



*Documento de Perfil del Proyecto
“Mejoramiento Camino Rural CHA25N/LIB31N,
Tramo: Nueva Concepción – San Pablo Tacachico”*

Documento de Perfil del Proyecto “Mejoramiento del Camino Rural CHA25N/LIB31N, Tramo: Nueva Concepción – San Pablo Tacachico”

LICENCIADO JOSÉ ÁNGEL QUIROS

Ministro de Obras Públicas, Transporte, Vivienda y Desarrollo Urbano

INGENIERO CARLOS MAURICIO DUQUE GONZÁLEZ

Viceministro de Obras Públicas

INGENIERO OSCAR ALFREDO DÍAZ CRUZ

Director Unidad de Planificación

INGENIERO JOSÉ ÁNGEL MELÉNDEZ VILLALTA

Gerente de Estudios y Diseños Viales – Unidad de Planificación Vial

TÉCNICO LUIS MARIANO LÓPEZ MEDINA

Analista de Proyectos - Gerencia de Estudios y Diseños Viales – Unidad de Planificación Vial

San Salvador, febrero de 2004

INDICE

INFORME EJECUTIVO	4
1. INTRODUCCIÓN.....	6
1.1 Objetivo	6
1.2 Identificación de la Vía Existente	6
1.3 Procedimiento Metodológico.....	6
1.4 Alcance	6
1.5 Trabajo de Campo y Fuentes de Información.....	7
1.6 Ingeniería del Proyecto.....	7
1.7 Preparación de Flujos de Caja.....	7
1.8 Indicadores de Rentabilidad	8
1.9 Análisis de Sensibilidad.....	8
2. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA.....	9
2.1 Localización del Proyecto.....	9
2.2 Área de Influencia del Proyecto	10
2.3 Características Físicas de la Zona	11
2.3.1 Topografía.....	11
2.3.2 Suelos.....	11
2.3.3 Clima	11
2.3.4 Hidrología.....	11
2.4 Zonas de Vida Ecológica.....	11
2.4.1 Población	12
2.4.2 Factores Socioeconómicos y Culturales	12
3. CARRETERA EXISTENTE.....	14
3.1 Clasificación Funcional.....	14
3.2 Derecho de Vía.....	15
3.3 Ancho de Rodadura	17
3.4 Tipo de Terreno	18
3.5 Trazado y Seguridad Vial	19
3.6 Drenaje.....	19
3.6.1. Drenaje Menor.....	19
3.6.2. Drenaje Mayor.....	21
3.7 Condición Superficial.....	23
3.8 Mantenimiento	25
4. ESTUDIOS DE TRANSITO	26
4.1 Introducción	26
4.1.1 Diseño del Sistema de Conteos	26
4.2 Cálculo del TPDA.....	27
4.3 Tránsito Histórico.....	28
4.3.1 Crecimiento histórico del tránsito.....	29
4.4 Tránsito Actual.....	29
4.5 Tránsito Futuro	30
5. EL PROYECTO	32
5.1 Mejoramiento Propuesto	32
5.2 Ingeniería	32
5.3. Diseño Geométrico	33
5.3.1 Velocidad del Proyecto	33
5.4 Diseño del Pavimento	34
5.5 Seguridad Vial	34
5.6 Resultados del Diagnóstico Ambiental	34

6. BENEFICIOS.....	35
6.1 Introducción.....	35
6.2 Ahorro en los Costos de Operación de los Vehículos	35
6.2.1 Metodología	35
6.2.2 Datos para el Cálculo de los Costos de Operación.....	36
6.2.3 Cálculo de los Precios Económicos.....	38
6.2.4 Características del Camino	38
6.3 Ahorro en el Tiempo de Viaje	38
6.4 Ahorros en los Costos de Mantenimiento.....	39
6.5 Ahorros en los Costos de Accidentes.....	39
6.6 Otros Beneficios.....	40
7. COSTO DE CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO.....	41
7.1 Análisis de Costos.....	41
7.1.1 Materiales a utilizar en la pavimentación del Proyecto.....	41
7.2 Costo Mantenimiento	43
7.3 Costos Económicos	43
7.4 Resumen de Costos para el Modelo HDM.....	43
8 EVALUACIÓN ECONÓMICA	44
8.1 Generalidades	44
8.1.1 Situación Sin Proyecto	44
8.1.2 Situación Con Proyecto	45
8.2 Evaluación Económica con el HDM-4	45
8.3 Análisis de Sensibilidad.....	45
9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	47
9.1 Conclusiones	47
9.2 Recomendaciones	47

ANEXOS

INFORME EJECUTIVO

- 1. Nombre del Proyecto** : Mejoramiento del Camino Rural CHA25N/LIB31N, Tramo: Nueva Concepción – San Pablo Tacachico.
- 2. Descripción** : El proyecto consiste en la pavimentación de 25.14 Kms. de Camino Rural. Se incluye la construcción de un Puente sobre el Río Lempa de aproximadamente 170.0 mts. de longitud, ancho de rodaje 7.00, barandal de 0.85 cada uno.
- 3. Ubicación** : Se ubica en los Municipios de Nueva Concepción y San Pablo Tacachico, pertenecientes a los Departamentos de Chalatenango y La Libertad, Región Central del País.

4. Identificación del Problema:

La superficie de rodamiento en esta vía es variable entre regular y mala. En términos generales se puede decir que, el sistema de drenaje longitudinal y transversal se encuentran funcionando en forma inadecuada, debido al mal estado en sus elementos estructurales y asolvamiento de los mismos, lo que ocasiona un acelerado deterioro de la superficie de rodamiento, lo que se agudiza en época de invierno, por consiguiente incide negativamente en el desarrollo de las actividades socioeconómicas de la zona.

5. Objetivos del Proyecto :

- Dotar el camino de una superficie de ruedo que garantice la durabilidad y transitabilidad a velocidades superiores a las actuales en cualquier época del año.
- Dotar a la vía de la señalización vertical y horizontal necesaria, así como de todos los elementos básicos para proporcionar un nivel de seguridad vial definitivamente superior al existente para todos los usuarios de este corredor vial.
- Contrarrestar, con las medidas requeridas, cualquier impacto ambiental negativo que el proyecto pudiera tener.
- Contribuir con el crecimiento económico de la zona, al dotar a la población beneficiada de una vía en buen estado, lo cual los incentivaría a cosechar mayor área de cultivos características de la zona.

6. Tipo de Obra :

El mejoramiento propuesto, de los resultados del Sistema de Gestión Vial utilizado en el Viceministerio de Obras Públicas, consiste en la colocación de una capa de concreto hidráulico de 15.0 cms. a lo largo de todo el proyecto, con una longitud total de 25.14 kilómetros. Además se debe construir un puente de sobre el Río Lempa con una longitud de aproximadamente 170.0 mts.

7. Población Beneficiada :

Dicho proyecto se estima beneficiará a los municipios ubicado dentro del área de influencia, que para el año 2003 se estiman en 11,483 habitantes.

8. Modalidad de Ejecución :

Licitación y contratación de empresa privada para la construcción, bajo la modalidad Costos Unitarios.

9. Tiempo de Ejecución : 2 años

10. Inversión : US \$7,378,412.80

11. Fuente de Financiamiento: Convenio de Préstamo BID-1314

12. Índices Financieros : TIR = 48.9%
VAN = \$ 14.88millones
B/C = 1.25

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Objetivo

El objetivo de la elaboración del Documento de Perfil del Proyecto “Mejoramiento del Camino Rural CHA25N/LIB31N, Tramo: Nueva Concepción – San Pablo Tacachico”, es determinar la rentabilidad de la inversión propuesta y cuantificar su impacto dentro de la economía nacional.

El objetivo de este informe es presentar los aspectos de mayor relevancia, relacionados con el proyecto de inversión propuesto, siempre dentro del ámbito de su viabilidad técnica. Dentro de este marco se ha logrado cuantificar en forma precisa los costos asociados con su ejecución, así como los beneficios que se derivarán durante su vida útil. Se presentan los resultados derivados del cálculo de rentabilidad y un análisis de la distribución de los beneficios.

1.2 Identificación de la Vía Existente

El Proyecto tiene una longitud aproximada total de 25.14 Kms., se identifica en la Red Vial Prioritaria del año 2002 de la Gerencia de Inventarios Viales, como Red No Pavimentada CHA25N y LIB31N con categoría Terciaria, se ubica en los Municipios de Nueva Concepción y San Pablo Tacachico, pertenecientes a los Departamentos de Chalatenango y La Libertad, Región Central del País.

1.3 Procedimiento Metodológico

La metodología utilizada para la evaluación económica del presente proyecto, se basa en la metodología del EXCEDENTE AL CONSUMIDOR en el cual la mayor proporción de beneficios es generada por los ahorros en los costos de operación de los vehículos automotores (COV) y por ahorros en los tiempos de viaje de los usuarios, para las condiciones con y sin proyecto.

Para el cálculo de los costos de operación de los vehículos y los ahorros en los tiempos de viaje, así como los costos de mantenimiento vial se ha utilizado los costos que utiliza el modelo HDM-4 versión 1.3.

1.4 Alcance

Los resultados presentados en este informe, se limitan a la evaluación del impacto económico que la inversión generará durante el período de vida útil del proyecto propuesto.

Como parte de la inversión del proyecto, se ha incluido el costo de las medidas de mitigación de los impactos ambientales identificados dentro del Perfil Ambiental, elaborado por la Gerencia de Gestión Ambiental – UPV – VMOP, de igual manera se han incluido dentro de los costos del proyecto, las medidas relacionadas con la seguridad vial.

1.5 Trabajo de Campo y Fuentes de Información

Se hicieron varias visitas de campo a lo largo del corredor del proyecto y a su zona de influencia con el fin de recopilar la información relevante, para definir la condición actual del camino y estimar la demanda de transporte actual y potencial, así como también los aspectos sociales.

También se evaluó la cobertura del sistema vial existente. La información recolectada se puede agrupar en las siguientes categorías:

- Inventario vial: cobertura, condición superficial, drenaje
- Tráfico: volúmenes, clasificación, variación
- Nivel de mantenimiento existente
- Población y Servicios Públicos

También se ha empleado información existente en publicaciones oficiales tales como:

- Monografías del Departamento
- Estudios de Diagnóstico a nivel Municipal
- Censos de Población y publicaciones afines
- Atlas Temáticos

1.6 Ingeniería del Proyecto¹

El mejoramiento propuesto, de los resultados del Sistema de Gestión Vial utilizado en el Viceministerio de Obras Públicas, consiste en la colocación de una capa de concreto hidráulico de 15.0 cms. a lo largo de todo el proyecto, con una longitud total de 25.14 kilómetros. Adicionalmente se incluye la construcción de un puente sobre el Río Lempa con una longitud aproximada de 170.0 mts.

