión).....	4-7
Cuadro 4.2.3	Comparación de las Rutas Tramo 3: CA-1 (hacia La Unión) – RN17	4-8
Cuadro 4.3.1	Registro de Accidentes Viales Año 2010.....	4-10
Cuadro 5.1.1	Esquema del Programa de Estudio de tráfico.	5-1
Cuadro 5.1.2	Ubicación de las estaciones de Estudio	5-1
Cuadro 5.2.1	Resultados del conteo manual del Tráfico	5-2
Cuadro 5.2.2	El Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)	5-3
Cuadro 5.2.3	El equivalente de pasajero por vehículo	5-5
Cuadro 5.2.4	Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) en unidad de pasajero por vehículo ...	5-5
Cuadro 5.2.5	Número promedio de pasajeros	5-7
Cuadro 6.1.1	Resumen de la Matriz OD Actual (Todas las modalidades)	6-1
Cuadro 6.1.2	Clasificación de Carreteras de Conexión	6-2
Cuadro 6.1.3	Leyenda de las figuras de los resultados de Estudio de tráfico	6-3
Cuadro 6.2.1	Resumen de la Matriz OD (Todas las modalidades) en 2035.....	6-4
Cuadro 6.2.2	Velocidad de Vehículo Promedio alrededor de San Miguel con/sin Bypass	6-5
Cuadro 6.2.3	Comparación de Alternativas de Alcances del proyecto	6-6
Cuadro 7.1.1	Precipitación en la Estación El Papalón (Promedio Años 1960 al 2010).....	7-1
Cuadro 7.1.2	Temperaturas de la Estación El Papalón, San Miguel.	7-1
Cuadro 7.2.1	Descripción de la Topografía por Secciones	7-2
Cuadro 7.4.1	Caudales Máximos Esperados en ríos Grande de San Miguel y Taisihuat.....	7-5
Cuadro 7.4.2	Resumen de resultados Paso Norte, Río Grande de San Miguel.....	7-5
Cuadro 7.4.3	Resumen de Resultados Paso Sur, Río Grande de San Miguel	7-5
Cuadro 7.4.4	Resumen de Resultados Río Taisihuat.....	7-5
Cuadro 8.1.1	Criterios aplicables para el diseño geométrico de la carretera	8-2
Cuadro 8.1.2	Controles de Diseño	8-4
Cuadro 8.3.1	Definición de Secciones para Diseño de Pavimento	8-6
Cuadro 8.3.2	Factores de conversión por tipo de vehículo	8-6
Cuadro 8.3.3	Diseño CESE para pavimento flexible y rígido.....	8-6
Cuadro 8.3.4	Resumen de Parámetros aplicados para cada Tramo.....	8-7
Cuadro 8.3.5	Selección de Composiciones de Pavimento por Tramos	8-7

Cuadro 8.4.1	Lista de Estructuras Propuestas para bypass	8-8
Cuadro 10.2.1	Valor de Tiempo de pasajeros de viaje de trabajo (2011)	10-2
Cuadro 10.2.2	Valor de Tiempo de Pasajero por tipo de vehículo (2011).....	10-3
Cuadro 10.3.1	Resultados del Análisis de Sensibilidad (TIRE), Alternativa 1	10-4
Cuadro 11.1.1	Secciones del Proyecto	11-1
Cuadro 11.1.2	Localización de las Intersecciones	11-2
Cuadro 11.1.3	Programa de Construcción	11-3
Cuadro 12.3.1	Programación de consultas públicas.....	12-2
Cuadro 12.4.1	Resultados de consultas públicas.....	12-6
Cuadro 12.4.2	Plan de monitoreo de calidad de aire.....	12-8
Cuadro 12.4.3	Plan de monitoreo de ruido.....	12-8
Cuadro 12.4.4	Plan de monitoreo de vibración.....	12-8
Cuadro 12.4.5	Plan de monitoreo de agua	12-9
Cuadro 12.5.1	Cronograma de implementación del PAR	12-15
Cuadro 13.1.1	Resultados del Análisis de Sensibilidad (TIRE), Alternativa 1	13-2

FIGURAS

Figura 2.1.1	Distancia desde San Miguel a capitales de la región.....	2-1
Figura 2.2.1	Distribución de Población de El Salvador (2007 por municipio).....	2-2
Figura 2.2.2	PIB per cápita por departamento	2-4
Figura 2.2.3	Tendencia en la contribución al PIB por sector	2-4
Figura 3.1.1	Ubicación de San Miguel y RICAM	3-1
Figura 3.3.1	Plan de Bypass de San Miguel en el PNOTD	3-3
Figura 3.3.2	Plan de Anillos Periféricos (Bypass y Circunvalar) en el PDT de San Miguel ...	3-4
Figura 3.3.3	Plan de Bypass Propuesto por el VMOP.....	3-5
Figura 3.3.4	Planes Relacionados a la Construcción del Bypass de San Miguel.....	3-5
Figura 4.1.1	Ubicación del Bypass en diferentes Planes	4-1
Figura 4.2.1	Dos rutas seleccionadas para la evaluación más detallada	4-2
Figura 4.2.2	Ruta Seleccionada para Estudio de Factibilidad.....	4-9
Figura 5.1.1	Ubicación de la estación del Estudio de tráfico.....	5-2
Figura 5.2.1	Composición Vehicular por el conteo manual de tráfico.....	5-3
Figura 5.2.2	Transito Promedio diario anual (TPDA)	5-4
Figura 5.2.3	Composición vehicular para TPDA.....	5-4
Figura 5.2.4	Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) en Unidad Vehicular de Pasajeros	5-5
Figura 5.2.5	La composición de Vehículos para TPDA en PCU	5-6
Figura 5.2.6	Propósito del viaje	5-6
Figura 5.2.7	Número de pasajeros	5-7
Figura 5.2.8	La situación de transporte de Bienes por lo vehículos de carga	5-7
Figura 6.1.1	Mapa de zona de Tráfico	6-1
Figura 6.1.2	Red Actual de Carreteras	6-2
Figura 6.1.3	Resultado de Asignación de Tráfico para el flujo de tráfico Actual	6-3
Figura 6.2.1	Resultado de la Asignación de Tráfico Con/Si Bypass.....	6-5
Figura 6.2.2	División de Secciones para la examinación de alcances del proyecto	6-6
Figura 6.2.3	Resultado de Asignación de Tráfico para las alternativas	6-7
Figura 8.1.1	Triángulo formado con la CA-1, RN17 y el bypass	8-1
Figura 8.1.2	Propuestas de Secciones Transversales Típicas.....	8-3
Figura 8.1.3	Propuesta de Sección Transversal Típica para ampliación de CA-1	8-3
Figura 8.2.1	Mapa de Ubicación de 5 (cinco) intersecciones principales.....	8-4
Figura 8.2.2	Mapa Esquemático de Cinco Intersecciones Principales	8-5
Figura 8.4.2	Plano General del Puente del Río Grande Norte	8-10
Figura 8.4.3	Plano General del Puente del Río Grande Sur.....	8-11
Figura 8.4.4	Plano General del Puente del Río Taisihuat	8-12
Figura 8.5.1	Protección de taludes en un proyecto de préstamo Japonés en El Salvador.....	8-13

Figura 8.5.2	Diseño para taludes en terraplenes	8-14
Figura 8.5.3	Diseño para talud cortado con malla hexagonal para evitar erosión	8-14
Figura 8.5.4	Diseño para evitar erosión en taludes cortados	8-14
Figura 8.6.1	Ejemplo de Vía Marginal Planificada	8-15
Figura 8.6.2	Sección transversal típica de vía marginal (Categoría Terciaria)	8-15
Figura 8.8.1	Concepto básico de Michinoeki	8-17
Figura 8.8.2	Distribución propuesta de Michinoeki	8-18
Figura 8.8.3	Ubicación propuesta del Michinoeki.....	8-18
Figura 8.8.4	Operación y Mantenimiento del Michinoeki.....	8-20
Figura 9.1.1	Procedimiento de Estimación de Costos del Proyecto	9-2
Figura 10.4.1	Bypass de San Miguel y Accesos norte-sur.....	10-6
Figura 11.1.1	Tramos del Proyecto.....	11-1
Figura 11.2.1	Organigrama del MOPTVDU	11-4
Figura 12.5.1	Flujo de implementación del PAR.....	12-10
Figure 13.2.1	Programa General de Implementación	13-2

CAPÍTULO 1 GENERALIDADES

1.1 Antecedentes

El Salvador se ubica en el medio de Centro América en el Océano Pacífico, con 21,000 km² de área El país se expande 300 km entre el este y el oeste, 100 km entre el norte y el sur. La Carretera Panamericana (CA-1) que atraviesa el país tiene la función de ser, no solamente la conexión entre las ciudades principales del país como son (Santa Ana, San Salvador (la Capital), San Vicente y San Miguel), sino también ser la carretera troncal de transporte de Centro América, que contribuye como una parte importante de la red logística.

La ciudad de San Miguel es la cuarta ciudad más grande en el país y se ubica en el centro de la región oriental con 220,000 habitantes. Las principales actividades económicas son el comercio y la prestación de servicios. El Departamento de San Miguel, cuya capital departamental es el municipio de San Miguel, tiene más de 430,000 habitantes (el 7.6% de la población total del país) y se encarga del 5% del Producto Interno Bruto (PIB). A través de la activación económica y el aumento de la población tanto en la ciudad de San Miguel como en las ciudades adyacentes. La persistente congestión de tráfico se ha convertido en un problema grave, especialmente en el tramo de la CA-1 que atraviesa el centro de la ciudad, donde se mezclan el transporte urbano y el transporte de paso. El Plan de Desarrollo Territorial de la Subregión San Miguel (2010-2024) elaborado en 2010, indica la necesidad de bypass alrededor de San Miguel, para mejorar los problemas económicos y ambientales resultado de la congestión de la ruta. Actualmente, el transporte pesado representa más del 20% de todo el tráfico que circula a través de la Ciudad. Desde el punto de vista logístico para la región Centroamericana, el alivio del tráfico alrededor de San Miguel es importante y el bypass puede ser una base infraestructural que contribuya al desarrollo económico sostenible.

El Puerto de La Unión (construido a través de asistencia reembolsable del Japón firmada en 2001) está ubicado en el Golfo de Fonseca al extremo oriente del país, a una distancia de 50 km hacia el sur-oriente, desde San Miguel, sobre CA-1. La importancia de El Salvador, como la base logística de Centro América conectando el transporte marítimo y terrestre, se incrementa cada vez más, siendo el puerto de La Unión uno de los más grandes puertos en la costa pacífica en Centro América. El Gobierno de El Salvador indica que la reactivación económica es una de las metas prioritarias en el Plan Quinquenal de Desarrollo 2010-2014 que promueve el mejoramiento de las carreteras y prioriza el desarrollo de la región oriental.

El gobierno de El Salvador está considerado dentro de las asistencias del Japón para la asistencia en la región oriental del país y promueve su política de desarrollo, tomando en cuenta el “Desarrollo Económico Enfocado en la Región Oriental “preparado durante 2002–2004 por JICA como parte del Plan Maestro del Desarrollo de la Región y también tiene como expectativa, la asistencia continua del gobierno del Japón. La asistencia para el Proyecto, fue solicitada por el gobierno del El Salvador a la Embajada del Japón y JICA, en la reunión de políticas de asistencia que se llevó a cabo en octubre de 2010. JICA envió una misión para discutir y firmar el Aide Memoir con las autoridades salvadoreñas, específicamente con la Dirección de Cooperación del Viceministerio de Obras Públicas en diciembre

de 2010. El Aide Memoir incluye el alcance y el calendario del estudio preparatorio (el Estudio).

1.2 Objetivo del Estudio

- Implementar el Estudio de Factibilidad con el objetivo de preparar la “Construcción de Carreteras Troncales en El Salvador” financiado por la asistencia programa de cooperación Japonesa (préstamo japonés en yenes), que fortalecerá la capacidad de transporte y contribuirá al desarrollo de la actividad económica en la región, a través del mejoramiento de la carretera troncal (Bypass de San Miguel).
- Considerar el plan de ampliación de la CA-1, examinar la condición actual y justificación del plan.

1.3 Área del Estudio

El área proyectada para el Estudio es la ciudad de San Miguel y sus alrededores y el tramo de la Carretera CA-1 entre San Vicente y La Unión. El mapa de ubicación se encuentra al inicio de este informe.

1.4 Grupo de Trabajo Técnico

Se acordó establecer un Grupo de Trabajo Técnico para obtener mejor fluidez de información y facilitar el trabajo diario entre el Equipo de estudio y las entidades Salvadoreñas relacionadas. El grupo está conformado por las entidades que se indican en el siguiente Cuadro:

Cuadro 1.4.1 Miembros del GTT

Grupo de Trabajo Técnico	
Presidente	Viceministro de Obras Públicas
Secretario	Unidad de Cooperación del MOP
Miembros	Departamento de Planificación Vial del MOP
	Gerencia de Estudios y Diseños Viales
	Gerencia de Gestión Ambiental
	Gerencia de Derechos de Vía
	Dirección de Inversión Vial del MOP (DIV)
	Unidad de Investigación y Desarrollo Vial del MOP (UIDV)
	Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano (VMVDU)
	Viceministerio de Transporte (VMT)
	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN)
	Gobernación de San Miguel
Municipalidad de San Miguel	

CAPÍTULO 2 EL PROYECTO

2.1 Condiciones de Área del Proyecto

2.1.1 El Salvador

El Salvador se ubica en Centro América con una extensión superficial de 21,000 km², se expande 300 km de este a oeste y 100 km de norte a sur, en dirección al Océano Pacífico. La Carretera Panamericana (CA-1) atraviesa el país y posee la función de ser, no solamente la conexión entre las ciudades principales del país, como son: Santa Ana, San Salvador (la Capital), San Vicente y San Miguel, sino también ser la carretera troncal de transporte de Centro América, que se encarga de una parte importante de la red logística. La vía terrestre es esencialmente la única opción tanto para transporte de pasajeros como de carga, exceptuando algunos tramos que poseen líneas ferroviarias para el movimiento de carga, dentro del país. Para viajes internacionales se utilizan vías terrestres y aéreas convirtiendo a El Salvador en un HUB de Centro América.

2.1.2 Área del Proyecto

El área del proyecto está ubicada en la zona oriental de El Salvador, a una distancia aproximada de 140 km desde San Salvador, la capital. El Amatillo está ubicada en los alrededores de San Miguel, en este punto cruzan tres carreteras regionales principales. El Puerto de La Unión es uno de los puertos más grandes de la región en la costa del Pacífico. Las distancias existentes entre la ciudad de San Miguel como se muestra en la siguiente figura.

Fuente: Equipo de Estudio JICA (2011)

Figura 2.1.1 Distancia desde San Miguel a capitales de la región

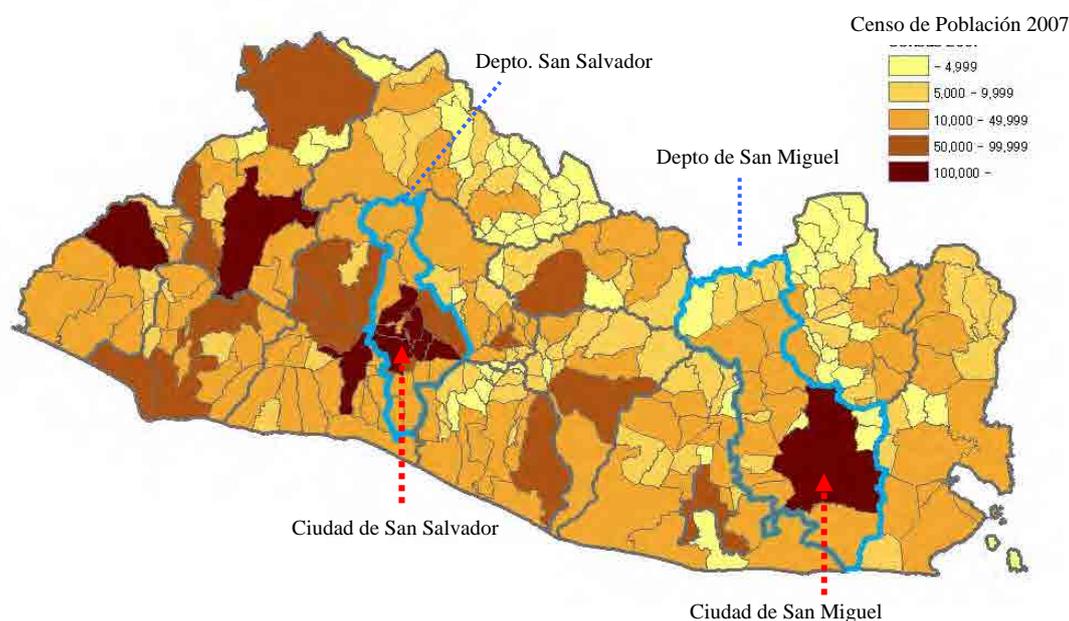
El proyecto circunda tres municipios: Moncagua, Quelepa, y San Miguel. La carretera recorrerá territorios sobre los Municipios de Moncagua, cantón Valle Alegre; Quelepa, cantón San José y El Obajuelo, y San Miguel, dentro de los Cantones: El Sitio, El Zamorán, Santa Inés, El Divisadero, Hato Nuevo, Las Delicias, El Papalón y El Jute.

2.2 Condiciones Socio-Económicas del Área del Proyecto

2.2.1 Demografía

El Salvador se divide en 14 departamentos y según el censo nacional realizado en el año 2007, posee una población de 5.7 millones de habitantes, de los cuales 1.57 millones se encuentran en el departamento de San Salvador, la capital del País. El departamento de San Miguel posee 430 mil habitantes, es el quinto departamento más poblado después de San Salvador, La Libertad, Santa Ana y Sonsonate, todos estos ubicados en la zona central y occidental del país a excepción de San Miguel. La ciudad de San Miguel con 220,000 habitantes es la cuarta ciudad más poblada después de San Salvador con 320,000 habitantes, Santa Ana y Soyapango (ubicado en el depto. de San Salvador). El mismo censo indica que el 51% de la población del departamento de San Miguel vive en zona urbana y el 49% en zona rural. En la ciudad de San Miguel, 160,000 habitantes viven en la zona urbana, lo

que corresponde al 72% de población de la ciudad. A nivel nacional, el 63% es la población habita en zonas urbanas.



Fuente: Equipo de Estudio JICA (2011) basado en el VI Censo de Población y de Vivienda 2007 (Dirección General de Estadística y Censos, Ministerio de Economía, 2007)

Figura 2.2.1 Distribución de Población de El Salvador (2007 por municipio)

Cuadro 2.2.1 Población del país y ciudades principales (2007)

País / Ciudad	Población (2007)	% del país	Zona Urbana		Zona Rural	
			Población	Porcentaje	Población	Porcentaje
El Salvador	5,744,113	100.0%	3,598,836	62.7%	2,145,277	37.3%
Depto. San Salvador	1,567,156	27.3%	1,462,999	93.4%	104,157	6.6%
Ciudad de San Salvador	316,090	5.5%	316,090	100.0%	0	0.0%
Depto. San Miguel	434,003	7.6%	219,636	50.6%	214,367	49.4%
Ciudad de San Miguel	218,410	3.8%	158,136	72.4%	60,274	27.6%

Fuente: Equipo de Estudio JICA (2011) en base al VI Censo de Población y V de Vivienda 2007 (Dirección General de Estadística y Censos, Ministerio de Economía, 2007)

El Censo de población y vivienda de 2007 claramente muestra que la ciudad de San Miguel tiene una de las poblaciones mas grandes en el país. La población de los tres municipios concentra en un total de 245,118 habitantes. Siendo la ciudad de San Miguel el principal centro de desarrollo del departamento, el peso de la población urbana sobre la rural es determinante. Sin embargo, todavía existen áreas en lo rural que no cuentan con grandes asentamientos humanos. Las zonas de El Zamorano, El Jute y El Papalón, presentan características más rurales. Moncagua y Quelepa, todavía muestran una tendencia a las actividades agrícolas y ganaderas, aunque el territorio de Quelepa, en el cantón San José, se ha venido potenciando como el lugar de asentamiento de grandes empresas.

Cuadro 2.2.2 Población Según Área y Género

Municipio	Urbano			Rural		
	Mujer	Hombre	Total	Mujer	Hombre	Total
Moncagua	1,376	1,663	3,039	9,288	10,332	19,620
Quelepa	276	358	634	1,644	1,771	3,415
San Miguel	58,429	71,951	130,380	41,243	46,787	88,030
Total	60,081	73,972	134,053	52,175	58,890	111,065

Fuente: Equipo de Estudio JICA (2011) en base al VI Censo de Población y V de Vivienda 2007 (Dirección General de Estadística y Censos, Ministerio de Economía, 2007).

2.2.2 Economía

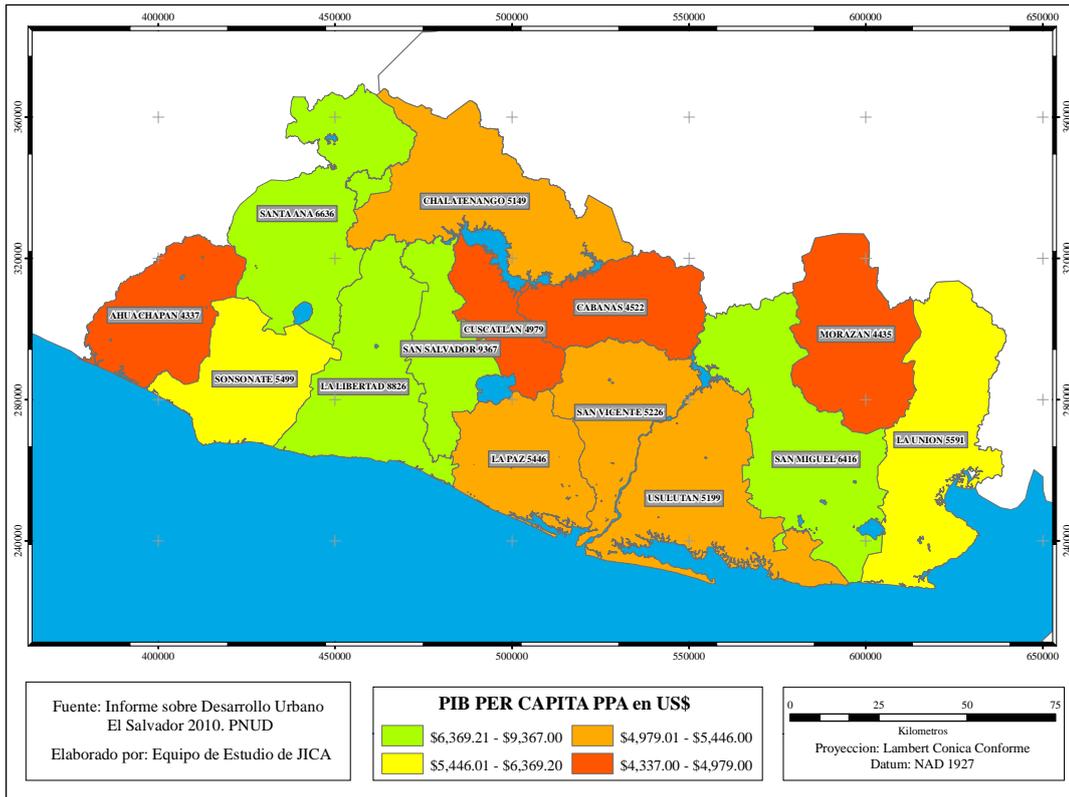
Luego de haber superado la “década perdida” de la Guerra Civil entre 1980 y 1992 y los desastres naturales tales como terremotos y huracanes, la economía de El Salvador ha ido en ascenso en el siglo 21, manteniendo una tasa económica promedio anual de 2% hasta el 2005, y de 4 % hasta el 2008. Sin embargo, los daños devastadores causados por la crisis financiera mundial y el huracán “Ida” afectaron de manera adversa su economía disminuyendo en un 3.5 % en 2009. En cuanto a la economía en El Salvador, la agricultura es un sector tradicional, y la manufactura está caracterizada por la industria textil en Maquiladora (Zona de Libre Comercio). Actualmente el sector terciario, tal como el comercio, se ha expandido. El sector agricultura está principalmente dividido en agricultura a gran escala con aporte de gran capital y agricultura a micro-escala, provocando una gran deficiencia en la distribución del ingreso entre ellos. El INB per cápita alcanzó los 3,460 USD en 2008 (bajó a 3,370 USD en 2009), registrando el tercer monto más alto en América Central, siguiendo a Costa Rica (6,583 USD en 2008) y Panamá (5,466 USD en 2008).

Cuadro 2.2.3 Índices Económicos de El Salvador

Índice Económico	2006	2007	2008	2009
PIB Total (US\$ millón)	18,749	20,377	22,107	21,101
PIB per cápita (US\$)	3,286	3,550	3,825	3,626
INB per cápita (US\$)	3,060	3,200	3,460	3,370
Crecimiento neto (%)	4.2%	4.3%	2.4%	-3.5%
Tasa de Inflación (%)	4.9%	4.9%	5.5%	0.0%

Fuente: Equipo de Estudio JICA (2011) en base a FMI "Base de Datos Panorama Económico Mundial (Oct, 2010)", FMI "Estadísticas Financieras Internacionales", Banco Mundial "World Data Bank", y datos de la OECD

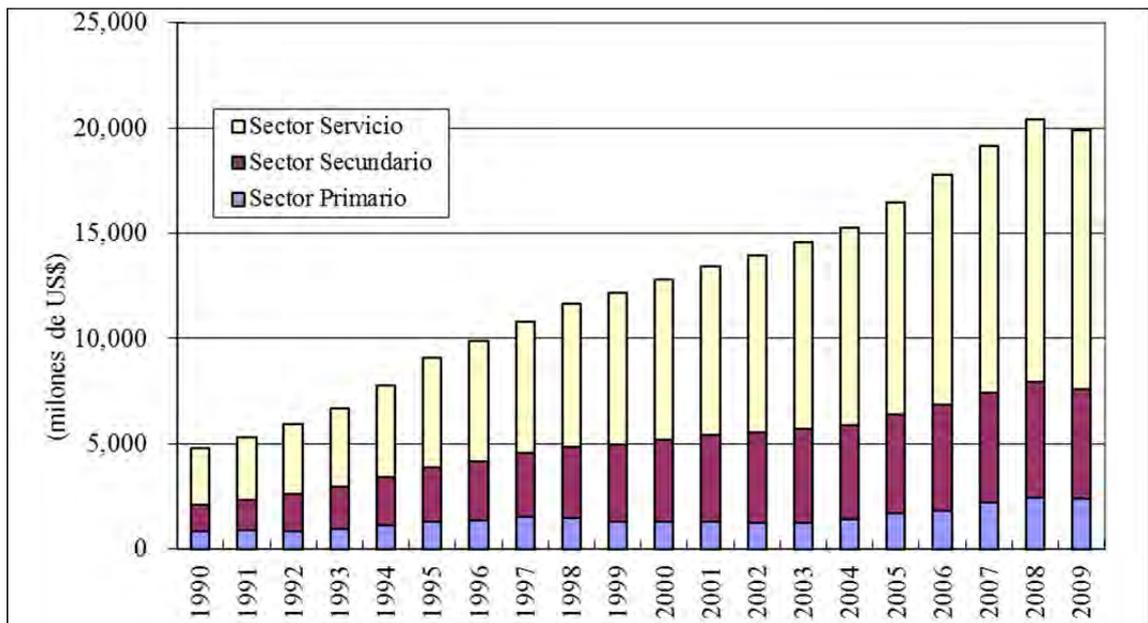
El mapa muestra el nivel de PIB per cápita por departamento. El departamento de San Miguel posee uno de los niveles económicos per cápita más altos, se ubica en la cuarta posición después de San Salvador, La Libertad (ambos en zona central) y Santa Ana (zona occidental).



Fuente: Equipo del Estudio JICA(2011) en base al Informe sobre Desarrollo Urbano El Salvador 2010, PNUD

Figura 2.2.2 PIB per cápita por departamento

La **Figura 2.2.3** muestra la tendencia en la distribución de la contribución al PIB por sector del país. Se observa que el sector servicio (sector terciario) realiza el principal aporte al valor de la economía del país, mostrando un incremento representativo durante los últimos años.



Fuente: Equipo de Estudio JICA (2011) base a Base de Datos Estadísticas de BCR

Figura 2.2.3 Tendencia en la contribución al PIB por sector

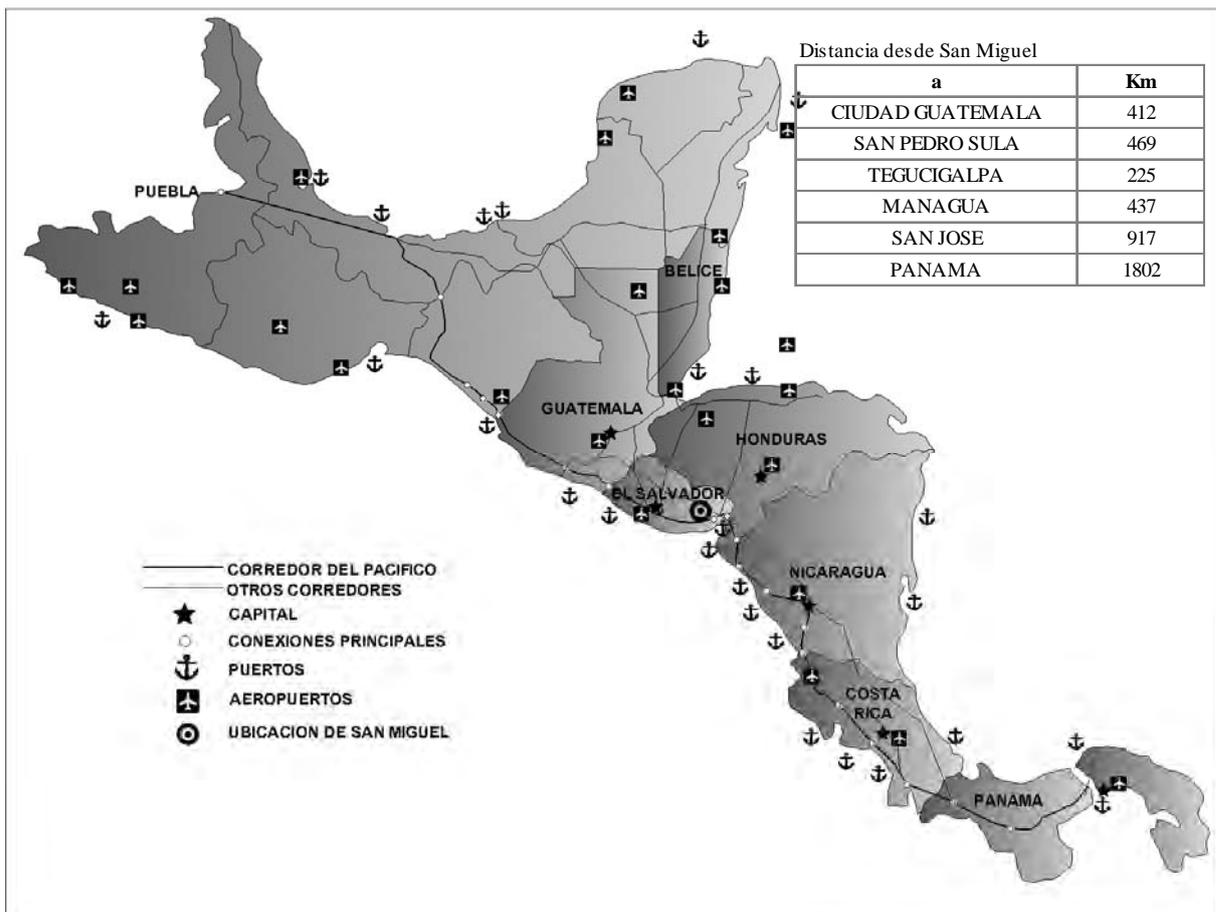
CAPÍTULO 3 SUSTENTACIÓN DEL PROYECTO

La idea de construir un Bypass en San Miguel ha sido discutida desde hace casi una década. La importancia de su construcción se debe a su ubicación y cercanía a la ciudad de San Miguel y a la frontera El Amatillo, donde cruzan tres corredores principales de la integración Mesoamérica. En este capítulo se revisarán los planes existentes para confirmar la necesidad del Proyecto del Bypass de San Miguel.

3.1 Proyecto Mesoamérica

En el año 2001, por sugerencia del Presidente de México, se estableció una iniciativa de integración de Centro América, denominada “Plan Puebla Panamá” que posteriormente fue nombrada como “Proyecto Mesoamérica” con la participación de Colombia. Dicha iniciativa incluye la integración física de la región a través del desarrollo de la red vial regional, denominada RICAM (Red Internacional de Carreteras Mesoamericanas), esta se aprobó en el año 2002 en la reunión de la Comisión Ejecutiva del Plan Puebla Panamá. En el año 2006, se realizó una reunión en la cual estuvieron presente los ministros de Obras Públicas y Transportes de la región y se agregaron algunos tramos más a RICAM, siendo el Bypass de San Miguel uno de ellos.

La siguiente Figura muestra la ubicación de la ciudad de San Miguel y la red establecida en RICAM.



Fuente: Equipo de Estudio JICA

Figura 3.1.1 Ubicación de San Miguel y RICAM

3.1.1 Puerto La Unión Port en el Contexto Regional

El Puerto de La Unión está localizado en el Golfo de Fonseca en la costa oriental de El Salvador. Como se explica detalladamente en el **Capítulo 6** de este reporte, se espera que más del 50% de la carga manejada en el Puerto de La Unión que entre/salga de otros países de la región como Honduras, Nicaragua y Guatemala. Una de las arriba mencionadas rutas RICAM, incluye un corredor para conectar el puerto de La Unión y Puerto Cortés en Honduras en el mar Caribe. Este corredor se llama "puente terrestre" o "Canal Seco". Por lo tanto, el Puerto de La Unión tiene un alto potencial para convertirse en un puerto de concentración en la sub región de América Central.

3.2 Plan Quinquenal del Gobierno

“El Plan Quinquenal de Desarrollo 2010-2014” prioriza la reactivación económica que debe promover el mejoramiento de las carreteras en la región oriental, especialmente donde se ubica el sitio del Proyecto. La reactivación económica es prioritaria para el actual gobierno (2009-2014) debido a al alto nivel de pobreza que enfrenta el país.

Las Áreas Prioritarias en 5 años son;

1. La reducción significativa y verificable de la pobreza, la desigualdad económica y de género y la exclusión social.
2. La prevención efectiva del combate de la delincuencia, la criminalidad y la violencia social y crímenes de género.
3. La reactivación económica, incluyendo la transformación y modernización del sector agropecuario e industrial, así como la generación masiva de empleo digno.
4. La creación de las bases de un modelo de crecimiento y de desarrollo integral, la ampliación y el fortalecimiento de la base empresarial, y la reconstrucción del tejido productivo.
5. La promoción de la integración política, geo-estratégica, económica, social y cultural de la región Centroamericana.
6. La gestión eficaz de riesgos ambientales a largo plazo y la reconstrucción de la infraestructura así como la recuperación del tejido productivo y social dañado por efectos de la tormenta IDA o por otros fenómenos naturales y acciones humanas.
7. La reforma estructural y funcional del Estado, la consolidación del régimen democrático y el fortalecimiento del estado de derecho.
8. La profundización en el respeto de los derechos humanos y el cumplimiento de los compromisos de reparación integral de daños a los afectados por el conflicto armado, y otras personas con las que el Estado tiene demandas pendientes.
9. La reforma estructural y funcional de administración pública, la desconcentración y descentralización de la misma, que garantice finanzas públicas sostenibles y favorezca el crecimiento económico, el desarrollo social y el fortalecimiento de la institucionalidad democrática.

Durante su discurso del segundo aniversario de administración, el Presidente Funes confirmó la necesidad de mejorar la productividad de la economía.

Especialistas del gobierno se encuentran en la preparación del listado de los proyectos prioritarios a

ser implementados en lo que resta del periodo de gobierno. El Proyecto del Bypass de San Miguel formará parte de dicho listado, según confirmaciones verbales. El Bypass es uno de los proyectos importantes que contribuirá a la reactivación de la economía del país.

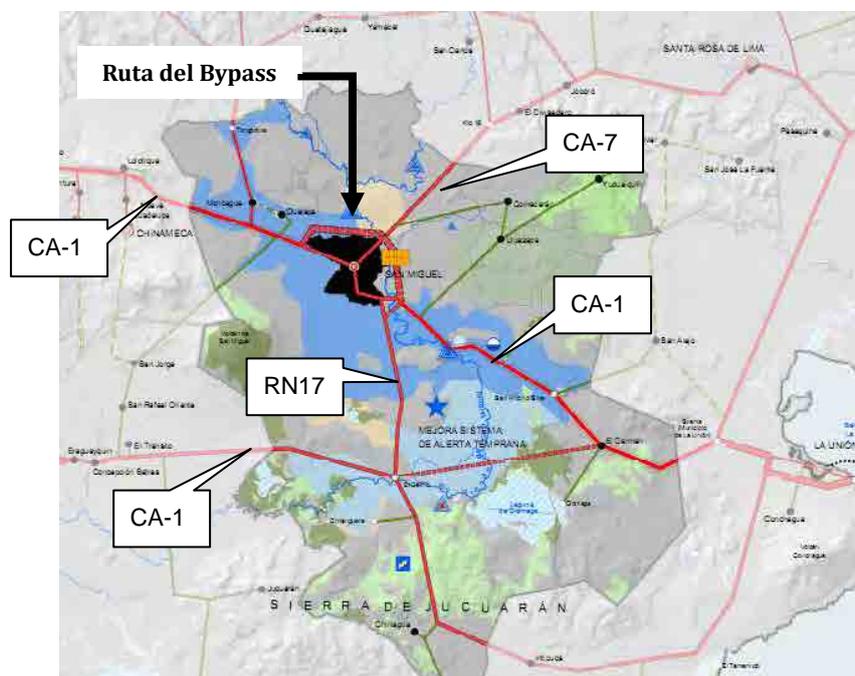
3.3 Planes Sectoriales

Los planes elaborados por el MOPTVDU, relacionados con el sector transporte son los siguientes;

- Plan Nacional de Ordenamiento y Desarrollo Territorial, PNOTD (VMVDU, 2004)
- Perfil de Proyecto del Bypass de San Miguel (VMOP, 2004)
- Plan de Desarrollo Territorial de Sub-Región San Miguel, PDT (VMVDU, 2010)
- Revisión de Perfil de Proyecto del Bypass de San Miguel (VMOP, 2010)

3.3.1 Plan Nacional de Ordenamiento y Desarrollo Territorial (PNOTD)

El PNOTD propone la estrategia y políticas de ordenamiento y desarrollo territorial dividiendo el territorio de la nación en 14 subregiones, sin importar las divisiones políticas de los departamentos, y definiendo así, los proyectos prioritarios. El Bypass de San Miguel es considerado como uno de los proyectos prioritarios para asegurar la capacidad de transporte en la carretera CA-1 (Carretera Panamericana) considerando que es uno de los tres ejes viales principales para el desarrollo del territorio nacional. Como se muestra en la **Figura 3.3.1**, la propuesta del Bypass recorre desde el oeste hasta el norte de la ciudad, cruzando con la CA-7, CA-1 y termina conectándose con la RN17. El PNOTD es usado como referencia por las entidades relacionadas, sin tener respaldo legal.



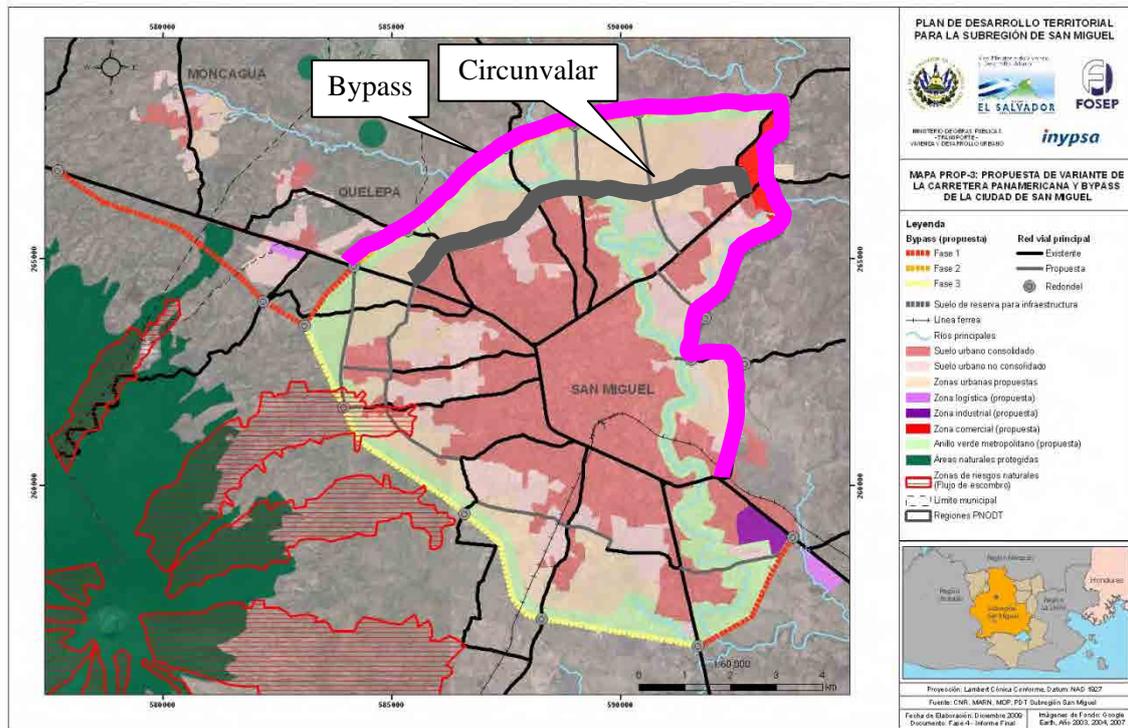
Fuente: PNOTD, VMVDU, 2004

Figura 3.3.1 Plan de Bypass de San Miguel en el PNOTD

3.3.2 Plan de Desarrollo Territorial de la Sub-Región San Miguel (PDT)

Basándose en el PNOTD arriba mencionado, el VMVDU con participación de los municipios relacionados, incluyendo San Miguel, elaboró el Plan de Desarrollo Territorial de la subregión de San

Miguel en 2010. En el PDT, la idea inicial del Bypass fue expandida y se incluyó como parte de un anillo periférico de la ciudad. En el PDT, se proponen dos anillos, el Bypass como el anillo externo y el circunvalar como el anillo interno, aprovechando algunos tramos de las calles existentes, tal como se muestra en la siguiente Figura, (las líneas rosadas representan la parte que corresponde al Bypass). La diferencia de las rutas, muestra el concepto entre: 1) pasar a las orillas de la zona de desarrollo en el futuro, basándose en el plan de uso de suelo (Bypass) y 2) pasar a las orillas de la zona ya urbanizada y el proceso de urbanización (circunvalar).

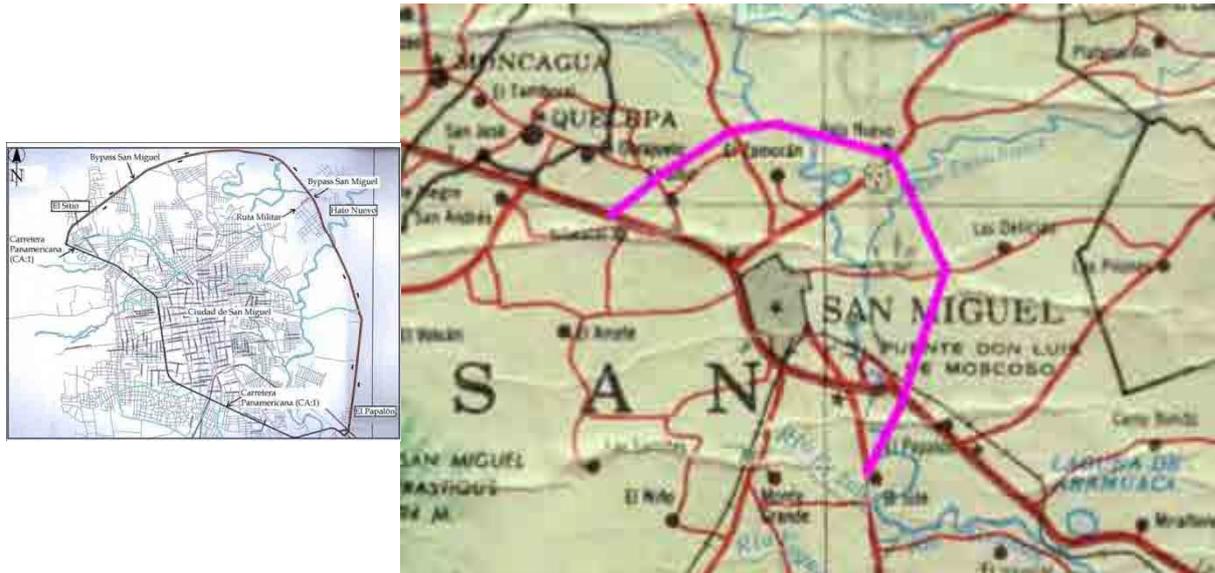


Fuente: PDT de San Miguel VMVDU, 2010

Figura 3.3.2 Plan de Anillos Periféricos (Bypass y Circunvalar) en el PDT de San Miguel

3.3.3 Perfil de Proyecto de Bypass de San Miguel

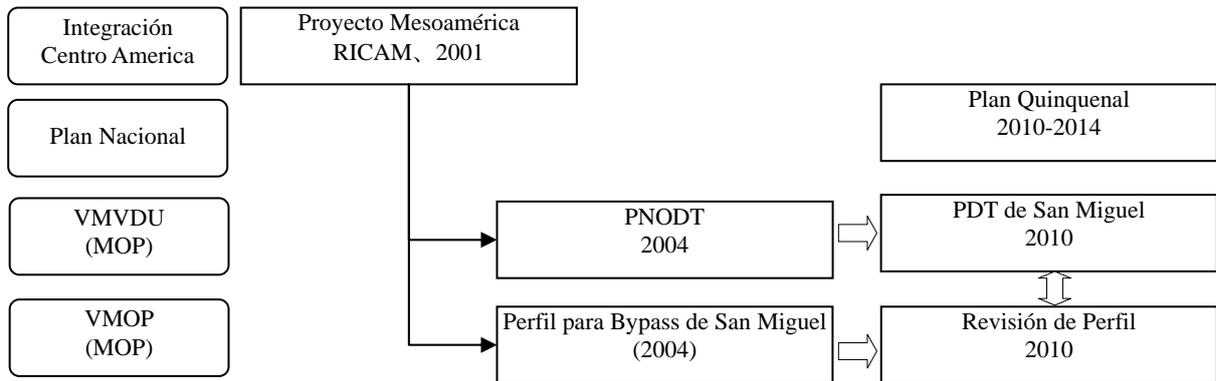
Actualmente, para el sector transporte no existe un plan maestro nacional de la red vial. Como resultado de esto únicamente se preparan perfiles individuales para cada proyecto. En 2004, el VMOP elaboró el perfil del Proyecto del Bypass de San Miguel y se presentó el correspondiente Formulario Ambiental al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). En 2010, el VMOP revisó el Perfil del proyecto y lo sometió a consideración del gobierno del Japón como proyecto prioritario para realizar con fondos de JICA. La **Figura 3.3.3**, muestran el proyecto del Bypass de San Miguel. En ambos casos se tiene la intención de que el Bypass pase por el norte de la ciudad, conectando la CA-1 con la CA-7 en una distancia relativamente corta.



Fuente: Perfil del Estudio: “Apertura Tramo CA:1 - El Papalón - Hato Nuevo – Carretera Panamericana. (Bypass San Miguel)”, VMOP, 2010.

Figura 3.3.3 Plan de Bypass Propuesto por el VMOP

Los planes de desarrollo relacionados a diferentes niveles, tales como la región Centro América, Plan Nacional y los Planes sectoriales, pueden resumirse como se muestra en la 0 Todos los planes indican



la necesidad de construcción del Bypass de San Miguel.

Fuente: Equipo de Estudio JICA

Figura 3.3.4 Planes Relacionados a la Construcción del Bypass de San Miguel

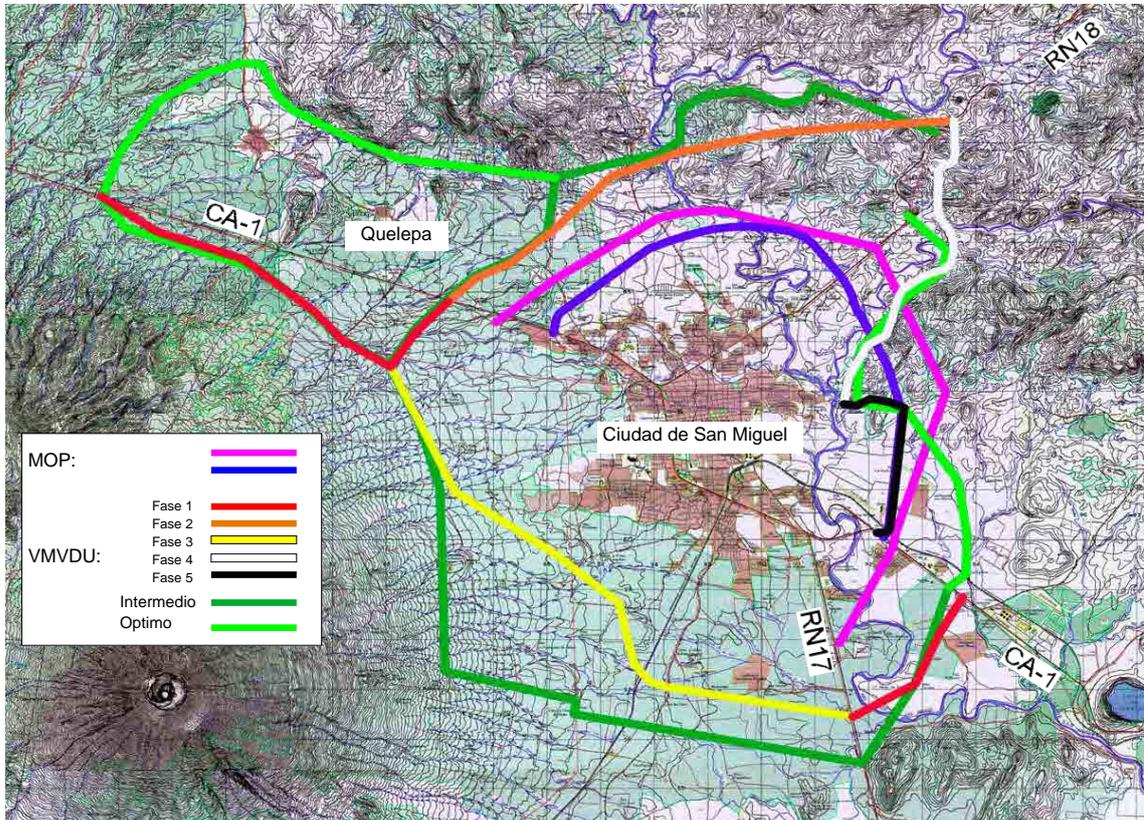
3.4 Relevancia del Proyecto

Desde la perspectiva del Proyecto de Integración Regional de Centro América, el Plan Quinquenal, el Plan Nacional para el Ordenamiento y Desarrollo Territorial, y orientado al mejoramiento de tener una mejor red vial, el Proyecto del Bypass de San Miguel es claramente confirmado. En este estudio, adicionalmente a los planes existentes, se considera el resultado del estudio de tráfico y pronóstico de demanda futura para confirmar la necesidad del Proyecto. Asimismo, diferentes aspectos tales como la seguridad vial y las discusiones que se sostengan con el VMOP sobre la política de la entidad, determinará el número de carriles del Bypass.

CAPÍTULO 4 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

4.1 Alternativas de Ruta

En el Capítulo 3, se describen los planes existentes que indican la necesidad de la construcción del Bypass de San Miguel. En base a dichos planes, el equipo de estudio elaboró dos alternativas a ser evaluadas. Un resumen de las alternativas se muestra en la **Figura 4.1.1**



Fuente: PNOTD, PDT y VMOP

Figura 4.1.1 Ubicación del Bypass en diferentes Planes

Cuadro 4.1.1 Descripción de las rutas

	Ruta	Característica
1	VMVDU Fases (Fase1,2,3,4,5) Fase1:11.5 km Fase2:10.5 km Fase3:12.2 km Fase4:6.8 km Fase5:3.9 km	Conecta CA-1 y CA-7 en el lado norte de ciudad, y CA-1, RN17 y CA-1 en el lado sur de la ciudad. En base al plan intermedio el tramo norte (Fase 2) es un alineamiento mejorado en el cual se evitan algunos desvíos y en el tramo sur (Fase 3) se recorren de 1 a 3 km al interior de la ruta del plan intermedio. Un segmento de la parte sur de la ruta pasa por una zona determinada de alto riesgo debido al volcán de San Miguel. El tramo de conexión con CA-1 coincide con los planes intermedio y óptimo. Año esperado de desarrollo: Corto Plazo (2010 ~2014)
2	VMVDU (Intermedio)	Conecta CA-1 y CA-7 en el lado norte de ciudad, y CA-1, RN17 y CA-1 en el lado sur de la ciudad con una longitud total de 33.0 km. La ubicación de la ruta es básicamente por la orilla de zona de uso habitacional según PDT, o en otras palabras 2 km al exterior de la zona actualmente en proceso de urbanización. Un segmento de la parte sur de la ruta pasa por una zona determinada de alto riesgo debido al volcán de San Miguel. Año esperado de desarrollo: Mediano Plazo (2015 ~2019)
3	VMVDU (Óptimo)	Usando el plan Intermedio como base, esta ruta pasa por el exterior de la ciudad de Quelepa en la zona nor-occidente. El recorrido de esta ruta se aleja más del centro de la ciudad. Tiene una longitud adicional de 26.8 km la cual se agrega a la propuesta del plan Intermedio. Año esperado de desarrollo: Largo Plazo (2020 ~2024)
4	VMOP (1)	Conecta CA-1 y CA-7 en el lado norte de ciudad. La ubicación de la ruta es básicamente dentro de la zona actualmente en proceso de urbanización o ya

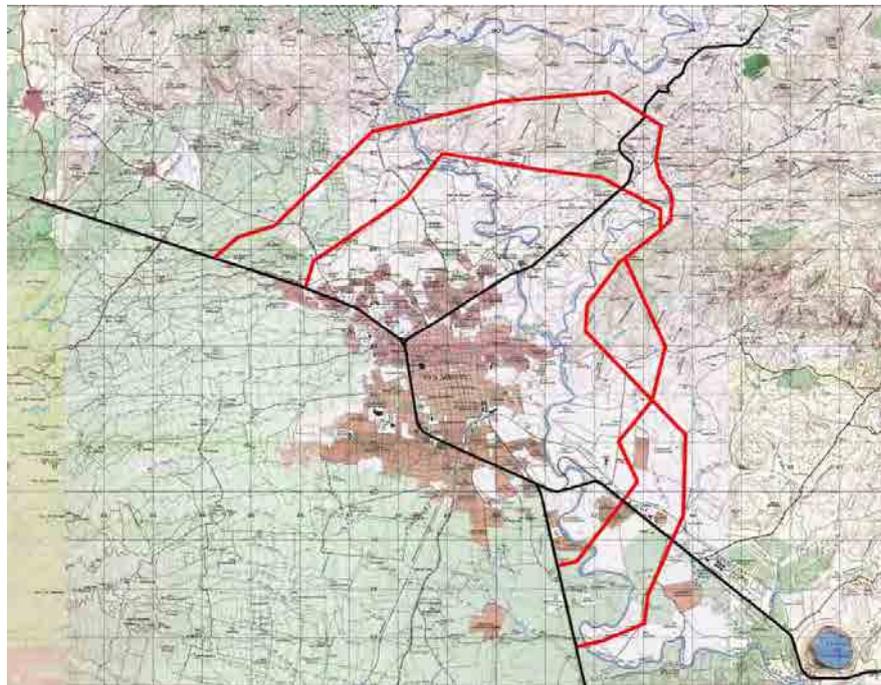
		urbanizada con una longitud de 12.5km. Esta opción no incluye el tramo entre CA-1 (hacia La Unión) y RN17.
5	VMOP (2)	Conecta CA-1 y CA-7 en el lado norte de ciudad. La ubicación de la ruta es básicamente a la orilla de la zona actualmente en proceso de urbanización o ya urbanizada con una longitud de 16.5km.

Fuente Equipo de Estudio JICA

4.2 Selección de la Ruta

Opciones de Ruta Para la selección de la ruta entre las opciones propuestas para el lado norte, se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones.

- Conexión desde CA-1 (hacia San Salvador), cruzando con CA-7 y CA-1 (hacia La Unión) y hasta RN17.
- Condiciones del sitio según el resultado de las visitas de campo realizadas para minimizar el paso de bypass en zonas o los puntos inadecuados.
- Para el caso de las opciones de VMVDU, dar prioridad a las rutas de fase y no a los planes intermedios y óptimos que son para largo plazo de desarrollo.

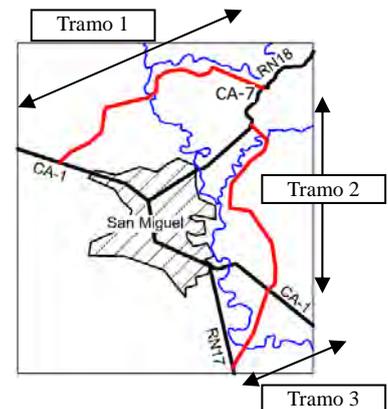


Fuente Equipo de Estudio JICA

Figura 4.2.1 Dos rutas seleccionadas para la evaluación más detallada

Para las rutas seleccionadas, se realizó una evaluación de las mismas haciendo una comparación por tramos tal y como se muestra a continuación:

- Tramo 1: CA-1 (hacia San Salvador) – CA-7
- Tramo 2: CA-7 – CA-1 (hacia La Unión)
- Tramo 3: CA-1 (hacia La Unión) – RN17



4.2.2 Resultados de los Estudios de las Alternativas

En los Cuadro 4.2.1, Cuadro 4.2.2 y Cuadro 4.2.3 se muestran los resultados de las comparaciones. Desde el punto de vista de las consideraciones ambientales y sociales, se han tomado en cuenta en el área afectada por el proyecto: las condiciones biológicas (Fauna y flora), Condiciones físicas (Contaminación del aire y fisiográfica) y las condiciones socioeconómicas (Condiciones de vida, adquisición de suelo y reasentamiento de personas afectadas por el proyecto). Estos criterios fueron escogidos basados en estudio de campo y las opiniones de los interesados (stakeholders). Además, los efectos del proyecto, dificultades técnicas, y el costo de construcción fueron tomados en consideración en la comparación. Esto indica que el criterio mas importante de este proyecto es el impacto negativo en las condiciones socioeconómicas, adquisición de suelo y el reasentamiento para PAPs Cada comparación se realizó a través de una puntuación subjetiva de 0 a 5, siendo 0 la puntuación más baja y 5 la más alta. Los valores se obtuvieron cualitativamente. 0 representa gran cantidad de impactos negativos y 5 un monto menor de impactos negativos. Algunos artículos de comparación fueron puntuaciones basadas en la examinación cuantitativa preliminar como se indica a continuación.

- El número de reubicaciones de construcciones se tomo en la escala 1:25,000 en el mapa geográfico e imágenes satelitales.
- Los valores de construcción fueron tomados de proyectos préstamo con características similares con el proyecto y de la construcción del Bypass de Usulután.

(1) Tramo 1:CA-1 (Hacia San salvador) ~CA-7

En la opción 0 no se altera las condiciones actuales de la fauna o flora. La opción 1 podría dar más impactos negativos para flora que la opción 2 por que la ruta de la opción 1 pasa en áreas con más arboles, arbustos y hierbas. El impacto negativo en la fauna podría ser la misma en opción 1 y 2. De el punto vista de la condiciones del impacto biológico, es preferible la opción 2.

Considerando las condiciones físicas, la contaminación del aire dentro de la ciudad que será mitigada con las opciones 1 y 2. La contaminación del aire será empeorada con la opción 0 por que el volumen de tráfico se incrementa y se reduce la velocidad de operación en el trafico. Esto significa más contaminación del aire por la combinación de mayor números de automóviles y mayores emisiones de gas por vehículo. El nivel de ruido también se incrementaría a lo largo de CA-1 por la opción 0. Por las opciones 1 y 2, la contaminación del aire y el ruido por el paso de vehículo se prevé a lo largo de la ruta del bypass, aunque se mitigará la contaminación del aire dentro de la ciudad. El impacto negativo en la fisiografía debido al corte y relleno, es previsto casi en la misma medida para la opción 1 y la 2.

Acerca de las condiciones de vida, las condiciones de el tráfico en la ciudad serán empeoradas con la opción 0, la opción 1 y 2 mejorarían las condiciones de vida debido a la mejora de flujo de trafico. Se prevén mejoras de accesibilidad para los servicios públicos, especialmente el acceso a escuelas durante la estación lluviosa. No hay diferencia en el nivel de los impactos positivos en las condiciones vida entre la opción 1 y la 2.

En ambas opciones, 1 y 2, se requieren de la adquisición de terrenos. Se prevén reasentamientos de

PAPs para 5 familias aproximadamente por la opción 1 y 50 familias en la opción 2.

En cuanto a la reducción del tiempo de viaje, tanto para el tráfico de paso como para el tráfico interno, se espera el mismo efecto para la opción 1 y la opción 2. Eso empeoraría con la opción 0 comparando con la condición actual. En términos de costo de construcción, la opción 1 requiere más inversión que la opción 2, principalmente debido a que la distancia es mayor.

Para determinar cual de las 3 opciones es mejor, se hace la comparación: las peores congestiones y la peor contaminación se dan en la opción 0, el costo de inversión es más elevado en la opción 1 y el número mas grande de reasentamiento se da en la opción 2, en conclusión, la opción 1 es preferible a la opción 0 y la opción 2.

(2) Tramo 2: CA-7 – CA-1 (hacia La Unión)

Los impactos negativos en la fauna y flora serán casi del mismo nivel para la Opción 1 y la Opción 2, por que la condición actual de la fauna y flora de las 2 rutas son similares entre sí.

Con respecto a las condiciones físicas, la contaminación del aire dentro de la ciudad será mitigada con ambas Opciones 1 y 2, como se explicó en el tramo 1. La Opción 2 afectará más negativamente que la Opción 1 para las condiciones fisiográficas por que la ruta de la opción 2 pasa por suelos montañosos. El trabajo de corte y relleno para la Opción 2 será mayor que la Opción 1. Es preferible la Opción 1 que la Opción 2 desde el punto de vista de las condiciones físicas.

El impacto en las condiciones de vida de las personas locales será explicado de manera similar al tramo 1. En ambas Opciones 1 y 2 se requiere de la adquisición de terrenos. 5 familias serán reubicadas con la Opción 1 y 25 familias con la Opción 2.

El mismo efecto del proyecto se espera para la Opción 1 y la Opción 2 en la reducción del tiempo en el viaje, tanto del tráfico de paso y el tráfico interno. La Opción 2 tiene leves ventajas sobre la Opción 1 en cuanto a la reducción del tiempo de viaje por la longitud de la ruta. La congestión será peor en la Opción 0 comparada con la condición actual. En términos de costos de construcción, el monto total de la inversión en la Opción 1 y la Opción 2 son similares, aun cuando la Opción 1 es más larga que la Opción 2. El costo más alto de la Opción 2 se explica debido a la excavación en roca dura.

Para determinar la mejor de las 3 opciones se hace la comparación entre las peores congestiones y contaminación en la Opción 0, y la inversión en las Opciones 1 y 2. En conclusión, la Opción 1 es preferible que la Opción 0 y la Opción 2, se logra un mejoramiento en el medio ambiente y las condiciones de vida con menor número de reasentamientos.

(3) Tramo 3: CA-1 (hacia la unión) - RN17

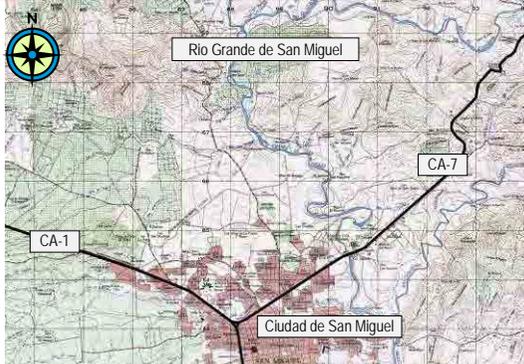
Los impactos negativos en la fauna se consideran del mismo nivel tanto para la Opción 1 como para la Opción 2. El impacto negativo a la flora de la opción 1 es mayor que en la Opción 2 por que la ruta de la opción 2 para en el área semi urbana donde existen menos arbustos y hierbas. La Opción 2 es preferible a la Opción 1 considerando los impactos negativos en aspectos de las condiciones biológicas.

Los impactos en la calidad de aire, fisiográfica y condiciones de vida de las personas locales se estiman casi al mismo nivel de la Opción 1 y la Opción 2.

Ambas Opciones 1 y 2 requieren de adquisición de terrenos. La Opción 1 no requiere reasentamientos de PAPs pero la Opción 2 requiere de que alrededor de 20 familias sean reubicadas.

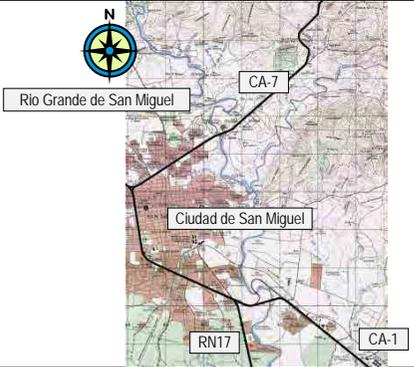
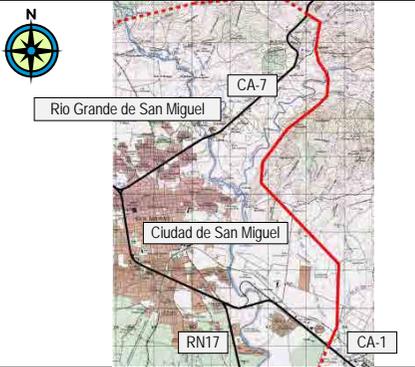
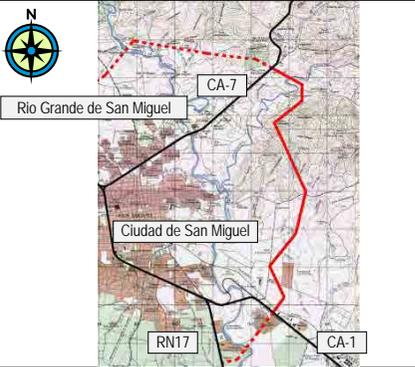
El mismo efecto se prevé por la Opción 1 y la Opción 2 en cuanto a la reducción del tiempo de viaje, tanto para el tráfico de paso como para el tráfico interno. La Opción 2 tiene una ligera ventaja sobre la Opción 1 con respecto la reducción del tiempo en el viaje por la longitud de la ruta. La congestión será ligeramente peor en la Opción 0 comparando con la condición actual. En términos de costo de construcción, el monto de inversión en la Opción 1 es mayor que la Opción 2 que es básicamente debido a la longitud del proyecto. Para determinar la mejor de las 3 opciones se compara entre: peores congestiones y contaminación en la Opción 0, mayor inversión en la Opción 1 y un considerable número de reasentamientos en la Opción 2. En conclusión, la Opción 1 es preferible que las opciones 0 y 2. Es casi imposible considerar la opción 2 debido al número de reasentamientos (20) en una pequeña longitud (1.9km).

Cuadro 4.2.1 Comparación de las Rutas Tramo 1: CA-1 (hacia San Salvador) – CA-7

	Opción cero (hacer nada)	Opción 1 (Basado en propuesta VMVDU, al exterior del uso de suelo habitacional)	Opción 2 (Basado en propuesta VMOP, al exterior de la zona en proceso de urbanización)
Plano			
Biológico a) Fauna b) Flora	a) 5: no altera las condiciones actuales b) 5: no altera las condiciones actuales	a) 3: (-) Afecta a la fauna b) 3: (-) Tala de árboles, arbustos y hierbas	a) 3: (-) Afecta a la fauna b) 4: (-) Menos cantidad de tala de árboles, arbustos y hierbas en comparación con la Opción 1
Físico a) Calidad de aire b) Fisiografía terrestre	a) 1: (-) Empeora la contaminación dentro de la ciudad por el aumento del volumen de tráfico. Asimismo aumenta el ruido. b) 5: No altera las condiciones actuales	a) 3: (+) Reduce la contaminación del aire por la mejora del flujo de tráfico en la ciudad; (-) Aumenta la contaminación del aire en la zona de la nueva construcción del bypass b) 4: (-) Se genera movimiento de tierra	a) 3: (+) Reduce la contaminación del aire por la mejora del flujo del tráfico en la ciudad; (-) Aumenta la contaminación del aire en la zona de la nueva construcción del bypass b) 4: (-) Se genera movimiento de tierra
Socioeconómico a) Vida b) Adquisición de DDV c) Reasentamiento Involuntario	a) 1: Empeora las condiciones de vida por el aumento del volumen de tráfico b) 5: No se genera c) 5: No se genera	a) 4: (+) Mejora las condiciones de vida por la mejora del flujo de tráfico; (+) Mejora la accesibilidad y movimiento de personas y productos b) 3: Sí se genera c) 4: Sí se genera (5 familias aprox.)	4: (+) Mejora de las condiciones de la vida por la mejora del flujo de tráfico; (+) Mejora la accesibilidad y movimiento de personas y productos b) 3: Sí se genera c) 1: Sí se genera (50 familias aprox.)
f) Efecto	1: Empeora el congestionamiento	4: Separación de tránsito de paso y reducción de tiempo de viaje	4: Separación de tránsito de paso y reducción de tiempo de viajes
g) Técnica	n.a.	4: Técnicamente es viable construir el bypass	4: Técnicamente es viable construir el bypass
h) Longitud	2: Longitud es igual a 11,620 m por la vía existente	3: L = 9,990 m	4: L = 7,790 m
i) Costo de Obra	n.a.	3: más que la Opción 2	4: menor que la Opción 1
Evaluación		Recomendado	

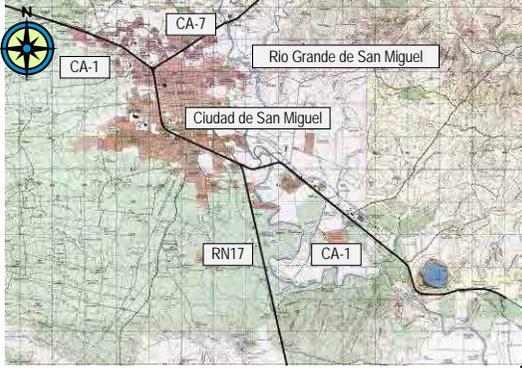
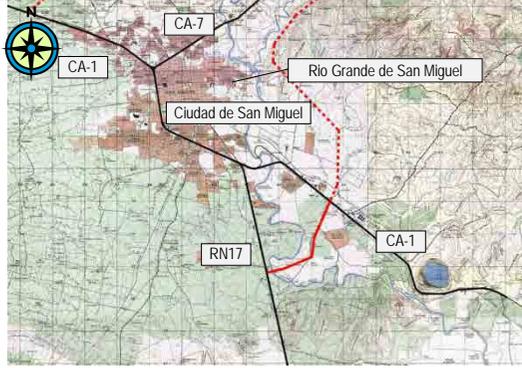
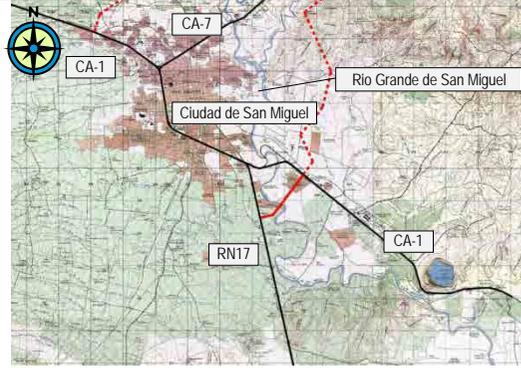
Fuente Equipo de Estudio JICA

Cuadro 4.2.2 Comparación de las Rutas Tramo 2 CA-7 – CA-1 (hacia La Unión)

	Opción cero (hacer nada)	Opción 1 (Basado en propuesta VMVDU, al exterior del uso de suelo habitacional)	Opción 2 (Basado en propuesta VMOP, al exterior de la zona en proceso de urbanización)
Plano			
Biológico a) Fauna b) Flora	a) 5: No altera las condiciones actuales b) 5: No altera las condiciones actuales	a) 3: (-) Afecta a la fauna b) 4: (-) Tala de árboles, arbustos y hierbas	a) 3: (-) Afecta a la fauna b) 4: (-) Tala de árboles, arbustos y hierbas
Físico a) Calidad de aire b) Fisiografía terrestre	a) 1: (-) Empeora la contaminación dentro de la ciudad por el aumento del volumen de tráfico. Asimismo aumenta el ruido. b) 5: No altera las condiciones actuales	a) 3: (+) Reduce la contaminación del aire por la mejora del flujo de tráfico en la ciudad; (-) Aumenta la contaminación del aire en la zona de la nueva construcción del bypass b) 4: (-) Menos impacto negativo a la fisiografía terrestre comparación a la Opción 2	a) 3: (+) Reduce la contaminación del aire por la mejora del flujo del tráfico en la ciudad; (-) Aumenta la contaminación del aire en la zona de la nueva construcción del bypass b) 2: (-) Gran cantidad de corte y modificación de tierra
Socioeconómico a) Vida b) Adquisición de DDV c) Reasentamiento Involuntario	a) 1: Empeora las condiciones de vida por el aumento del volumen de tráfico b) 5: No se genera c) 5: No se genera	a) 4: (+) Mejora las condiciones de vida por la mejora del flujo de tráfico; (+) Mejora la accesibilidad y movimiento de personas y productos b) 3: Sí se genera c) 4: Sí se genera (5 familias aprox.)	4: (+) Mejora de las condiciones de la vida por la mejora del flujo de tráfico; (+) Mejora la accesibilidad y movimiento de personas y productos b) 3: Sí se genera c) 2: Sí se genera (25 familias aprox.)
f) Efecto	1: Empeora el congestionamiento	4: Separación de tránsito de paso y reducción de tiempo de viaje	5: Separación de tránsito de paso y reducción de tiempo de viaje
g) Técnica	n.a.	4: Técnicamente es viable construir el bypass (requiere atención por el paso de la ladera del río)	3: Técnicamente es viable construir el bypass (requiere atención por el corte de taludes altos)
h) Longitud	2: Longitud es igual a 11,620 m por la vía existente usando solamente CA-7 y CA-1	3: L = 10,600m	4: L = 7,900m
i) Costo de Obra	n.a.	4: aumenta el costo por la longitud	4: aumenta el costo por la terracería
Evaluación		Recomendado	