1.7 Preparación de Flujos de Caja

A efecto de cuantificar los costos y beneficios del proyecto, se ha utilizado información técnica obtenida de información preliminar existente, tal como el presupuesto de la obra, a través del Estudio Básico elaborado por la Gerencia de Inventario Viales UPV-VMOP. Además, se le han agregado otros costos de inversión tales como: supervisión, costos indirectos, entre otros.

A través de las proyecciones de tráfico realizadas, se calcularon los ahorros en costos de operación de los vehículos para la flota característica que utilizará la vía, una vez ejecutada la mejora.

Adicionalmente, se han evaluado los resultados obtenidos del software de evaluación HDM-4, los costos de mantenimiento para la condición sin y con proyecto, es decir para red vial existente y futura, así como para el proyecto específico.

¹ Estudio Básico, Gerencia de Inventarios Viales – UPV - VMOP

Con los datos mencionados anteriormente, se formula el flujo de caja del proyecto, en función del horizonte de análisis realizado, obteniendo de la combinación de los costos y beneficios, el flujo de caja neto, el cual es actualizado a la tasa de interés vigente (costo de oportunidad de la inversión realizada), resultando del mismo los montos actualizados de beneficios que determinarán la rentabilidad del proyecto.

1.8 Indicadores de Rentabilidad

Para el cálculo de estos indicadores, se ha utilizado un período de diez años de vida útil, para el proyecto a ejecutar con la inversión propuesta a un año. El perfil temporal del análisis de rentabilidad es el siguiente:

- Año 2004:** Licitación Concurso y elaboración del Diseño Final.
- Año 2005:** Adjudicación, inicio de la pavimentación y mejoramiento.
- Año 2006:** Conclusión de los trabajos.
- Año 2007:** Inicio de la Operación del Camino, Inicio de Beneficios por Ahorros en los Costos de Operación de los Vehículos.
- Año 2016:** Último Año del Período de Análisis.

Para efectos de cálculo de indicadores de rentabilidad, cuando se emplea el modelo HDM-4, tanto los beneficios obtenidos como los costos incurridos durante un año cualquiera deben ser contabilizados como flujos puntuales al inicio del respectivo año.

La tasa de actualización utilizada es del 12% anual, tal como lo especifican las instituciones financieras internacionales para este tipo de proyectos de inversión. Los indicadores de rentabilidad económica que se utilizarán para medir las bondades y la conveniencia de ejecutar el proyecto de mejoramiento del camino rural existente son el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la relación Beneficio/Costo (B/C). La actualización se hará coincidir con el año de inicio de la construcción, que corresponde al año 2005.

1.9 Análisis de Sensibilidad

En el análisis de sensibilidad, se consideran fluctuaciones razonables de los costos y de los beneficios del proyecto de inversión para medir el posible rango de variación de la rentabilidad calculada ante afectaciones a las variables independientes principales.

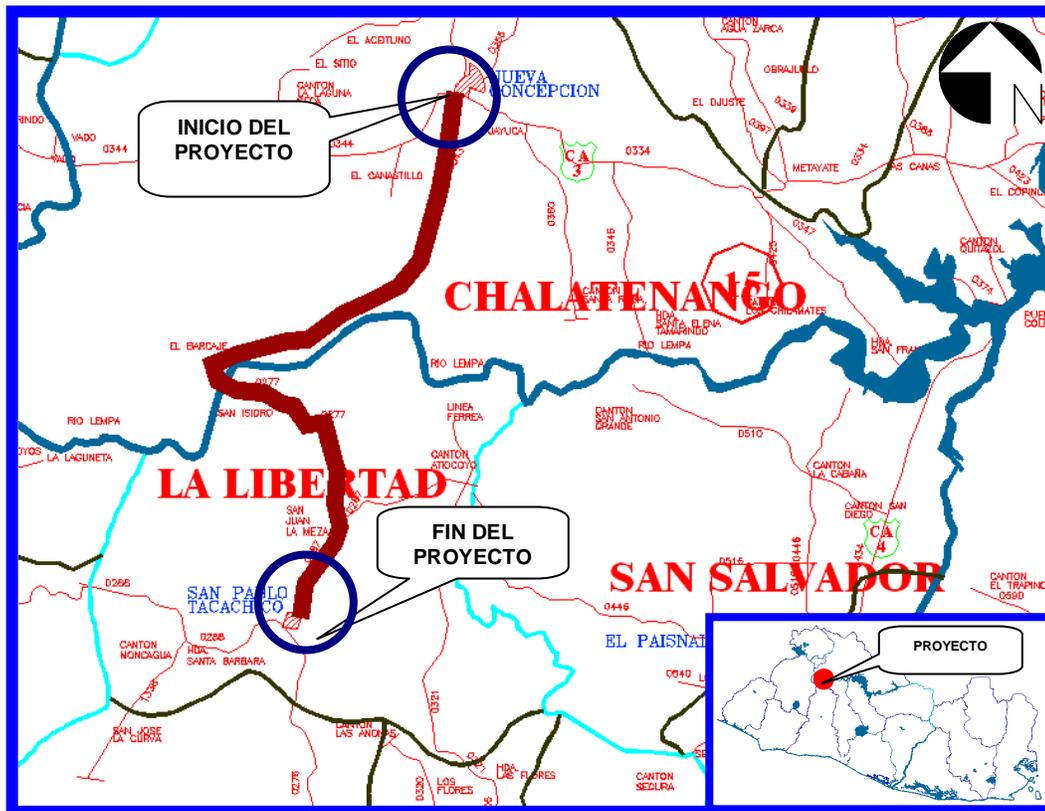
Se ha considerado válido realizar un análisis ante fluctuaciones por incremento de los costos y por reducción de los beneficios para cubrir los casos más críticos para la rentabilidad de la inversión. Se ha adoptado una fluctuación del 20% del correspondiente valor empleado en el análisis básico.

2. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA

2.1 Localización del Proyecto

El Proyecto tiene una longitud aproximada de 25.14 Kms., se identifica en la Red Vial Prioritaria del año 2002 de la Gerencia de Inventarios Viales, como Red No Pavimentada CHA25N y LIB31N con categoría Terciaria, se ubica en los Municipios Nueva Concepción y San Pablo Tacachico, pertenecientes a los Departamentos Chalatenango y La Libertad, Región Central del País. El proyecto de pavimentación tiene la misma longitud, el primer tramo se inicia al final de la 1ª Avenida Norte, en la Colonia El Castaño Barrio El Centro de la Cabecera Municipal de Nueva Concepción, tomando rumbo sur-oeste, pasando por los Cantones y Caseríos Nuevo Edén, Astillero y Puesto Rico, hasta finalizar en el Km.-88.65, en lugar conocido como El Barcaje; el segundo tramo se inicia al final de la Avenida Principal Norte del Barrio El Calvario de la Cabecera Municipal de San Pablo Tacachico, tomando rumbo nor-oeste, pasando por el Cantón y Caserío San Juan Las Mesas hasta finalizar en el Cantón y Caserío San Isidro a orilla del Río Lempa. (Ver Figura No. 2.1).

GURA No. 2.1
ESQUEMA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO



2.2 Área de Influencia del Proyecto

Para determinar el área de influencia de un proyecto de mejoramiento vial como el considerado para este camino, en el cual la demanda de transporte se encuentra adecuadamente consolidada, es conveniente utilizar el criterio de movilidad rural y accesibilidad de la población a los servicios sociales existentes a lo largo del proyecto o en las concentraciones rurales y urbanas que éste conecta.

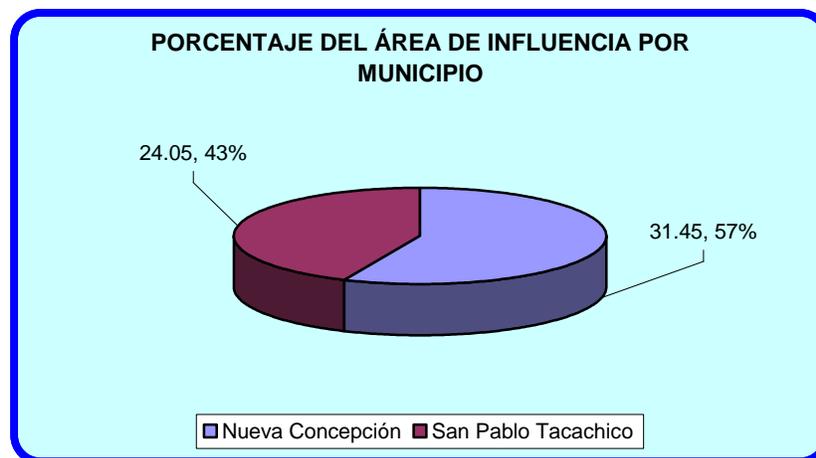
La principal medida en este caso es la reducción en el tiempo total de viaje requerido, para obtener estos servicios ya existentes. Debido a que la inversión propuesta no contempla el mejoramiento inmediato de la red de caminos rurales y vecinales que alimentan al corredor del proyecto, se ha considerado una distancia promedio no mayor de 2 km. como límite de la zona de influencia. Este criterio obviamente debe ser aplicado considerando otros factores tales como topografía (montañas y ríos) así como la competencia con otros caminos dentro de la zona, para el presente caso el terreno se identifica como llano - ondulado.

Aplicando los conceptos anteriores y basados en el conocimiento de la zona obtenido a partir de estos estudios y de otras fuentes de información, se delineó el área de influencia del proyecto propuesto a lo largo del corredor existente.

El resultado de la distribución del área de influencia entre los municipios beneficiados se muestra en el Cuadro No.2.1.

Cuadro No. 2.1
Definición del Área de Influencia y
Participación de los Municipios

MUNICIPIO	ÁREA DENTRO DE LA ZONA DE INFLUENCIA (Km ²)	PORCENTAJE DEL ÁREA DEL MUNICIPIO EN LA ZONA DE INFLUENCIA
Nueva Concepción	31.45	12.21
San Pablo Tacachico	24.05	18.57
TOTAL	55.50	



2.3 Características Físicas de la Zona

2.3.1 Topografía

La topografía en donde se sitúa el proyecto, es llano – ondulado.

2.3.2 Suelos

Según la clasificación de suelos de El Salvador, el proyecto atraviesa dos tipos distintos de suelos, los cuales se describen a continuación:

- ✓ Suelos aluviales y Grumosoles con una fisiografía de planicie que es aprovechada para el cultivo de arroz y caña de azúcar. Estos suelos son de textura fina.
- ✓ Suelos Grumosoles, latosoles arcillosos-rojisos y litosoles. Estos suelos son típicos de valles interiores. La roca inferior es toba cementada y lavas. Son suelos pedregosos poco profundos. Los primeros son arcillas negras muy pesadas difíciles de trabajar, los segundos son suelos rojos arcillosos pero no pesados y con afloramiento rocoso.

2.3.3 Clima

Según Köppen la zona climática donde se localiza el proyecto corresponde Sabanas Tropicales Calientes ($A_{w_{aig}}$) con elevaciones que oscilan entre los 0 a 800 m.s.n.m. Las temperaturas anuales oscilan con la altura teniéndose en las planicies internas entre 22° y 28° C.

2.3.4 Hidrología

El proyecto se encuentra en la cuenca del Río Lempa, el cual se divide en dos tramos por dicho río. Esta cuenca tiene un área nacional de 10,121.75 kms. El área total es de 18,246 kms, abarcando los países de Guatemala y Honduras. Se tiene una precipitación promedio anual entre 1400 a 2400 m.m.

2.4 Zonas de Vida Ecológica

De acuerdo a la clasificación de zonas de vida propuesta por el Dr. L. R. Holdridge, el proyecto se localiza en la zona bosque húmedo subtropical caliente. Esta es la principal zona de vida de El Salvador, con una temperatura media anual de 24° C. Presenta un régimen monzónico de lluvia, es decir seis meses de lluvia y seis meses de sequía. Se tiene una vegetación xerofítica con especies caducifolias.

En general la formación bosque húmedo subtropical abarca desde los 0 msnm hasta los 1400 msnm

2.4.1 Población

En el año 2003 la población del área de influencia de los Municipios de Nueva Concepción y San Pablo Tacachico por Km² es del orden de 11,483 habitantes, de los cuales 6,819 corresponden al primer Municipio, y 4,664 al segundo. (Ver Cuadro No. 2.2).

Cuadro No. 2.2
Población en el Área de Influencia del Proyecto

Municipio	Área del Municipio (Km. ²)			Población				Área de Influencia del Proyecto (Km. ²)	Población Beneficiada (Habitantes) Directamente por el Proyecto		
	Urbana	Rural	Total	2003	Densidad Urb. Pob. x Km. ²	Densidad Rur. Pob. x Km. ²	Densidad Total Pob. x Km. ²		Urbana	Rural	Total
Nueva Concepción	0.63	256.9	257.5	29305	26,375	49	26,424	31.45	5,275	1,544	6,819
San Pablo Tacachico	0.24	129.2	129.5	23494	55,505	79	55,583	24.05	2,775	1,889	4,664
TOTAL				52,799				55.50	8,050	3,433	11,483

Fuente: Proyección de la Población de El Salvador, 1995-2025, DIGESTYC, Diciembre 1996

2.4.2 Factores Socioeconómicos y Culturales

En el tramo comprendido entre San Pablo Tacachico hasta San Isidro se tiene:

Centros Escolares: Centro Escolar Caserío San Juan Las Mesas estac. 0+670 L.D., Centro Escolar Cantón San Juan Las Mesas estac. 2+940 L.D., Centro Escolar Trinidad del Rosario Cantón San Isidro Lempa estac. 6+470 L.I.

Los centros religiosos ubicados en dicho tramo son: 2+470 L.D., 3+060 L.I., 6+620 L.I., 11+420 L.I. Se ubica un cementerio en el estacionamiento 10+870 L.D. También se encuentra ubicado en este tramo la Agencia de Extensión Agropecuaria y Forestal Atiocoyo en el estacionamiento 6+320 L.D.

Otro aspecto importante de la zona lo comprenden los canales de riego que lo atraviesan, cuyo caudal es provisto por el río Lempa.

La ganadería es uno de los rubros principales de la zona. En cuanto a la agricultura se orienta al cultivo de arroz y caña de azúcar.

El sistema constructivo más utilizado es el mixto, pero se pueden apreciar construcciones de adobe y bahareque.

En el segundo tramo Nueva Concepción – El Barcaje se tiene:

Granja escuela de capacitación Cooperativa Agropecuaria (GECA) estac. 10+100 L.I. Caserío Astillero estac. 2+000, Caserío Puesto Rico 4+050, Lotificación Prados de Monte Sión estac. 11+200. En este tramo predomina el cultivo de caña de azúcar y la ganadería. Se mantiene para el riego de los cultivos los canales de riego controlados por compuertas.

A lo largo del proyecto se cuenta con servicios de electricidad. El sistema de eliminación de excretas es a través de letrinas aboneras o de foso. No se cuenta con un servicio de tren de aseo, por lo que las personas entierran por lo general la basura.

En el Cuadro No. 2.3 se presenta información de las monografías departamentales del último censo agropecuario (1970).

CUADRO No. 2.3
AREA SEMBRADA Y PRODUCCION AGRICOLA, GANADERA Y AVÍCOLA
EN LOS MUNICIPIOS BENEFICIADOS POR EL PROYECTO

		MUNICIPIO		TOTAL
		NUEVA CONCEPCIÓN	SAN PABLO TACACHICO	
Frijol	Hectárea Sembrada	1,018.2	639.0	1,657.2
	Kilogramos Producidos	935,609.0	687,510.0	1,623,119.0
Maíz	Hectárea Sembrada	3,988.5	2,314.8	6,303.3
	Kilogramos Producidos	10,918,180.0	7,095,603.0	18,013,783.0
Arroz	Hectárea Sembrada	267.6	223.4	491.0
	Kilogramos Producidos	538,219.0	510,945.0	1,049,164.0
Maicillo	Hectárea Sembrada	49.9	546.8	596.7
	Kilogramos Producidos	528,735.0	699,693.0	1,228,428.0
Café	Hectárea Sembrada	21.7	102.5	124.2
	Kilogramos Producidos	14,409.0	72,818.0	87,227.0
Bovina Vacuno	Total Cabezas	19,570	7,964	27,534
Porcino	Total Cabezas	5,686	2,460	8,146
Caballar	Total Cabezas	1,832	659	2,491
Mular	Total Cabezas	777	107	884
Gallos-Gallinas	Total Aves	42,900	21,131	64,031
Pavos	Total Aves	939	425	1,364
Patos	Total Aves	3,343	2,787	6,130

La ejecución del proyecto no afectará lo anteriormente descrito como es la infraestructura, los cultivos, los bosques ni la actividad económica de la zona.

3. CARRETERA EXISTENTE

3.1 Clasificación Funcional

El Proyecto “Mejoramiento del Camino Rural CHA25N/LIB31N, Tramo: Nueva Concepción – San Pablo Tacachico”, se encuentra clasificado según el inventario de la Red Vial Nacional del Ministerio de Obras Públicas como **Camino Terciario**.

Anteriormente, ésta clasificación estaba fundamentada en la Ley de Carreteras y Caminos Vecinales que data de 1969. Esta ley distingue entre carreteras, caminos vecinales y calles; e indica en su artículo 4, que los caminos vecinales, también llamados caminos municipales, son aquellos que no clasifican ni como carretera ni como calle y que "comunican con villas, pueblos, valles, cantones o caseríos entre sí o conectan éstos con cualquier carretera". Estos caminos no están incluidos dentro de la Red Vial Nacional.

Actualmente con la **“Implementación de un Sistema de Gestión de la Red Vial”**, el cual está a cargo de la Gerencia de Inventarios Viales, la vía en estudio se clasifica como **Ruta Departamental**.

En el caso de las Rutas Departamentales, se les ha denominado así, considerando los siguientes criterios:

- ❖ Une cabeceras municipales con cabeceras departamentales.
- ❖ Une cabeceras municipales o poblaciones del mismo departamento.

De lo anteriormente expuesto se concluye que todas las vías incluidas dentro de la Red Vial Nacional son denominadas "carreteras", cuya clasificación funcional se resume en el Cuadro No. 3.1. En la práctica, es posible encontrar carreteras que no cumplen todos los requerimientos de la clasificación que poseen. Adicionalmente, la mayor parte de las carreteras terciarias y rurales están formadas por las vías que a nivel internacional se denominan "caminos rurales".

CUADRO No. 3.1
CARACTERÍSTICAS Y CLASIFICACIÓN BÁSICA DE LA RED VIAL NACIONAL

CARACTERÍSTICA → CLASIFICACIÓN o CATEGORÍA	NIVEL DE TRÁNSITO (vpd)	ANCHO DEL DERECHO DE VÍA (m)	ANCHO DE LA PLATAFORMA (m)	ANCHO DE LA SUPERFICIE DE RUEDO (m)	TIPO DE SUPERFICIE DE RUEDO	ANCHO DE RODAJE EN PUENTES (m)
Especial	Condiciones geométricas superiores a las vías primarias					
Primaria	>2000	30	12.0	7.3		Mínimo 7.9
Secundaria	500-2000	20	9.5	6.5		Mínimo 7.4
Terciaria	100-500	20	6.0	6.0	NP ²	Mínimo 6.5
Rural ¹	100	15	5.0	5.0	NP ²	Mínimo 3.0

¹Entran en esta clasificación las carreteras que no llenan estas características pero que fueron construidas por el Gobierno Central. ² NP= revestimiento de materiales locales (no pavimentada)

En los apartados siguientes se hace una descripción de los aspectos de mayor relevancia del tramo existente.

3.2 Derecho de Vía

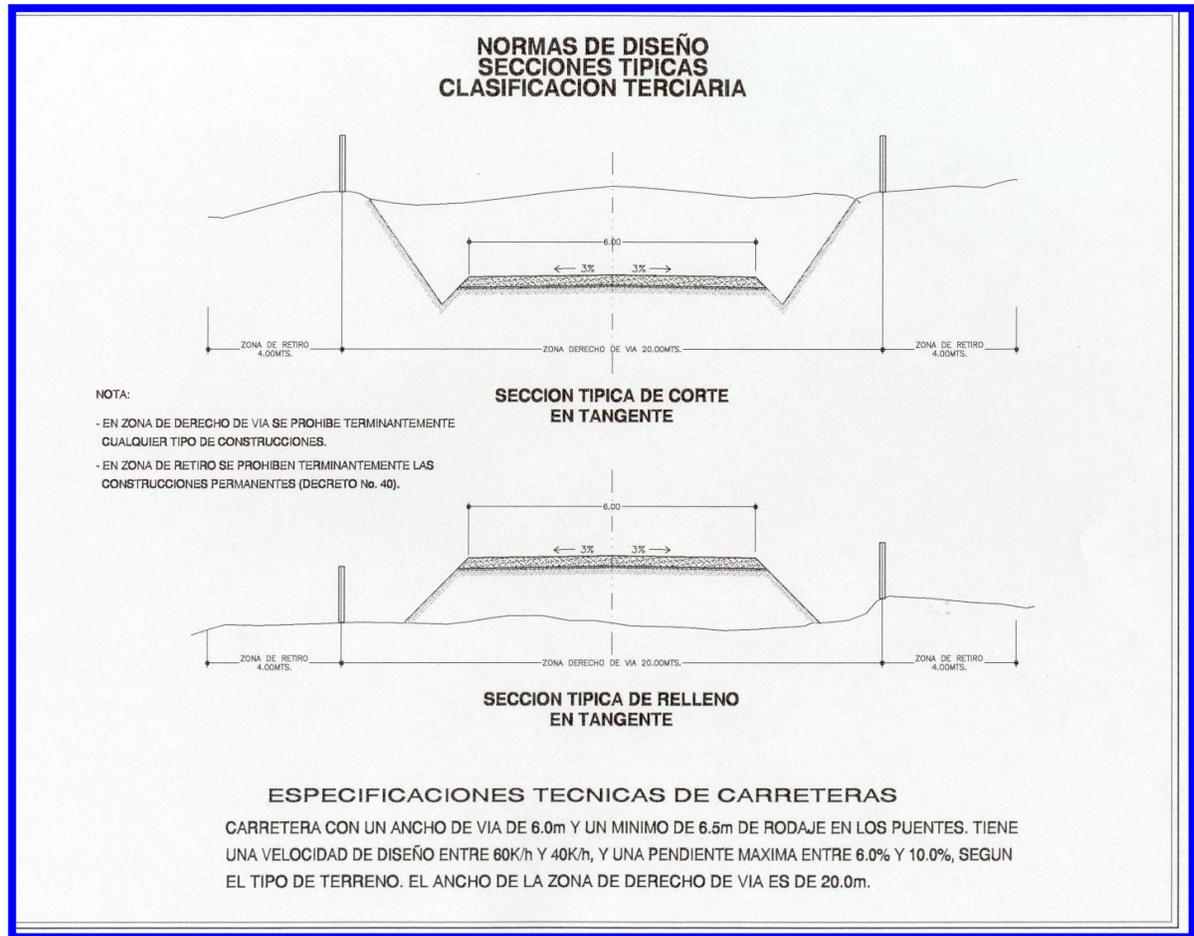
Tal como se expuso en el apartado anterior, la denominación de Camino Terciario, transmite mejor el concepto del tipo de vía existente.