Fuente Equipo de Estudio JICA

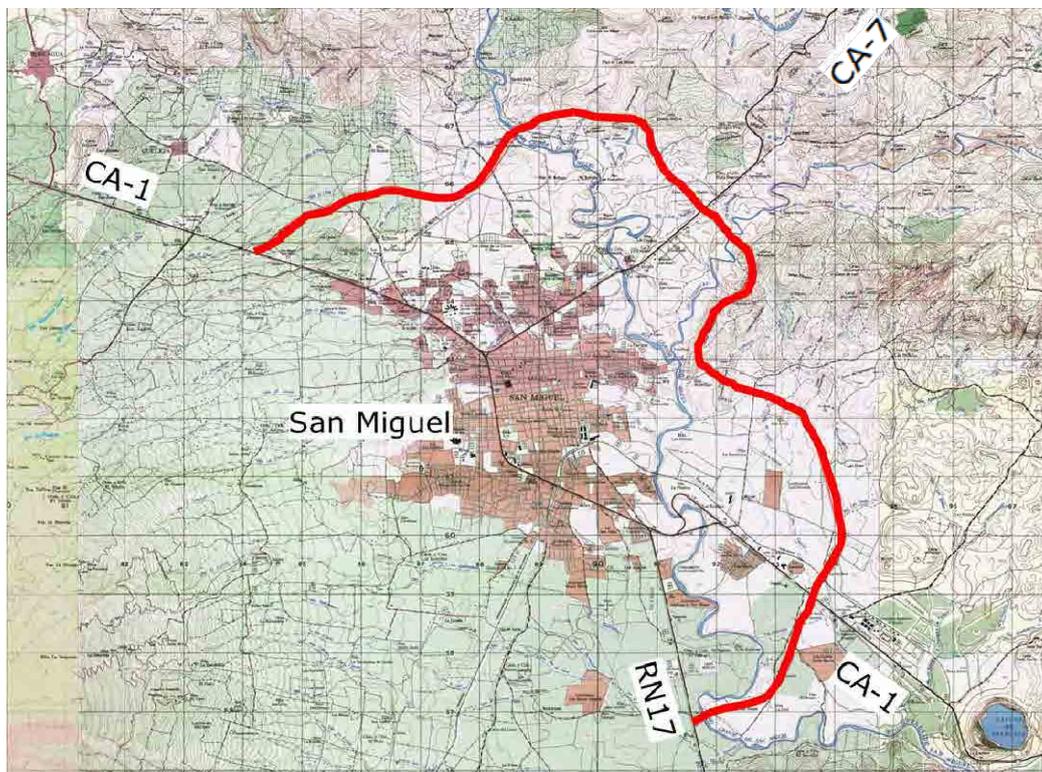
Cuadro 4.2.3 Comparación de las Rutas Tramo 3: CA-1 (hacia La Unión) – RN17

	Opción cero (hacer nada)	Opción 1 (Basado en propuesta VMVDU, al exterior del uso de suelo habitacional)	Opción 2 (Basado en propuesta VMOP, al exterior de la zona en proceso de urbanización)
Plano			
Biológico a) Fauna b) Flora	a) 5: No altera las condiciones actuales b) 5: No altera las condiciones actuales	a) 3: (-) Afecta a la fauna b) 3: (-) Tala de árboles, arbustos y hierbas (más impacto negativo comparación a la Opción 2)	a) 3: (-) Afecta a la fauna b) 4: (-) Tala de árboles, arbustos y hierbas
Físico a) Calidad de aire b) Fisiografía terrestre	a) 1: (-) Empeora la contaminación dentro de la ciudad por el aumento del volumen de tráfico. Asimismo aumenta el ruido. b) 5: No se afecta nada	a) 3: (+) Reduce la contaminación del aire por la mejora del flujo de tráfico en la ciudad; (-) Aumenta la contaminación del aire en la zona de la nueva construcción del bypass b) 4: (-) Se genera movimiento de tierra	a) 3: (+) Reduce la contaminación del aire por la mejora del flujo del tráfico en la ciudad; (-) Aumenta la contaminación del aire en la zona de la nueva construcción del bypass b) 4: (-) Se genera movimiento de tierra
Socioeconómico a) Vida b) Adquisición de DDV c) Reasentamiento Involuntario	a) 1: Empeora las condiciones de vida por el aumento del volumen de tráfico b) 5: No se genera c) 5: No se genera	a) 4: (+) Mejora las condiciones de vida por la mejora del flujo de tráfico; (+) Mejora la accesibilidad y movimiento de personas y productos b) 3: Sí se genera c) 5: No se genera	4: (+) Mejora de las condiciones de la vida por la mejora del flujo de tráfico; (+) Mejora la accesibilidad y movimiento de personas y productos b) 3: Sí se genera c) 2: Sí se genera (20 familias aprox.)
f) Efecto	1: Empeora el congestionamiento	4: Separación de tránsito de paso y reducción de tiempo de viaje	5: Separación de tránsito de paso y reducción de tiempo de viaje
g) Técnica	n.a.	4: Técnicamente es viable construir el bypass (zona de inundación)	3: Técnicamente es viable construir el bypass (zona de inundación, paso por zona habitacional)
h) Longitud	2: Longitud es igual a 6,710 m por la vía existente (comparación con la Opción 1)	3: L = 3,320m	4: L = 1,970 m
i) Costo de Obra	n.a.	3: más que la Opción 2	4: menos que la Opción 1
Evaluación		Recomendado	

Fuente Equipo de Estudio JICA

4.2.3 Ruta seleccionada

En base a los puntos discutidos en este subcapítulo, se ha establecido una ruta propuesta sobre la cual se desarrollará el Estudio de Factibilidad tal como muestra la **Figura 4.2.3**.



Fuente: Equipo de Estudio JICA

Figura 4.2.2 Ruta Seleccionada para Estudio de Factibilidad

La ruta se desarrollará casi en su totalidad sobre terreno rústico de uso agrícola, clasificado topográficamente en su mayor parte como terreno plano u ondulado, presentando afectaciones mínimas a viviendas existentes. De acuerdo a las estimaciones basadas en imágenes satelitales tomadas entre 2009 y 2010, sólo 20 ó 30 casas serán afectadas. La ruta recorre los territorios de los Cantones El Sitio, El Zamorán, Santa Inés, El Divisadero, Hato Nuevo, Las Delicias, El Papalón y El Jute, acercándose en su recorrido a algunas urbanizaciones como: Riverside Gardens, Ana Gil Afife en el cruce con la vía SAM10N, algunas Lotificaciones del Cantón Hato Nuevo en el cruce con la vía CA-7, otras lotificaciones del Cantón las Delicias, y del Cantón El Papalón cerca del cruce con la Carretera CA-1. El Proyecto del Bypass de San Miguel se describe como una Carretera tipo Especial de 22 km de longitud aproximadamente y para una velocidad de operación de 80 km/h.

El alineamiento inicia en el Km 131+910 de la Carretera Panamericana (CA-1) y con rumbos predominantemente Norestes, de donde alternando tangentes y curvas recorre 5.20 km hasta llegar al punto donde cruza el Río Grande de San Miguel, en este punto continúa con rumbos predominantemente Surestes y alternando tangentes y curvas recorre 4.10 Km hasta llegar al punto donde intercepta a la Carretera conocida como Ruta Militar (CA-7) entre los 4 y 4.5 km medidos desde el Triángulo de San Miguel de donde continua con rumbo SE y con una tangente recorre

0.65 km hasta llegar al punto donde cruza sobre el Río Taisihuat, de donde continúa con rumbos predominantemente Surestes y alternando tangentes y curvas recorre 7.90 km hasta llegar al punto donde intercepta a la Carretera Panamericana CA-1 en el Km 145+380 de donde continúa con rumbos predominantemente Suroestes y alternando tangentes y curvas recorre 3.00 km hasta llegar al punto donde cruza por segunda vez el Río Grande de San Miguel de donde continúa con rumbo Suroeste y con una tangente recorre 0.15 km hasta llegar al punto donde intercepta la Carretera que de San Miguel conduce al desvío El Delirio (RN17) en Km 145+080.

El alineamiento del bypass conecta varias vías principales de la región para las cuales se construirán intersecciones a nivel o desnivel, las intersecciones principales son con la Carretera Panamericana CA-1 en la entrada a San Miguel desde San Salvador, con la vía SAM10N cercano a Riverside Gardens, con la Ruta Militar CA-7 a la altura de Hato Nuevo, con la Carretera Panamericana CA-1 en la salida a la Unión a la altura del puente La Gallina y con la Carretera a Usulután RN-17 cerca del acceso al Polideportivo de San Miguel, las intersecciones con caminos vecinales o cantonales se resolverán a nivel o a desnivel con accesos en un solo sentido. Con el alineamiento de la Carretera también se cruzan el río Grande de San Miguel en dos puntos y el río Taisihuat, para los mencionados cruces se construirá 3 puentes de adecuada longitud y capacidad hidráulica.

4.3 Número de Carriles Requeridos

El registro de accidentes viales muestra que más del 20% están relacionados con la “salida” de carriles (sumatoria de causas “Invadir Carril” (17.02%) y “Adelantamiento Antirreglamentario” (3.94%)), como se muestra en el **Cuadro 4.3.1**. El número recomendado de carriles para el bypass es de cuatro considerando que se espera el uso del bypass por muchos vehículos de carga que pueden obstruir la vista de los vehículos detrás de ellos y también que la parte norte de San Miguel es mayormente montañosa.

Cuadro 4.3.1 Registro de Accidentes Viales Año 2010

	Causa	Fallecidos	Lesionados	Sub total	%
1	DISTRACCION DEL CONDUCTOR	330	1846	2176	24.38%
2	INVADIR CARRIL	75	1444	1519	17.02%
3	NO RESPETAR SEÑAL DE PRIORIDAD	33	1031	1064	11.92%
4	VELOCIDAD INADECUADA	177	885	1062	11.90%
5	IMPRUDENCIA DEL PEATON	163	417	580	6.50%
6	NO GUARDAR DISTANCIA DE SEGURIDAD	9	445	454	5.09%
7	VELOCIDAD EXCESIVA	107	279	386	4.32%
8	CONducir EN ESTADO DE EBRIEDAD	13	348	361	4.04%
9	ADELANTAMIENTO ANTIRREGLAMENTARIO	27	325	352	3.94%
10	FALLA MECANICA	26	311	337	3.78%
11	OTROS	55	191	246	2.76%
12	GIRO INCORRECTO	3	139	142	1.59%
13	CIRCULAR EN REVERSA	15	92	107	1.20%
14	INEXPERIENCIA	5	100	105	1.18%
15	MAL ESTADO DEL VEHICULO	3	14	17	0.19%
16	DESLUMBRAMIENTO	1	8	9	0.10%
17	CARGA MAL ACONDICIONADA	2	5	7	0.08%
18	ENFERMEDAD	0	3	3	0.03%
	TOTAL	1044	7883	8927	

Fuente: Equipo de Estudio JICA basado en dato proporcionado por el Viceministerio de Transportes (VMT)

CAPÍTULO 5. CONDICION ACTUAL DEL TRÁFICO

5.1 Estudio de tráfico

5.1.1 Esquema del Estudio de tráfico

El estudio de tráfico consiste en 3 tipos de estudios como en el resumen del **Cuadro 5.1.1**.

Cuadro 5.1.1 Esquema del Programa de Estudio de tráfico.

Tipo de Estudio	Objetivos	Descripción del Estudio		Ubicación
		Hora	Día	
(1) Estudio de Conteo de tráfico	Para obtener el volumen de tráfico alrededor del área de Estudio	-	-	-
i) Estudio de Conteo de tráfico: Clasificado	Para obtener los volúmenes de tráfico por clasificación de los vehículos	16 horas a partir de las 6 A.M.	1 día de semana típico	10 Estaciones
ii) Conteo automático de tráfico : Categorizado	Para capturar la fluctuación del volumen de tráfico semanal por categoría de vehículos	24 horas a partir de las 0 A.M.	7 días continuos	
(2) Origen – Destino (OD) Estudio de la Encuesta	Para capturar la información del viaje por medio de una entrevistas de muestra	16 horas a partir de las 6 A.M.	1 día de semana típico	

Fuente: Equipo de estudio JICA

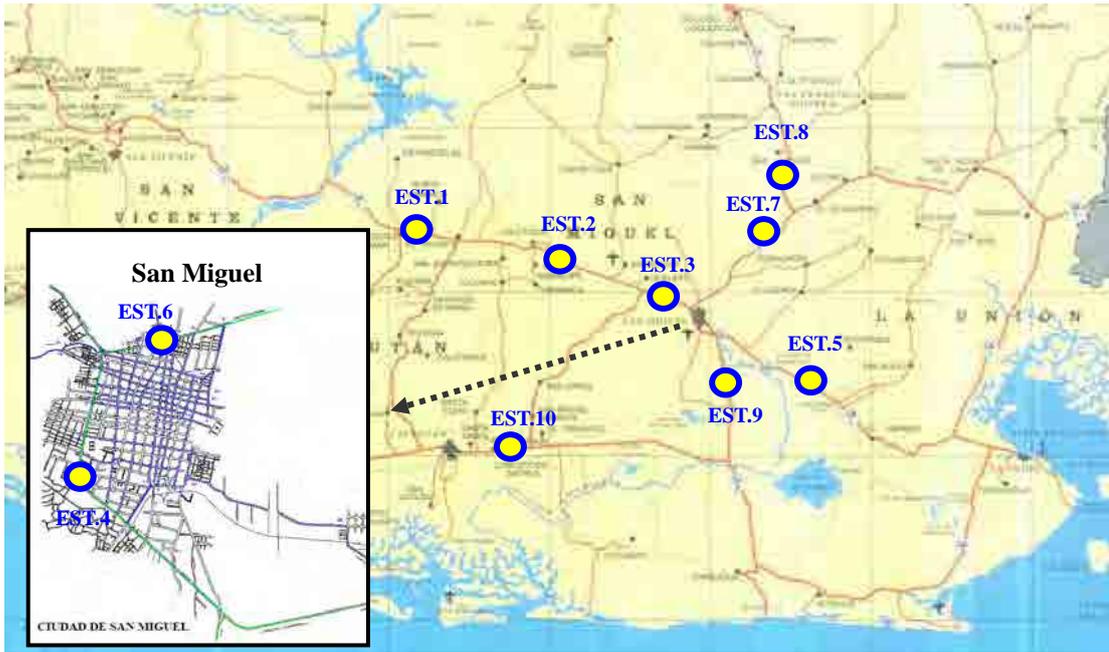
5.1.2 Ubicación de la estación del Estudio de Tráfico.

10 estaciones de estudio han sido seleccionadas para aplicar todos los tipos de estudios. 2 de las estaciones, EST-04 y EST-06, Están Ubicadas dentro de la zona de San Miguel, Mientras que las otras están ubicadas en la zona inter-Urbana. Las Ubicaciones de las estaciones de Estudio del tráfico se muestran el **Cuadro 5.1.2** y la **Figura 5.1.1**.

Cuadro 5.1.2 Ubicación de las estaciones de Estudio

ID de la Estación	Vía No.	Direcciones de la Estación de la Sección de Caminos		Coordinación de Estación	
		Occidente / Sur	Oriente / Norte	Longitud N	Latitud W
EST-01	CA01E	Dv Mercedes Umaña	Dv Cantón El Jocotillo	13°33'58.1"N	88°28'50.0"W
EST-02	CA01E	Dv Lolotique	Dv Moncagua	13°31'58.1"N	88°18'53.0"W
EST-03	CA01E	Dv San Jorge	San Miguel (El Triángulo)	13°30'07.9"N	88°13'11.0"W
EST-04	CA01E	San Miguel (El Triángulo)	San Miguel (Metrocentro)	13°28'11.5"N	88°10'53.8"W
EST-05	CA01E	Miraflores	San Antonio	13°24'27.6"N	88°03'33.8"W
EST-06	CA07N/RM	San Miguel (El Triángulo)	4A Avenida Norte	13°29'36.2"N	88°10'33.3"W
EST-07	CA07N/RM	La Trinidad	LD San Miguel	13°33'23.0"N	88°06'45.8"W
EST-08	CA07N	El Rosario	San Carlos	13°36'23.8"N	88°05'20.6"W
EST-09	RN17S	CA02E (El Delirio)	Interconexión CA01E	13°24'15.5"N	88°08'53.0"W
EST-10	CA02E	Dv Ruta Cañera de Usulután	Dv San Jorge	13°20'36.7"N	88°23'01.6"W

Fuente: Equipo de Estudio JICA



Fuente: Equipo de Estudio JICA

Figura 5.1.1 Ubicación de la estación del Estudio de tráfico

5.2 Condición del tráfico Actual

5.2.1 Volumen del tráfico y Composición Vehicular

(1) Volumen del tráfico de 16 horas.

Los resultados del estudio del tráfico fueron resumidos y analizados, basándose en las modalidades del tráfico, en las cuales están agregados varios tipos de vehículos.

Los volúmenes del tráfico por cuenta manual de cada estación son mostrados en el **Cuadro 5.2.1**. Hay una pequeña diferencia entre el volumen y la dirección, excepto la EST-06 que está ubicada en la zona urbana de San Miguel. El volumen de tráfico mayor fue observado en EST-04, seguido por EST-06 y después EST-03.

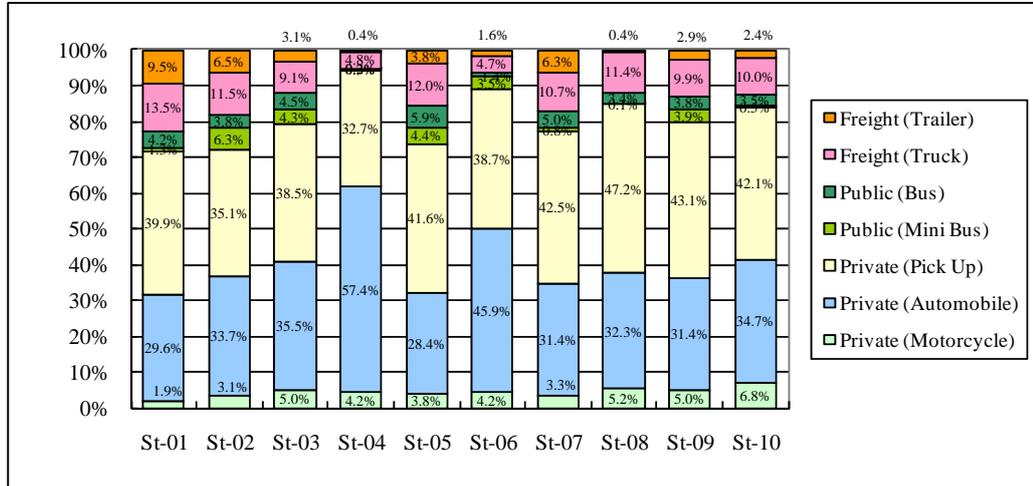
Cuadro 5.2.1 Resultados del conteo manual del Tráfico

ID de la Estación	Volumen de Tráfico (Vehículos/16h)		
	Dirección Oriente / Dirección Norte	Dirección Occidente / Dirección Sur	Total
EST-01	3,022	3,046	6,068
EST-02	4,580	4,382	8,962
EST-03	7,482	7,969	15,451
EST-04	10,003	11,791	21,794
EST-05	2,311	1,787	4,098
EST-06	12,884	8,661	21,545
EST-07	4,713	4,106	8,819
EST-08	2,141	2,129	4,270
EST-09	3,597	3,155	6,752
EST-10	4,736	4,415	9,151

Fuente: Equipo de Estudio JICA

(2) Composición de Vehículos durante 16 horas

La composición de Vehículos en el conteo manual del tráfico de cada estación es mostrada en la **Figura 5.2.1**. La composición de vehículos de carga es pequeña en la zona urbana, EST-04 y EST-06, esto se debe a que los volúmenes totales del tráfico en estas estaciones son relativamente grandes con los vehículos particulares.



Fuente: Equipo de Estudio JICA

Figura 5.2.1 Composición Vehicular por el conteo manual de tráfico.

(3) Transito Promedio Diario Anual (TPDA)

El *Transito Promedio Diario Anual (TPDA)*, o *Annual Average Daily Traffic (AADT)* en Ingles, Ha sido calculado por la siguiente ecuación;

$$TPDA_i = MTC_i \times f_{hj} \times f_{wj} \times f_m$$

Donde

TPDA_i = TPDA por tipo de vehículo i

MTC_i = Volumen de trafico por Conteo manual de vehículos de tipo i [vehículo/16 hrs]

f_{hj} = Factor de Conversión horario por vehículos de categoría j

f_{wj} = Factor de Conversión semanal por vehículos de categoría j

f_m = Factor de conversión mensual

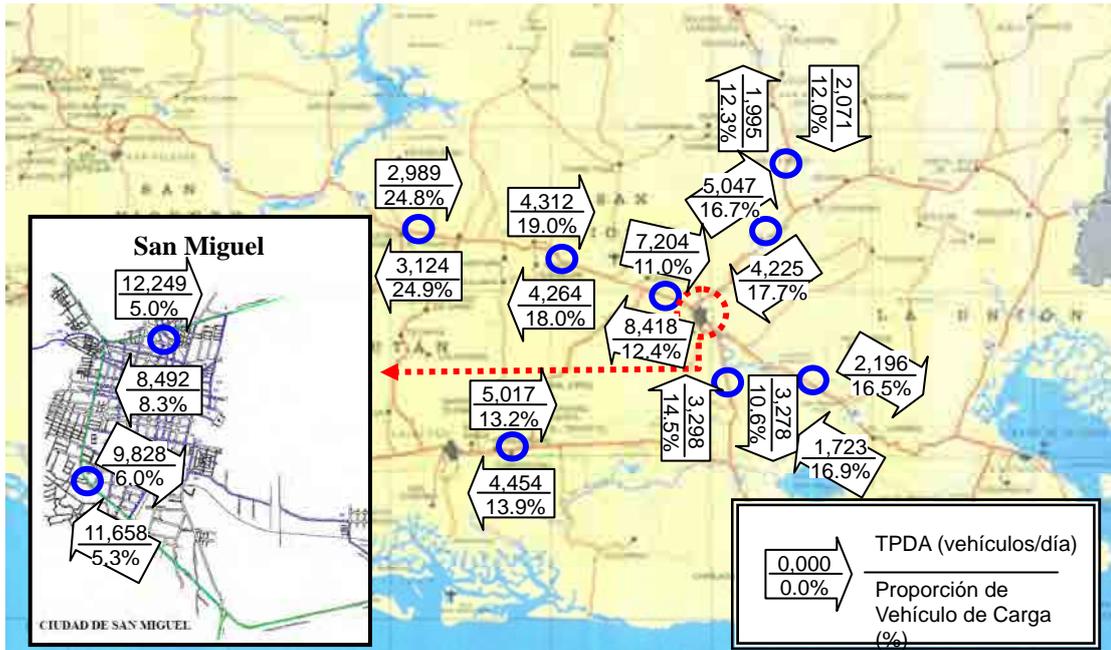
Los cálculos TPDA por cada estación son mostrados en el **Cuadro 5.2.2** y la **Figura 5.2.2**. La composición de los vehículos en la **Figura 5.2.3**.

Cuadro 5.2.2 El Transito Promedio Diario Anual (TPDA)

ID de la Estación	Transito Promedio Diario Anual (TPDA)		
	Dirección Oriente / Dirección Norte	Dirección Occidente / Dirección Sur	Total
EST-01	2,989	3,124	6,113
EST-02	4,310	4,270	8,580
EST-03	7,204	8,418	15,622
EST-04	9,828	11,658	21,486
EST-05	2,197	1,723	3,920

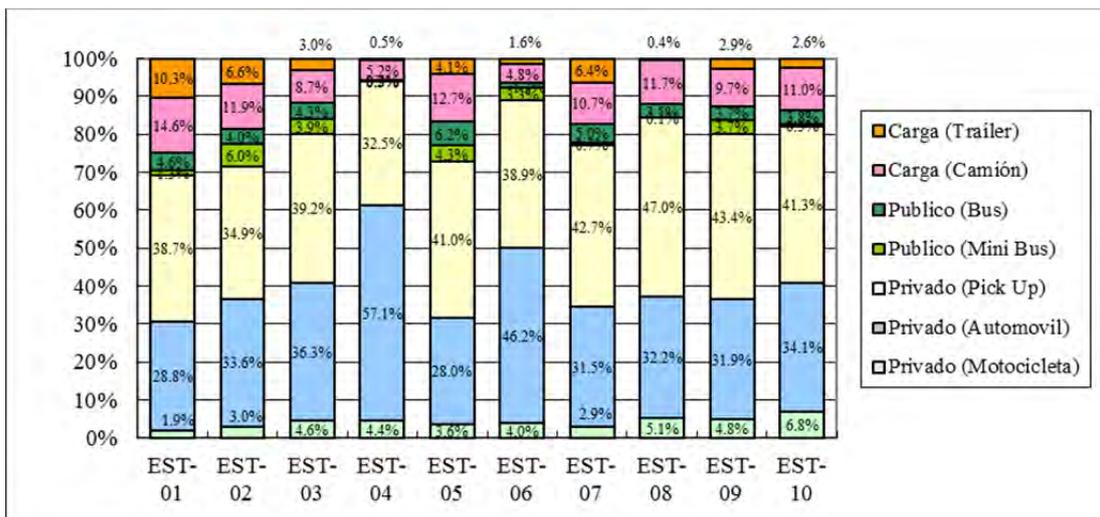
ID de la Estación	Transito Promedio Diario Anual (TPDA)		
	Dirección Oriente / Dirección Norte	Dirección Occidente / Dirección Sur	Total
EST-06	12,249	8,492	20,741
EST-07	5,047	4,228	9,275
EST-08	1,995	2,071	4,066
EST-09	3,298	3,278	6,576
EST-10	5,017	4,456	9,473

Fuente: Equipo de Estudio JICA



Fuente: Equipo de Estudio JICA

Figura 5.2.2 Transito Promedio diario anual (TPDA)



Fuente: equipo de estudio JICA

Figura 5.2.3 Composición vehicular para TPDA

(4) Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) en unidad vehicular de pasajero (PCU)

El Cuadro 5.2.3 muestra el equivalente de pasajeros por vehículos (PCE) por cada modalidad de tráfico en el estudio, y la TPDA en PCU se muestra en el Cuadro 5.2.4 and Figura 5.2.4. La composición de los vehículos en PCU se muestra en Figura 5.2.5.

Cuadro 5.2.3 El equivalente de pasajero por vehículo

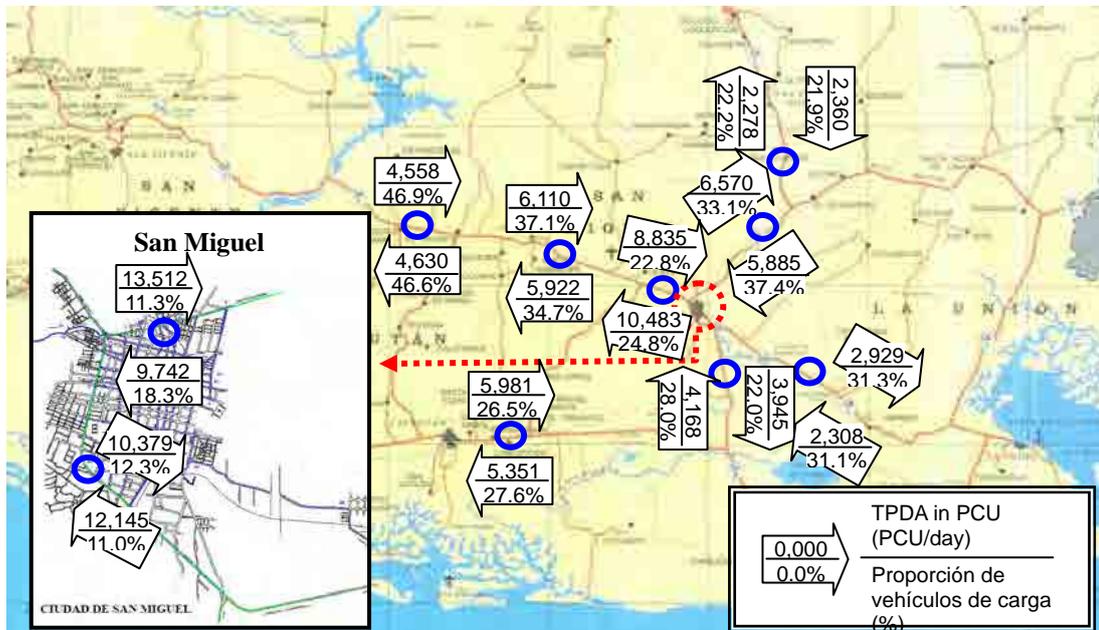
	Personal (Moto)	Personal (Auto)	Personal (Pick-Up)	Transporte Público (Minibús)	Transporte Público (Bus)	Carga (Camión)	Carga (Furgón)
EVP	0.5	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	4.0

Fuente: Equipo de estudio JICA

Cuadro 5.2.4 Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) en unidad de pasajero por vehículo (PCU)

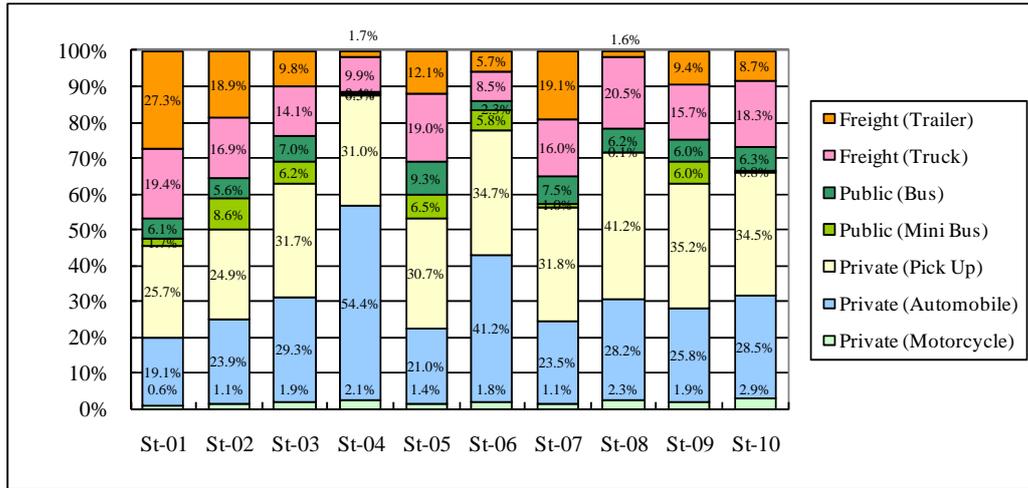
ID de la Estación	TPDA en UVP		
	Dirección Oriente / Dirección Norte	Dirección Occidente / Dirección Sur	Total
EST-01	4,558	4,630	9,188
EST-02	6,110	5,922	12,032
EST-03	8,835	10,483	19,318
EST-04	10,379	12,145	22,524
EST-05	2,929	2,308	5,237
EST-06	13,512	9,742	23,254
EST-07	6,570	5,885	12,455
EST-08	2,278	2,360	4,638
EST-09	4,168	3,945	8,113
EST-10	5,981	5,351	11,332

Fuente: Equipo de Estudio JICA



Fuente: Equipo de Estudio JICA

Figura 5.2.4 Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) en Unidad Vehicular de Pasajeros (UVP)



Fuente: Equipo de Estudio JICA

Figura 5.2.5 La composición de Vehículos para TPDA en PCU

5.2.2 Información del viaje

(1) Tasa del Muestreo

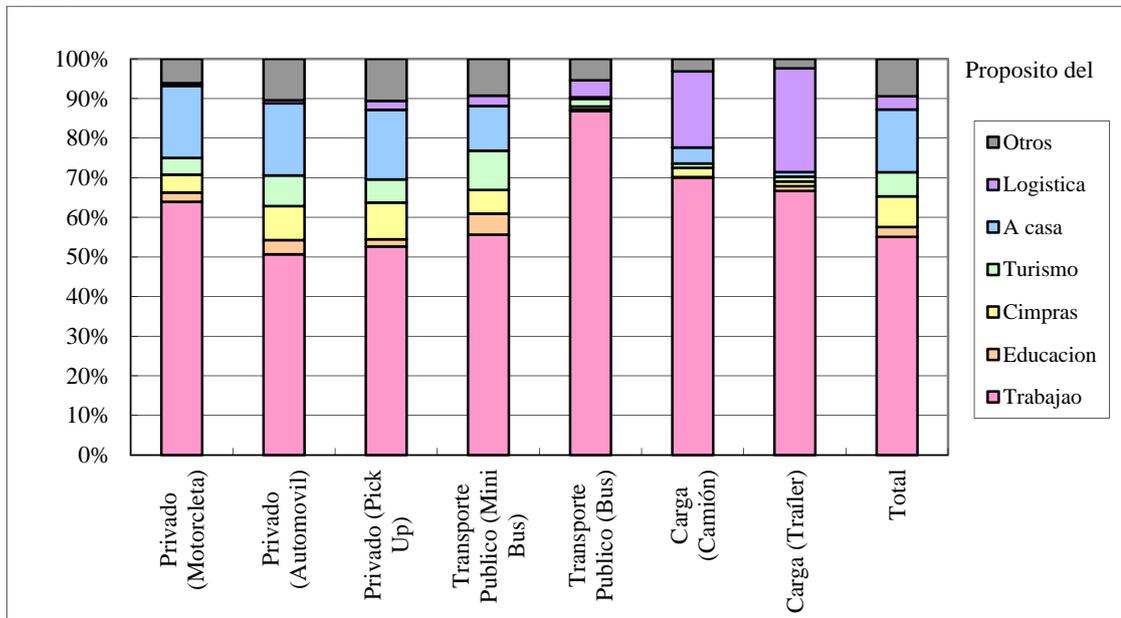
La información del viaje a lo largo del estudio de carreteras fue analizada del resultado de Origen – Destino (OD) estudio por medio de entrevistas. En total al tasa de muestreo fue de 8.7%.

(2) Origen y Destino

Información del viaje origen y destino en resumen en el siguiente capítulo.

(3) Propósito del viaje

El propósito del viaje se resume en **Figura 5.2.6**.



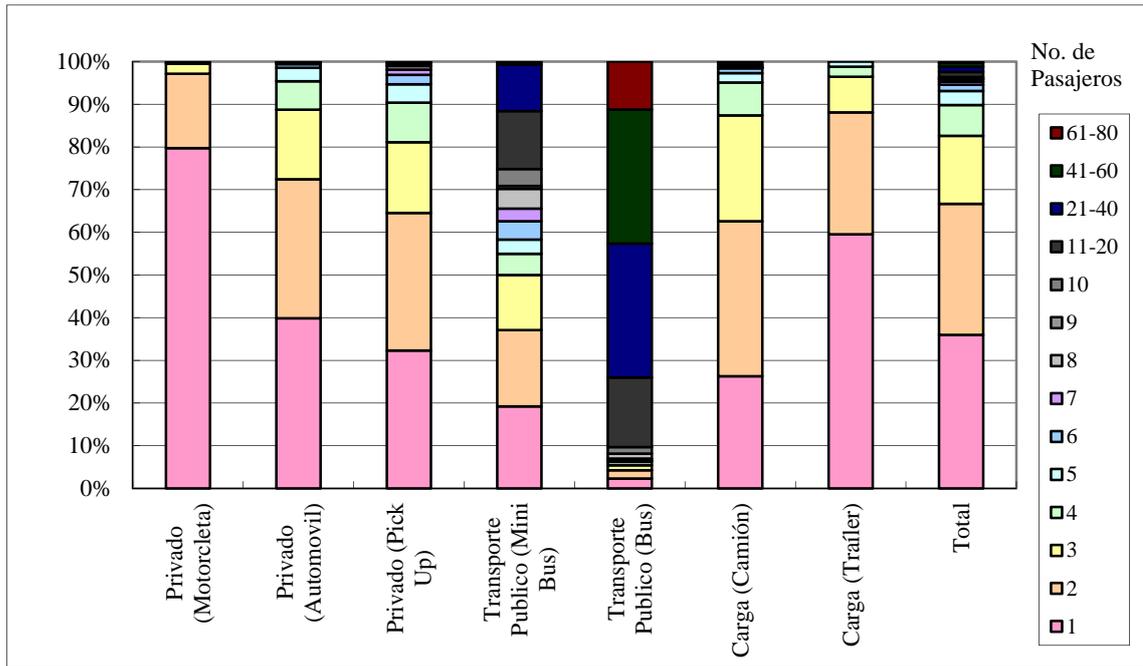
Fuente: Equipo de Estudio JICA

Figura 5.2.6 Propósito del viaje

(4) Numero de Pasajeros

El número de pasajeros se resume en **Figura 5.2.7** y **Cuadro 5.2.5**. El número en promedio de los

pasajeros es 3.4 personas/ vehículos.