El derecho de vía existente, a lo largo del corredor, debería de tener un ancho de 20 metros para esta categoría de camino, sin embargo, el derecho de vía se ve afectado en algunos tramos por construcción de vivienda y por condiciones naturales a lo largo de todo el camino tal como se muestra en la Foto 3.1.

FOTO No. 3.1
AFECTACIÓN DEL DERECHO DE VIA EXISTENTE



FIGURA No. 3.1
SECCION TIPICA DE CAMINO TERCARIO



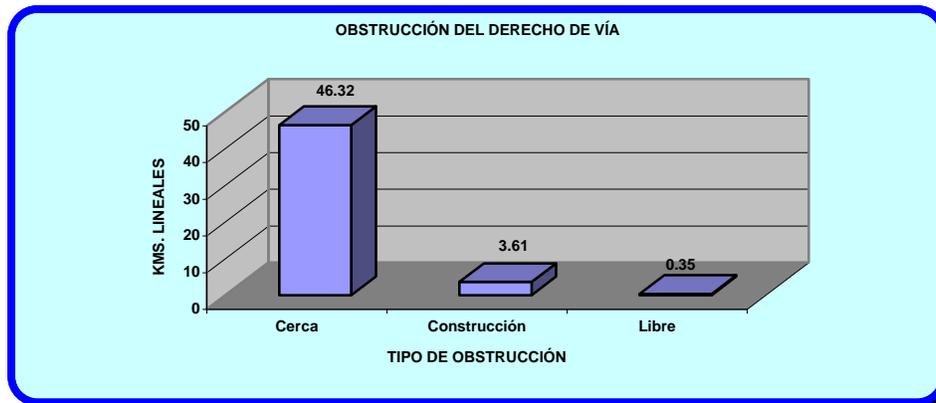
Del total de la longitud de la vía inventariada, en el Cuadro No. 3.2 se tienen las siguientes observaciones con relación al estado de la zona aledaña, es decir, se indican qué tipo de ocupaciones u obstáculos más frecuentes.

Casi el 100% de la longitud de la carretera presenta obstrucciones al derecho de vía, ya sea que existan construcciones, rótulos o carteles y cercas, de alambre o de madera.

CUADRO No 3.2
TIPO DE OBSTRUCCION DENTRO DEL DERECHO DE VIA

TIPO DE OBSTRUCCIÓN	CANTIDAD (Km.- LINEALES)	PORCENTAJE
Cerca	46.32	92.12%
Construcción	3.61	7.18%
Libre	0.35	0.70%

Fuente: Estudio Básico, Gerencia Inventarios Viales – UPV -VMOP



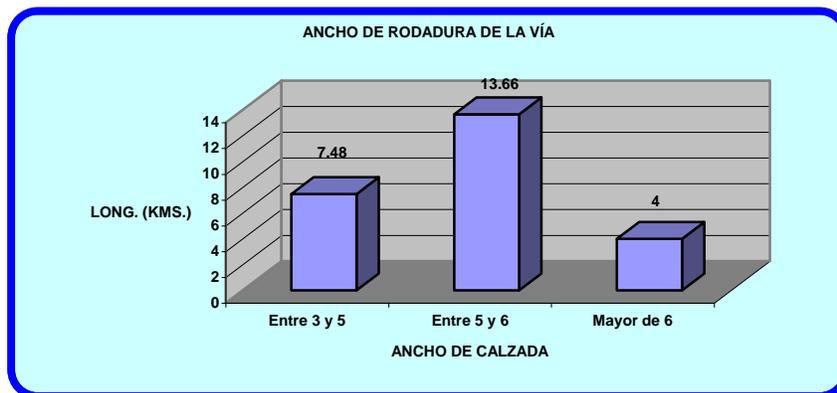
3.3 Ancho de Rodadura

El proyecto de acuerdo a su categoría, la cual se ha tipificado como Terciaria, debe de tener 6.0 mts. de ancho de rodadura, sin embargo presenta diferentes ancho a lo largo de todo el tramo como se puede observar en el Cuadro No. 3.3.

CUADRO No. 3.3
ANCHO DE RODADURA DEL PROYECTO

ANCHO DE RODADURA (MTS)	LONGITUD (Kms.)
Entre 3 y 5	7.48
Entre 5 y 6	13.66
Mayor de 6	4
TOTAL	25.14

Fuente: Estudio Básico, Gerencia Inventarios Viales – UPV –VMOP



De estos resultados se puede notar que esta vía para que cumpla el estándar en cuanto a su ancho de rodadura de 6 mts con categoría de Terciaria, existe un área faltante de 21,750 m² de toda su longitud. (Ver Foto No. 3.2).

FOTO No. 3.2
ANCHO DE RODAJE



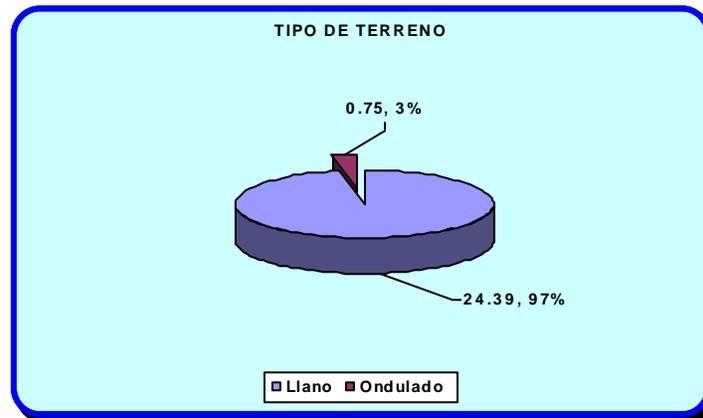
3.4 Tipo de Terreno

El proyecto discurre por dos tipos de terreno, llano y ondulado. De los 7.64 Kilómetros inventariados en el Cuadro No. 3.4 se muestran las longitudes por tipo de terreno.

CUADRO No. 3.4
TIPO DE TERRENO

TIPO DE TERRENO	LONGITUD (KMS.)
Llano	24.39
Ondulado	0.75
Total	25.14

Fuente: Estudio Básico, Gerencia Inventarios Viales – UPV – VMOP



3.5 Trazado y Seguridad Vial

Consecuentemente, algunos de los elementos geométricos del trazado no cumplen con los parámetros mínimos establecidos. El camino obtiene una calificación muy pobre en cuanto a seguridad vial. Muchas de sus curvas horizontales carecen de elementos como visibilidad y sobre ancho. Además, carece de señalización vertical. (Ver Foto No. 3.3).

FOTO No. 3.3
SEGURIDAD VIAL



3.6 Drenaje

3.6.1. Drenaje Menor

En términos generales se puede decir que, el sistema de drenaje longitudinal se encuentra funcionando en forma muy deficiente, debido al mal estado en sus elementos estructurales y asolvamiento de los mismos, lo que ocasiona un acelerado deterioro de la superficie de rodamiento, llegando al punto de que existen tramos en el cual el camino está a punto de ser intransitable, lo que se agudiza en época de invierno. (Ver Foto No. 3.4).

FOTO No. 3.4
SISTEMA DE DRENAJE LONGITUDINAL INEFICIENTE

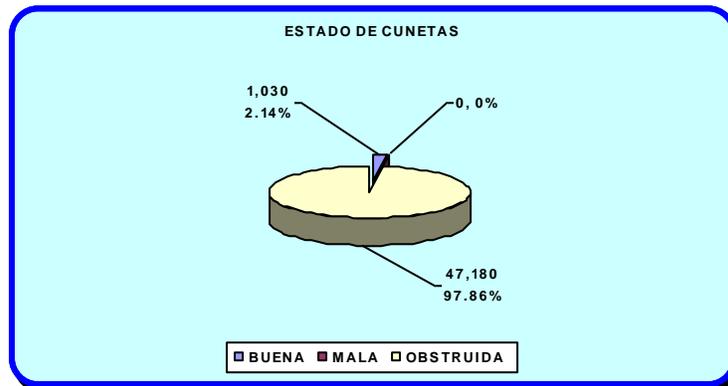


En el Cuadro No. 3.5 se tiene la distribución del estado actual de las cunetas. Nótese que en las de tierra se tiene una condición del 97.86% que se encuentra en estado obstruido y solamente un 2.14% en condición buena.

CUADRO No. 3.4
TIPO DE TERRENO

TIPO	ESTADO DE CUNETAS (MTS.)		
	BUENA	MALA	OBSTRUIDA
Tierra	1,030	0	47,180
Mampostería	50	0	0

Fuente: Estudio Básico, Gerencia Inventarios Viales – UPV – VMOP



Las tuberías inventariadas se presentan en el Cuadro No. 3.5, según su diámetro, y en el Cuadro No. 3.6 podemos observar el estado en que se encontraron estas tuberías.