Fuente: Equipo de Estudio JICA

Figura 5.2.7 Número de pasajeros

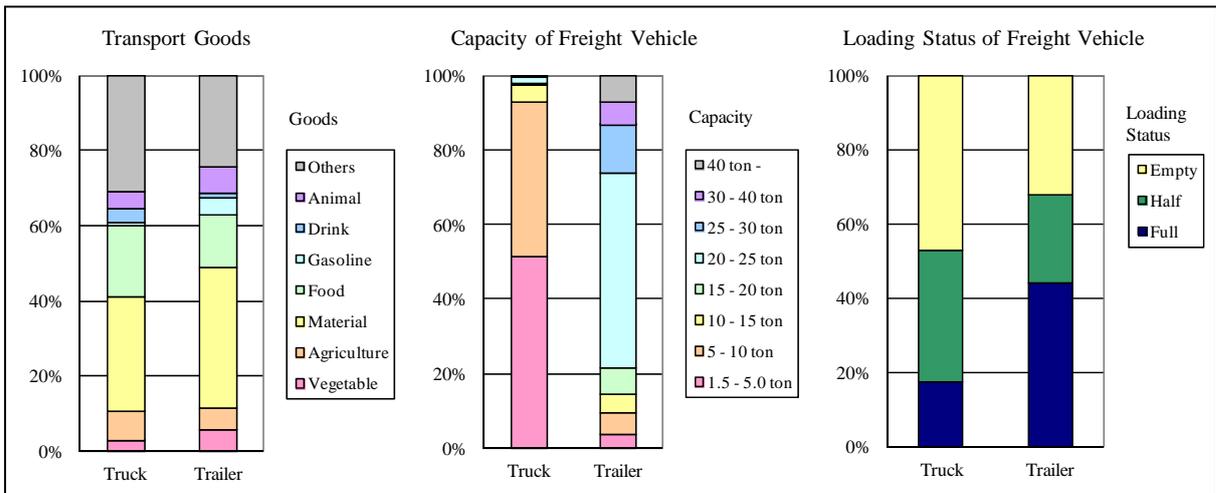
Cuadro 5.2.5 Numero promedio de pasajeros

	Personal (Motorcycle)	Personal (Automobile)	Personal (Pick Up)	Transporte público (Mini Bus)	Transporte público (Bus)	Carga (Camión)	Carga (Traíler)
Número promedio de pasajeros	1.24	2.07	2.46	8.08	37.13	2.40	1.57

Fuente: Equipo de Estudio JICA

(5) Transporte de Bienes

Los transportes de bienes se resumen en **Figura 5.2.8**. El promedio de la capacidad es 5.5 ton/camión y 22.4 ton/tráiler. Muchos de los vehículos de carga no se utilizan en su totalidad.



Fuente: Equipo de Estudio JICA

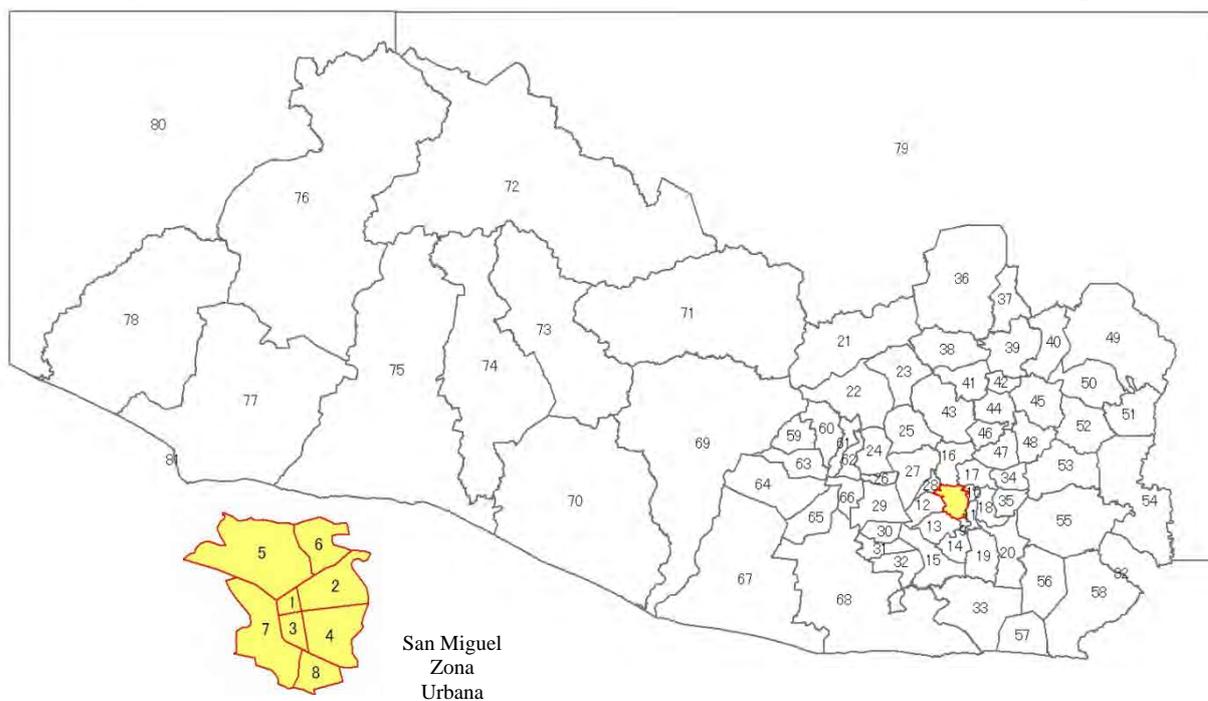
Figura 5.2.8 La situación de transporte de Bienes por lo vehículos de carga

CAPITULO 6 PRONOSTICO DE LA DEMANDA DE TRÁFICO

6.1 Reproducción de flujo actual del tráfico

6.1.1 Matriz OD Actual

A partir de los resultados de la entrevista OD, 82 áreas, incluyendo 8 áreas en la zona urbana de San Miguel, fueron definidas como la zona con mayor trafico, como se representa en **Figura 6.1.1**



Fuente Equipo de trabajo JICA

Figura 6.1.1 Mapa de zona de Trafico

El resumen de la matriz OD se muestra en **Cuadro 6.1.1**.

Cuadro 6.1.1 Resumen de la Matriz OD Actual (Todas las modalidades)

O \ D	Área urbana San Miguel	Municipio de San Miguel	Depart. de San Miguel	Depart. de Morazán	Depart. de La Unión	Depart. de Usulután	Otros departs.	Otros	Total
Área urbana de San Miguel	22,753	2,258	4,303	2,858	3,021	2,716	1,682	28	39,619
Municipio de San Miguel	2,754	315	172	233	152	192	117	0	3,935
Departamento de San Miguel	4,070	229	307	260	321	1,694	449	0	7,330
Departamento de Morazán	2,282	160	250	684	220	172	494	0	4,262
Departamento de La Unión	2,408	167	229	128	56	231	1,366	44	4,629
Departamento de Usulután	2,992	90	1,971	199	334	2,628	275	10	8,499
Otros departamentos	1,840	145	438	573	1,441	156	34	126	4,753
Otros	46	0	0	12	17	12	251	207	545
Total	39,145	3,364	7,670	4,947	5,562	7,801	4,668	415	73,572

Fuente: Equipo de Estudio JICA

6.1.2 Red Actual de Carreteras

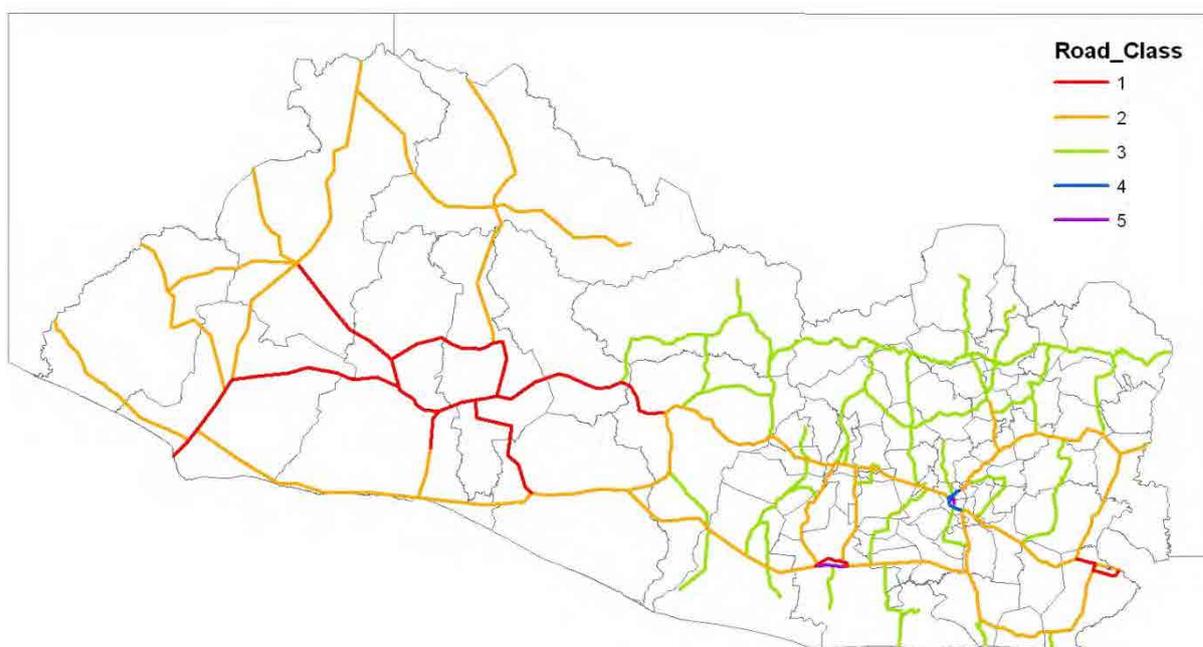
Los datos de la red de carreteras se prepararon en base a la condición actual de la misma. Las

carreteras principales que estarán principalmente relacionadas con el tráfico generado o que estarán siendo atraídas alrededor de San Miguel, se incluyeron en la red. El perfil de cada carretera de conexión se dio en base a su función, número de líneas, y otras condiciones. Todas las carreteras se clasificaron en cinco, según su perfil, como lo muestra el **Cuadro 6.1.2**. La red de carreteras desarrollada, se presenta en la **Figura 6.1.2**.

Cuadro 6.1.2 Clasificación de Carreteras de Conexión

Tipo de Carretera	Perfil actual de Carretera		Perfil Modelado	
	Tipo	Número de Carriles	Capacidad Máxima (PCU/día)	Velocidad Máxima (km/h)
1	Principal	4	54,300	80
2	Principal	2	21,800	80
3	Camino Rural	2	18,600	60
4	Área Urbana	4	43,400	60
5	Área Urbana	2	18,600	30

Fuente: Equipo de Estudio JICA



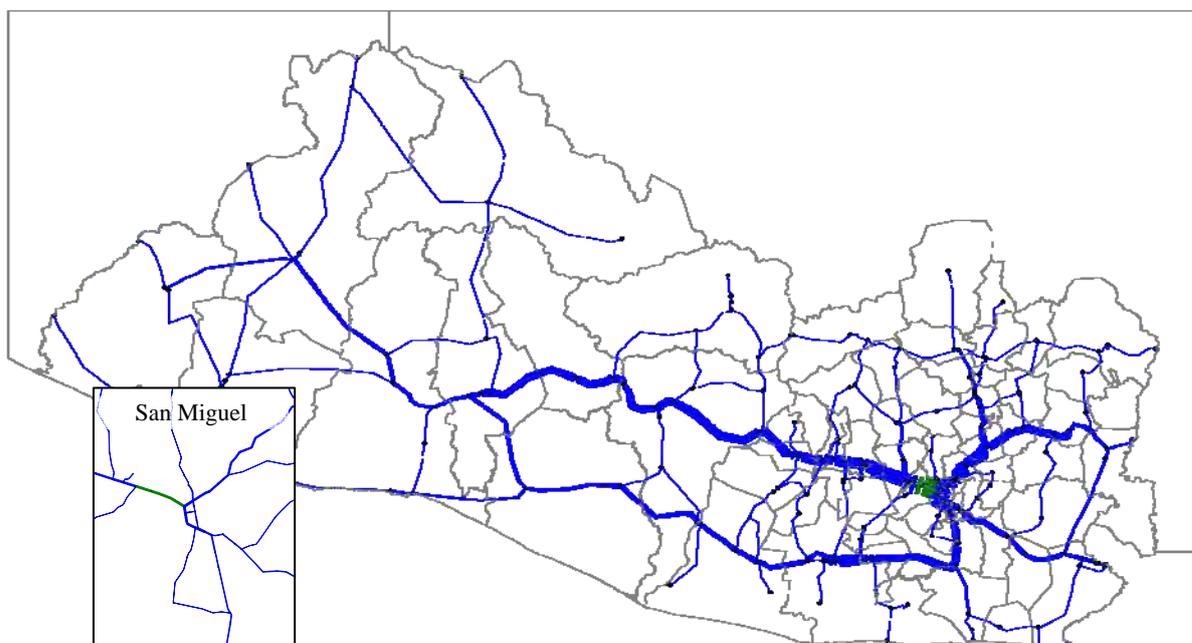
Fuente: Equipo de Estudio JICA

Figura 6.1.2 Red Actual de Carreteras

6.1.3 Reproducción de Flujo Actual de Tráfico

El resultado de la asignación de la condición actual de tráfico se muestra en la **Figura 6.1.3**. La leyenda para la figura es presentada en el **Cuadro 6.1.3**.

Se observó que la capacidad vial es suficiente para la mayoría de redes de carreteras actuales, excepto la red de carreteras del este de la zona urbana de San Miguel.



La leyenda es presentada en **Cuadro 6.1.3**

Fuente: Equipo de Estudio JICA

Figura 6.1.3 Resultado de Asignación de Trafico para el flujo de trafico Actual

Cuadro 6.1.3 Leyenda de las figuras de los resultado de Estudio de trafico

Color del enlace	Volumen de trafico (PCU) / Capacidad de la carretera (PCU)	Promedio de velocidad diaria / Enlace de velocidad Máxima	Velocidad en hora pico / Enlace de velocidad Máxima
Azul	Menos que el 100%	Mas que el 70%	Mas que el 10%
Verde	Mas que el 100% Menos que el 120%	Menos que el 70% y Mas que 60%	Menos que el 10%
Amarillo	Mas que el 120% y Menos que el 150%	Menos que el 60% y Mas que el 50%	Menos que el 10%
Rojo	Mas que el 150%	Menos que 50%	Menos que el 10%

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

6.2 Pronostico de demanda futuro

6.2.1 Matriz OD Futura

(1) Proyección de crecimiento de Tráfico

Para propósitos de planificación de carreteras, el MOP aplica una tasa de 3.5% para el crecimiento anual del volumen de tráfico para cada tipo de vehículo, esta se decide en base a la tendencia anterior. La misma tasa de crecimiento se utilizó en este estudio.

(2) Pronostico de Demanda del Puerto La Unión.

El tráfico orientado al Puerto se analizó por separado de la proyección de crecimiento de tráfico antes mencionado, esta proyección está basada en el volumen actual de tráfico, aunque el Puerto de La Unión actualmente no presenta un gran volumen de tráfico.

La Corporación Internacional de Finanzas (CIF) y la Comisión Ejecutiva Portuaria Autónoma de El Salvador (CEPA) han realizado el “Estudio de Demanda de Puertos en El Salvador” con fecha de febrero 2011, en la cual la cantidad de contenedores (TEUs), la carga seca a granel (ton) y su distribución regional ha sido pronosticada.

El pronóstico de demanda para el caso base de “Red de Transporte Mejorada” se tomó y convirtió en el número de vehículos.

(3) Matriz OD Futura

La matriz futura de OD se preparó como resultado del pronóstico normal de tráfico y del pronóstico de tráfico del puerto de La Unión. Las matrices estimadas de OD se resumen en el **Cuadro 6.2.1** para el año 2035.

Cuadro 6.2.1 Resumen de la Matriz OD (Todas las modalidades) en 2035

O \ D	Área urbana de San Miguel	Municipalidad de San Miguel	Departamento de San Miguel	Departamento de Morazán	Departamento de La Unión	Departamento de Usulután	Otros departamentos	Otros	Total
Área urbana de San Miguel	51,931	5,153	9,833	6,513	6,892	6,205	3,841	97	90,465
Municipalidad de San Miguel	6,287	718	389	530	349	441	266	0	8,980
Departamento de San Miguel	9,291	524	702	592	734	3,872	1,025	0	16,740
Departamento de Morazán	5,205	360	569	1,553	498	393	1,128	10	9,716
Departamento de La Unión	5,483	380	520	291	128	527	3,119	113	10,561
Departamento de Usulután	6,835	206	4,503	452	763	5,995	628	49	19,431
Otros departamentos	4,207	331	996	1,307	3,285	355	78	2,060	12,619
Otros	143	0	0	37	52	53	2,344	1,696	4,325
Total	89,382	7,672	17,512	11,275	12,701	17,841	12,429	4,025	172,837

Fuente: Equipo de Estudio JICA

6.2.2 Red Futura de Carreteras

Los datos de la red vial se revisaron en base al plan de construcción futura, especialmente para el plan que se espera influya en el flujo de tráfico alrededor de San Miguel. Recientemente se incluyó la Longitudinal del Norte de FOMILENIO. El Bypass de San Miguel fue definida en un principio iniciando la alineación desde la CA-01 al oeste de San Miguel (P2 en **Alineación Basemap**), pasa a través de la Ruta Militar (P3) y CA-01 en el Oriente (P4) y termina en la carretera de El Delirio (P5).

6.2.3 Pronóstico de Demanda de Tráfico Futuro

(1) Confirmación de la Importancia del Proyecto.

Como actividad inicial para la confirmación de la importancia del proyecto, la red de carreteras se preparó para los siguientes tres escenarios:

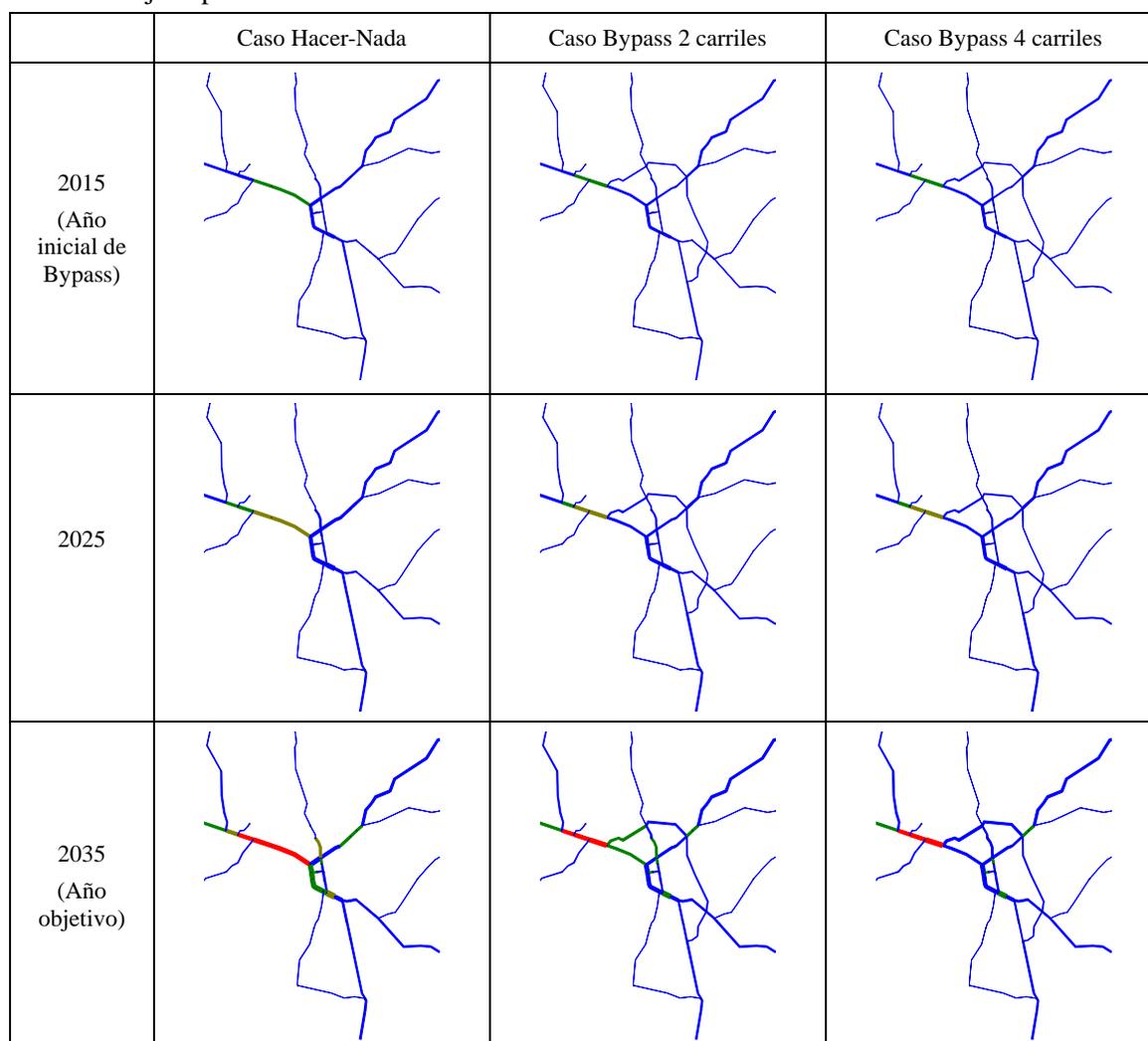
- Caso Hacer-Nada: Sin construcción de Bypass
- Caso Bypass 2 carriles: Construir un Bypass de 2 carriles
- Caso Bypass 4 carriles: Construir un Bypass de 4 carriles

Los resultados de la asignación son mostrados en la **Figura 6.2.1** y el **Cuadro 6.2.2**.

En caso de No Hacer Nada se observa que los enlaces de carretera en el área urbana de San Miguel se congestionan antes que los otros casos, y que la congestión resultante es mucho más grave en 2035, mientras que se reduce mucho en los casos de construcción de Bypass. Además la velocidad de viaje alrededor de San Miguel se vuelve muy lenta en el caso de No Hacer Nada. Los resultados indican la

necesidad de mejora de la red de carreteras y la importancia del proyecto de Bypass.

En el caso del Bypass de 2 carriles se espera que sea insuficiente en 2035, mientras que el caso del Bypass de 4 carriles es todavía suficiente. En consecuencia el Bypass de 4 carriles es considerado como la mejor opción.



La leyenda es presentada en **Cuadro 6.1.3**
Fuente: Equipo de Estudio JICA

Figura 6.2.1 Resultado de la Asignación de Trafico Con/Si Bypass

Cuadro 6.2.2 Velocidad de Vehículo Promedio alrededor de San Miguel con/sin Bypass

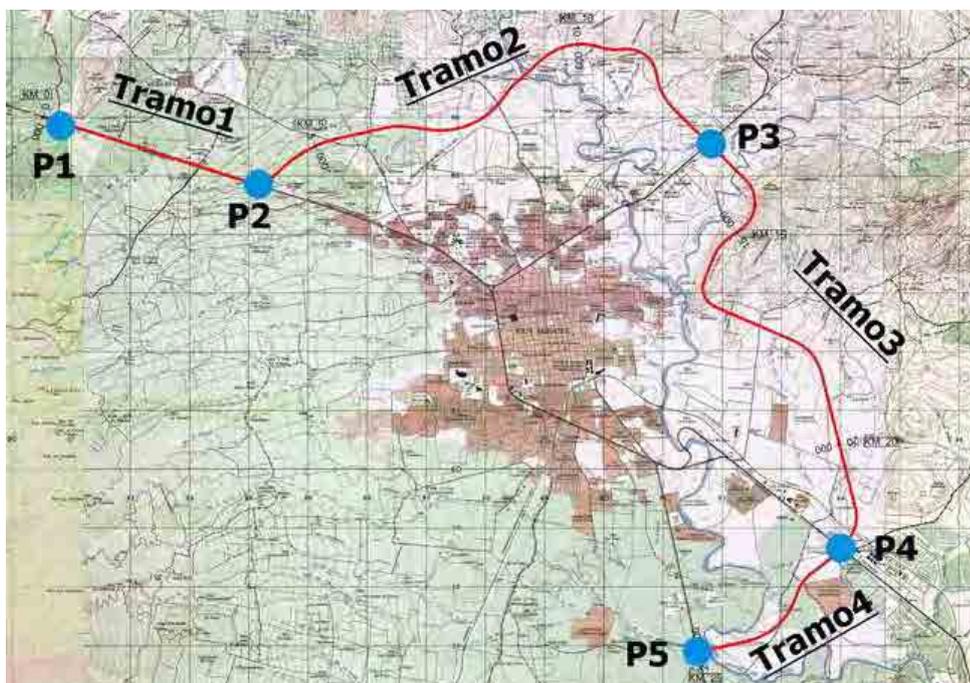
Año	Velocidad promedio diaria alrededor de San Miguel (km/h)		
	Caso hacer nada	Caso Bypass 2 carriles	Caso Bypass 4 carriles
2015	54.1	58.9	59.0
2020	51.3	56.6	56.7
2025	47.0	53.3	53.8
2030	42.1	49.5	50.8
2035	37.3	45.1	47.9

Fuente: Equipo de estudio JICA

(2) Examinación de Alcance de las Alternativas del Proyecto

De los resultados de Asignación inicial se muestran en **Figura 6.2.1**, Esto es evidente que los

vínculos de la carretera al oeste de San Miguel hasta la intersección hasta la carretera a Moncagua (P1 en **Figura 6.2.2**) se convierten en cuello de botella del flujo de tráfico a un corto plazo. Además, las secciones del lado oriente del Bypass (Sección 3 y Sección 4 en **Figura 6.2.2**) se estiman que no tienen mucho tráfico. Teniendo en cuenta estas observaciones, se examinaron varias combinaciones de preparación del camino a re-analizar el alcance del proyecto, como se muestra en el **Cuadro 6.2.3**.



Fuente: Equipo de Estudio JICA

Figura 6.2.2 División de Secciones para la examinación de alcances del proyecto

Cuadro 6.2.3 Comparación de Alternativas de Alcances del proyecto

Caso No.	Alcance del Proyecto	Longitud del proyecto (km)	Valores pronosticados en 2035				
			Relación entre capacidad de vol.		Velocidad promedio diaria (km/h)		Velocidad Promedio Diaria alrededor de San Miguel (km/h)
			Tramo1	Bypass	Tramo1	Bypass	
0	Hacer nada	0.00	1.49	-	39.42	-	37.3
1	Ampliación de Tramo 1 y Construcción de Bypass con 4 carriles en los tramos 2, 3 y 4	24.96	0.74	0.33	66.54	76.05	54.2
2	Ampliación de Tramo 1 y Construcción de Bypass con 4 carriles en los tramos 2, 3 y 2 carriles en tramo 4	24.96	0.74	0.39	66.54	76.05	54.2
3	Ampliación de Tramo 1 y Construcción de Bypass con 4 carriles en los tramos 2 y 3	21.76	0.74	0.40	66.65	76.23	53.5
4	Ampliación de Tramo 1 y Construcción de Bypass con 4 carriles en los tramo 2 y 2 carriles en tramos 3 y 4	24.96	0.74	0.48	66.60	75.63	54.0
5	Ampliación de Tramo 1 y Construcción de Bypass con 4 carriles en los tramo 2, y 2 carriles en tramo 3	21.76	0.74	0.49	66.65	75.88	53.4

Fuente: Equipo de Estudio JICA

El **Cuadro 6.2.3** muestra una pequeña diferencia entre los casos con el Bypass. Exención de

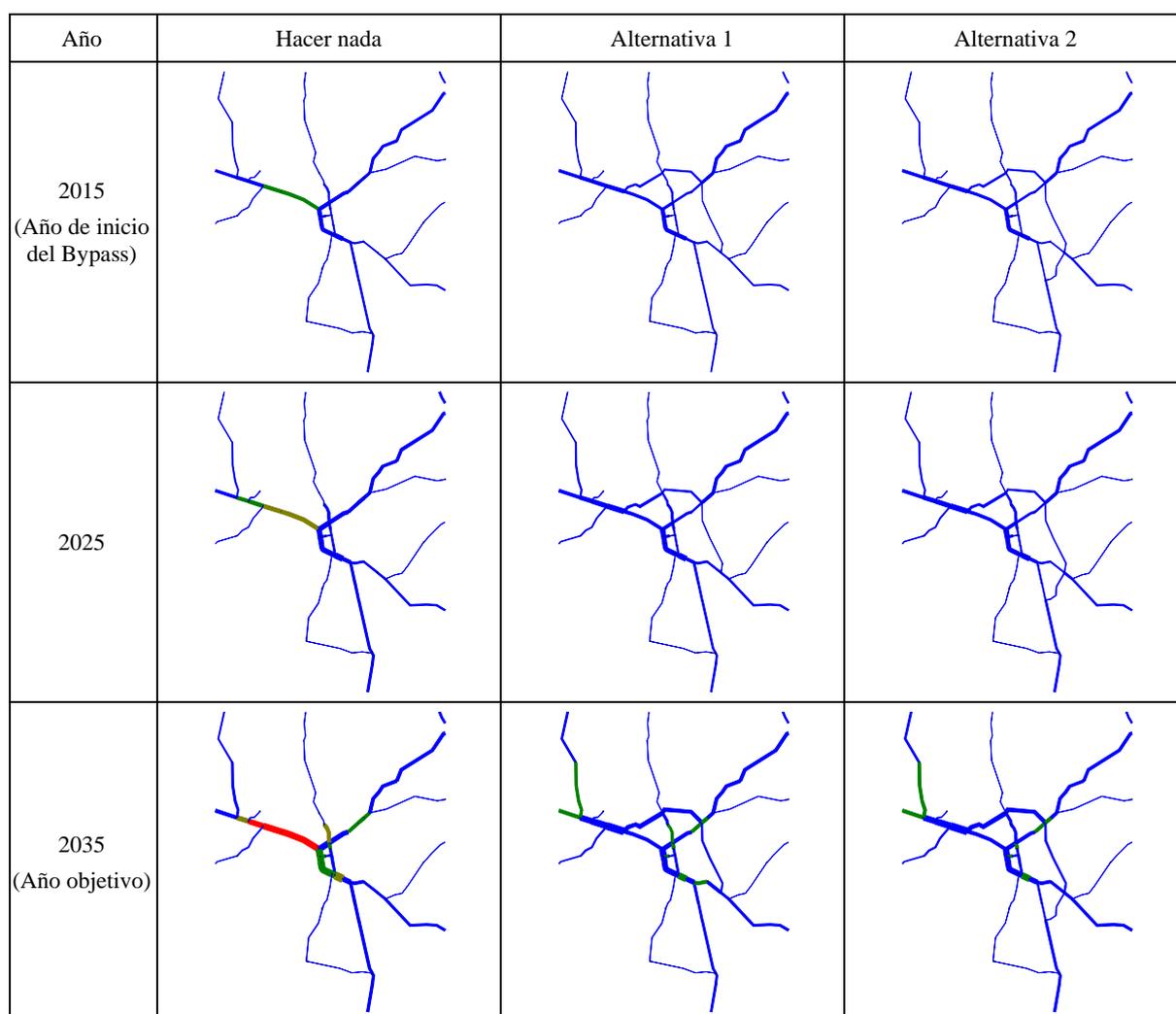
Bypass en tramo 4 no mejora mucho el flujo de tráfico real a comparando con los casos no incluidos en Bypass.

Considerando los aspectos de una carretera segura como se discute en el **capítulo 4 ítem 4.3** y la relación con el plan para la ampliación de CA1 de 2 carriles a 4, El Bypass es básicamente recomendado para tener 4 carriles. Sin embargo, con el flujo de tráfico estimado y el nivel de alineamiento del tramo 4, Esta sección es recomendada ser degradada.

En secuencia, Los siguientes casos fueron juzgados para ser los ámbitos de las alternativas del proyecto.

- Alternativa 1 (Caso 3 en el **Cuadro 6.2.3**): Ampliación del tramo 1 y la construcción del Bypass de 4 carriles en los tramos 2 y 3.
- Alternativa 2 (Caso 2 en el **Cuadro 6.2.3**): Ampliación del tramo 1 y la construcción del bypass con 4 carriles en el tramo 2 y 3 y con 2 carriles en el tramo 4

Los resultados de la asignación par alas 2 alternativas se muestran en la **Figura 6.2.3**.



La leyenda es presentada en el **Cuadro 6.1.3**

Fuente: Equipo de Estudio JICA

Figura 6.2.3 Resultado de Asignación de Trafico para las alternativas

CAPÍTULO 7 CONDICIONES DE AREA DEL PROYECTO

7.1 Meteorología

El Salvador se localiza en un clima tropical, con dos estaciones en el año, estas son la lluviosa y la seca; durante las cuales existen marcadas variaciones de precipitación. La estación lluviosa se presenta en el verano atmosférico del Hemisferio Norte, entre mediados de mayo a mediados de Octubre. La estación seca está comprendida entre mediados de noviembre a mediados de abril. Se consideran estadísticamente dos períodos en transición la seca-lluviosa, que presenta entre mediados de abril y mediados de mayo; y la lluviosa-seca de mediados de octubre a mediados de noviembre¹.

El recorrido del proyecto presenta elevaciones entre 79 y 286 msnm, por lo que se ubica en la zona climática de **Sabana Tropical Caliente ó Tierra Caliente**, (0 – 800 msnm) según Koppen, Sapper y Lauer.

7.1.1 Precipitación

Cuadro 7.1.1 muestra el registro de la precipitación por año. El rango de precipitación en la Estación El Papalón es de 1,300 a 1,500 mm anual.

Cuadro 7.1.1 Precipitación en la Estación El Papalón (Promedio Años 1960 al 2010)

Año/Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
PROMEDIO 1960-2010 (mm)	0.8	1.2	4.0	26.1	183.9	254.2	205.4	245.5	315.9	204.6	51.6	5.5	1445.43

Fuente: SNET

7.1.2 Temperatura

En los registros de la Estación El Papalón en la zona ocurren temperaturas extremas entre 33.2° y 38.2° C, presentándose las más altas temperaturas en los meses de febrero y marzo.

Cuadro 7.1.2 Temperaturas de la Estación El Papalón, San Miguel.

Month/ Temperature °C	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Minimum	17.7	18.3	20.1	22.1	23.0	22.5	21.8	21.9	22.0	21.6	20.0	18.2
Average	27.3	28.1	29.1	29.8	29.0	27.9	28.0	27.8	26.8	27.0	27.0	27.9
Maximum	36.7	37.6	38.2	38.2	36.0	34.1	34.8	34.5	33.2	34.2	35.6	35.5

Fuente: SNET

7.1.3 Vientos

A lo largo del año los promedios de velocidad del viento son bastante bajos y varían de 1.1 a 1.6 puntos en la escala de Beaufort; la cuál define entre las características de este rango se menciona que la velocidad promedio del viento va de 2 a 5 km/h. Este tipo de viento se denomina **Ventolina** y en el mar produce pequeñas olas, pero sin espuma, mientras en tierra su manifestación es que el humo indica la dirección del viento. La dirección predominante del viento es del sur.

¹ Ministerio de Economía, "Atlas de El Salvador".

7.1.4 Luz solar

La zona donde está ubicado el proyecto percibe entre 8 y 9 horas diarias de luz solar, lo cual se considera un promedio alto, en comparación a algunas zonas del país donde se reciben solamente 6.5 horas/ día (Zona norte, del Departamento de Morazán).

Específicamente en la estación de El Papalón, los promedios van desde 6.9 hasta 9.1 horas/día.

7.2 Descripción de condiciones topográficas

En **Cuadro 7.2.1**, se describen las condiciones topográficas de las Áreas de Influencia Directa e Indirecta por secciones, resultando del levantamiento topográfico y con los resultados de las visitas de campo. Las secciones se segregan de acuerdo a las condiciones topográficas similares.