CUADRO No. 3.5
DIÁMETRO DE TUBERÍAS

DIÁMETRO	UNIDADES
24	1
30	21
36	1
40	3
47	1
48	2
60	1
197	1
Total	31

Fuente: Estudio Básico, Gerencia Inventarios Viales – UPV –VMOP

CUADRO No. 3.6
DIÁMETRO DE TUBERÍAS

ESTADO	LONG (KMS.)
Buena	170.0
Mala	10.0
Obstruida	118.0
Total	298.0

Fuente: Estudio Básico, Gerencia Inventarios Viales – UPV –VMOP

3.6.2. Drenaje Mayor

EL Estudio “Implementación de un Sistema de Gestión de la Red Vial”, incluye un módulo de puentes llamado “SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE PUENTES (SAP). El cual, en base a inspecciones visuales, establece la prioridad del mantenimiento preventivo, así como la de reparación de daños en los puentes.

El programa SAP, es un sistema que almacena los datos del inventario de puentes, mediante el registro de los resultados de las inspecciones de campo con el propósito de determinar las prioridades basadas en los resultados de esas inspecciones.

Con base en los datos de la evaluación física, el SAP ha generado los informes de las obras ubicadas en la carretera en el tramo en total de dos puentes. La priorización se presenta de la forma siguiente:

Plan de Priorización de Puentes: Se presenta un resumen de la cantidad de puentes que se ubican en la vía. En el Cuadro No. 3.5 se observa que 1 puente tipo Bailey y 1 puente tipo mixto se encuentran en dicha ruta. (Ver Foto No. 3.7).

CUADRO No. 3.7
Plan de Priorización de Puentes

Puente N°	Ruta / Eje	Tramo	Estación / Segmento	Nombre del puente	Tipo de puente	Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m ²)
141	CHA25N	LD La Libertad - Nueva Concepción	76.690	S/N	Bóveda	4.50	8.85	39.83
136	CHA25N	LD La Libertad - Nueva Concepción	84.750	Moja Flores	Vipre	30.10	9.23	277.82
138	CHA25N	LD La Libertad - Nueva Concepción	79.870	Las Mercedes	Bóveda	5.35	6.80	36.38
140	CHA25N	LD La Libertad - Nueva Concepción	75.680	El Gavilán	Bóveda	8.30	6.65	55.20
286	LIB31N	San Juan Opico - San Pablo Tacachico - LD Chalatenango	56.780	Suquiapa	Vipre	20.50	9.37	192.08
285	LIB31N	San Juan Opico - San Pablo Tacachico - LD Chalatenango	65.340	S/N	Bóveda	5.00	8.40	42.00
137	CHA25N	LD La Libertad - Nueva Concepción	82.530	Quebrada Honda	Bóveda	8.50	6.85	58.22
139	CHA25N	LD La Libertad - Nueva Concepción	81.100	S/N	Bóveda	4.55	12.80	58.24
284	LIB31N	San Juan Opico - San Pablo Tacachico - LD Chalatenango	74.310	La Estación	Losa	5.80	4.75	27.55

FOTO No. 3.5
PUENTES Y BÓVEDAS UBICADO A LO LARGO DE LA VÍA



3.7 Condición Superficial

En vías no pavimentadas los daños inventariados son:

Baches, material suelto, sección transversal inadecuada (STI), ahuellamientos. Para todos los daños se relevó la extensión en porcentaje del área de la sección.

De los resultados obtenidos del inventario tenemos que la superficie de rodamiento en esta carretera es variable entre regular y mala, dependiendo principalmente de la erosión y degradación ocasionado por el drenaje deficiente según se ha mostrado en la fotografía anterior, como se muestra en el Cuadro No 3.8 y Foto No. 3.6.

CUADRO No 3.8
INVENTARIO DE DAÑOS EN LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO

TIPO DE DAÑOS	TRAMO NUEVA CONCEPCIÓN (%)	TRAMO SAN PABLO TACACHICO (%)
Baches	5.0	0.30
Material Suelto	25.00	19.00
Sección Transversal Inadecuada	5.70	0.10
Ahuellamiento	20.00	20.60

Fuente: Estudio Básico, Gerencia Inventarios Viales – UPV -VMOP

De los resultados del inventario se obtuvo el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) para el camino en estudio, como se muestra en el Cuadro No 3.9.

CUADRO No 3.9
INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL

IRI (mt/km)	14.13
-------------	-------

Fuente: Estudio Básico, Gerencia Inventarios Viales – UPV -VMOP

FOTO No. 3.6
DETERIORO DE LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO



3.8 Mantenimiento

La vida útil de un camino, depende no solamente de la calidad con que se ha construido, sino también del mantenimiento que se le proporcione a las diferentes estructuras que lo componen.

El MOPTVDU, por medio del Fondo Vial (FOVIAL), organiza el mantenimiento de las vías con base en su importancia, medida principalmente por el volumen de tráfico que las utiliza.

Este camino recibe mantenimiento a través de la Dirección de Mantenimiento Vial del MOP, tratando mantener los estándares promedios para la comodidad del usuario, el cual consiste en mantenimiento rutinario que incluye: conformación de la superficie de ruedo, balastado parcial, limpieza de cunetas, chapeo, entre otros. En la Foto No. 3.7 se observa rótulo informativo de FOVIAL.

FOTO No. 3.7
MANTENIMIENTO DE LA VÍA



4. ESTUDIOS DE TRANSITO

4.1 Introducción

El Ministerio de Obras Públicas, Transporte, Vivienda y Desarrollo Urbano, ha implementado el Sistema de Gestión de la Red Vial, el cual contiene información que está siendo relevada en campo, y que evalúa las condiciones en que se encuentran las carreteras y sus diferentes características, lo que facilitará el estudio de proyectos prioritarios a desarrollar; por lo que el Ministerio de Obras Públicas, por medio de la Unidad de Planificación Vial, cuenta con las herramientas necesarias para planificar las intervenciones de los proyectos, de tal manera de optimizar los recursos disponibles y hacer una mejor programación.

En términos generales, la implementación del Sistema de Gestión Vial, comprende el análisis de la información disponible en el MOP, para diseñar el nuevo sistema de estaciones de conteo, considerando la Red Vial Prioritaria y hacer una propuesta de la organización y operación de la misma.

4.1.1 Diseño del Sistema de Conteos

Después de interrelacionar los registros históricos, la jerarquía vial y el tamaño de la Red Prioritaria, el sistema de conteos de tránsito ha sido configurado basándose en los requerimientos de información del sistema de gestión vial.

Para garantizar la calidad de la información y detectar la mayor variación posible de las características del tránsito y el establecimiento de patrones de aforos que permitan actualizaciones futuras basadas en la aplicación del Sistema de Gestión Vial, se ha considerado los siguientes criterios:

4.1.1.1 Criterios para el Establecimiento de las Estaciones de Conteo

El Sistema de Gestión Vial requiere como uno de sus insumos, el TPDA clasificados por tipo de vehículo, con dos objetivos:

- Evaluar la progresión de daños: El impacto sobre el deterioro de la condición estructural y funcional del pavimento se debe, en mayor grado, el paso de los vehículos pesados (Buses y camiones).
- Evaluar beneficios del sistema de conservación vial: Una parte sustancial de los beneficios generados por el mantenimiento de la red vial están asociados con los ahorros en costos de operación vial, para todos los vehículos que utilizan la red. En este caso, se requiere el volumen por tipo de vehículo para todo el tránsito.

4.1.1.2 Diseño de la Red de Estaciones de Aforos o Sistema de Conteos

Basados en los criterios antes expuestos y en un análisis exhaustivo de la Red vial, así como en la información histórica de volúmenes de tránsito, se ha establecido la Red de Estaciones de Aforo, que a continuación se describe:

- ❑ Estaciones Permanentes: Se localizarán de manera tal que permitan generar factores de ajuste para toda la gama de carreteras incluidas en la red Vial.
- ❑ Estaciones Semipermanentes: Se localizarán de modo que reflejen el nivel de tránsito general del tramo o sub-tramo en la red pavimentada.
- ❑ Estaciones Temporales: Éstas se concibieron inicialmente para realizar aforos de 12 horas consecutivas por tres días, considerando que se aplicarían a caminos representativos de los distintos niveles funcionales en la red. Por ejemplo, de acuerdo a los registros históricos del MOP, existe una gran cantidad de caminos con volúmenes de tránsito diario inferior a 150 vehículos, los cuales serían tipificados y muestreados.

El MOP tiene interés en contar con información específica para cada camino, por lo que se reducirán los números de días de aforo en los caminos de menos tránsito, sobre la base del siguiente criterio:

TRÁNSITO DIARIO ESTIMADO (VEH/DÍA)	DÍAS DE AFORO
0 – 500	1
501 – 1000	2
>1000	3

4.2 Cálculo del TPDA

Los aforos realizados en períodos menores a una semana, serán ajustados para convertirlos en valores estimados de tránsito promedio diario anual. Este proceso incluye varios ajustes secuenciales. En primer lugar, los aforos de 12 horas se convierten a valores de 24 horas mediante la aplicación de un factor de tránsito nocturno, derivado de las estaciones de control de 24 horas para la región y tipo de camino que se analiza.

Los valores de tránsito ajustados se transforman en valores de tránsito semanal en base al factor de ajuste semanal, calculado en base a las estaciones de control de siete días. Este factor se calcula para cada día de la semana, de modo que pueda aplicarse selectivamente al día que corresponde el aforo.

El volumen de tránsito diario semanal se transforma en un valor estimado de tránsito diario anual, en base a los factores mensuales que ha suministrado el MOP, para las estaciones donde se realizaron aforos en cada mes del año.

4.3 Tránsito Histórico

El presente proyecto tiene dos estaciones de conteo, una ubicada en el Tramo Nueva Concepción – El Barcaje, identificada como estación temporal con el No. 28E, y la segunda en el Tramo San Pablo Tacachico – San Isidro, identificada como estación temporal con el No. 33D. En ellas se registran todos los datos de tráfico, incluyendo su composición, en tal sentido existe únicamente información registrada durante el período 1991 - 2000.²

El proyecto presenta un tráfico, en donde su composición está en concordancia con la dinámica de cultivo que presenta la zona, de tal manera que resulta representativo el tráfico de carga para movilizar los productos, también es utilizado para transportar a los habitantes de la zona de influencia, resultando el Pick-up el de mayor circulación (Ver Cuadro No. 4.1).

CUADRO No. 4.1
TRANSITO HISTORICO DEL PROYECTO
TRAMO CHA25N

AÑO	TPDA	AUTOS	PICK-UP	BUS	C2
1,992	136	30	75	0	31
1,993	141	13	79	0	49
1,994	147	10	115	0	22
1,995	115	9	90	0	16
1,996	121	13	83	5	19
1,997	123	6	96	5	16
1,998	142	13	114	4	11
1,999	143	6	120	4	13
2,000	146	10	121	1	13

Fuente: Gerencia de Inventarios Viales, UPV-VMOP.