Cuadro 7.2.1 Descripción de la Topografía por Secciones

ESTACIONES	DESCRIPCIÓN
<p>0+000 a 3+910</p> 	<p>La presencia de la carretera panamericana (CA-1) que se ampliará en este tramo define la topografía del área que presenta una pendiente del 1.77% casi constante en su recorrido bajando de poniente a oriente, desde la elevación de 279 a 210 msnm. En casi todo el recorrido de este tramo en el costado sur, los terrenos se encuentran por arriba del nivel de calle y en el costado norte se encuentran abajo del nivel de calle; en la mayor parte de terrenos la diferencia de nivel es menor a 1 m de altura, dando la apariencia de ser casi plano.</p> <p>Entre las estaciones 0+910 a 1+010 y entre las estaciones 3+710 a 3+910, la presencia de coladas de lavas hace que los terrenos se encuentren hasta 5 m por arriba de nivel de la calle. En las estaciones 2+060, 3+240 y 3+610 el trazo de la actual calle es cruzado por quebradas de invierno.</p>
<p>3+910 a 8+800</p> 	<p>El terreno es prácticamente plano, ondulado suave y ondulado, con pendientes entre 1.5% hasta el 8.3%. Las pendientes disminuyen a medida que se incrementan las estaciones.</p> <p>Existe una quebrada en la Estación 6+860.</p>
<p>8+800 a 9+000</p> 	<p>Cruce Río Grande: en el cruce del Río Grande, el paso del río hace que encontremos pendientes de hasta el 8%, sobre todo en los bordes del mismo. En la Ribera Occidental del río, se observa un acantilado con diferencia de 15 m de altura y en 50 metros de longitud horizontal. En la ribera oriental del río, el acantilado es de menor altura y la pendiente es menos pronunciada.</p>

<p>9+000 a 12+950</p> 	<p>Desde el cruce del Río Grande de San Miguel se asciende en la ladera de varias lomas: Las Mesas, El Manchón, Tincute, de Tacuazín y Costilla de Casa; por lo que se encuentran pendientes inclinadas. Las pendientes son pronunciadas en los puntos en donde corren quebradas. Después de la estación 9+050 el terreno asciende, de 100 msnm a la orilla del río hasta 170 msnm, bajando nuevamente hasta la estación 11+300 a 123 msnm donde el terreno es nuevamente plano.</p> <p>Desde la estación 12+100 se asciende a las lotificaciones cercanas a la Ruta Militar, en la zona de Hato Nuevo, hasta los 116 msnm.</p>
<p>12+950 a 13+750</p> 	<p>Acercándonos al río Taisihuat, la presencia del mismo modifica el relieve de la zona, de la carretera Ruta Militar se baja hacia el río, de la cota 110 msnm hasta el centro del río con la cota 90 msnm. Al acercarse al río las pendientes son más pronunciadas. Se encuentran pendientes del 8% al inicio, cerca del río pendientes del 46.9%, y pendientes del 12% al otro lado del río. En este tramo se tienen terrenos desde ondulados, ondulados suaves, hasta accidentados.</p>
<p>13+750 a 16+350</p> 	<p>En este tramo el proyecto cruza la ladera de las lomas Taisihuat y La Escondida, bajando al poniente. La mayor elevación es 185 msnm. Las pendientes predominantes varían del 12% al 30%, presentando terrenos alomados y quebrados. Se cruzan varias quebradas en este tramo.</p>
<p>16+350 a 19+300</p> 	<p>En esta zona predominan terrenos ondulados y alomados, con pendientes entre el 4.70% hasta 23.80%. Al inicio de la estación 16+350 los terrenos son planos a ondulados suaves, cerca de la estaciones 16+740 a 17+080 se pasa por una loma conocida como Nombre de Jesús; de la cota 95 msnm hasta la 135 msnm en el centro y vuelve a descender a la cota 100 msnm. A partir de este punto se tienen terrenos ondulados hasta la estación 18+100. Después se pasa un tramo ondulado suave con un pequeño tramo de 120 m de largo que asciende con una zona quebrada con pendiente promedio de 26.7%, hasta EST. 18+380.</p>
<p>19+300 a 24+880</p> 	<p>El resto del proyecto presenta terrenos planos y ondulados suaves, con pendientes tan suaves hasta del 0.8% a 3.2%. Este terreno plano y ondulado suave se ve interrumpido únicamente por el paso de ríos y quebradas, como se detalla:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Río El Papalón, Est 20+350, 20+580, 20+750 y 21+960, este último cerca del cruce con la carretera CA-1 hacia La Unión. • Río Grande de San Miguel, Estación 24+840.

Fuente: Equipo de Estudio JICA

7.3 Geología

7.3.1 Geología del Área Investigada

La mayor parte del área de estudio está constituida por materiales sedimentarios recientes, depósitos piroclásticos y lavas de composición ácida bastante meteorizadas y en partes con alteración hidrotermal. En la investigación geotécnica realizada se han encontrados depósitos aluviales, con variaciones de materiales retrabajados (epiclastitas) o tobas, así como sedimentos lacustres consolidados.

7.3.2 Sismicidad

De acuerdo a la zonificación sísmica de El Salvador, delimitado en zona I y zona II, el área del estudio se localiza en la primera de ellas. Según el Reglamento para la Seguridad Estructural de las Construcciones (1994), el coeficiente sísmico horizontal se considerará igual a 0.16 para la zona 1.

7.4 Hidrología

El proyecto Bypass de San Miguel está contenido en la cuenca del Río Grande de San Miguel el cual drena con una tendencia de Norte a Sur hasta desembocar en el Océano Pacífico. Al Río Grande de San Miguel drenan treinta Quebradas y 62 Ríos. Los afluentes más importantes del Río Grande de San Miguel son el río Taisihuat, río Guayabal y en menor importancia el río San Esteban.

Existen cuatro usos del suelo predominantes en la cuenca: Mosaico de Cultivos, Pastos y vegetación cubre la mayor parte de la cuenca, los otros tres son Pastos Naturales, Granos Básicos y Mosaico de Cultivos y Pastos.

En general la cuenca tiene una distribución predominante de pendientes entre 2 y 7%, en la parte baja de la cuenca. Mientras que las pendientes de la parte alta están por arriba de los 7%; predominando las pendientes de 15 a 30 %.

Se realizó una modelación hidráulica, para el cálculo de las obras de pasos ubicado sobre el Río Grande de San Miguel y el río Taisihuat. Se realizó una breve caracterización fisiográfica del área bajo estudio en las inmediaciones de ambos pasos, con el objeto de entender la dinámica fluvial del curso en la interacción con la obras (puentes).

Se obtuvieron los niveles máximos de agua y descarga para el período de retorno de 50 años y 100 años los resultados del análisis de dicho modelo se muestran en la **Cuadro 7.4.1**

El modelado hidráulico se realizó en una longitud de 500 metros en cada uno de los tramos estudiados basados en el estudio topográfico. Se muestran los resultados del análisis de cada ubicación en el **Cuadro 7.4.2, Cuadro 7.4.3 y Cuadro 7.4.4**

Cuadro 7.4.1 Caudales Máximos Esperados en ríos Grande de San Miguel y Taisihuat

Período de Retorno	Río Grande paso norte	Río Grande paso sur	Río Taisihuat
50 años	1,610.20 m ³	2,040.30 m ³	274.90 m ³
100 años	1,976.80 m ³	2,597.80 m ³	368.50 m ³

Fuente: Equipo de Estudio JICA

Cuadro 7.4.2 Resumen de resultados Paso Norte, Río Grande de San Miguel

Estación del Río	Años	Nivel del Agua (m)		Profundidad Máx. (m)	Velocidad (m/seg)	Área (m ²)	Ancho Sup. (T)
		Min	Max				
0+230	50	89.06	96.10	7.04	3.03	548.51	115.94
	100	89.06	97.05	7.99	3.13	662.32	122.03
0+240	50	89.26	96.15	6.89	2.89	569.75	117.84
	100	89.26	97.11	7.85	2.99	685.42	124.20

Fuente: Equipo de Estudio JICA

Cuadro 7.4.3 Resumen de Resultados Paso Sur, Río Grande de San Miguel

Estación del Río	Años	Nivel del Agua (m)		Profundidad Máx. (m)	Velocidad (m/seg)	Área (m ²)	Ancho Sup. (T)
		Min	Max				
0+210	50	72.41	84.04	11.63	1.94	1744.49	361.86
	100	72.41	85.59	13.18	1.98	2434.62	516.39
0+220	50	72.31	84.04	11.73	1.92	1755.53	635.50
	100	72.25	85.59	13.34	1.97	2433.21	506.11
0+230	50	72.25	84.09	11.84	1.93	1734.30	349.76
	100	72.25	85.59	13.34	1.99	2409.34	520.66

Fuente: Equipo de Estudio JICA

Cuadro 7.4.4 Resumen de Resultados Río Taisihuat

Estación del Río	Años	Nivel del Agua (m)		Profundidad Máx. (m)	Velocidad (m/seg)	Área (m ²)	Ancho Sup. (T)
		Min	Max				
0+240	50	89.52	93.62	4.10	2.27	126.95	71.98
	100	89.52	94.14	4.62	2.40	165.65	75.13
0+250	50	89.66	93.61	3.95	2.54	124.25	74.22
	100	89.66	94.13	4.47	2.71	163.65	77.21

Fuente: Equipo de Estudio JIC

CAPÍTULO 8. DISEÑO PRELIMINAR DEL BYPASS

8.1 Diseño de Carretera

8.1.1 Políticas de Diseño

Para el diseño del bypass, el Equipo de Estudio de JICA aplicó las siguientes políticas y criterios básicos:

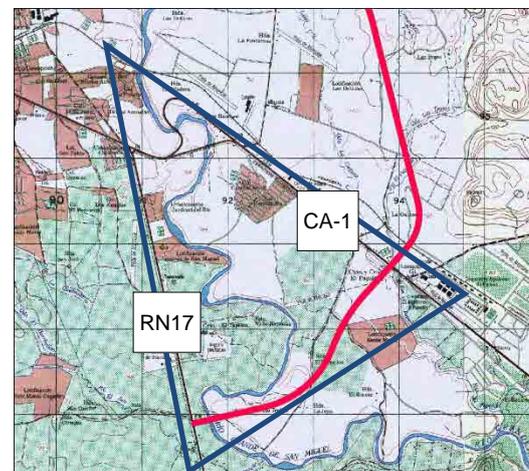
- 1) Establecer la ruta para satisfacer los requerimientos de los estándares propuestos de diseño geométrico;
- 2) Evitar en lo posible las áreas densamente pobladas para minimizar la reubicación;
- 3) Evitar en lo posible los sitios de equipamiento público como Iglesias, hospitales, escuelas, mercados públicos, cementerios, sitios de acopio de desechos e instalaciones militares;
- 4) Establecer una alineación vertical que pueda mantener conexiones suaves en el cruce con caminos existentes tanto como sea posible;
- 5) Evitar tanto como sea posible el trazo de la ruta en las ubicaciones de severas condiciones topográficas teniendo en cuenta que el bypass va a ser utilizado por transporte de carga;
- 6) Establecer la alineación de la ruta para minimizar la generación de estructuras como puentes y viaductos, alcantarillas y altos muros de contención;
- 7) Diseño del alineamiento de la ruta con menores movimientos de tierras, volúmenes de corte y relleno.

8.1.2 Consideraciones de Inundación en el Diseño

Como se describió en el capítulo 7, el daño por inundaciones en San Miguel se observó en las riveras del Río Grande de San Miguel. Cabe señalar que especialmente el área de tierras bajas rodeadas por la CA-1 y RN17 es una zona que sufre inundaciones frecuentemente debido a desbordamiento del Río Grande.

Excepto lo los sitios en los que se cruza el río, el alineamiento del proyecto pasa por sitios elevados por encima del nivel del Río Grande. Por lo tanto, se cree que la construcción del Bypass de San Miguel no aumentará el riesgo de inundación de la zona del proyecto, sin embargo, tampoco se crearán contramedidas para reducir o eliminar el riesgo de inundación debido a la construcción del bypass.

El Bypass de San Miguel comienza desde la CA-1, en el lado occidental de la ciudad de San Miguel, cruza con CA-7 (Ruta Militar), y continúa hasta la CA-1 que conduce a La Unión, en el sudeste de la ciudad. A continuación, se propone finalizar el bypass hasta la RN17 atravesando la zona de tierras bajas.



Fuente: Equipo de Estudio JICA

Figura 8.1.1 Triángulo formado con la CA-1, RN17 y el bypass

Esta geometría del bypass forma la línea base de un triángulo junto a la CA-1 y RN17 que encierran las tierras bajas que sufrieron inundaciones, como se muestra en la **Figura 8.1.1**

Si el tipo de relleno se aplica a cualquier parte de esta sección del bypass, este se convertirá en un dique durante las inundaciones, obstaculizando un flujo libre hacia las tierras bajas y podría aumentar los daños de inundación. Por esto se recomienda enfáticamente aplicar una estructura del tipo viaducto a esta sección, de CA-1 a RN17.

8.1.3 Criterios de Diseño para el Diseño de Carretera

El diseño preliminar del Bypass de San Miguel se llevó a cabo en la ruta seleccionada. Se muestran los criterios de diseño propuestos para el proyecto en **Cuadro 8.1.1**. Se establecieron los criterios basados en el manual de SIECA, Ley de Carreteras y Caminos Vecinales de El Salvador, 1969, revisada en 1992) y los reglamentos de VMOP. La sección típica transversal establecido en el proyecto Mesoamérica también se tuvo en cuenta. Los manuales AASHTO (Estados Unidos) y japoneses fueron usados como referencia para aquellos casos en donde los otros manuales no cubren determinados detalles. Para el diseño del puente, fueron ser utilizados AASHTO LRFD, según lo especificado por VMOP.

Cuadro 8.1.1 Criterios aplicables para el diseño geométrico de la carretera

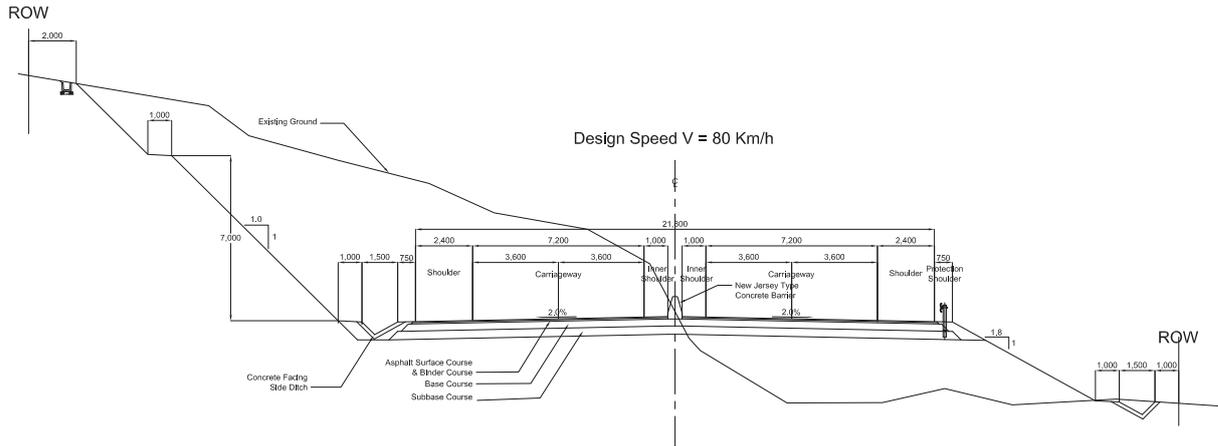
Elementos	Proposición	VMOP/SIECA	AASHTO para referencia
Clasificación	Carretera Principal Rural	Especial (4 Carriles)	Carretera Rural y Urbana
Condiciones del Terreno	Plano/ Ondulado	Plano / Ondulado	-
Velocidad de Diseño (km/h)	80	110/90/70	60-120 100-120 km/h (Plano) 80-100 km/h (ondulado) 60-80 km/h (montañoso)
Número de carriles	4	4	Determinado por el volumen, nivel de servicio y capacidad
Pendiente transversal normal (%)	2.0	1.5 - 3.0	Índice aceptado de pendiente transversa para tipo-alto vías de dos carriles 1.5 a 2.0
Súper elevación Máxima (%)	10	10.	4, 6, 8, 10 y 12%
Radio de curva Mínima (absoluta) (m)	252 (e=6%)	195-560 (e=6%)	210 252 (e=10%) (e=6%)
Longitud mínima de la curva horizontal (m) Longitud Mínima Longitud Mínima deseable	240 480	no especificado No especificado	3 Veces la velocidad de diseño 6 Veces la Velocidad de diseño
Pendiente Longitudinal Máxima (%) Plano Ondulado Montañoso	4 5 7	6	4 5 7
Mínimo de valor K por curva vertical Convexo Cóncava	26 30	No especificado No especificado	26 30
Longitud de paradas mínima (m)	48	No especificado	0.6 Veces la Velocidad de Diseño, $L_{min} = 0.6V$, donde v está en km/h y L en m.
Ancho de Rodadura (m)	3.60	3.60	3.60 para arterias divididas
Ancho de Hombros (m) externo interno	2.4 1.0	1.8 - 2.5 1.0 - 1.5	Al menos 2.4 m para arterias divididas 1.2
Longitud Mínima de Visibilidad (m) Parando pasando	130 ---	110 - 245 480 - 670	130 540

			para carretera de dos-carriles
Límites de claro vertical (m)	5.1	No especificado	4.9 m (16 pies), más un extra para futuros recarpeteos
Diseño Vehicular	WB-20	WB-20	Variado

Fuente: Equipo de Estudio JICA

8.1.4 Sección Transversal Típica

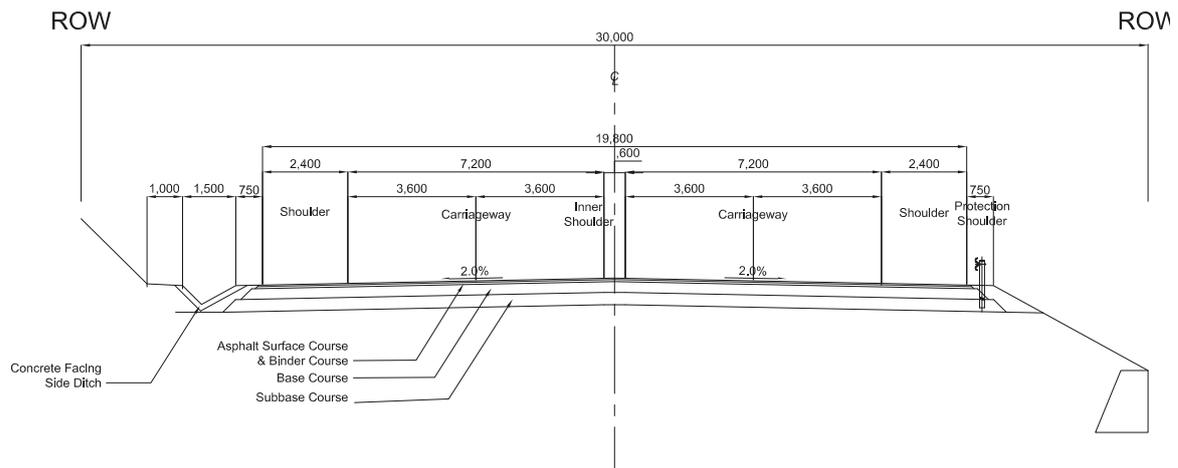
Se han celebrado conversaciones y consideraciones entre el VMOP y el Equipo de Estudio JICA, para determinar la sección transversal típica a emplearse. La **Figura 8.1.2** muestra dos opciones preparadas para el Proyecto con la mediana Tipo New Jersey.



Fuente: Equipo de Estudio JICA

Figura 8.1.2 Propuestas de Secciones Transversales Típicas

Para la sección de ampliación de la CA-1, se emplea una sección transversal diferente, como se muestra en la **Figura 8.1.3**, para evitar la adquisición de tierra adicional de los 30 m actuales de derecho de vía.



Fuente: Equipo de Estudio JICA

Figura 8.1.3 Propuesta de Sección Transversal Típica para ampliación de CA-1

8.1.5 Controles de Diseño

La topografía de la zona del proyecto cuenta con las características del terreno ondulado, resultantes de procesos activos volcánicos, sísmicos y erosivos, que no sólo incluyen cañones estrechos y profundos en forma de v y barrancos, áreas de rocas volcánicas, empinadas laderas y numerosos

arroyos y esporádicas llanuras fluviales. En algunos tramos de la ruta, debido al terreno ondulado se inducen restricciones a la selección de la alineación que debe cumplir el requisito de conformidad con la velocidad de diseño de 80 km/h. Además de las condiciones topográficas, los controles de diseño más importantes a lo largo del corredor de proyecto identificado a través de las encuestas de campo se reflejaron en el diseño de la alineación.

Los controles de diseño principales aparecen en el **Cuadro 8.1.2**.

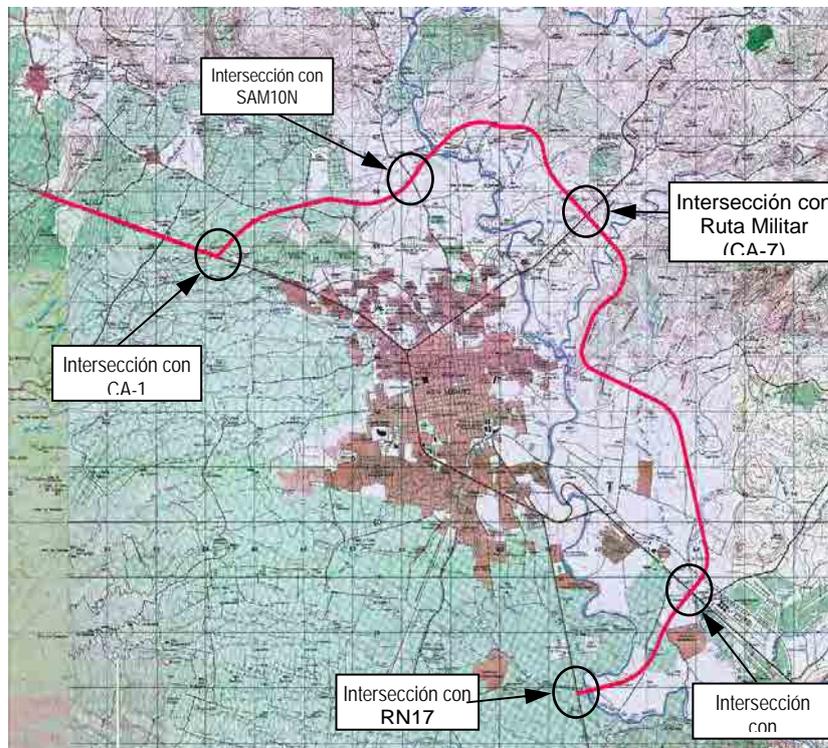
Cuadro 8.1.2 Controles de Diseño

Categorías	Medidas	Comentarios
Intersecciones con carreteras principales (CA-1, CA-7 and RN17)	Flujo seguro del tráfico adecuados en las intersecciones.	Basado en capacidad de análisis en el pronóstico de demanda
Cruce con ríos principales (Río Grande de San Miguel y Taisihuat)	Puentes	Se toman en consideración los estudios hidrológicos, geotécnicos y topográficos.
Cruce con quebradas y cruces hidráulicos menores	Bóvedas, cajas y tuberías	Tomando en cuenta el estudio hidrológico para determinar la dimensión de las estructuras
Intersecciones con caminos existentes	Pasos a desnivel	Tomando en cuenta las dimensiones requeridas de acuerdo al tipo de carretera. La longitud mínima de la estructura transversal por el bypass es de 20m; Por lo que un diámetro mínimo de 1.0m se recomienda para facilitar el mantenimiento.
Estructuras Complementarias	Protección de taludes, trabajo de drenaje superficial, muros de contención, etc.	

Fuente: Equipo de Estudio JICA

8.2 Diseño de Intersecciones

Existen cinco intersecciones principales en el Proyecto como se muestra en la **Figura 8.2.1**



Fuente: Equipo de Estudio JICA

Figura 8.2.1 Mapa de Ubicación de 5 (cinco) intersecciones principales

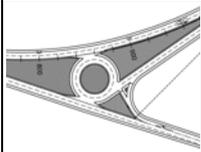
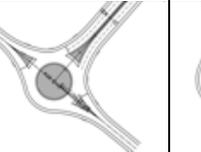
8.2.1 Tipo de Intersección

Existen diferentes tipos de intersecciones: a nivel o a desnivel con las interconexiones. En este proyecto se establece que las intersecciones a desnivel sin conexión con el bypass, se construirán en donde la ruta cruza con carreteras secundarias. Para las principales intersecciones, se empleará a nivel o intersección a desnivel con intercambiadores. Cualquier cruce (transición desde la carretera principal a los demás sin necesidad de reducir la velocidad) no se considera, debido al espacio limitado en la intersección y el costo de la construcción. Desde el punto de vista de la demanda, se confirma que las intersecciones a nivel son adecuadas para cubrir la demanda esperada en 2035.

Para seleccionar un tipo de intersección, se considera el tipo redondel que muy frecuentemente se aplican incluso en carreteras nacionales. Algunos ejemplos de esas intersecciones pueden ser incluidos en El Delirio (CA-2 y RN17), Bypass de Usulután, RN17 con CA-1 en la entrada de San Miguel y la intersección entre la CA-1 y CA-7 en Pasaquina, en la carretera hacia la frontera con Honduras. A fin de mantener las características similares de la carretera, se enfatizó en la aplicación de las intersecciones tipo redondel en la medida de lo posible.

8.2.2 Diseño de Intersecciones Principales

De la armonización del punto de vista y la capacidad de análisis de intersecciones tipo redondel para satisfacer la demanda en el año 2035, se concluye que las cinco intersecciones pueden construirse como redondeles a nivel de doble carril. **Figura 8.2.2** muestra el resumen de las intersecciones diseñadas. Como se indica en la nota en la figura, intersecciones a desnivel grado pueden ser preferibles en El Obrajuelo (EST. 3+860), Hato Nuevo (EST.13+070) y El Papalón (21+870) debido a la relativamente el volumen de tráfico.

Localización de Intersecciones					
Nombre Intersección	El Obrajero	SAM10n	Hato Nuevo	El Papalón	(RN17)
Tipo	Rotonda	Rotonda	Rotonda	Rotonda	Rotonda
Estación	3+860	8+240	13+070	21+870	25+020
Conectado con	CA-1	SAM10n	CA-7	CA-1	RN17
Diseño de velocidad	40km	40km	40km	40km	40km
Nota	Un grado separado de la rampa envolvente puede ser necesaria		La combinación con un viaducto es posible	El Intercambiador con Rotonda, si la sección 4 es construida	

Fuente: Equipo de Estudio JICA

Figura 8.2.2 Mapa Esquemático de Cinco Intersecciones Principales

8.3 Diseño Preliminar de Pavimento

8.3.1 Criterios de Diseño

La ruta estudiada se dividió en 5 tramos con motivo de optimizar la composición del pavimento de acuerdo al estimado CESE (carga por eje simple equivalente) generada a partir de la demanda de tráfico futuro.

Cuadro 8.3.1 Definición de Secciones para Diseño de Pavimento

Tramo en el estudio	Tramo 1	Tramo 2		Tramo 3	Tramo 4
Tramo en el diseño del pavimento	Tramo 1	Tramo 2-1	Tramo 2-2	Tramo 3	Tramo 4
Descripción	Tramo de ampliación CA-1	BP a SAM10N	SAM10N a CA-7	CA-7 a CA-1	CA-1 a RN17 EP
Longitud (km)	3.9	4.4	4.8	8.8	3.1

Fuente: Equipo de Estudio JICA

El diseño se llevó a cabo aplicando la Guía AASHTO para el diseño de estructuras de pavimento, 1993. Los parámetros de diseño aplicados son los siguientes.

- 1) Período de Diseño: 20 años
- 2) CESE para diseño

Se utilizaron las siguientes condiciones para el cálculo del CESE

- (a) Se utilizaron 6 tipos de vehículos para el pronóstico de volumen de tráfico
- (b) Factor de Dirección es 50%
- (c) Factor de Carril es 80%
- (d) Factores de conversión para pavimento rígido y flexible se muestran en el **Cuadro 8.3.2**.

Cuadro 8.3.2 Factores de conversión por tipo de vehículo

(para pavimento flexible)

Tipo de Vehículo	Eje frontal				Eje trasero				Factor
	Tipo	Peso (ton)	Peso (kips)	Factor	Tipo	Peso (ton)	Peso (kips)	Factor	
Auto	Simple	1.0	2.2	0.0005	Simple	1.0	2.2	0.0005	0.0010
Pick ups	Simple	1.0	2.2	0.0005	Simple	2.5	5.5	0.0106	0.0111
Buses	Simple	5.0	11.0	0.1588	Simple	9.0	19.8	1.4327	1.5915
C2	Simple	5.0	11.0	0.1588	Simple	10.0	22.0	2.1084	2.2672
C3	Simple	5.0	11.0	0.1588	Tandem	16.5	36.4	1.4364	1.5952
T3-S2	Simple	5.0	11.0	0.1588	Quad	32.0	70.5	2.5639	2.7227

Fuente: Equipo de Estudio JICA

- (e) El resultado de CESE se muestra en la siguiente Tabla **Cuadro 8.3.3**

Cuadro 8.3.3 Diseño CESE para pavimento flexible y rígido

TRAMO	DISEÑO CESE	
	FLEXIBLE	RIGIDO
1	27,286,377	36,731,113
2-1	15,468,623	22,070,413
2-2	11,835,014	17,645,563
3	1,752,869	2,202,628
4	6,333,140	10,154,673

Fuente: Equipo de Estudio JICA

- 3) Confiabilidad: 90%
- 4) Relación estándar: 0.45 para pavimentos flexibles y 0.35 para pavimento rígido (cuentas de valores de desviación estándar para ambas oportunidades de variación en la predicción de tráfico y variación normal en predicción de rendimiento de pavimento para una CESE dada)
- 5) Operatividad inicial: 4.5
- 6) Operatividad Final: 2.5

- 7) CBR (Proporción de Rodamiento para California) para diseño: 5% (mejoramiento del suelo en la mayoría de las secciones de corte)
- 8) Módulo de rotura de concreto: 45kg/cm² (650MPa)
- 9) Coeficiente de Trasferencia de Carga: 2.7
- 10) Coeficiente Estructural.

Copa	HMA	Base emulsionado	Base de cemento estabilizado	Base Granular	Sud base granular
Coeficiente	0.42	0.30	0.20	0.12	0.10

El resumen de los parámetros aplicados para secciones se muestra en el **Cuadro 8.3.4**

Cuadro 8.3.4 Resumen de Parámetros aplicados para cada Tramo

Parámetro	Tramo	1	2-1	2-2	3	4
Diseño ESAL		27,286,377	15,468,623	11,835,014	1,752,869	6,333,140
Relatividad (%)		90%	90%	90%	90%	90%
Desviación Estándar		0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Modulo resistente de sud grado (Psi)		5 842 Psi	5 842 Psi	5 842 Psi	5 842 Psi	5 842 Psi
Utilidad Inicial		4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
Utilidad Final		2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Numero estructural requerido (SN)		5.87	5.45	5.26	4.01	4.82

Fuente: Equipo de Estudio JICA

8.3.2 Composición de Pavimento Seleccionado para Tramo

Fueron seleccionadas las opciones óptimas para efectos de la estimación de costos, se seleccionaron las siguientes alternativas para este estudio. Fue propuesto un espesor constante de mezcla asfáltica caliente (5 cm de rodadura y 7 cm de capa de liga, 12 cm en total) para facilitar el mantenimiento de la ruta en el futuro. Sería necesaria más investigación sobre las condiciones del sitio, disponibilidad de materiales para el proyecto y una investigación y análisis de costos más detallados.

Cuadro 8.3.5 Selección de Composiciones de Pavimento por Tramos

Capa	Composición de pavimento de Alternativa seleccionada (cm)				
	Tramo 1	Tramo 2-1	Tramo 2-2	Tramo 3	Tramo 4
HMA	12	12	12	12	12
Base emulsionada	22.86	20.32	20.32		17.78
Base Granular				20.32	
Sub base Granular	30.48	27.94	22.86	27.94	20.32
Total de espesor	65.34	60.26	55.18	60.26	50.10
SN Requerido	5.87	5.45	5.26	4.01	4.82

Fuente: Equipo de Estudio JICA

8.4 Diseño Preliminar de Estructuras

El diseño preliminar de las estructuras se llevó a cabo en la ruta seleccionada del bypass. El resultado del estudio topográfico y el reconocimiento de campo se utilizaron para la planificación de las estructuras. Se concluye que son necesarios 16 puentes de pequeños a medianos, 13 alcantarillas de cajón y 6 alcantarillas de tubería para mantener las carreteras existentes, las corrientes de agua y pasos para ganado. **Cuadro 8.4.1** muestra el resumen de las estructuras

requeridas para el Proyecto. Para el cruce de los ríos en tres puntos, que son el Río Grande (2 ubicaciones) y el Río Taisihuat, se llevaron a cabo estudios geotécnicos, hidrológicos e hidráulicos así como un levantamiento topográfico detallado, para poder seleccionar una apropiada estructura de puente luego de la comparación

Cuadro 8.4.1 Lista de Estructuras Propuestas para bypass

No.	Estaciones		Características				Note
			Cuenca (km ²)	Cantidad (m ³ /s)	Estructura propuesta	Longitud (m)	
1	EST. 5	+254			Puente	43.00	Antigua calle a Quelepa
2	EST. 5	+339			Puente	16.00	Camino a río San Esteban
3	EST. 5	+615	0.81	2.06	Tubo de concreto 72"	—	Cuencas
4	EST. 5	+840	0.19	0.62	Tubo de concreto 42"	—	Cuencas
5	EST. 6	+848	5.94	59.30	Puente	6.00	Cuencas
6	EST. 7	+170	0.31	7.55	Caja de alcantarilla	—	Cuencas
7	EST. 7	+605			Caja de alcantarilla	—	Canal existente
8	EST. 8	+925			Puente	140.00	Río Grande Norte
9	EST. 9	+174			Puente	16.00	Camino a Cantón las Mesas
10	EST. 9	+866	0.08	2.07	Puente	15.00	Camino peatonal
11	EST. 10	+400	0.31	8.59	Caja de alcantarilla	—	Cuencas
12	EST. 11	+247	1.51	27.16	Puente	23.00	Camino peatonal
13	EST. 11	+821			Puente	9.62	Camino a Loma Quebrachada
14	EST. 12	+126	2.60	34.90	Puente	40.00	Camino a Hacienda el Carmen de Agua Fría
15	EST. 12	+457	0.12	3.10	Puente	10.00	Camino a Altos de Hato Nuevo
16	EST. 12	+966	0.09	3.86	Caja de alcantarilla	—	Cuencas
17*	EST. 13	+070			Puente	60.00	Ruta Militar
18	EST. 13	+749			Puente	90.00	Río Taisihuat
19	EST. 14	+153	0.08	1.94	Tubo de concreto 60"	—	Cuencas
20	EST. 14	+362	0.31	8.59	Caja de alcantarilla	—	Cuencas
21	EST. 14	+838	0.06	1.59	Tubo de concreto 72"	—	Cuencas
22	EST. 15	+030	0.12	3.01	Caja de alcantarilla	—	Cuencas
23	EST. 15	+284	0.05	1.37	Tubo de concreto 60"	—	Cuencas
24	EST. 16	+522			Puente	25.00	Camino a Hacienda el Milagro
25	EST. 16	+655	1.62	21.50	Caja de alcantarilla	—	Cuencas
26	EST. 17	+367	0.15	3.17	Puente	17.00	Camino a Apacunque
27	EST. 17	+760	3.00	30.80	Caja de alcantarilla	—	Cuencas
28	EST. 18	+220	0.15	3.32	Caja de alcantarilla	—	Cuencas
29	EST. 18	+620	0.18	3.57	Caja de alcantarilla	—	Cuencas
30	EST. 19	+250			Puente	8.00	Camino a Las Hojas
31	EST. 19	+700			Caja de alcantarilla	—	Ganado
32	EST. 20	+000			Caja de alcantarilla	—	Ganado
33	EST. 20	+205			Caja de alcantarilla	—	Camino existente
34	EST. 20	+580	13.61	129.50	Puente	50.00	Río El Papalón
35	EST. 20	+745	0.47	7.66	Puente	20.00	Cuencas
36	EST. 21	+140			Tubo de concreto 72"	—	
(37)	EST. 21	+873			Puente	60.00	CA-1
(38)	EST. 21	+903			Puente	2,673.00	Viaducto
(39)	EST. 24	+778			Puente	305.00	Río Grande Sur

Fuente: Equipo de Estudio

Nota: *: construido para intersecciones a desnivel, (): correspondiente a Tramo 4

8.4.1 Diseño de Estructuras Menores (estructuras de cruce de drenaje)

Las estructuras de cruce de drenajes se planean en los actuales cursos de agua. Adicionalmente algunas estructuras para cruce de drenajes se consideran en secciones de corte largos, donde el agua superficial necesita ser descargada de las canaletas laterales. Los diámetros de las estructuras de descarga se proyectan, asegurando 20% de vano en la cantidad de descarga máxima con la consideración de sedimentación en las tuberías. Los trabajos de protección de erosión como la

instalación de gaviones, se consideran en las entradas y salidas de las estructuras. La lista de estructuras de cruce de drenajes se muestra en el **Cuadro 8.4.1**.

8.4.2 Criterios de Diseño para Estructuras Principales

Las normas de diseño aplicadas son las establecidas en AASHTO LRFD tercera edición 2004 y las especificaciones de diseño LRFD de AASHTO, edición 2004 que se utilizan comúnmente en El Salvador.

8.4.3 Propuesta de la mejor forma del Puente

Para cada una de las formas alternativas del puente, se calcularon los costos estimados de construcción de documentación existente y se consideraron los procedimientos de construcción. También se evaluaron el período de construcción, disponibilidad local, operación, mantenimiento y eficiencia económica con el objeto de realizar un análisis comparativo.

Como resultado , se recomiendan los siguientes puentes para las ubicaciones planteadas:

- Río Grande Norte: Puente de 2 claros continuos de viga cajón de concreto pretensado
- Río Taisihuat : Puente de 2 claros continuos de viga cajón de concreto pretensado
- Río Grande Sur : Puente de 6 claros continuos de viga cajón de concreto pretensado

Las vistas generales del proyecto de los puentes seleccionados se muestran en la **Figura 8.4.2, Figura 8.4.2, Figura 8.4.3**.

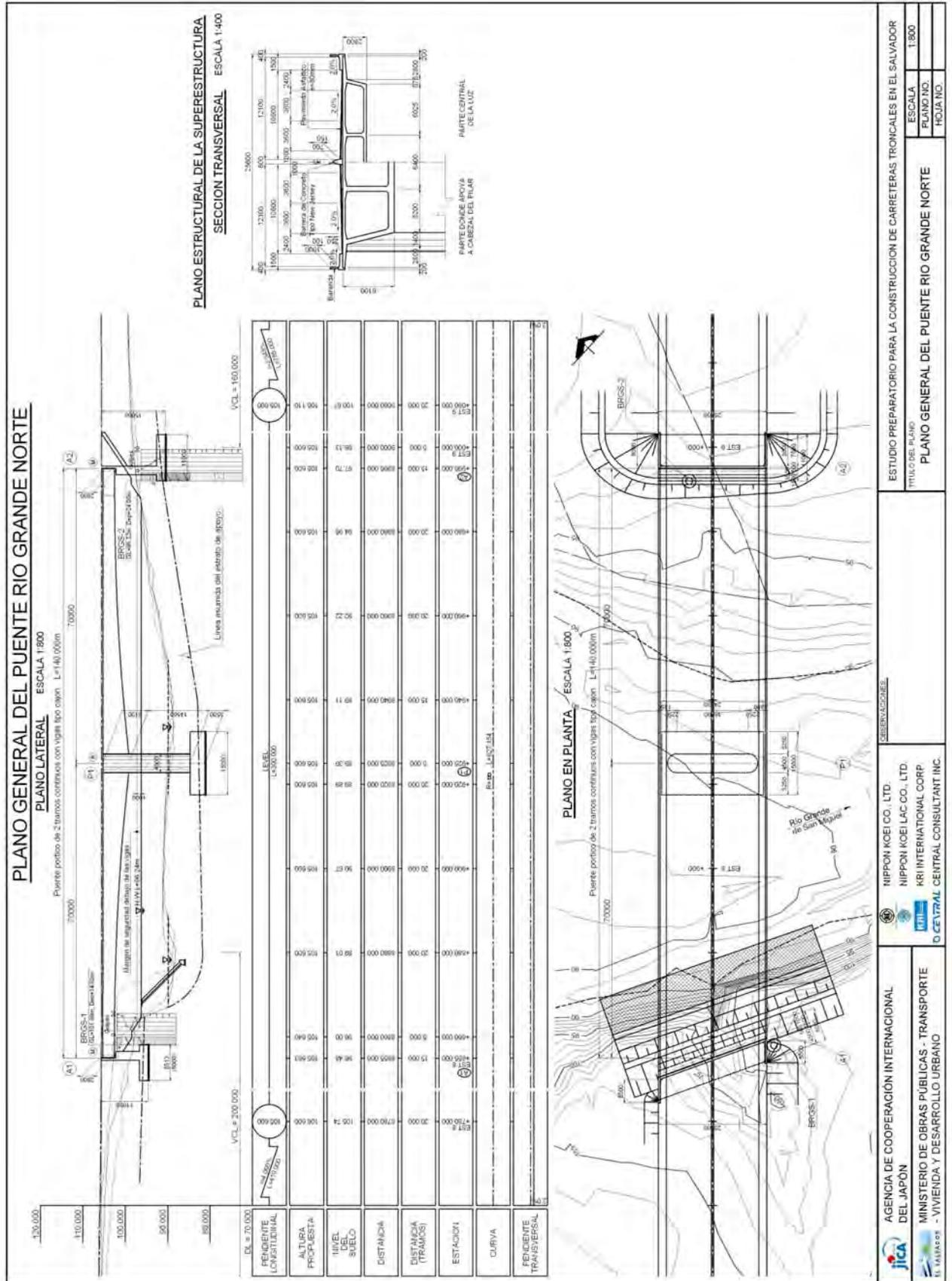


Figura 8.4.3 Plano General del Puente del Río Grande Sur

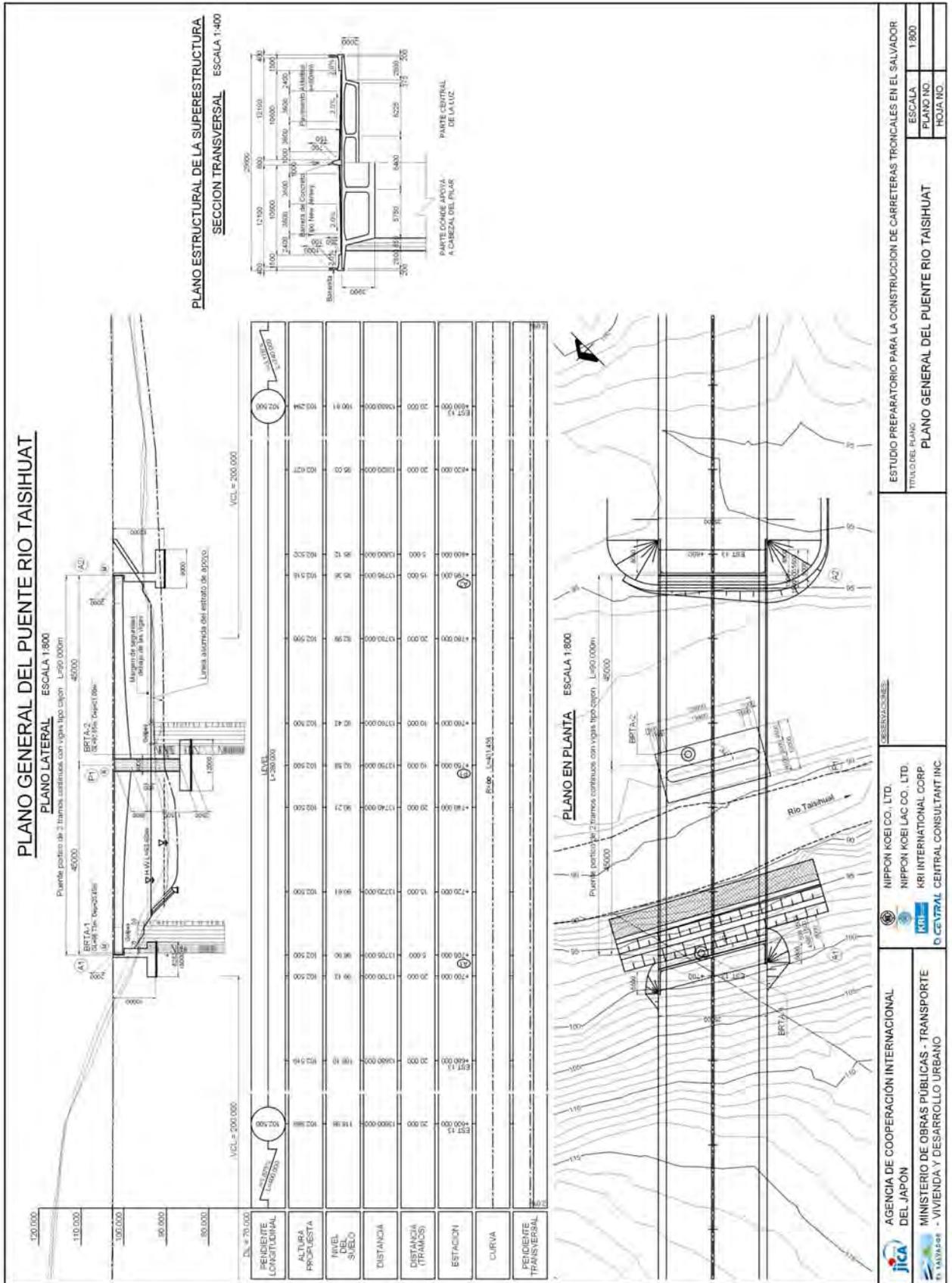


Figura 8.4.4 Plano General del Puente del Río Taisihuat

8.5 Protección de Taludes

8.5.1 Prácticas en años recientes en El Salvador

Generalmente, los taludes de terraplén están protegidos por engramados o suelos orgánicos cuando se construye una nueva carretera. Pero muchas de las laderas cortadas no están protegidas contra la erosión por dos razones. La primera es que en algunas zonas, donde se encuentra toba volcánica en una condición de consolidado, el ángulo de corte puede ser pronunciado, casi vertical en muchos casos y por tanto no requiere ninguna protección contra la erosión. La segunda razón es que la protección no se aplica debido a la falta de presupuesto, o en algunos casos por desconocimiento. Recientemente, se ha vuelto más común proteger las secciones cortadas también cuando las superficies de los taludes se consideran sensibles a la erosión. **Figura 8.5.1** muestra el efecto de la protección en las secciones cortadas.



Taludes de corte con y sin protección



Protección de Taludes en Terraplén

Fuente: Equipo de Estudio JICA

Figura 8.5.1 Protección de taludes en un proyecto de préstamo Japonés en El Salvador

8.5.2 Protección de talud seleccionada

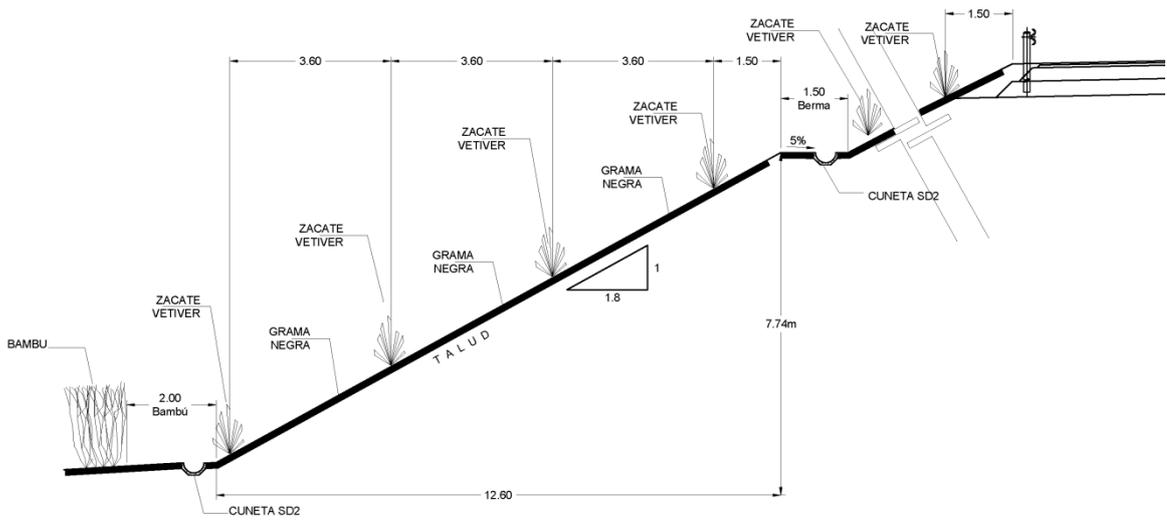
Para el Bypass de San Miguel, se consideraron tres diferentes tipos de protección para taludes.

En el terraplén, engramado con grama vetiver. Adicionalmente se consideran canaletas en cada berma. **Figura 8.5.2** muestra el diseño típico de protección de taludes en terraplén. Se pueden sembrar árboles al pie del talud. La pendiente del terraplén es 1:1.8 (V:H) debido a que los materiales encontrados en el área del proyecto es mayormente grava arcillosa y arena (A-2 de la clasificación de suelos AASHTO) y suelos arcillosos (A-7 de la clasificación de suelos AASHTO) En la sección cortada, están previstos dos tipos de protecciones, dependiendo de los materiales del talud. Por las laderas de roca donde se prevé caídas de piedra, se instalará una malla hexagonal y se diseña una pendiente de corte de 2:1 (V:H) para reducir la excavación de roca. Por otro lado, se plantea marco de concreto con engramado para los taludes en donde se prevé la erosión con pendiente de 1:1 (V:H)

Se deben realizar estudios más de tallados de los materiales que se encuentran a lo largo de la ruta para examinar si la pendiente de 2:1 (V:H) es aplicable con un marco de concreto con engramado en donde el material es estable para reducir los volúmenes de corte.

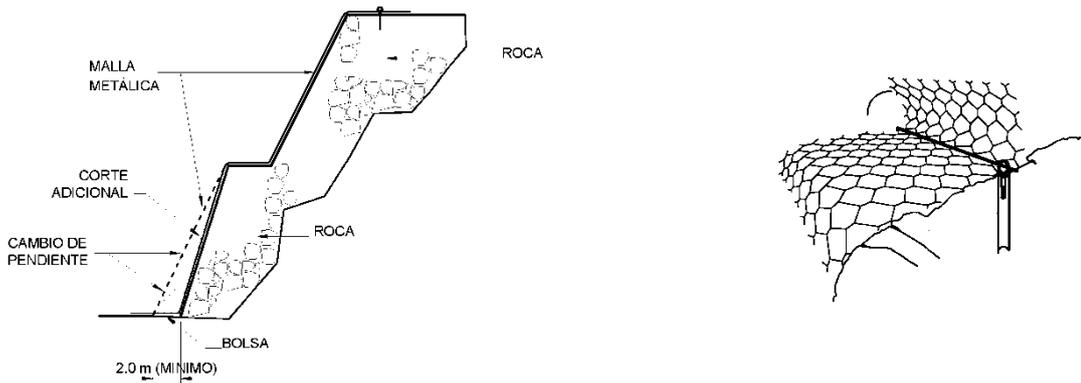
La **Figura 8.5.3** y **Figura 8.5.4** muestra el diseño general de malla hexagonal para roca y el marco de concreto con engramado para la erosión, respectivamente.

Todas las protecciones planteadas requieren mantenimiento para su buen funcionamiento.



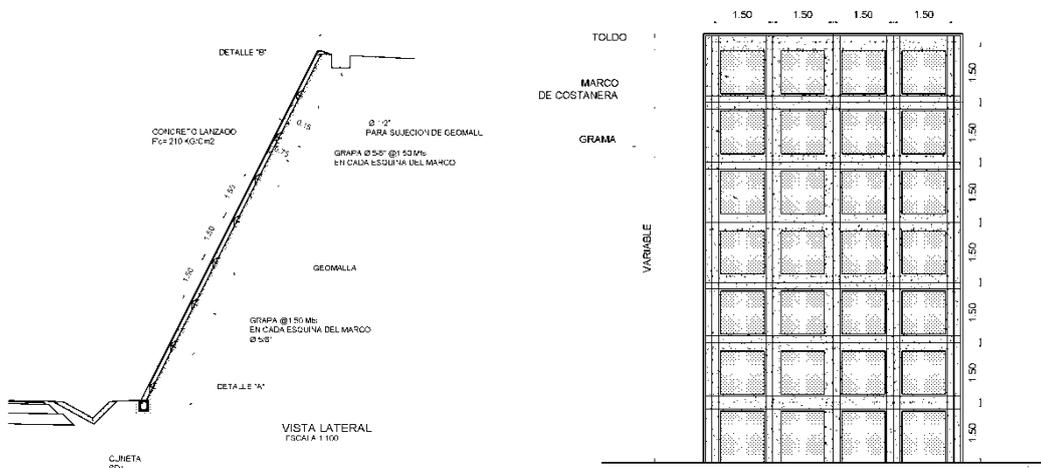
Fuente: Equipo de Estudio JICA

Figura 8.5.2 Diseño para taludes en terraplenes



Fuente: Equipo de Estudio JICA

Figura 8.5.3 Diseño para talud cortado con malla hexagonal para evitar erosión

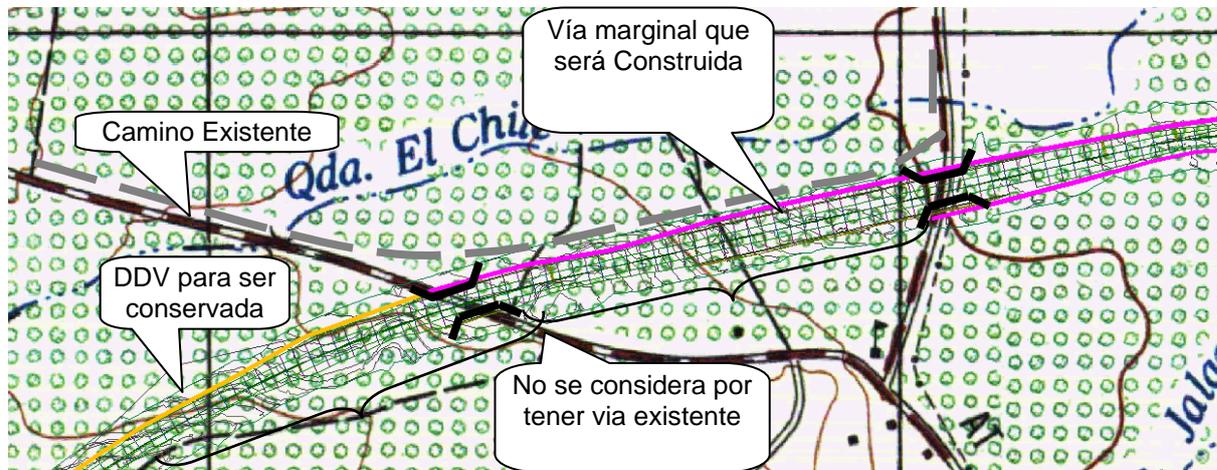


Fuente: Equipo de Estudio JICA

Figura 8.5.4 Diseño para evitar erosión en taludes cortados

8.6 Vía Marginal

Se llevó a cabo un estudio en la longitud del proyecto basado en los mapas 1:25,000 y en el diseño preliminar con el objetivo de determinar la longitud de la vía marginal a ser considerada. En principio el bypass no permitirá el acceso de vehículos en ningún punto que no sean las intersecciones principales. Si las condiciones lo permiten, en algunos casos podrá autorizarse una entrada uni-direccional. Para compensar la interrupción de caminos existentes, están previstos puentes pequeños y medianos y alcantarillas de cajón. La vía marginal está prevista para complementar y mejorar la circulación del transporte local a lo largo del proyecto. No se prevé paradas de autobús en el bypass y se recomienda desarrollar las rutas de autobús y paradas a lo largo de la vía marginal para que los usuarios locales puedan aprovechar viajar en el bypass después de tomar el autobús en la vía marginal.

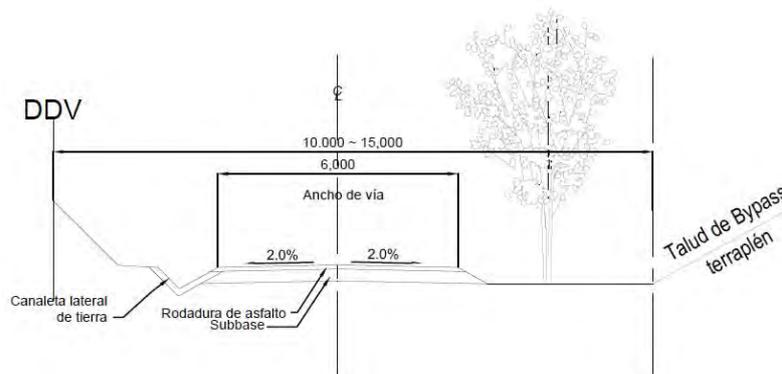


Fuente: Equipo de Estudio JICA basados en mapa 25,000 obtenido del CNR

Figura 8.6.1 Ejemplo de Vía Marginal Planificada

Figura 8.6.1 muestra un ejemplo de vía marginal planificada durante el presente estudios. Se caracteriza dentro de los tres tipos de

- 1) No se considera: donde el camino existente se ubica paralelo al bypass
- 2) Vía marginal a ser construida: en sitios donde existe un acceso existente o donde exista una alta demanda
- 3) DDV para vía marginal reservado: en donde se espera una demanda potencial.



Fuente: Equipo de Estudio JICA

Figura 8.6.2 Sección transversal típica de vía marginal (Categoría Terciaria)

8.7 Trabajos complementarios

La siguiente lista muestra los trabajos adicionales considerados en el Estudio.

- 1) Señales de tráfico horizontales y verticales
- 2) Guarda carriles
- 3) Poste de guía para estructura transversales
- 4) Cerca perimetral para límite de derecho de vía

8.8 Propuesta de Estación de Descanso “Michinoeki”

Con el objetivo de mejorar la seguridad de las vías y reducir los accidentes de tráfico causados por la longitud extrema de los viajes y la fatiga de conducir, así como para incrementar la comodidad de los usuarios del bypass, se propone la construcción de una estación de descanso denominada “Michinoeki” para el Bypass de San Miguel.

8.8.1 Concepto de Michinoeki

Un Michinoeki es una combinación de área de parador y descanso, proveyendo a los conductores y pasajeros servicios de conveniencia en un viaje de larga distancia: tales como primeros auxilios, servicios sanitarios, área de parqueo, restaurante, información, combustible y otros servicios de mantenimiento y reparación de vehículos.

Adicionalmente a los servicios mencionados anteriormente en la estación a orillas de la carretera, el concepto de Michinoeki se desarrollo en Japón, lo que tiene una ventaja adicional para proveer a los usuarios de las vías, los servicios por las comunidades locales tales como productos locales y otros servicios públicos. El concepto de Michinoeki es diferente de otros servicios de vías alrededor del mundo por las siguientes razones:

- 1) Están diseñados con ayuda de las comunidades así como de los gobiernos locales para proveer vínculos más fuertes entre las comunidades locales y los usuarios de la vía.
- 2) Proveen oportunidades de negocios para los residentes locales; y
- 3) Son posibles puntos de reunión y refugio para proveer diferentes servicios tales como: salud, educación y capacitación, así como actividades culturales y para la provisión de comedores, restaurantes y servicios comerciales.

Figura 8.8.1 muestra el concepto básico de Michinoeki, en referencia a la normativa de Compañías de Carreteras de Japón y las experiencias obtenidas en Japón.



Fuente: Equipo de Estudio JICA

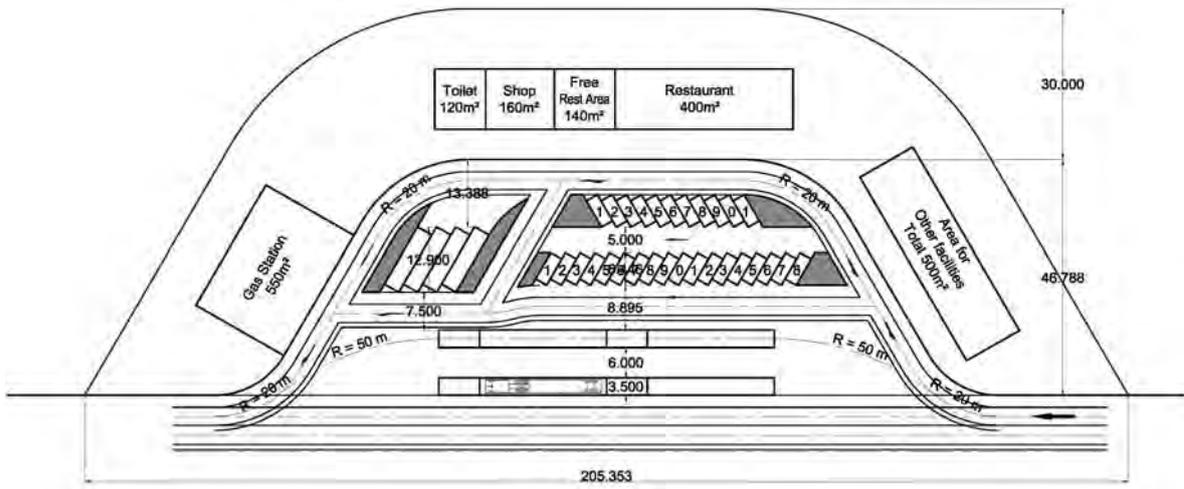
Figura 8.8.1 Concepto básico de Michinoeki

8.8.2 Diseño de Michinoeki

(1) Distribución y Ubicación propuestas del Michinoeki

Basados en el número de espacios de estacionamiento requerido y las áreas de instalaciones requeridas, la estación de descanso se propone según el esquema mostrado en la **Figura 8.8.2**. El área requerida será de 200 x 80 m para la estación de descanso. Las siguientes son notas para el diseño de la distribución:

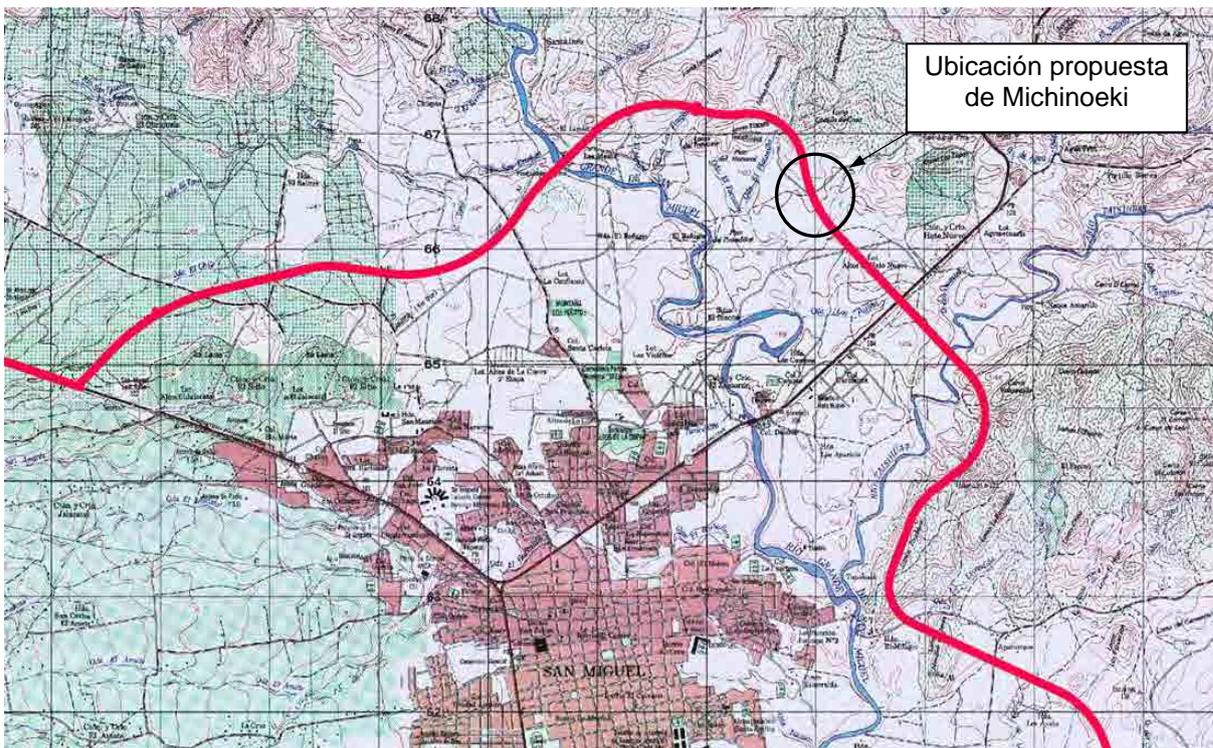
- 1) Debido a la disponibilidad del espacio, el número de espacios de estacionamiento se estableció en 29 para vehículos de pasajeros, 4 para buses/camiones y 4 para trailers.
- 2) El espacio mínimo de entrada/salida del área de parqueo se refirió a la guía de Carreteras de Japón.
- 3) El radio mínimo aplicado para vehículos de pasajeros, autobuses y caminos es de 20 m y 50m para los trailers.
- 4) El área de 500 m² para otras instalaciones se muestra para propósitos indicativos solamente. Otras instalaciones incluyen el Sistema de alimentación eléctrica, Abastecimiento de Agua Potable, Sistema de Drenaje, Tanque elevado, Bodega, Sistema de tratamiento de Aguas negras e Incinerador de Basura. Estos servicios se deben ubicar atrás de los edificios principales, no mostrarse directamente a los usuarios.
- 5) La profundidad del área de instalaciones complementarias está tentativamente diseñada de 30 m. Esta profundidad debe establecerse de acuerdo a las condiciones existentes que se encuentren en el sitio.



Fuente: Equipo de Estudio JICA

Figura 8.8.2 Distribución propuesta de Michinoeki

Para la ubicación del Michinoeki el Equipo de Estudio de JICA propone el área en círculo que se muestra en **Figura 8.8.3** desde donde existe una vista muy buena del volcán de San Miguel (Chaparrastique) como una atracción más de los visitantes de la estación de descanso.



Fuente: Equipo de Estudio JICA

Figura 8.8.3 Ubicación propuesta del Michinoeki

8.8.3 Construcción y Operación del Michinoeki

(1) Construcción del Michinoeki

El MOPTVDU es el encargado de la construcción del Michinoeki. En la etapa de construcción, el MOPTVDU adquirirá el terreno para el Michinoeki, de acuerdo con el PAR. No se requieren

reasantamientos involuntarios para la construcción del Michinoeki. Antes del inicio de la construcción el MOPTVDU debe obtener el correspondiente Permiso Ambientas otorgado por el MARN y el Permiso de Construcción otorgado por la Alcaldía de San Miguel.

(2) Operación y Mantenimiento del Michinoeki

Existen dos alternativas para la operación y mantenimiento del Michinoeki. Una es la operación y mantenimiento por una Unidad de Michinoeki que debe desarrollarse, en el sector público. Otra alternativa es que sea manejado por el sector privado. La segunda alternativa no es recomendada por el Equipo de estudio de JICA porque es difícil asegurar los beneficios que puedan obtener las comunidades locales del Michinoeki. El objetivo del Michinoeki es contribuir al desarrollo local a través de la participación de las comunidades locales.

La Junta directiva que está compuesta por el MOPTVDU, la Gobernación de San Miguel y la Alcaldía de San Miguel, es el actor que aprobará el plan anual, presupuesto y otros asuntos importantes relacionados con la administración del Michinoeki y sostener la asamblea anual.

La Unidad del Michinoeki involucrará a la Alcaldía de San Miguel y la Gobernación de San Miguel como alternativa). La Unidad del Michinoeki administra la estación de descanso y cada actor opera y da mantenimiento a las instalaciones y servicios para los conductores, visitantes y comunidades locales como se muestra en **Figura 8.8.4**.

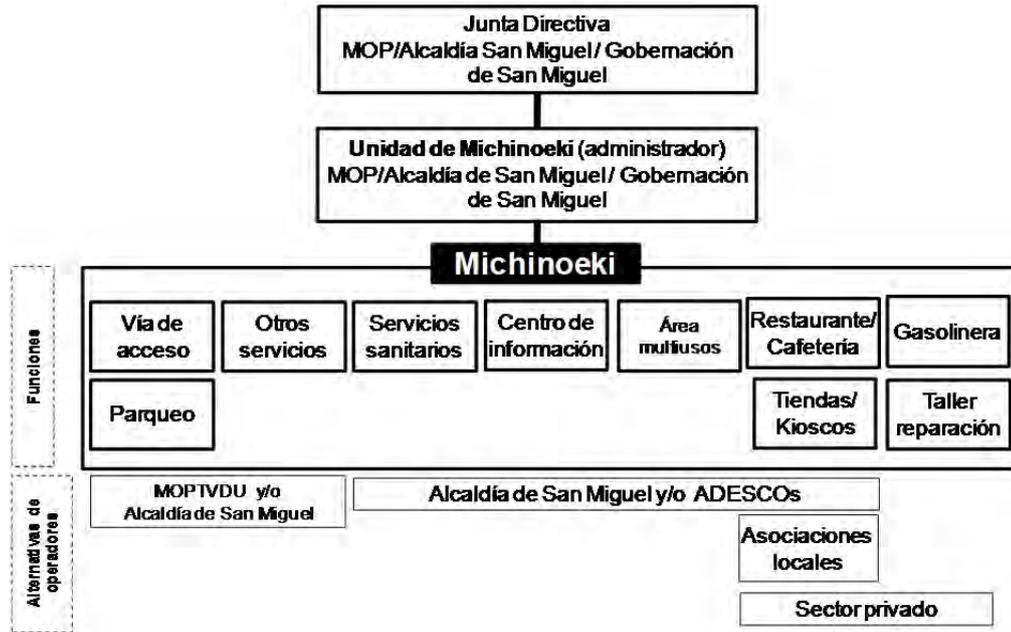
El MOPTVDU se considera para encargarse de los caminos de acceso desde/hacia el bypass, los espacios de estacionamiento y otras instalaciones de cómo el Sistema de alimentación eléctrica, Abastecimiento de Agua Potable, Sistema de Drenaje, Tanque elevado, Bodega, Sistema de tratamiento de Aguas negras e Incinerador de Basura pero también existe la posibilidad que la Gobernación o la Alcaldía de San Miguel lo hagan.

El área de descanso, centro de información, área multiusos, restaurante y tiendas/kioscos sean operadas por la Gobernación, Alcaldía de San Miguel y ADESCOS¹. Las asociaciones locales y las comunidades locales se involucrarán para operar el restaurante, cafetería y kioscos para vender productos agrícolas locales, comidas típicas, artesanías, etc.

La Gasolinera y taller de reparación será operada por el sector privado.

¹ ADESCOs (Asociaciones de Desarrollo Comunal) son los representantes de los habitantes de los cantones.

Estos están regulados por las leyes municipales. Las ADESCOS piden ayuda a la municipalidad para resolver los problemas de las comunidades y para el mejoramiento de la vida de los habitantes locales. Estos siempre trabajan en coordinación con las municipalidades.



Fuente: Equipo de Estudio JICA

Figura 8.8.4 Operación y Mantenimiento del Michinoeki

(3) Fondo del Michinoeki

El fondo del Michinoeki se establecerá para operar y mantener el Michinoeki. La Unidad de Michinoeki será la responsable del manejo del fondo del Michinoeki. La tarifa de alquiler del restaurante, cafetería, tiendas, kioscos, gasolinera y taller irán al fondo del Michinoeki. El MOPTVDU pagará el costo del mantenimiento del camino de acceso y el área de estacionamiento.

CAPÍTULO 9. ESTIMACIÓN DE COSTOS

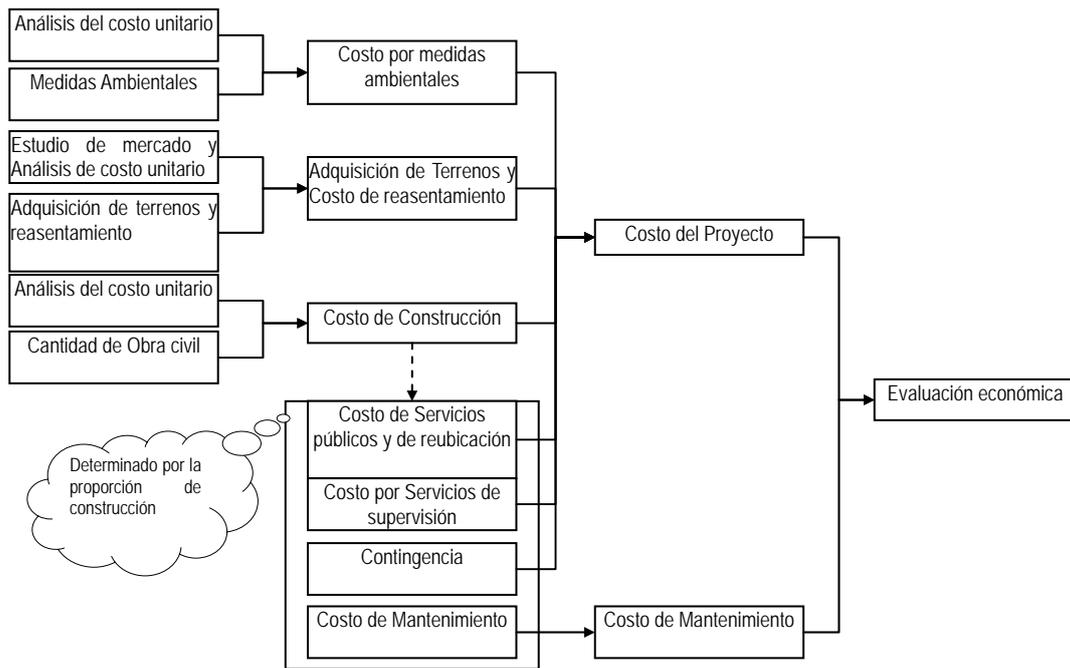
9.1 General

Se estima el Costo del Proyecto aplicando los resultados del diseño de ingeniería preliminar y las cantidades de trabajo, como se describe en el **Capítulo 11**. Algunos otros costos como costos de supervisión, adquisición de tierras, costos de reasentamiento, medidas ambientales, reubicación de servicios públicos y costos de mantenimiento se calcularon separadamente, basados en el diseño preliminar.

Se toman en cuenta las siguientes consideraciones para la estimación de costos del Proyecto.