TRAMO LIB31N

AÑO	TPDA	AUTOS	PICK-UP	BUS	C2
1,991	104	11	56	7	28
1,992	171	12	127	14	18
1,993	178	12	112	9	45
1,994	192	13	121	10	48
1,995	260	23	135	26	75
1,996	288	23	173	17	73
1,997	111	4	90	12	4
1,998	116	9	84	7	16
1,999	128	15	88	6	18
2,000	135	16	100	4	13

Fuente: Gerencia de Inventarios Viales, UPV-VMOP

² Gerencia de Inventarios Viales – VMOP. 2002

4.3.1 Crecimiento histórico del tránsito

Para analizar el crecimiento histórico que ha experimentado el tránsito a lo largo del camino durante el período 1991 – 2000, los datos fueron generados por la Gerencia de Inventarios Viales de la Unidad de Planificación UPV - VMOP.

A partir de los datos del tránsito histórico, se pudo obtener la tasa de crecimiento para cada uno de tipo de vehículo, cuyo resultado es:

TRAMO CHA25N

- Automovil -11.09%
- Pick – Up 5.40%
- Bus -25.34%
- Camión Medio -14.72%

TRAMO CHA25N

- Automovil -11.09%
- Pick – Up 5.40%
- Bus -25.34%
- Camión Medio -14.72%

4.4 Tránsito Actual

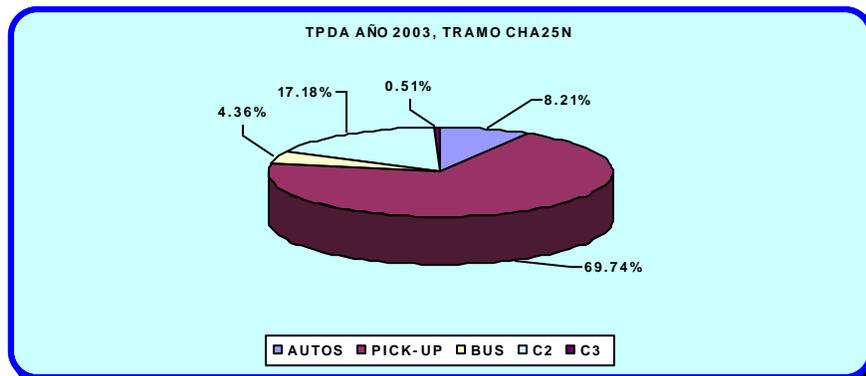
Para establecer el tránsito correspondiente al año 2003, se retomó el tráfico proporcionado por la Gerencia de Inventarios Viales de la Unidad de Planificación del VMOP. En Cuadro No. 4.2 se presentan los datos de tráfico y en el cual se puede observar que el vehículo de mayor circulación es el Pick-up.

CUADRO No. 4.2
TRANSITO ACTUAL

TRAMO CHA25N

AÑO	TPDA	AUTOS	PICK-UP	BUS	C2	C3	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3
2,003	390	32	272	17	67	2	0	0	0	0

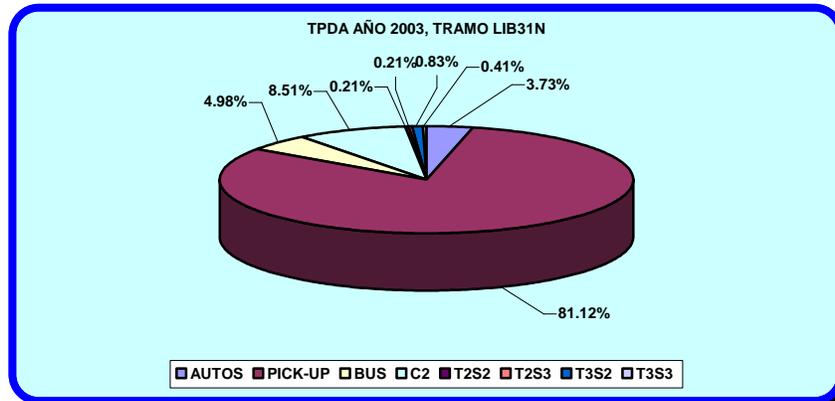
Fuente: Gerencia de Inventarios Viales – VMOP



TRAMO LIB31N

AÑO	TPDA	AUTOS	PICK-UP	BUS	C2	C3	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3
2,003	482	18	391	24	41	0	1	1	4	2

Fuente: Gerencia de Inventarios Viales – VMOP



4.5 Tránsito Futuro

En lo que compete al tráfico futuro, y de acuerdo a las tasas de crecimiento obtenidas del tráfico histórico, se puede decir lo siguiente; la tendencia general del pasado ha sido un crecimiento positivo para los diferentes tipos de vehículos que circulan por el camino (Automóvil, Pick – up, Bus y Camión Medio), observándose que para el caso de los vehículos Automóvil, Pick – up, Bus y Camión Medio la tasa de crecimiento es muy alta para éste tipo de camino, tal como se muestra en el Ítem 4.3.1

Para el cálculo del tránsito futuro, se retomó la tasa de crecimiento que emplea el “Sistema de Gestión de la Red Vial” de la Gerencia de Inventarios Viales de la UPV – VMOP, el cual se ha estimado en 4.0%. En el Cuadro No. 4.3 se muestra el tránsito futuro para el proyecto.

CUADRO No. 4.3
Tránsito Actual y Projectado durante el Período de Análisis
Por tipo de Vehículo

TRAMO CHA25N

AÑO	TPDA	AUTOS	PICK-UP	BUS	C2	C3	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3
2,003	390	32	272	17	67	2	0	0	0	0
2,004	406	33	283	18	70	2	0	0	0	0
2,005	422	35	294	18	72	2	0	0	0	0
2,006	439	36	306	19	75	2	0	0	0	0
2,007	456	37	318	20	78	2	0	0	0	0
2,008	474	39	331	21	82	2	0	0	0	0
2,009	493	40	344	22	85	3	0	0	0	0
2,010	513	42	358	22	88	3	0	0	0	0
2,011	534	44	372	23	92	3	0	0	0	0
2,012	555	46	387	24	95	3	0	0	0	0
2,013	577	47	403	25	99	3	0	0	0	0
2,014	600	49	419	26	103	3	0	0	0	0
2,015	624	51	435	27	107	3	0	0	0	0
2,016	649	53	453	28	112	3	0	0	0	0

TRAMO LIB31N

AÑO	TPDA	AUTOS	PICK-UP	BUS	C2	C3	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3
2,003	482	18	391	24	41	0	1	1	4	2
2,004	501	19	407	25	43	0	1	1	4	2
2,005	521	19	423	26	44	0	1	1	4	2
2,006	542	20	440	27	46	0	1	1	4	2
2,007	564	21	457	28	48	0	1	1	5	2
2,008	586	22	476	29	50	0	1	1	5	2
2,009	610	23	495	30	52	0	1	1	5	3
2,010	634	24	515	32	54	0	1	1	5	3
2,011	660	25	535	33	56	0	1	1	5	3
2,012	686	26	557	34	58	0	1	1	6	3
2,013	713	27	579	36	61	0	1	1	6	3
2,014	742	28	602	37	63	0	2	2	6	3
2,015	772	29	626	38	66	0	2	2	6	3
2,016	803	30	651	40	68	0	2	2	7	3

5. EL PROYECTO

5.1 Mejoramiento Propuesto

La concepción básica del mejoramiento propuesto para este camino, es congruente con el objetivo planteado para el Programa Multifase de Caminos Sostenibles en Áreas Rurales, el cual es la aportación de una superficie de ruedo de buenas condiciones y perdurable en el tiempo a través de un mantenimiento razonable. Lógicamente, para lograr este cometido, también se requiere de un mejoramiento sustancial de los elementos de drenaje del camino.

Una vez ejecutado el Proyecto, el camino se modificará de categoría, al pasar de Terciaria a Terciaria Modificada.

Desde el punto de vista del usuario, el proyecto consiste en mejorar las condiciones de servicio del camino, para superar las deficiencias funcionales que presenta en la actualidad y que fueron descritas en el capítulo 3.

En particular para este camino, los objetivos planteados para su mejoramiento fueron:

- Construcción de cunetas revestidas longitudinales y ampliación del drenaje transversal donde fuera requerido y un puente sobre el Río Lempa.
- Dotar el camino de una superficie de ruedo que garantice la durabilidad y transitabilidad a velocidades superiores a las actuales en cualquier época del año.
- Dotar a la vía de la señalización vertical y horizontal necesaria, así como de todos los elementos básicos para proporcionar un nivel de seguridad vial definitivamente superior al existente para todos los usuarios de este corredor vial.
- Contrarrestar, con las medidas requeridas, cualquier impacto ambiental negativo que el proyecto pudiera tener.
- Contribuir con el crecimiento económico de la zona, al dotar a la población beneficiada de una vía en buen estado, lo cual los incentivaría a cosechar mayor área de cultivos características de la zona.
- Construcción de un puente para comunicar los Departamentos de Chalatenango y La Libertad.

El mejoramiento diseñado de esta manera lograría un impacto social y económico positivo dentro de su área de influencia y serviría para mejorar el nivel de vida de los casi 41,332³ habitantes servidos por la carretera.

5.2 Ingeniería

Para lograr los objetivos anteriormente expuestos, se ha utilizado la información proveniente del Sistema de Gestión de la Red Vial, implementado por la Gerencia de Inventarios Viales, en el cual se realizó un exhaustivo inventario de las diferentes estructuras de obras de drenajes y de la superficie de ruedo.

³ Fuente: Proyección de la Población de El Salvador, 1995-2025, DIGESTYC, Diciembre 1996

La Implementación del Sistema de Gestión de la Red Vial contiene información que se relevó en campo, que evalúa las condiciones en que se encuentra el camino y sus diferentes características, con lo que facilita el estudio del proyecto a desarrollar.

5.3. Diseño Geométrico

Para lograr los objetivos anteriormente expuestos, la Gerencia de Inventarios Viales, realizó un exhaustivo inventario de las diferentes estructuras de obras de drenajes transversales y longitudinales, y de la superficie de ruedo, la cual se considera que actualmente se encuentra en un estado de mala a muy mala.

A partir del conteo de tránsito y de la geometría existente del “Mejoramiento del Camino Rural CHA25N/LIB31N, Tramo: Nueva Concepción – San Pablo Tacachico”, se dotará de las características geométricas que se detallan en el Cuadro No. 5.1.

CUADRO No. 5.1
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICA

LONG. (KMS.)	ANCHO DE LA VÍA	ANCHO DE RODAJE	ANCHO DE HOMBRO	TPDA AÑO 2003
25.14	7.00 m.	6.00	0.50 m	482

5.3.1 Velocidad del Proyecto

La velocidad de proyecto es la mayor aceleración a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre un camino cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son favorables. Se utiliza para determinar los elementos geométricos del mismo.

La selección de la velocidad de proyecto está influenciada principalmente por la configuración topográfica del terreno, el tipo de camino, los volúmenes de tránsito y el uso de la tierra.

Aún cuando es conveniente, aunque no siempre factible, suponer un valor constante para la velocidad de proyecto, los cambios en la topografía pueden imponer cambios en su valor para determinar tramos por lo que conviene tener presente que, para tramos donde la velocidad puede volverse menor o mayor, el cambio no se debe efectuar súbitamente, sino gradualmente en una distancia suficiente para permitir que los conductores puedan realizarlos antes de llegar al tramo del camino con distinta velocidad de proyecto. Estos casos suelen presentarse más que todo en el mejoramiento de caminos existentes, en especial en tramos sinuosos con una frecuencia considerable de curvas horizontales, volviéndose más difícil mantener la velocidad en terrenos montañosos que en lomeríos o en terrenos planos. Si el mejoramiento implica tratar de conservar en la medida de lo posible la geometría del camino, es muy probable la reducción de la velocidad de proyecto para determinados tramos.

Las reducciones que debe experimentar la velocidad no deben ser mayores de los 10 k./h para no degradar la calidad del servicio que debe ofrecer el camino.

En las entradas y salidas de poblaciones, a las que se acceden o se sale por calles empedradas o adoquinadas, la velocidad de proyecto se ha considerado entre 40 – 60 k/h con pendiente máxima entre 6 – 10%.

5.4 Diseño del Pavimento

El mejoramiento propuesto consiste en la colocación de una capa de concreto hidráulico con un espesor de 15.0 cms. para todo el tramo, con una longitud estimada de 25.14 kilómetros. Por lo tanto es necesaria la ejecución del diseño final para los tramos en estudio, que define el tipo de pavimento a utilizar y los espesores requeridos.

5.5 Seguridad Vial

El proyecto incluye todas las obras de protección lateral (muros, vallas de resguardo y la instalación de señalamiento vertical (señales de prevención, restricción e información) necesarias para garantizar un nivel de seguridad y comodidad para todos los beneficiarios del proyecto, además se proveerá de la señalización horizontal a los largo de todo la vía.

5.6 Resultados del Diagnóstico Ambiental⁴

Como resultado del Diagnóstico Ambiental, se identificaron los impactos ambientales más significativos que afectaría el área de influencia del proyecto. En Anexo se presentan las afecciones ambientales más significativas, así como las medidas y costos propuestas para su mitigación.

⁴ Perfil Ambiental, elaborado por la Gerencia de Gestión Ambiental – UPV - VMOP

6. BENEFICIOS

6.1 Introducción

Los beneficios que se derivan del mejoramiento de una vía como la del “Mejoramiento del Camino Rural CHA25N/LIB31N, Tramo: Nueva Concepción – San Pablo Tacachico”, se pueden agrupar en siete grandes categorías, cada una de las cuales requiere una metodología particular para su cálculo.

- Ahorros en los costos de operación de los vehículos. El método empleado para la estimación de estos beneficios es el de los excedentes al consumidor. Se debe diferenciar entre tránsito normal, tránsito generado, tránsito desviado y tránsito de desarrollo.
- Ahorros en el tiempo de los pasajeros. La ejecución del proyecto trae una disminución en el tiempo de recorrido debido a un aumento de la velocidad de circulación. Se deben diferenciar entre los viajes realizados por motivos de trabajo y el análisis debe centrarse sobre la posibilidad de emplear productivamente el tiempo ahorrado. Este enfoque se basa en la teoría de la productividad marginal; para esto se adopta, como valoración del tiempo, un promedio del salario horario predominante.
- Ahorros en el tiempo de la carga. Este es un análisis importante cuando se transportan materiales perecederos y el tiempo de viaje presenta muchas demoras. También es muy relevante cuando se trasladan productos de altísimo valor de mercado.
- Ahorros en los costos de accidentes. Se aplica a proyectos donde se realiza una mejora sustancial de la geometría de la vía. Se basa en una distinción entre accidentes leves y accidentes mortales, principalmente en donde la topografía de la zona es muy sinuosa.
- Aumento sustancial de viajes de vehículos de carga, en donde la zona es altamente productiva.
- Incentivar a la población que residen en la zona de influencia del proyecto, a cosechar mayormente sus tierras.
- Ahorros en los costos de mantenimiento vial. Estos costos forman parte de los costos anuales totales de operación del camino y tienen diferente nivel para caminos de tipología diferente. Es posible que estos ahorros sean negativos.

6.2 Ahorro en los Costos de Operación de los Vehículos

6.2.1 Metodología

Tal como se mencionó en la introducción, a este capítulo, la metodología se fundamenta en el excedente del consumidor. Este enfoque dice que cuando se realiza una mejora vial se produce un desplazamiento de la curva de oferta hacia abajo y hacia la derecha, indicando que para un volumen de tráfico, dado de cualquier magnitud no muy cercano al volumen de saturación de la vía, el costo de viajar sobre la carretera mejorada resulta menor que previo a la ejecución del proyecto.

Se denomina tránsito normal al tráfico que empleará la vía independientemente de su condición. Por lo tanto, este tráfico no variará su patrón de viajes ante la mejora propuesta. Consecuentemente, cada uno de los vehículos que circula por la carretera percibe un ahorro que se cuantifica como la diferencia en costo al operar el vehículo sobre la carretera existente, y operarlo sobre la carretera nueva en este caso, vía existente una vez mejorada y pavimentada, cada uno de estos vehículos recibe el beneficio total de la mejora.

El tránsito de desarrollo es el que se produce como resultado de inversiones complementarias que capitalizan sobre el potencial innato de la región (agrícola, minero, forestal, turístico). El cálculo de los beneficios atribuibles a este tránsito de desarrollo es similar al del tránsito generado.

El tránsito generado se da a consecuencia de la reducción en los costos de operación de los vehículos que tendrá lugar con el mejoramiento de la vía, ciertamente inducirá a los usuarios actuales a realizar una mayor cantidad de viajes. El menor costo de transporte permitirá, por ejemplo, realizar varios viajes al mes para realizar las compras de insumos, de artículos para comercio y mayores viajes de carga pesada, pudiéndose manejar un nivel menor de inventarios con la consecuente reducción del capital requerido para realizar negocios.

También aumentarán los viajes de placer y podrá aumentar el uso de los servicios de salud y educación no disponibles en la zona ya que el tiempo de recorrido disminuirá en forma sustancial.

Por lo anteriormente expuesto, los beneficios por ahorros en los costos de operación de vehículos para el “Mejoramiento del Camino Rural CHA25N/LIB31N, Tramo: Nueva Concepción – San Pablo Tacachico” se calcularán únicamente para el tránsito normal.

Para calcular los costos de operación de los vehículos para la condición sin y con proyecto, se utilizó el modelo HDM-4.

6.2.2 Datos para el Cálculo de los Costos de Operación

Para calcular los costos de operación de los vehículos en el modelo HDM-4 es necesario definir un vehículo típico representativo de cada categoría de vehículo de los que componen el volumen de tránsito.

A partir de la información presentada en las secciones 4.2 y 4.3, y de un análisis de la representatividad de las diversas marcas y tipos de vehículos existentes dentro de la flota vehicular de El Salvador, se pudo definir los seis tipos de vehículos más representativos dentro de este proyecto:

- | | |
|--------------------------|-----------------|
| • Automóvil | Toyota Corolla |
| • Pick Up | Toyota “Hi Lux” |
| • Autobús | International |
| • Camión de Carga Ligera | Toyota Dyna |

- Camión C-2 Mercedes Benz
- Camión C-3 Mercedes Benz

El modelo HDM-4 requiere de dos tipos de información para la determinación de los costos de operación de cada uno de estos vehículos: Costos unitarios y Parámetros de utilización.

En cuanto a los costos unitarios el modelo requiere la siguiente información:

- Valor de adquisición del vehículo nuevo (US \$ por vehículo)
- Precio del combustible (US \$ por litro)
- Precio del lubricante (US \$ por litro)
- Precio de una llanta nueva (US \$ por llanta)
- Costo de mano de obra para operación del vehículo (US \$ por hora)
- Costo de mano de obra para mantenimiento del vehículo (US \$ por hora)
- Valor del tiempo de los pasajeros (US \$ por pasajero – hora)
- Valor del tiempo de la carga (US \$ por vehículo–hora)
- Tasa de Interés (porcentaje anual)

Los parámetros de utilización requeridos por el modelo son:

- Vida útil del vehículo en años
- Número de horas conducidas por año
- Número de kilómetros conducidos por año

Adicionalmente, el modelo HDM-4 requiere la definición de una serie de parámetros que permiten caracterizar, en la forma más adecuada posible para cada proyecto o aplicación, los tipos de vehículos de manera tal que los costos de operación calculados sean los más realistas posibles.

Muchos de estos parámetros son opcionales, de tal manera que se pueden utilizar valores por defecto obtenidos del estudio amplio realizado por el Banco Mundial y otras instituciones en Brasil en 1982. Para la evaluación de este proyecto se modificaron los cálculos iniciales del modelo, con respecto a la velocidad de los vehículos tanto para la carretera existente como para la carretera mejorada.

Para un adecuado uso del modelo, se deben obtener a partir de datos locales los siguientes parámetros:

- Peso Bruto del Vehículo en toneladas
- Carga Útil del Vehículo en toneladas
- Número de Ejes Total (del vehículo y sus remolques si es el caso)
- Número de Ejes Equivalentes por vehículo
- Número de Llantas
- Número de Pasajeros

6.2.3 Cálculo de los Precios Económicos

Los costos unitarios señalados en la sección anterior, reflejan los precios de mercado (costo financiero) para cada uno de los insumos respectivos, por lo que deberán ser corregidos para reflejar su verdadero costo económico.

Todos los bienes y servicios (con muy pocas excepciones) comercializados dentro de la República de El Salvador están gravados con un 13% de Impuesto al Valor Agregado (IVA). Adicionalmente, los bienes importados están sujetos al pago de Derechos Arancelarios de Importación (DAI), los cuales están definidos para cada tipo de artículo. Estos constituyen los principales gravámenes que deben ser eliminados para encontrar los factores de corrección que permitan determinar los correspondientes precios económicos.

6.2.4 Características del Camino

Las características geométricas del camino (incluyendo su altitud) y las características de la condición anual de la superficie de rodadura son las variables claves que inciden en los costos de operación de los vehículos tanto en la condición sin proyecto como en la condición mejorada.

De estos dos conjuntos de variables, es la condición superficial la que realmente será la causante de las variaciones en los costos de operación ya que las condiciones geométricas prácticamente no se variarán con la ejecución del proyecto. Sin embargo, principalmente en la condición sin proyecto, las características geométricas tienen una alta incidencia en la condición superficial. Todos estos efectos son simulados en el modelo de deterioro del HDM-4.

Tal como se trató en el Capítulo 3, en la condición sin proyecto, la superficie de rodadura del camino se encuentra deteriorada, debido por una parte a la falta de drenaje laterales y mal funcionamiento del drenaje transversal.