- 1) Paquete de contrato de construcción: En base a discusiones con el VMOP se asume que los alcances totales del proyecto serán contratados como un paquete único. La razón principal es que la división en paquetes pequeños puede traer incremento en los costos indirectos o sobrecarga. El posible paquete será considerado en las siguientes fases si el VMOP considera que es apropiado o debido a alguna circunstancia que no se haya considerado en este estudio. La moneda extranjera y la moneda local es: U.S. dólar, que es la moneda oficial en El Salvador. En tal caso la moneda de costos estimados es U.S. dólar, y no no existe diferencia entre la moneda extranjera y local.
- 2) La moneda extranjera y la moneda local: U.S. dólar es la moneda oficial en El Salvador. El costo fue estimado en la moneda local y extranjera, tomando un proyecto existente del préstamo en yenes.
- 3) Todos los trabajos de construcción serán ejecutados por contratistas privados.
- 4) Los costos unitarios se determinan basados en las condiciones económicas que prevalecen en el año 2011.
- 5) El costo de los servicios de supervisión consiste en: 1) Diseño detallado y asistencia para licitación pública y 2) la supervisión de los trabajos de construcción se estimó en 4% y 8% del costo de la construcción respectivamente.
- 6) La adquisición de Derechos de Vía y el costo de reasentamiento se estimó en base a los resultados de la investigación de precios de mercado que se realizó y se describe en el Estudio de Impacto Ambiental (EIA).
- 7) El aumento de los precios se estima en 3.4% (porción local) y 2.5% (porción extranjera) por año del costo total de la construcción, basado en el índice de precios al consumidor de 2007 a 2010, información publicada por el Banco Mundial.
- 8) Se estiman las contingencias físicas en 5% del total del costo de la construcción. Uno de los factores de incremento para las cantidades de trabajo es la variación en la cantidad de trabajos de terracería debido a las condiciones geológicas existentes que puedan encontrarse. Se estima que el 5% es suficiente para cubrir dicha diferencia.
- 9) La moneda a utilizar es establecida en USD que es la moneda oficial circulante en El Salvador, a una tasa de cambio de \$US 1 = JPY 76.63.
- 10) Se considera el Impuesto al Valor Agregado (IVA) de 13%.

La estructura de los costos del Proyecto consta de elementos que se muestran en la **Figure 9.1.1**.



Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Figure 9.1.1 Procedimiento de Estimación de Costos del Proyecto

CAPÍTULO 10 EVALUACIÓN DEL PROYECTO

10.1 Metodología y Condiciones previas para Evaluación

(1) Definición del Proyecto a ser Evaluado

Las siguientes dos alternativas se definieron y compararon en esta evaluación económica:

- Alternativa 1: Construcción del Bypass de San Miguel hasta el punto final en la carretera (Sección 2—Sección 3) + Ampliación de parte de la carretera CA-1 (Sección 1: desde la intersección de Moncagua al punto de inicio oeste del bypass).
- Alternativa 2: Construcción del bypass incluyendo la extensión hasta la carretera RN17S (Sección 2—Sección 4) + Ampliación de parte de la carretera CA-1 (Sección 1: desde la intersección de Moncagua al punto de inicio oeste del bypass).

Por lo tanto, la diferencia entre las dos alternativas es que la extensión del bypass hasta la RN17S no está incluida (Alternativa 1) o está incluida (Alternativa 2).

(2) Beneficios Económicos Cuantificados

En esta evaluación, existen dos tipos de beneficios directos que se estimaron cuantitativamente:

- Ahorros en costos operativos de vehículo (COV)
- Ahorro en costos de tiempo de viaje para pasajeros (CTV)

No se estimó el beneficio de reducción de accidentes debido a la falta de información sobre el costo y el número de accidentes por vehículo-kilómetro, por tipo de accidente (muertes, lesiones y daños de propiedad)

(3) “Método de Comparación Con y Sin Proyecto”

Los beneficios económicos se calcularon basándose en el método de comparación "Con y sin proyecto". La situación "Con proyecto" significa que se construye el Bypass de San Miguel y la ampliación de la carretera CA-1 (sección 1, desde la intersección de Moncagua al punto de partida de la carretera de bypass). La situación "Sin proyecto" significa que no se implementa el proyecto y la situación de la red sigue siendo como es. Los beneficios económicos se cuantificaron como ahorro en COV y CTV derivado de la diferencia en costos totales de COV y CTV, en los escenarios "Sin proyecto" y "Con el proyecto".

(4) Costos de Inversión Económica

Los costos de inversión del proyecto consisten en construcción (obra civil), la adquisición de tierras y compensación, servicios de consultoría y gastos de imprevistos físicos. Los costos económicos se obtuvieron deduciendo los gastos de transferencia, como los derechos de importación e impuestos a los gastos financieros a precios de mercado. En esta evaluación, se aplicó un factor de 0.85 para convertir los costos financieros a costos económicos, teniendo en cuenta la parte actual del Impuesto al Valor Agregado (IVA).

Los costos de mantenimiento consisten en los costos anuales de mantenimiento de rutina y los costos de mantenimiento periódico a intervalos de 5 años, comenzando después de la construcción

y la apertura al tráfico. Estos costos se convirtieron también a costos económicos.

10.2 Beneficios Económicos

(1) Datos Básicos y Fuentes para Vehículo (COV) y CTV

Los últimos datos básicos sobre COV y el Costo de Tiempo de Viaje (CTV) están disponibles en el informe sobre el Estudio de Factibilidad del Bypass de Usulután. Como los datos presentados de COV en el Estudio del Bypass de Usulután a precios de 2005, una actualización detallada se realizó en esta evaluación económica para traer los precios de 2005 a niveles de precios 2011 (octubre de 2011), adoptando básicamente el mismo método utilizado en el estudio anterior.

(2) COV Componentes y Clasificación de Vehículos

COV Consisten en los siguientes componentes: Costos de combustible (gasolina y diesel) y los costos adicionales (aceite, neumáticos, depreciación, mantenimiento y costo adicionales para vehículos comerciales). El COV se calculó para 6 tipos de vehículos (automóvil, pick-up, minibús, bus, camión y tráiler) de acuerdo a la clasificación de las predicciones de demanda de tráfico.

Todos los costos fueron agregados después de la actualización y relaciones entre velocidad de viaje y unidad COV (\$/km) se estimaron por análisis regresivo.

(3) (3) Costos de Tiempo de Transporte (CTT) de pasajeros

El valor de la unidad de tiempo (VUT: \$/hora/vehículo) por tipo de vehículo normalmente se deriva de ingresos de pasajeros, salarios y ganancias.

El Estudio del Bypass de Usulután referido a los datos del PIB por el Banco Central de Reserva de El Salvador y Encuesta multipropósito de hogares por el Ministerio de Economía.

Basado en la información anterior, el promedio del valor de unidad de tiempo (VUT) de pasajeros se estima en 1.15 \$/ persona/ hora en 2005. Aplicando la información original para 2005 PIB per cápita en 2011 (a precios actuales), los valores de tiempo de pasajeros de automóviles y buses se calcularon como se muestra en el **Cuadro 10.2.1**.

Cuadro 10.2.1 Valor de Tiempo de pasajeros de viaje de trabajo (2011)

Año	Valor de tiempo de pasajeros		Promedio por viaje de trabajo (\$/pas/hr)	PIB per capita (a precios actuales)
	Automóvil	Bus		
2000	1.78 (\$/pas/hr) =(3.78/ 2.12)	1.37 (\$/pas/hr) =(18.01/ 13.19)	0.99 (\$/pax/hr)	
2005	2.05 (\$/pas/hr) =(1.78 x (1.14/0.99))	1.57 (\$/pas/hr) =(1.37 x (1.14/0.99))	1.14 (\$/pax/hr) (PIB base)	2,845.6 (\$/ persona)*
2011	2.61 (\$/pas/hr) =(1.78 x (1.45/0.99))	2.00 (\$/pas/hr) =(1.37 x (1.45/0.99))	1.45 (\$/pax/hr) (PIB base)	3,631.1 (\$/ persona)
		Estimación PIB per cápita 2011	2011 Población**	6.23 (Millon.)
			2011 PIB***	22,616 (Millo. US\$)

Fuente: de Cuadro 10.3.7 de informe principal y Equipo de Estudio JICA

(*): Per capita PIB 2005 = Banco Central de Reserva de el Salvador

(**): Población 2011 = Población 2010 (6.19 millones por WB y Tasa de crecimiento 0.62%)

(***): PIB 2011: Proyección por FMI en precios actuales, FMI Reporte de país No 11/306

Como se muestra en la tabla anterior, los valores de tiempo de pasajeros para un viaje de trabajo en 2011 por automóvil y autobuses se estiman en \$2,61 / persona / hora para un coche pasajeros y \$2.00 /persona/ hora para un pasajero de autobús respectivamente. Basándose en estos resultados y asumiendo que el valor de tiempo de un viaje que no es de trabajo (30% de viaje de trabajo fue asumido en esta evaluación), aplicando la composición propósito del viaje y promedio de ocupación por tipo de vehículo (promedio de pasajeros por vehículo), se calculan los valores de tiempo por vehículo en 2011, como se muestra en el **Cuadro 10.2.2**.

Cuadro 10.2.2 Valor de Tiempo de Pasajero por tipo de vehículo (2011)

Tipo de vehículo	Valor de tiempo de viaje (2011) (US\$/hr/person)		Composición del propósito del viaje(*)		Valor promedio ponderado	Promedio de N° de pasajero	Valor del tipo de Vehículo en el tiempo
	Trabajo	No trabajo	Trabajo	No trabajo			
Moto	2.00	0.60	64.0%	35.4%	1.56	1.20	1.81
Automóvil	2.61	0.78	51.4%	48.6%	1.79	2.10	3.62
Pickup	2.00	0.60	54.9%	45.1%	1.42	2.50	3.42
Minibús	2.00	0.60	58.3%	41.7%	1.47	8.10	11.48
Bus	2.00	0.60	58.3%	41.7%	1.47	37.10	52.58

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

(*): de la encuesta OD para este Estudio

El valor de tiempo para 2035 se planteó con la misma tasa de crecimiento del PIB real per cápita.

10.3 Evaluación Económica

10.3.1 Condiciones previas para el coste económico y análisis de beneficios

El análisis de flujo de efectivo Costo-beneficio se llevó a cabo basado en las siguientes condiciones previas:

- 1) Nivel de precios : precios del 2011
- 2) Apertura del año : Principios de 2017
- 3) Período de Evaluación : 20 años después del año de apertura
- 4) Valores residuales : No se contabilizaron valores residuales
- 5) Costo de oportunidad del capital : 12%
(expresado como tasa de descuento)
- 6) Factor de Conversión para costo de : 0.85 (para porción VAT y otros
construcción (de Financiero a Económico) impuestos)

10.3.2 Resultado de la Evaluación

El resultado de la evaluación económica se resume a continuación:

1) Alternativa 1

- Tasa interna de retorno económica (TIRE) = 16.3%
- Relación Costo Beneficio (C/B) = 1.37

2) Alternativa 2

- Tasa interna de retorno económica (TIRE) = 7.6%

- Relación Costo Beneficio (C/B) = 0.69

Los resultados anteriores indican que la Alternativa 1 (sin extensión a RN17) es económicamente factible con TIRE mayor que el costo de oportunidad del capital (> 12%), superior a la unidad de C/B (> 1.0) y los valores positivos de VNA (> 0). Por otro lado, la Alternativa 2 (extensión RN17) no es económicamente factible debido al mayor costo de construcción.

A fin de comprobar la solidez de la viabilidad económica del proyecto, se llevaron a cabo análisis de sensibilidad utilizando diferentes valores de costo y beneficio dentro de un rango probable contra el caso base de la alternativa 1. Los escenarios dispuestos para los análisis de sensibilidad son los siguientes:

- Costos del Proyecto suben por: +10% , + 15% y + 20%
- Beneficios del Proyecto bajan por: - 10%, - 15% y -20%
- Diferentes combinaciones de los escenarios anteriores

Resumen de resultados de análisis de sensibilidad se muestran en **Cuadro 10.3.1**

Los resultados de los análisis de sensibilidad muestran la solidez de la viabilidad económica del proyecto de la Alternativa 1. Incluso para el escenario en el que el costo del proyecto se incrementa en un 20% (beneficio no cambia), el proyecto mantendrá los valores de TIRE mayor que el costo de oportunidad del capital (> 12%). En el caso en donde el beneficio del proyecto se reduce en un 20% (el costo no se cambia), el proyecto es aún factible. Sin embargo, si el costo se incrementa en un 20% (o 15%) y el beneficio se reduce en un 15% (o 20%) simultáneamente, el proyecto no es factible.

Cuadro 10.3.1 Resultados del Análisis de Sensibilidad (TIRE), Alternativa 1

Beneficio Costo	Caso Base	-10%	-15%	- 20%
Caso Base	16.2%	14.8%	14.0%	13.2%
+ 10%	15.0%	13.5%	12.8%	12.0%
+ 15%	14.45%	12.9%	12.2%	11.4%
+ 20%	13.8%	12.4%	11.7%	10.9%

Fuente: Equipo de Estudio JICA

10.4 Beneficio Indirecto (Análisis Cualitativo)

(1) Respaldo y promover el desarrollo de la economía Local/Regional

Cuando la congestión de tráfico en la ciudad de San Miguel es mitigada por el bypass, la accesibilidad a y de la Ciudad de San Miguel será significativamente mejorada y como resultado, se obtendrá un desarrollo económico sostenible

(2) Contribución a la Producción Agrícola

La construcción del Bypass de San Miguel será utilizada para el transporte de los productos agrícolas locales a los mercados centrales y el "Michino-Eki (Estación de descanso) más fácil y efectivamente. Como resultado, los granjeros pueden expandir sus mercados.

(3) Promoción de Desarrollo Industrial

La construcción del Bypass de San Miguel promoverá y respaldará el desarrollo industrial y proveerá una base para incrementar la competitividad junto con la revitalización del Puerto de La

Unión.

(4) Desarrollo Turístico

La construcción del Bypass San Miguel proporcionará un mejor acceso de la región occidental y las zonas norte, particularmente de Honduras a través de El Amatillo vía RN18.

Una red de carreteras seguras y mejores podrá atraer a turistas nacionales y extranjeros y crear nuevas oportunidades de trabajo en hoteles, restaurantes y comercios.

(5) Acceso a Instalaciones de Salud

En la actualidad, los hospitales calificados y bien organizados se encuentran principalmente en la zona central de la ciudad de San Miguel y San Salvador. A fin de transportar a un paciente gravemente lesionado a esas instalaciones de salud rápidamente y sin problemas, son esenciales mejores carreteras. El Bypass de San Miguel ofrecerá acceso fiable a las instalaciones de salud.

(6) Seguridad y acceso en cualquier clima a los servicios de Educación

Existen 17 instituciones educativas (kindergartens, educación básica y bachillerato) ubicados a lo largo de la ruta planeada del Bypass de San Miguel. Los alumnos de estas escuelas serán capaces de utilizar el bypass para asistir a los centros educativos de manera más segura y sin problemas.

(7) Eliminación of Cuello de botella en corredor Este-Oeste

El Bypass de San Miguel tiene un importante papel para eliminar un cuello de botella en dirección este-oeste de manera estratégica: corredor logístico a nivel nacional e internacional y mejorará el equilibrio (incluyendo la reducción de la pobreza) entre el área metropolitana de San Salvador y otras regiones.

(8) Vínculo importante Norte-Sur

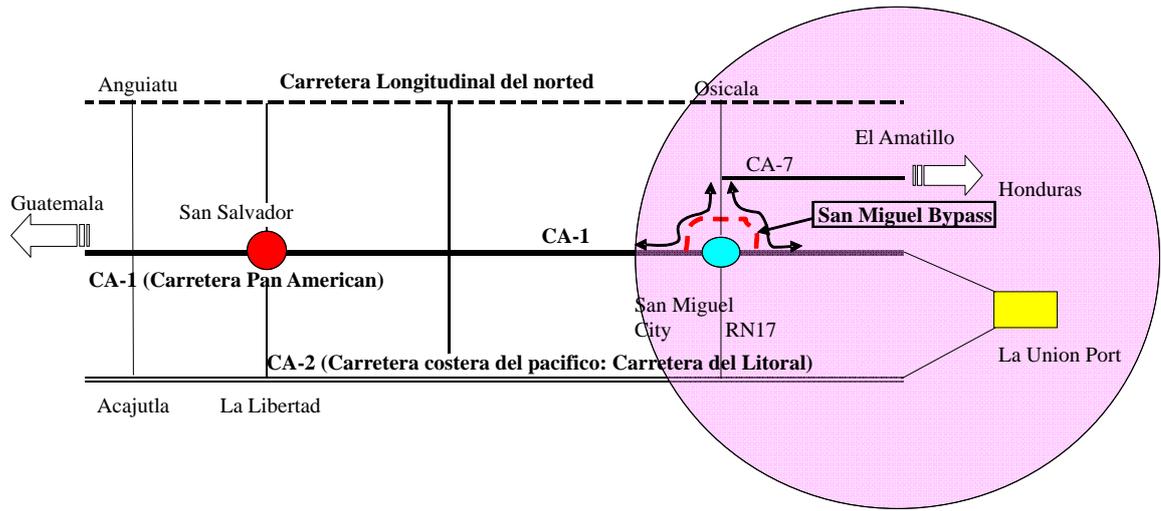
Adicionalmente a las tres carreteras este-oeste, los vínculos norte-sur deben mejorarse y fortalecerse por las siguientes razones:

1. Para formular una fuerte red de carreteras en el país con una combinación de tres de las tres arterias Este-oeste y vínculos norte – sur. La configuración de red de destino es un tipo de “Tipo Escalera”
2. Para interconexiones de recursos turísticos ubicados en las áreas sur y norte.
3. Para mejorar los accesos entre productos primarios y mercados.

Los roles del Bypass de San Miguel no solo proveen una ruta alternativa entre el tráfico en dirección este-oeste sino que sirve como un buen vínculo para el tráfico en dirección norte-sur en la zona Oriental.

La carretera Longitudinal del Norte prevista en la región oriental cruza el río Lempa en Nuevo Edén de San Juan, pasa a través de San Luis de Reina, San Simón y Osicala, para llegar a la carretera principal CA-7. La carretera CA7, a continuación, desciende a la ciudad de San Miguel en CA-1. En el camino a la ciudad de San Miguel, CA7 se ramifica a CA-7 y El Amatillo, frontera de Honduras. Por lo tanto, el Bypass de San Miguel fortalecerá no sólo eje este-oeste (CA-1) sino también el eje norte – sur para conectar la carretera Longitudinal del Norte en las zonas aisladas del norte con la ciudad de San Miguel y el puerto de La Unión.

(



Fuente: Equipo de Estudio JICA

Figura 10.4.1 Bypass de San Miguel y Accesos norte-sur

CAPÍTULO 11 MÉTODO Y PROGRAMA DE CONSTRUCCIÓN

11.1 Perfil del Proyecto

11.1.1 Delineamiento

Se concluyó en el **Capítulo 10** que la Alternativa 1 es la más recomendable. En este capítulo se describen el método constructivo y la programación de la Alternativa 1.

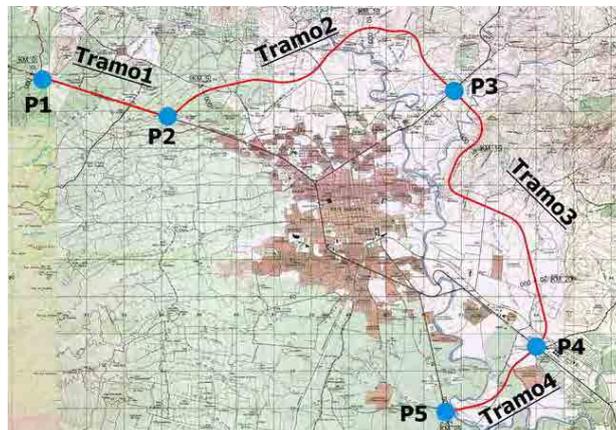
El alcance de los trabajos de construcción del Bypass de San Miguel comprende la construcción de bypass de la Ciudad de San Miguel desde un punto de CA-1 existente por la altura de Km131.9 cerca de Quelepa y hasta un punto después del puente El Papalón por Km 145.38 de CA-1 existente. El bypass incluye cuatro intersecciones principales por el inicio del bypass, por el cruce con la Calle SAM10N (o calle a Agua Zarca), por el cruce con la Ruta Militar (RN18) por Hato Nuevo, y el final de bypass que conecta con CA-1 por El Papalón, Km 145.38. Asimismo, el bypass cuenta con dos puentes mayores para cruzar con Río Grande de San Miguel (Puente Río Grande Norte) y el río Taisihuat (Puente Taisihuat). El Proyecto además del bypass, incluye la ampliación del tramo de CA-1 existente desde desvío a Moncagua hasta el inicio del bypass por El Obrajuelo.

La línea principal de la carretera del proyecto es de calzada doble de dos carriles a construirse entre las estaciones del tramo 1,2 y 3 se muestran en el **Cuadro 11.1.1** y la **Figura 11.1.1**

Cuadro 11.1.1 Secciones del Proyecto

	Point	City Name	Station	Distance (km)
↑	P1: Starting Point	Intersection to Moncagua	0+000	
Section 1				3.596
↑	P2: Start of Bypass	El Obrajuelo	3+596.483	
Section 2				9.451
↑	P3: Intermediate Point	Hato Nuevo	13+047.571	
Section 3				8.826
↓	P4: Final Point	El Papalón	21+873.779	

Fuente: Equipo de Estudio JICA



Fuente: Equipo de Estudio JICA

Figura 11.1.1 Tramos del Proyecto

11.1.2 Sección Transversal Típica

La sección transversal típica de la carretera se estableció con base en los dos tipos siguientes:

1) Sección doble de dos carriles en cada dirección

Ancho total de 21.80 m., teniendo (4 x 3.60 m ancho de carril) + (2 x 2.40 m ancho de hombro exterior) + (2 x 1.00 m ancho de hombro interior) + (0.6 m ancho de mediana).

2) Tramo de Ampliación CA-1:

Ancho total de 20.0 m., teniendo (4 x 3.65 m ancho de carril en la línea principal) + (1 x 2.40 m ancho de hombro externo) + (0.60 m ancho de mediana), sin considerar las obras de drenajes longitudinales.

11.1.3 Intersecciones

Se construirán cuatro intersecciones en Quelepa, SAM10N y Hato Nuevo, El Papalón en las siguientes ubicaciones:

Cuadro 11.1.2 Localización de las Intersecciones

No.	Localización	Estación	Tramo del I/C	Tipo
1	Km131 de CA-1	3+860	3+680 – 4+040 (360 m)	Redondel
2	SAM10N	8+240	8+160 – 8+300 (140 m)	Redondel
3	Hato Nuevo	13+070	13+000 – 13+140 (140 m)	Redondel
4	El Papalón	21+870	21+820 – 21+870 (50 m)	Redondel

Fuente: Equipo de Estudio JICA

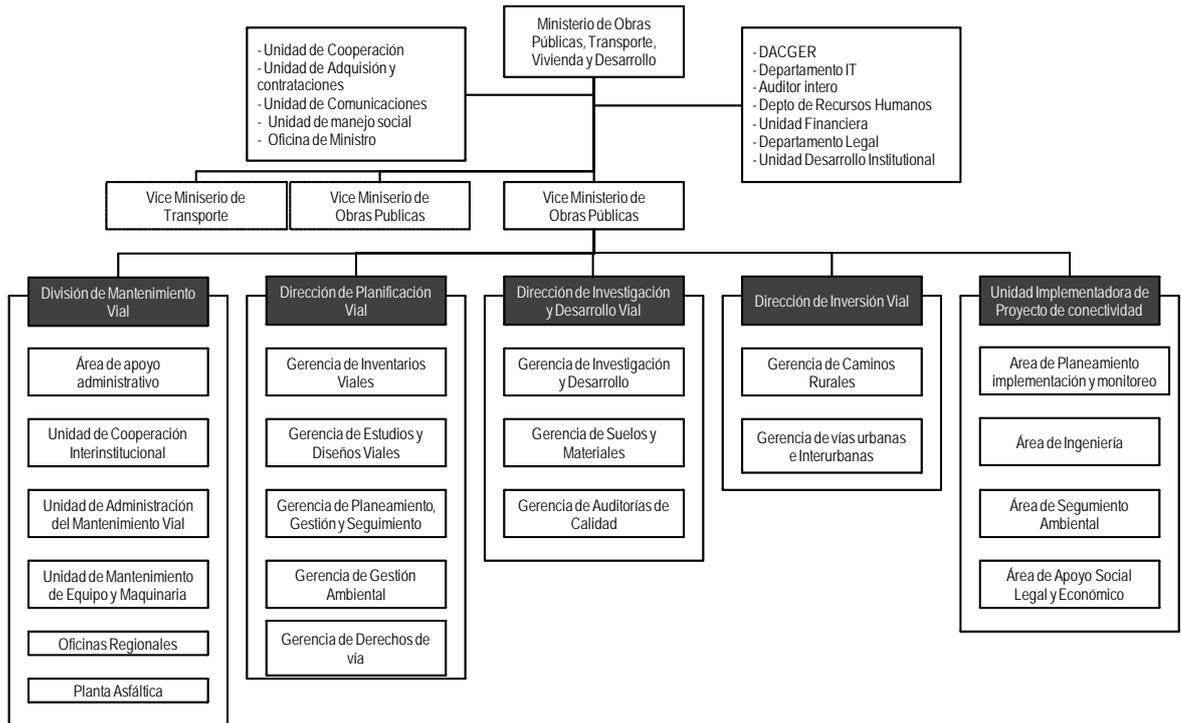
Es conveniente que el acceso al bypass sea controlado en los tramos entre esas intersecciones, para evitar que cruces vehículos en cualquier punto.

11.1.4 Estructuras Mayores

Serán construidas 54 estructuras mayores y menores en el proyecto. Se proponen dos puentes largos sobre los ríos.

11.1.5 Proposed Construction Schedule

Se desarrollo el programa de construcción propuesto, preparado con base en el diseño preliminar del Proyecto. El Proyecto está programado para finalizarse en un período de 30 meses, a mediados de 2017. El Equipo de Estudio asumió que la construcción será realizada por un Contratista calificado local o internacional, usando equipo de construcción de buena calidad y manteniendo un estricto control de calidad. Los programas de construcción propuestos se muestran en la **Error! Reference source not found.**



Fuente: Equipo de Estudio JICA basado en la información de la página web del MOPVTDU

Figura 11.2.1 Organigrama del MOPTVDU

El VMOP será el responsable de diseño y construcción de la carretera del bypass. La Gerencia de planificación desempeñará un papel importante durante el diseño, junto con la Gerencia de derechos de vía y la gerencia de gestión ambiental. La Unidad de adquisiciones es ad-hoc para el Ministerio, es la parte clave en el proceso de preparación de documentos de licitación y contratación del contratista. La Gerencia de vías Urbanas e interurbanas de la Dirección de Inversión Vial es el departamento responsable durante el período de construcción. Se consideró que esos departamentos responsables tienen suficiente experiencia y recursos humanos para llevar a cabo el diseño del proyecto, la adquisición y la construcción.

El FOVIAL será el responsable cuando se transfiera a la fase de mantenimiento. Se espera que la construcción del bypass se complete a finales del año 2016. Esto significa que el FOVIAL empezaría el mantenimiento del bypass desde el 2017. La tendencia de los ingresos anuales por impuestos del combustible y la longitud de las vías a mantener por el FOVIAL debe monitorearse cuidadosamente a fin de asegurarse de que el FOVIAL tiene capacidad suficiente para mantener correctamente el bypass.

CAPÍTULO 12 CONSIDERACIONES AMBIENTALES Y SOCIALES

Este proyecto generará varios impactos sobre el medio ambiente y social ya que consiste en la construcción de una nueva carretera de bypass. Con el fin de prevenir, mitigar, minimizar y compensar posibles impactos negativos, se ha llevado a cabo el estudio sobre las consideraciones ambientales y sociales, cual que se requiere por la legislación de El Salvador y los Lineamientos de Consideraciones Ambientales y Sociales de la JICA (2012) (Lineamientos de JICA).

El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) se ha realizado conforme a la normativa salvadoreña y los Lineamientos de JICA. El informe de EIA consiste el Plan de Acción de Reasentamiento (PAR) Estratégico que cumple requisitos de los Lineamientos de JICA y también de OP 4.12 de Banco Mundial. Se llevaron a cabo de cuatro consultas públicas durante el presente estudio de factibilidad.

12.1 Permiso Ambiental

El MARN es el encargado de los asuntos del medio ambiente. Los artículos 19 y 21 de la Ley del Medio Ambiente, definen que el inicio y operación de obras viales deberá contar con el Permiso Ambiental. El proyecto del bypass, requiere realizar un Estudio de Impacto Ambiental y obtener el Permiso Ambiental emitido por el Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). El permiso ambiental debe expedirse antes del comienzo de la construcción. Este proyecto lleva a cabo los procesos necesarios para obtener el permiso ambiental en el estudio de factibilidad, teniendo en cuenta la necesidad de asegurar tal permiso dentro de 120 días antes de concluir el contrato de préstamo entre los gobiernos del Salvador y Japón. El informe de EIA está bajo de revisión por el MARN actualmente (febrero de 2012) y está estimado a emitirse el Permiso de Ambiental para el proyecto en junio de 2012.

12.2 Categorización del Proyecto

Según la Ley del Medio Ambiente, el proyecto del bypass de San Miguel, se clasifica en el Grupo B Categoría 2, ya que es un proyecto de construcción de nuevas vías. El titular del proyecto de dicha categoría debe realizar un estudio de impacto ambiental para obtener el Permiso Ambiental. Por otra parte, el proyecto se ubica en la Categorización A¹ según los Lineamientos de JICA y también se requiere hacer EIA porque el proyecto es del sector de transporte, lo cual genera impactos ambientales y sociales significativos en la mayoría de los casos. Este proyecto requiere someterse al Comité consejero dos veces durante el estudio de factibilidad.

12.3 Interesados al Proyecto (*Stakeholders*) y Consultas Públicas

En la primera etapa de este estudio de factibilidad, se identificaron los interesados (*stakeholders*)

¹ El sistema de categorización de proyectos de El Salvador y de JICA son distintos. En El Salvador, el proyecto con impacto leve se categoriza como *Grupo A*, con impacto moderado se categoriza como *Grupo B Categoría 1*, y con impacto alto como *Grupo B Categoría 2*. En los Lineamientos de la JICA, el proyecto sin impacto se categoriza como *Categoría C*, con impacto leve o moderado como *Categoría B*, con impacto alto como *Categoría A*.

en el proyecto, que son: el Viceministerio de Obras Públicas (VMOP), el Viceministerio de Transporte (VMT), el Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano (VMVDU), Gobernación de San Miguel, Alcaldía Municipal de San Miguel, el MARN, la Secretaría de Cultura, la comunidad local, el sector transporte, el Cámara de Comercio de San Miguel, etc. Como se indicó anteriormente en el presente informe, se estableció el Grupo de Trabajo Técnico con los interesados a nivel de gobierno central y regional, para tener en cuenta sus opiniones, que fueron emitidas en varias reuniones realizadas para el presente estudio.

Conforme a las normativas salvadoreñas y los Lineamientos de la JICA, se programó realizar 4 consultas públicas en la ciudad de San Miguel. El cuadro siguiente muestra el resumen de las cuatro consultas públicas realizadas.

Cuadro 12.3.1 Programación de consultas públicas

Nombre	Objetivos	Fecha	Lugar	Participantes
1ra Consulta Pública	-Presentación general del proyecto	21 de mayo de 2011	Ciudad de San Miguel	-103 personas (78 hombres y 25 mujeres) -Líderes Comunales, sector transporte, Cámara de Comercio y la Industria de San Miguel, Alcaldía de San Miguel, Gobernación de San Miguel, VMOP, VMVDU, VMT, medio de comunicaciones, etc.
2da Consulta Pública	-Presentación de la ruta del bypass seleccionada preliminar -Presentación del borrador del <i>Scoping</i> de consideraciones ambientales y sociales	09 de julio de 2011	Ciudad de San Miguel	-75 personas (52 hombres y 23 mujeres) -Líderes comunales, sector transporte, Cámara de Comercio y la Industria de San Miguel, Gobernación de San Miguel, VMOP, VMVDU, VMT, medio de comunicaciones, etc.
3ra Consulta Pública	-Presentación general del proyecto -Explicación de los pasos de Adquisición de Derecho de Vía y Reasentamiento -Mesa de trabajo	12 de noviembre de 2011	Ciudad de San Miguel	-450 personas aproximadamente -La población afectadas directas e indirectas por el proyecto, los líderes comunales, Comercio y la Industria de San Miguel, Alcaldía de San Miguel, Gobernación de San Miguel, VMOP, VMVDU, VMT, medio de comunicaciones, etc.
4ta Consulta Pública	-Resultados de EIA incluyendo el PAR	10 días en febrero de 2012	Alcaldías de San Miguel, Quelepa y Moncagua	-Presentación del Informe de EIA -El proyecto personas/familias afectadas, líderes comunales, Comercio e Industria, Alcaldías de San Miguel, Moncagua y Quelepa Gobernación de San Miguel, VMOP, VMVDU, VMT, medios de comunicación, etc.
				
Explicando el proyecto a los lindeos comunitarios (1ra consulta pública)	Opinión de la participante (1ra consulta pública)			Audiencia (3ra consulta pública)

		
<p>Consulta mirando el mapa de la ubicación del proyecto (3ra consulta pública)</p>	<p>Mesa de trabajo (3ra consulta pública)</p>	<p><i>El Diario de Hoy</i>, 09 de Feb. de 2012 (4ta consulta pública)</p>

Fuente: Equipo de Estudio JICA

12.4 Estudio de Impacto Ambiental

El Equipo de Estudio JICA llevó a cabo el EIA de julio a diciembre del 2011 con una firma consultora registrada en el MARN, basados en los términos de referencia del MARN y los Lineamientos de JICA (2010).

12.4.1 Medio Físico

Se realizaron estudios de campo para establecer la línea base de calidad de aire, calidad de agua, ruido y vibración del área de influencia del proyecto.

(1) Calidad de aire

Los resultados de muestra de 5 puntos se encuentran bajo la norma ambiental en El Salvador.

Para evaluar el impacto ambiental en la calidad del aire, la predicción se llevo a cabo basándose en el pronóstico de demanda de tráfico para el año 2035. Uno de los puntos a lo largo de CA-1 (la ampliación del tramo, cerca de la escuela del cantón San José) y uno de los puntos cercano de la intersección del el bypass y CA-7 (“Ruta Militar”) fueron seleccionados como puntos de predicción tomando en cuenta las condiciones actuales. Los resultados de las predicciones de la concentración de contaminación del aire de SO₂, NO₂, CO y TPS están bajo los estándares ambientales.

Basado en el pronóstico de demanda de trafico para el año 2015 a 2035, las predicciones de la concentración de emisión CO₂ se llevó a cabo. El resultado de la predicción muestran que el proyecto del bypass contribuye para la reducción de la emisión de CO₂ reduciendo la concentración del tráfico en la ciudad de San Miguel. En el caso de la emisión de CO₂ con el proyecto, se prevé 0.24% del valor predicho para el año 2035 sin el proyecto.

(2) Calidad de agua

Se tomaron las muestras de la calidad de agua en los ríos y pozos del área de influencia del proyecto. Los niveles de DBO están bajo los estándares nacionales. Los niveles de sólidos suspendidos totales son altos debido a que se realizaron las muestras después del período de inundaciones. Para restablecer la línea base de la calidad de agua, las muestras de agua se llevarán a cabo en la etapa de diseño detallado, el cual no se debe hacer en período de inundación.

(3) Ruido

Se tomaron muestra de niveles de ruido en 5 puntos en el tramo de CA-1 y 7 puntos en el tramo de

bypass.

Los niveles de ruido de 5 puntos de muestras en el tramo de ampliación están sobre los estándares ambientales de Japón (El Salvador no cuenta con estándares de ruido).

La predicción del nivel de ruido en 3 puntos del bypass para el año 2035 se llevo a. El resultado muestra que el promedio de el nivel de ruido en el punto de CA-1 será de 79.1 dB(A) durante el día y 75.7 dB(A) por la noche, el cual está sobre los estándares de ruido Japoneses. La barrera contra sonido se debe instalar al lado del Centro Escolar San José para mitigar el ruido. Los resultados de otros puntos del tramo de bypass no muestra impacto negativo significativo por el proyecto. El plan de monitoreo del ruido estará realizando en el etapa de funcionamiento.

(4) Vibración

Se tomaron las muestras en 8 puntos del bypass y uno en la intersección de la CA-1 con la CA-7 (“triangulo”). Los resultados de nueve puntos de muestras fueron significativamente bajos comparados con los límites permisibles.

12.4.2 Medio Biológico

(1) Ecosistema

Los ecosistemas encontrados, son ambientes perturbados ya que no mantienen la característica de un ecosistema correspondiente a vegetación primaria. La mayor extensión del proyecto constituye áreas de cultivos y pastizales.

(2) Flora

Del inventario de flora se reportan en total 61 familias y 147 especies. Se van a talar 2,500 árboles y 7,650 arbustos aproximadamente en el proyecto. El plan de compensación para los árboles a talar estará implementando.

(3) Fauna

En cuanto a los anfibios se registró una especie, *Rhinella marina* “sapo sabanero” con un avistamiento de un adulto. De los reptiles se reportan 12 individuos que pertenecen a 5 familias y cinco especies, la más abundante fue *Ctenosaura similis* “garrobo” con 5 individuos registrados. En el área de estudio se registró un total de 952 individuos agrupados en 27 familias y 54 especies de aves. En cuanto a los mamíferos se encontró un total de 25 individuos, los cuales se registraron por medio de avistamiento e indicios (huellas, excretas, echaderos, rascaderos y osamentas). Las especies que presentaron mayor cantidad de registros son *Dasyopus novemcinctus* (armadillo) y *Procyon lotor* (mapache) con cinco y *Urocyon cinereoargenteus* (zorro gris) con cuatro observaciones.

(4) Áreas naturales protegidas

No existen Áreas Naturales Protegidas (ANPs) en el área de influencia del proyecto.

12.4.3 Medio Socioeconómico²

El bypaas pasará por El Papalón y Valle Alegre de la municipalidad de Moncagua, San José, El Obrajuelo y San Antonio de la municipalidad de Quelepa, y El Sitio, El Zamorán, Santa Inés, El Divisadero, Hato Nuevo, Las Delicias, El Papalón y El Jute de la municipalidad de San Miguel.

(1) Ingresos y pobreza

El área de influencia directa e indirecta del proyecto se caracteriza por contar con población urbana, semi-urbana y rural, en su mayoría, en situación de pobreza.

(2) Vulnerables

Los niños menores a 10 años de edad, mujeres embarazadas o lactando, adultos mayores y personas con necesidades especiales son identificadas como “vulnerables” en el área de influencia del proyecto. No se encuentra ninguna comunidad indígena en el área de influencia del proyecto. Adicionalmente el 31.43% de la población registrada en el área de influencia viven en construcciones no permanentes, hechas de desechos o materiales semi durables, como láminas de metal y adobe.

(3) Agricultura y Ganadería

Una de las ocupaciones más común en la zona es en el sector agrícola. Los productos agrícolas principales de la zona son maíz, maicillo y frijol. La mayoría produce en pequeña escala y solamente está orientado para el consumo propio. Como 40 familias de la población censada del área de influencia directa e indirecta se dedica a actividades relacionadas con la ganadería. La mayoría de estos son pequeños ganaderos que tienen entre 1 y 15 vacas. La tenencia de la tierra es de carácter privado, no existiendo cooperativas ni tierras de uso común, los pasos de ganado coinciden con las calles de acceso a los poblados y cantones. Hay pasos de ganado en el área de influencia directa e indirecta del proyecto. Pasos de ganado se instalarán a lo largo de la ruta del bypass para mantener los pasos actuales.

12.4.4 Plan de Manejo Ambiental

Para la evaluación de los impactos ambientales y sociales en este proyecto se utilizó la metodología de Criterios Relevantes Integrados. En base a esta evaluación, se planearon los Planes de Manejo Ambiental (PMA). El titular del proyecto es responsable por la implementación de cada medida ambiental, en este caso el MOPTVDU.

² El Equipo de Estudio JICA realizó una encuesta socioeconómica a 315 personas que viven en el área de influencia directa e indirecta del proyecto, durante los meses de agosto y septiembre en 2011 que ha tenido como fin determinar las condiciones sociales y económicas de la población que reside dentro de las áreas de influencia directa e indirecta.

Cuadro 12.4.1 Resultados de consultas públicas

Descripción de impacto ambiental potencial	Medida ambiental	Descripción de medida ambiental propuesta
Reducción de infiltración por tala. Reducción de bosque ripario y secundario: afectación de árboles, arbustos y fauna en sitio de preparación	1) Revegetación para compensar la tala	Plantación de 24,990 árboles y 7,650 arbustos y mantenimiento durante la preparación del sitio y período de construcción
Afectación de estructuras y propiedades. Reubicación de personas	2) PAR	Adquisición de propiedades, incluyendo el pago de estructuras primarias y secundarias, árboles, cultivos y otros Ejecución del Plan de Reasentamiento para las familias beneficiadas y asistencia durante la reubicación
Reducción de pastizales y tierras de cultivo	3) Capacitación y soporte para mejoramiento de cultivos, suelos y agroforestería.	Contratación de un promotor por dos meses y medio para ofrecer Hiring a trainer for two and half months to give affected agricultural families to give capacity building courses and provide information in brochures
Afectación de Infraestructura Social	4) Pasarelas y seguridad vial	Construcción de pasarelas, reductores de velocidad, aceras y paradas de buses. También se planean talleres de educación vial para los habitantes de la zona.
Transporte de sedimentos a ríos y quebradas.	5) Drenajes temporales durante la preparación del sitio.	Instalación de canaletas y acequias temporales para evitar el arrastre de sedimentos en tramos con pendientes altas.
Reducción o división de terrenos agropecuarios.	6) Señalización de pasos para ganado.	Ubicación de señales para informar sobre los pasos de ganado.
Afectación temporal a infraestructura: postes de energía, agua potable, drenajes.	7) Gestión Social y ambiental del proyecto.	Establecimiento de la Oficina de Gestión Social Ambiental para manejo de quejas de la población, campañas de comunicación sobre la construcción e información relacionada a las medidas ambientales.
Posible afectación a fauna durante la fase de preparación del sitio.	8) Medidas para protección de fauna durante la Preparación del Sitio.	Señalización y capacitación al personal sobre el respeto y rescate de la fauna que se encuentre en el área del proyecto.
Afectación de actividades comerciales	9) Apoyo a pequeños comerciantes.	Señalizar y dejar el paso libre a los clientes y propietarios de locales comerciales como restaurants y kioscos.
Posible contaminación de suelo y agua por efluentes, desechos y residuos en preparación del sitio.	10) Manejo de efluentes, desechos y residuos durante la preparación del sitio.	Manejo de desechos, residuos y efluentes, instalación de 22 inodoros portátiles y 22 depositos de desechos.
Riesgo a la salud por población foránea	11) Programas de prevención de salud durante la preparación del sitio.	Campañas para VIH-SIDA, realizando talleres y pruebas.
Riesgos ocupacionales a los empleados en preparación del sitio	12) Medidas de seguridad ocupacional en preparación del sitio.	Adecuación del plan de prevención, extintores, señalización y capacitación.
Reducción de infiltración por impermeabilización del suelo.	13) Revegetación para compensar la impermeabilización	Plantación de 850 árboles en la misma cuenca.
Emisiones al aire por transporte y movimiento de tierras y excavaciones	14) Programa de control de polvo	Cobertura de tolvas de camiones, mantenimiento de maquinaria y equipo, restricción de velocidad de vehículos, riego periódico al menos tres veces al día en zonas cercanas a poblaciones y uso de caminos temporales

Descripción de impacto ambiental potencial	Medida ambiental	Descripción de medida ambiental propuesta
Modificación del relieve natural	15) Manejo de taludes	Manejo de taludes de corte: geomalla o malla hexagonal, con bermas, canaletas y bordas y de relleno: pendiente 2H/1V, cobertura de protección, bermas, bordas y canaletas.
Inestabilidad del suelo por taludes de corte y relleno		
Posibles procesos erosivos.		
Cambio en calidad de suelo: tierra negra.	16) Acopio y reúso de tierra negra	Separación de la tierra negra, acopio y reúso.
Incrementos de ruido	17) Medidas para reducción del ruido	Instalación de bareras vivas o tapias para atenuación de ruido cerca de las áreas residenciales o zonas boscosas.
Modificación de patrones de drenaje durante la construcción	18) Mantenimiento de drenajes temporales durante la construcción.	Mantenimiento de drenajes temporales para evitar arrastre de sedimentos en los drenajes.
Posible afectación en sitios de interés cultural	19) Monitoreo, rescate y/o salvamento de sitios de interés cultural.	Realizar rescate, salvamento o recorridos adicionales en sitios o potenciales sitios de interés arqueológico y paleontológico.
Ruido por abastecimiento y construcción en general	20) Establecer un horario de trabajo cerca de las poblaciones.	Establecer horario de 6 a.m. a 6 p.m. y otras medidas para reducción de ruido. Realizar señalización y capacitación.
Posible afectación de bosques y árboles	21) Medidas de protección de los bosques y suelos	Delimitar las áreas de trabajo, protección de la vegetación y fauna existentes, rescate de fauna.
Riesgo por población extraña a los habitantes en construcción.	22) Prevención de impactos a la salud por construcción.	Campañas para la prevención de VIH-SIDA, realizando talleres y pruebas.
Afectación de caminos y calles vecinales.	23) Mantenimiento de caminos temporales	Dar mantenimiento a los caminos que se utilizarán para el acopio de materiales y por tráfico local y sustento.
Posible contaminación de suelo y agua por efluentes, desechos y residuos en construcción	24) Efluentes, desechos y programas de manejo de residuos.	Establecer el manejo de desechos y residuos, y su disposición; compra de basureros e inodoros portátiles.
Riesgos ocupacionales a los empleados de la construcción.	25) Medidas de seguridad ocupacional para construcción.	Adecuación de plan de prevención, extintores, señalización y capacitación.
Generación de desechos líquidos y sólidos.	26) Manejo ambiental de Michinoeki (estación de descanso)	Construcción de pozo, tanque séptico, residuos sólidos y manejo de barreras vivas.
Riesgo de inundación, deslizamientos, volcánicos y de incendio	27) Plan de previsión de riesgos.	Relleno de depresiones existentes, piedras, bordas para pequeños derrumbes
Contaminación de calidad de agua	28) Monitoreo de la calidad de agua de Río Grande de San Miguel y Río Taisihuat	Monitorear la calidad de agua en la etapa de construcción

Fuente: Equipo de Estudio JICA

12.4.5 Plan de Monitoreo

El titular del proyecto (VMOP) es responsable por la implementación del monitoreo de las medidas ambientales durante la etapa de preparación del sitio, etapa de construcción y etapa de mantenimiento. Aparte de los planes de monitoreo de PMAs, el **Cuadro 12.4.2**, **Cuadro 12.4.3** y **Cuadro 12.4.4** muestran el plan de monitoreo para la calidad de aire, ruido y vibración a lo largo de la ruta del bypass durante las fases de construcción y operación y el plan de monitoreo para la calidad de agua durante la fase de construcción. El **Cuadro 12.4.5** muestra el plan de monitoreo para la calidad de agua en la etapa de construcción.

Cuadro 12.4.2 Plan de monitoreo de calidad de aire

Indicador	Ítem
Puntos Monitoreados	Cinco puntos (CA-1 Km. 129.5, Moncagua; Cantón El Obrajuelo, Quelepa; Cantón Hato Nuevo, San Miguel; Cantón El Papalón, San Miguel; Av. Roosevelt, center of San Miguel City)
Puntos de colocación	Dos estaciones por punto monitoreado: barlovento y sotavento (contra el viento y en contra de la dirección de el viento)
Parámetros a evaluar	- Dióxido de azufre (SO ₂) - Dióxido de nitrógeno (NO ₂) - Monóxido de carbono (CO) - Materiales Particulados (TPS)
Medidas de Frecuencia	Mensualmente en la etapa de construcción, cada semestre en la etapa de mantenimiento.
Comparación o estándar de Referencia	Decreto 40 (El Salvador) y Normativa Ambiental Japonesa (48.5.8 No. 25 y 48.6.12 No. 143)
Valores máximos permisibles en áreas Residenciales.	- SO ₂ : 365 µg (promedio en 24 horas) - NO ₂ : 0.04 ppm < promedio en 24 horas < 0.06 ppm - CO: 10 ppm (promedio en 24 horas) y 20 ppm (promedio en 8 horas) - TPS: 260 µg (promedio en 24 horas)
Persona encargada de Implementación	VMOP, o una tercera dentro de la supervisión de VMOP

Fuente: Equipo de Estudio JICA

Cuadro 12.4.3 Plan de monitoreo de ruido

Indicador	Ítem
Puntos Monitoreados	11 puntos a lo largo de la ruta del Bypass (los mismos puntos donde las muestreo para establecer línea base)
Parámetros a evaluar	Nivel de presión de sonido consistente equivalente : dB(A)
Medidas de Frecuencia	Mensualmente en la etapa de construcción, semestralmente en la etapa de mantenimiento
Estándares recomendados	Límites requeridos de Japón para carreteras troncales
Límite requerido a lo largo de carreteras troncales, norma japonesa	Día (6:00 – 22:00): 75 Noche (22:00 – 6:00 hrs):70
Persona encargada de Implementación	VMOP, o un tercero bajo la supervisión de MOP

Fuente: Equipo de Estudio JICA

Cuadro 12.4.4 Plan de monitoreo de vibración

Indicador	Ítem
Puntos Monitoreados	Nueve puntos a lo largo de la ruta del bypass (los mismos puntos donde las muestreo para establecer línea base)
Parámetros a evaluar	k
Medidas de Frecuencia	Mensualmente en la etapa de construcción, semestralmente en la etapa de mantenimiento
Estándares recomendados	"Estándares de Vibración y Ruido" de Reglamento Territorial y Ambiental de Madrid, España
Valores permitidos máximos en áreas residenciales	2.00 k para áreas residenciales
Persona encargada de Implementación	VMOP, o una tercera dentro de la supervisión de VMOP

Fuente: Equipo de Estudio JICA

Cuadro 12.4.5 Plan de monitoreo de agua

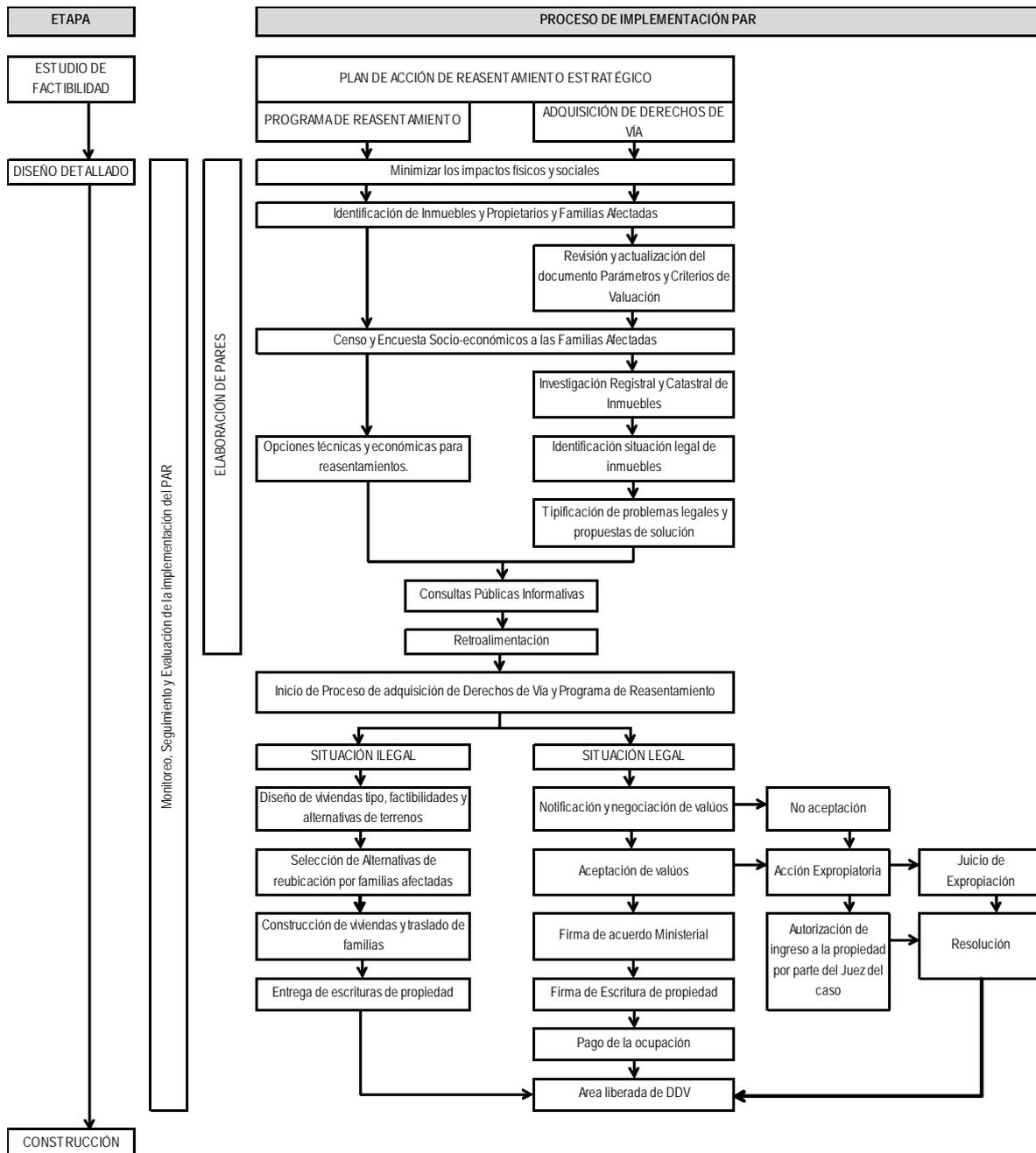
Indicador	Item
Puntos Monitoreados	Un punto 50m aguas arriba y 50 m aguas abajo desde la construcción
Parámetros a evaluar	mg/l para DBO y SST
Medidas de Frecuencia	Mensualmente durante la etapa de construcción
Estándares Recomendados	Estándares ambientales (NSO 13.49.01:09)
Valores máximos permitidos en áreas residenciales	60 mg/l para DBO, 150 mg/l para SST
Persona encargada de Implementación	VMOP, o un tercero bajo la supervisión del MOP

Fuente: Equipo de Estudio JICA

12.5 Plan de Acción de Reasentamiento (PAR)

La adquisición de derechos de vía es uno de los impactos más significativos en el proyecto. Los Lineamientos de JICA (2010) establecen que se deben cumplir los requisitos de la OP 4.12 de Banco Mundial. En la etapa de estudio de factibilidad se elaboró el PAR Estratégico, y en la etapa de diseño detallado se elabora el PAR Específico en base al presente PAR Estratégico. El PAR estratégico se informó a las personas beneficiadas por el proyecto en la tercera consulta Pública, mediante una presentación y un folleto informativo; no se escucharon opiniones negativas.

La **Figura 12.5.1** muestra el flujo de cómo se implementa el PAR en cada etapa del proyecto.



Fuente: Equipo de Estudio JICA

Figura 12.5.1 Flujo de implementación del PAR

12.5.1 Análisis de Marco Jurídico

La Constitución de la República de El Salvador establece que existen dos modalidades para el traspaso de inmuebles a favor del Estado, que son vía voluntaria y vía judicial. La “Ley de Expropiación y de Ocupación de Bienes por el Estado”, establece los procedimientos especiales de la expropiación para la apertura de carreteras nacionales. Según el análisis comparativo de la legislación salvadoreña y la OP 4.12 de Banco Mundial, no existen discrepancias significativas entre ellos sobre los puntos importantes relacionados con reasentamiento involuntario y adquisición de bienes por el Estado.

12.5.2 Análisis de Marco Institucional

Las instituciones y organismos principales que intervienen en el proceso de adquisición del derecho de vía y los Planes de Acción de Reasentamiento son: Ministerio de Obras Públicas, Transporte, Vivienda y Desarrollo Urbano, Fiscalía General de la República, Centro Nacional de Registros, Juzgados, el MARN, Secretaria de Cultura, Gobiernos Locales, ADESCOS (Asociaciones de Desarrollo Comunal), y Empresa Consultora.

12.5.3 Identificación de Afectaciones

(1) Parcelas Afectadas

En total se tiene un estimado de 588 parcelas, con un total de 557 propietarios, de este número de parcelas, 177 se encuentran en ampliación (30%) y 411 en apertura (70%). La característica típica de la zona es hay varios lotificaciones en el área del proyecto. De las 588 posibles parcelas a ser afectadas existe un aproximado de 384 lotes (65%) en lotificaciones las cuales en su mayoría no se encuentran registradas. se ha identificado que aproximadamente el 39% de propietarios son dueños de lotes de las 12 lotificaciones no legalizadas a lo largo del trazo del proyecto a ser afectadas, cuyo estatus legal a la fecha no es preciso, no obstante, en la ejecución del proyecto se debe definir y resolver la situación legal previa indemnización. Las soluciones para los problemas legales típicas relacionadas a las parcelas de lotificación se han propuesto.

(1) Viviendas y Estructuras Complementarias

Según el diseño preliminar y el censo realizado en agosto y septiembre de 2011 el total de viviendas afectadas es de 53 con 158 personas. Se encuentran 4 viviendas en el tramo de ampliación y 47 en el tramo de apertura. Según la investigación de campo se han identificado un total de 4 viviendas ilegales a ser afectadas por el proyecto, las cuales han sido construidas en terreno propiedad del Estado, es decir, las familias que residen en ellas no tienen derechos legales sobre la tierra que ocupan (ocupantes). Asimismo según el inventario realizado se afectan obras que corresponden al comercio, tales como: 1 hoteles, 1 comedor, 10 galeras, 4 bodegas, 9 pozos, 7 letrinas.

(2) Parcelas Agrícolas Afectadas

Se estima un 6% de parcelas afectadas con cultivos de granos básicos (frijol, maíz caña de azúcar), que la mayoría de la producción de la zona se orienta al consumo. Se estima que 13% de parcelas afectadas con siembra son pastizales.

12.5.4 Criterio de Elegibilidad

La fecha de corte se establece como la fecha en la que da inicio la notificación de manera escrita a los propietarios/poseedores/ocupantes de los inmuebles a ser ocupados por el derecho de vía.

La fecha de corte para el presente proyecto se definirá en la etapa de diseño detallado cuando se elabora el Plan de Reasentamiento Específico, considerando las reacciones de la población y las

experiencias que El Salvador tiene. Sin embargo, posiblemente será el momento del inicio del censo socioeconómico.

Para ser elegible a los paquetes de compensación sólo basta que los pobladores posean inmuebles (propietarios, poseedores) y/o residan en ellos, a lo largo de la traza del proyecto (propietarios, poseedores, ocupantes). Existen 3 grupos de personas que son candidatos a ser elegibles en los procesos de reasentamiento a ser implementados, los cuales se describen a continuación:

- ✓ **Propietarios:** Aquellos que tienen derechos legales oficialmente establecidos respecto de las tierras, cuyos inmuebles se encuentran inscritos en el CNR.
- ✓ **Poseedores:** Aquellos que no tienen derechos legales oficialmente establecidos respecto de las tierras, pero que reclaman algún derecho a esas tierras, cuya reclamación está amparada en la legislación del país. Inmuebles con escrituras/títulos sin inscripción.
- ✓ **Ocupantes:** Los que carecen de un derecho legal o una pretensión reconocible respecto de la tierra que ocupan.

Se elaboraron el matriz de alternativas de compensación.

12.5.5 Procedimiento para la Adquisición de los Derechos de Vía

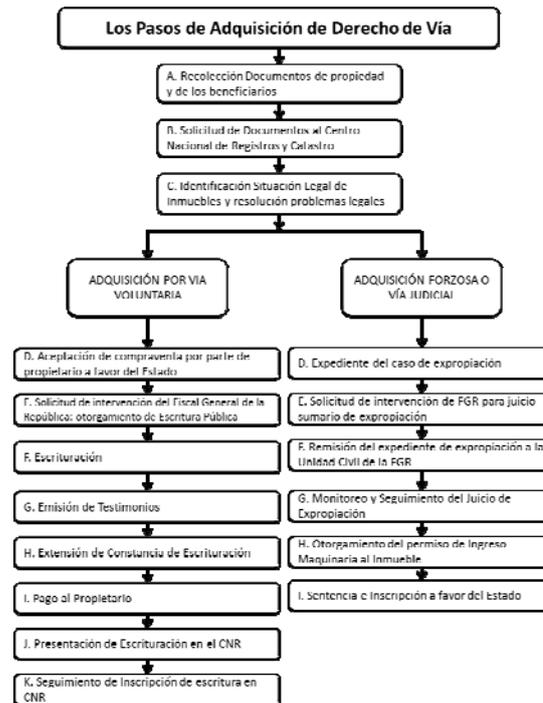
(1) Modalidad de adquisición de DDV

La modalidad de Diseño, Licitación y Construcción se ha propuesto por el Equipo de Estudio JICA, la cual una empresa consultora hace el diseño detallado, y al mismo tiempo la otra empresa consultora hace adquisición de los derechos de vía. Con ello se asegura la liberación de los derechos de vía antes del inicio de la construcción, evitando de esta manera los conflictos relacionados a adquisición de los derechos de vía.

		año1				año2				año3				año4			
Opción 2 Diseño, Licitación y Construcción (Tipo 1)	Diseño Detallado	[shaded]				[empty]				[empty]				[empty]			
	Adquisición de DDV	[shaded]								[empty]				[empty]			
	Construcción	[empty]				[shaded]				[shaded]				[shaded]			

(2) Adquisición de Derechos de Vía Voluntaria y Vía Judicial

El MOPTVDU a través de la Gerencia de Derechos de vía ha implementado a lo largo del tiempo el procedimiento para la adquisición de los derechos de vía en dos maneras establecidos en la Ley de Expropiación y de Ocupación de Bienes por el Estado, que son adquisición por la vía voluntaria y la vía jurídica.



Fuente: Equipo de Estudio JICA

12.5.6 Criterio y Parámetros de Valuación de Inmueble

Se ha establecido los criterios y parámetros a utilizar para determinar el valor de compensación por las afectaciones a las parcelas, incluyendo la afectación total o parcial a infraestructuras, cultivos y/o vegetación y arborización tanto productiva como maderera, de acuerdo a las condiciones en que éstas se encuentren en el momento de realizar el levantamiento de las ocupaciones, y áreas excedentes. .

12.5.7 Programas a Desarrollar en el Plan de Acción de Reasentamiento

Es necesaria la elaboración de una serie de programas encaminados a que las alternativas de solución propuestas para los reasentamientos sean puestas en práctica en base a una adecuada planificación de cada una de las actividades a realizar. Eso es importante para asegurar que la información de todos los PAPs, especialmente los propietarios de los lotes de subdivisiones, serán colectadas en la etapa de desarrollo del PAR Específico, en la etapa del diseño detallado.

Los programas elaborados son:

- ✓ Programa de Compra e indemnización a Propietarios/Poseedores, instituciones públicas/sociales
- ✓ Programa de Reasentamientos o Reubicación de viviendas para Propietarios/Poseedores/Ocupantes
- ✓ Programa para la restitución de unidades económicas
- ✓ Programa de Comunicación

Esta información será más concreta una vez se avance en el diseño geométrico de la alternativa más viable, la cual será presentada en los PARs Específicos a ser elaborados por la empresa consultora asignada por el MOP

12.5.8 Monitoreo de Implementación del Plan de Acción de Reasentamiento

El departamento de Derechos de Vía del VMOP es la entidad responsable de monitorear la implementación del Plan de Reasentamiento. El plan de monitoreo se elaborará junto con el PAR específico. Se recomienda elaborar matrices para monitorear el progreso de la implementación de la adquisición de derechos de vía y que cada programa que contiene el PAR, así como las resoluciones judiciales. La firma consultora que ejecute el PAR debe actualizar las matrices semanalmente y someterlas a la Gerencia de Derechos de Vía del MOP. Esta información debe ser sistematizada y publicada en un sitio web para que las personas puedan revisar los avances, el proceso y otra información relacionada con la implementación del PAR.

12.5.9 Mecanismo de Resolución de Quejas

La empresa consultora abrirá oficinas en puntos clave del corredor del proyecto, con el objeto de facilitar la implementación del PAR para que puedan interponer sus quejas. Dichas oficinas reciben el nombre de: Centro de Recepción, Encuentro y Atención (CREA). La oficina de Gestión Social deberá funcionar durante la elaboración del Diseño Detallado del bypass y durante la implementación del PAR, prolongándose quince días calendario después de la fecha de finalización del contrato, con el objeto de cerrar el proceso.

El proceso de resolución de quejas tendrá 2 instancias, la primera será la oficina local de CREA de la empresa consultora (oficina de gestión social) y la segunda instancia será la Gerencia de Derechos de Vía del MOPTVDU.

12.6 Estudio de Bienes Culturales

La “Ley especial de Protección al Patrimonio Cultural de El Salvador” y su reglamento establecen la necesidad de los bienes culturales del país. El titular del Proyecto (en este caso el MOP) debe obtener la Licencia de Obra emitida por la Secretaría de Cultura antes del inicio de la obra.

Se recomienda al MOP continuar con el estudio detallado de arqueología, de acuerdo a los lineamientos dados para la primera etapa y los términos de referencia entregados por la Secretaría de la cultura, para finalizar con los requisitos y concluir con la obtención de la Licencia de Obra de la Secretaría de Cultura lo más pronto posible antes la etapa de construcción.

CAPITULO 13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

13.1 Factibilidad del Proyecto

13.1.1 Factibilidad Técnica y Ambiental

Se confirma que la construcción del bypass es necesaria para contrarrestar la congestión de tráfico de la zona de San Miguel. Se preparó el diseño preliminar de bypass, incluyendo diseño de alineación de carretera, tipo de pavimento, puentes grandes y pequeños, otras estructuras, obras de drenaje, protección de taludes y obras adicionales. Se realizó la evaluación ambiental y social para el proyecto, determinando el impacto causado por el proyecto y se establecieron las necesarias medidas de mitigación. De la misma manera, fue preparado el Plan de Acción de Reasentamiento (PAR) basado en los resultados de la encuesta socio-económica y el diseño preliminar. Por la medida descrita en el RAP se aplicará a las personas afectadas de proyecto.

Como el resultado de los diferentes tipos de análisis llevado a cabo durante este estudio, se concluye que el la construcción del bypass junto con la ampliación de la CA-1 de 3.66 km en la sección adyacente al comienzo de la carretera del bypass es factible.

13.1.2 Evaluación Económica

Las dos alternativas siguientes fueron evaluadas en las consideraciones económicas:

- Alternativa 1: Construcción del Bypass de San Miguel hasta el punto final en carretera CA-1 (Sección 2—Sección 3) + Ampliación de parte de la carretera CA-1 (Sección 1: desde el desvío a Moncagua a la intersección con el punto inicial del bypass en el lado este).
- Alternativa 2: Construcción del bypass incluyendo la extensión hasta la RN17S (Sección 2—Sección 4) + Ampliación de parte de la carretera CA-1 (Sección 1: desde el desvío a Moncagua a la intersección con el punto inicial del bypass en el lado este).

Por lo tanto, una diferencia de las dos alternativas es la extensión de la circunvalación a RN17S no incluido (alternativa 1) o incluido (alternativa 2).

Los resultados de la evaluación económica por análisis de costo beneficio indican que la alternativa 1 (sin extensión a RN17) es económicamente factible con TIRE mayor que el costo de oportunidad del capital ($> 12\%$), superior a la unidad de B/C (> 1.0) y los valores positivos de VNA (> 0). Por otro lado, la alternativa 2 (extensión RN17) no es económicamente factible debido al mayor costo de construcción.

Por otro lado, la alternativa 2 (extensión RN17) no es económicamente factible debido al mayor costo de construcción.

Se llevó a cabo el análisis de sensibilidad para la Alternativa 1. Los resultados de los análisis de sensibilidad muestran la solidez de la viabilidad económica del proyecto. Incluso para el escenario en el que el costo del proyecto se incrementa en un 20% (beneficio no cambia), el proyecto mantendrá los valores de TIRE mayor que el costo de oportunidad del capital ($> 12\%$). En el caso en donde el beneficio del proyecto se reduce en un 20% (el costo no se cambia), el proyecto es aún factible. Sin embargo, si el costo se incrementa en un 20% y el beneficio se reduce en un 15%, el valor de TIRE es inferior al costo de oportunidad del capital.

Cuadro 13.1.1 Resultados del Análisis de Sensibilidad (TIRE), Alternativa 1

Beneficio Costo	Caso Base	-10%	-15%	-20%
Caso Base	16.2%	14.8%	14.0%	13.2%
+10%	15.0%	13.5%	12.8%	12.0%
+15%	14.4%	12.9%	12.2%	11.4%
+20%	13.8%	12.4%	11.7%	10.9%

Fuente: Equipo de Estudio JICA

13.2 Programa de Implementación

13.2.1 Programa de Implementación

El esquema de implementación del proyecto puede ser de dos formas, ambos el diseño convencional, oferta, modalidad de construcción o diseño-construcción después de diseño de ingeniería básica. En este estudio se asume que la aplicación va a ser realizado por construcción, oferta y diseño detallado. El programa de aplicación general se muestra en la **Figura 13.2.1**.

	2012				2013				2014				2015				2016				Month
	1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	
JICA Preparatory Study	1	1	1																		3
EIA (Permiso Ambiental)			▲																		0
Appraisal Mission and LA Negotiation			1	1	1	1														6	
E/N and L/A				▲	▲															0	
Detailed Design and Tender Assistance			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
Construction											1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	30

Fuente: Equipo de Estudio JICA

Figure 13.2.1 Programa General de Implementación

13.2.2 Temas clave para la Implementación

Durante este estudio, se identificaron algunos hitos importantes para que el proyecto sea implementado a tiempo

(1) Permiso Ambiental a obtenerse para junio de 2012

La información detallada y el proceso normal para obtener el permiso ambiental se describe en el **Capítulo 12**. Es probable que tome más tiempo si el proceso típico de intercambio y comunicación entre MOPTVDU y MARN. Se recomienda encarecidamente que las dos entidades continúen el esfuerzo que han realizado durante esta fase preparatoria de Estudio, para coordinar rápidamente y mantener el seguimiento de los pasos para asegurar la fecha permiso ambiental en junio de 2012. Este permiso ambiental es un requisito de JICA para enviar una misión de evaluación del Proyecto.

(2) Acuerdo de préstamo a firmarse a finales de 2012

Desde el envío de la misión de evaluación hasta la firma del contrato de préstamo, se estimó un plazo de 6 meses. Durante ese período, deberán realizarse las siguientes actividades.

- 1) Misión de evaluación por JICA
- 2) Compromiso por el Gobierno Japonés

- 3) Aprobación por Asamblea Legislativa de El Salvador para la firma de Canje de Notas
- 4) Firma de Canje de Notas
- 5) Aprobación de Asamblea Legislativa en El Salvador para firma de Acuerdo de préstamo
- 6) Firma de Acuerdo de Préstamo

Pueden tomarse algunas medidas para el cumplimiento de la meta de firma del Acuerdo de Préstamo a finales de de 2012

(3) Selección de Contratista para Junio de 2014

Para iniciar la construcción a mediados del año 2014, se requieren las siguientes tareas sin retrasos

- 1) Contratación de consultor para el diseño detallado (D/D) y la asistencia de licitación
- 2) Inicio rápido en el proceso de adquisiciones de Contratista (s)
- 3) Llamada a licitación para Contratista(s) inmediatamente después de completar el D/D y la preparación de documentos de licitación
- 4) Proceso de aprobación de JICA para la fase de licitación
- 5) Obtención de la Licencia de Obra emitida por la Secretaría de Cultura de la Presidencia
- 6) Adquisición de tierras y reasentamientos

13.3 Variaciones de la implementación

13.3.1 Asociación Público-Privada

Algunas entidades gubernamentales de El Salvador consultaron si el bypass puede implementarse bajo el esquema de APP (Asociación Público-Privada). Esta cuestión puede originarse debido a que se planea una nueva ley APP. Si se construye el bypass con una iniciativa privada, esto implica que el bypass sería una carretera de peaje.

El Equipo de Estudio de JICA considera que no es viable para el proyecto ser financiado privadamente con peaje y no se conduce un estudio comprensivo de este aspecto. Una implementación de tipo APP podrá realizarse para la fase de mantenimiento. Se supone que el FOVIAL será la entidad responsable por el mantenimiento. El servicio de mantenimiento podría hacerse por contrato privado como se ha hecho para otras carreteras mantenidas por el FOVIAL.

13.3.2 Paquete de Trabajo

Se recomienda que la construcción de toda la ruta sería un paquete. Contratistas calificadas quien tiene capacidad financiera y manejo de diferentes frentes de trabajo simultáneamente debe ser contratadas y ellos deben ser supervisadas por las supervisores calificadas.

Si se juzga más conveniente dividir la construcción en múltiples contratos, los cuales pueden dividirse de acuerdo a los tramos definidos en este Estudio para evitar interferencia entre los contratistas.

13.4 Recomendaciones

Del resultado obtenido a través del estudio preparatorio, el Equipo de Estudio JICA recomienda implementar el proyecto la Alternativa 1, que corresponde a la construcción del bypass de punto inicial en El Obrajuelo en CA-1 en las afueras al occidente de la ciudad de San Miguel hasta el

punto de cruce con la CA-1 en El Papalon en las afueras al oriente de la ciudad, pasando el lado norte de la ciudad de San Miguel, conectar con CA7 en Hato Nuevo. La alternativa incluye la ampliación de la existente CA-1 desde la intersección de Moncagua, al punto de partida del bypass.

También se recomienda enfáticamente al MOPTVDU, continuar el esfuerzo para la preparación del proyecto enfocándose en las tareas importantes descritas en este capítulo para que el proyecto pueda implementarse según la programación.

Aún más, la construcción de infraestructura de caminos debe acompañarse con otro control de tráfico y/o medidas de manejo, con el objetivo de asegurar un mejor uso de las vías. La siguiente lista muestra las posibles medidas a ser implementadas. En particular, las primeras dos son las medidas son las más inmediatas las cuales son necesarias y factibles de implementar.

- Mejorar el sistema de inspección de vehículos para evitar el mal mantenimiento de los vehículos en las vías
- Capacitación en transporte y tránsito para un mejor ambiente y mejor seguridad vial
- Monitoreo de accidentes de tráfico para identificar punto críticos
- Mejoramiento del sistema de control de estacionamiento para evitar parqueos ilegales en los hombros de las vías.
- Mejoramiento del control de la señalización de tránsito para mejorar la capacidad de las vías
- Aplicar el manejo de la demanda de tráfico para optimizar la demanda