Para la condición con proyecto, se ha considerado el mantenimiento de rutina de los elementos de drenaje lateral y transversal. Adicionalmente, la superficie de rueda recibirá un mantenimiento de bacheo, el cual eliminará el agrietamiento existente y provocará una reducción en la progresión de la rugosidad.

La rugosidad superficial es la variable más influyente en los costos de operación de los vehículos.

6.3 Ahorro en el Tiempo de Viaje

El mejoramiento del camino a través de la ejecución del proyecto, ocasiona un aumento considerable en la velocidad de circulación de los vehículos y consecuentemente ahorros sustanciales, no solo como consecuencia de este incremento en velocidad, sino también al evitar cierres temporales de la vía, tal como ocurre con la carretera existente durante la época de lluvias, a causa de los lodazales.

Este ahorro en tiempo debe expresarse en forma monetaria, si ha de ser introducido en el análisis económico. Sin embargo, el ahorro de tiempo por su naturaleza tiene valor en la medida en que exista la alternativa de poder utilizarlo en actividad productiva. En otras palabras, el valor del tiempo ahorrado en un proyecto de mejora vial debe ser igual al costo de oportunidad del tiempo.

El valor que las personas asignan al tiempo, varía en función del nivel de satisfacción que cada uno obtiene de él, por lo tanto, los ahorros de tiempo tienen distinto valor según sea el propósito del viaje, el medio de transporte utilizado, la duración del viaje, la magnitud del ahorro en tiempo y muchos otros factores.

Existen discrepancias respecto a si todo ahorro de tiempo debe ser valorado. Hay bastante acuerdo en cuanto a asignar un valor al tiempo ahorrado en viajes de trabajo pues se argumenta que este ahorro permitirá derivar horas/hombre y horas/equipo que se pueden destinar a usos productivos adicionales. En otras palabras, los ahorros en tiempo dan lugar a un incremento del PIB.

Para la evaluación de este proyecto no se han realizado encuestas de tránsito que permitan definir los propósitos de viaje y no hay certeza de qué tan representativos los niveles de ingreso promedio en el ámbito nacional pueden ser de la población de los municipios del área de influencia. Consecuentemente se ha optado por asignar un valor del tiempo nulo para los ahorros obtenidos en este proyecto.

6.4 Ahorros en los Costos de Mantenimiento

Una vez que se han definido las políticas de mantenimiento para las condiciones sin y con proyecto, el modelo HDM-4 calcula en forma endógena los costos para ambas condiciones.

6.5 Ahorros en los Costos de Accidentes

Los costos de accidentes para un proyecto como el propuesto en el que no se hará modificaciones al trazado de la vía a pesar de que la velocidad de circulación aumentará como resultado de la mejoría en el tipo y condición de la superficie de ruedo, representa la otra cara de la moneda con respecto al valor del tiempo.

A pesar de que no se tienen estadísticas locales en proyectos de naturaleza similar, se prevé que el número de accidentes podría aumentar. Para contrarrestar esta posibilidad, dentro del Diseño Final del proyecto, se deberá considerar todas las partidas necesarias para mejorar el señalamiento y la seguridad vial y así poder anular este posible efecto negativo.

Debe señalarse también que el mejoramiento de la vía permitirá una mayor velocidad de acceso para evacuar personas accidentadas u enfermas que necesitan hospitalización y cuidados intensivos inmediatos en centros de salud y hospitales allende las poblaciones servidas por el proyecto.

6.6 Otros Beneficios

Existen otra serie de beneficios que no han sido cuantificados dentro del estudio, pero que sin duda se manifestarán durante el período de vida útil de la inversión. Estos beneficios adicionales podrán ser estudiados en una evaluación "ex post" del proyecto, para mejorar el proceso de evaluación de proyectos similares por parte del MOP.

Dos de los beneficios más importantes no cuantificados son los relacionados con la producción agrícola y con la accesibilidad a servicios de salud y educación.

Los beneficios agrícolas relacionados con el proyecto serán aquellos que ocurran como consecuencia de una disminución en los costos de transporte, tanto de la producción de la zona como de los insumos requeridos (incluyendo asistencia técnica) para su obtención. Estos podrían redundar en una mayor productividad o incluso en un aumento de tierras no utilizadas cuya producción podría resultar ser rentable con los nuevos costos.

Estos beneficios podrían ser cuantificados directamente como el beneficio neto agrícola o mediante una valoración del tránsito de desarrollo necesario para movilizar la nueva demanda.

7. COSTO DE CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO

7.1 Análisis de Costos

En base a las actividades requeridas y sus costos unitarios se estima que el monto de inversión para la ejecución del Proyecto, es de **US \$ 7,378,412.80**, incluyendo el costo de mitigación ambiental y la construcción del Puente sobre el Río Lempa.

En el Cuadro No. 7.1, se presenta un resumen del presupuesto de construcción para la Mejoramiento del Camino Rural CHA25N/LIB31N, Tramo: Nueva Concepción – San Pablo Tacachico.

CUADRO No. 7.1
RESUMEN DE PRESUPUESTO

COMPONENTE	COSTO (\$)
1. Construcción ^{1/}	5,945,695.00
2. Supervisión (1*5%)	297,284.75
3. Escalamiento (1*5%)	297,284.75
4. Mitigación Ambiental	26,560.93
5. IVA ((1+2)*13%)	811,587.37
TOTAL	7,378,412.80

^{1/}Incluye el costo de la construcción del Puente

7.1.1 Materiales a utilizar en la pavimentación del Proyecto

Para la elaboración del presupuesto de obra, se utilizaron los precios de mercado de los materiales y los insumos. Estos precios son valores promedios en San Salvador para el mes de Junio del año 2003. En el Cuadro No. 7.2, se muestra el cálculo del costo índice utilizado por el Sistema de Gestión de la Red Vial, implementado por la Gerencia de Inventarios Viales – UPV – VMOP, para la pavimentación del Proyecto (25.14 Kms.).

CUADRO No. 7.2
CALCULO DEL COSTO INDICE

VIAS NO PAVIMENTADAS

ACTIVIDAD DE REHABILITACION Y MEJORAMIENTO

CRITERIOS DE EVALUACION DEL COSTO INDICE EN \$/KM PARA ACTIVIDADES DE REHABILITACION Y MEJORAMIENTO EN VIAS NO PAVIMENTADAS, EMPLEANDO CONCRETO HIDRAULICO

El costo índice expresado en dólares por kilómetro de vía, representa un costo promedio para intervenciones de rehabilitación y mejoramiento vial en vías no pavimentadas, empleando la alternativa de pavimento de concreto hidráulico sobre una capa de apoyo con material existente estabilizado. Se considera el costo del concreto hidráulico como actividad relevante y todos los trabajos complementarios: Drenaje transversal, drenaje lateral, subrasante, base, señalización y otras que por su carácter imprevisibles son propias o específicas de cada proyecto. No se considera la necesidad de ampliación de la sección existente.

Se detalla una evaluación del costo para un kilómetro de vía no pavimentada, considerando un ancho de 6 metros de rodaje.

Área de vía por kilómetro = 6,000 m²

No.	Actividad	Unidad	Cantidad	P. Unitario \$	Valor \$
1	Concreto hidráulico Mr=44 kg/cm² Ancho = 6.00 m, long. = 1000 m, espesor = 0.20 m., desperdicio 5%. V= 6 m * 0.15 m * 1000 m = 900 m ³ * 1.05 = 945 M3	m ³	945	110.60	104,517.00
2	Escarificación y preparación de subrasante Se considera una condicion de suelo apto para la preparacion de la subrasante empleando la mezcla del material granular existente y el suelo del lugar, con la adicion de cemento para estabilizacion al 4% en volumen en un espesor de 30 cm. A=7m*1000=7000 m ²	m ²	7000	4.06	28,420.00
4	Rehabilitacion del drenaje transversal y lateral				
	4.1 Sustitucion de tuberias. Se considera la sustitucion de tuberias superficiales de alivio diametro 30" en una densidad de 2 tuberias por km, con una longitud promedio de 12 m por tuberia L = 12 * 2 = 24 m	ml	24	147.74	3,545.76
	4.2 Reparacion de grietas en tuberias existentes. Se preve una longitud de 60 metros de tuberias existentes, con un 30% de reparacion de juntas, para un diametro promedio de 36 pulgadas L=60*0.3*2.86m=52m	ml	52	23.15	1,203.80
	4.3 Limpieza del drenaje transversal. Se considera la limpieza del 20% del drenaje existente con una longitud total de 60m/km L=60m*0.2= 12m	ml	12	10.42	125.04
	4.4 Mamposteria de piedra y mortero. Se considera la construccion de mamposteria en cabezales, muros y derramaderos para rehabilitar el drenaje V=2 tuberias*14m ³ /tuberia=28m ³ *1.10 =31 m ³	m ³	31	101.59	3,149.29
	4.5 cunetas revestidas. Se considera un 60 % en condicion de corte, con un 70% de longitud revestida A=1000*0.60*0.70=420m	ml	420	22.76	9,559.20
	4.6 Bordillos. Se considera un 40% en condicion de relleno, con un 50% de longitud con bordillo L=1000*0.40*0.50=200 m	ml	200	7.94	1,588.00
7	Señalizacion horizontal y vertical				
	Se considera franja central en toda la longitud y una densidad de 5 señales verticales por km				
	7.1 Señalizacion horizontal, L=1000 m	ml	1000	1.11	1,110.00

8	7.2 Rótulos 5 unidades	u	5	179.68	898.40
	Chapeo de zona lateral. Se considera un ancho lateral de 2 metros A=1000*2.00m*2 lados=4000m ²	m ²	4000	0.10	400.00
					154,516.49
SOBRE COSTOS POR NOCTURNIDAD					
No aplica en vías no pavimentadas					
COSTO TOTAL POR KILOMETRO DE REHABILITACION Y MEJORAMIENTO					154,516.49
$\$=0.10 * \$154,508.93 = \$15,450.89$					15,451.65
COSTO TOTAL POR KILOMETRO CON IMPREVISTOS DEL 10%					169,968.14
COSTO INDICE EN US\$/m² DE VIA, CON IMPREVISTOS 10% =					28.33

Nota: Los precios unitarios indicados incluyen costos directos, costos indirectos (30%) e IVA.

7.2 Costo Mantenimiento

El costo por kilómetro constituye el nivel mínimo aceptable que debería dársele anualmente a la carretera. Por la condición actual de los drenajes y del derecho de vía, es claro que actualmente la carretera no está recibiendo esta cantidad de mantenimiento.

El costo de mantenimiento rutinario para el presente proyecto, se ha estimado sobre la base de otros estudios de caminos rurales similares, cuyo costo por kilómetro es de aproximadamente \$53,286.00⁵.

7.3 Costos Económicos

De manera similar al desarrollo hecho en el capítulo anterior para los beneficios, los costos unitarios y presupuestos financieros presentados en las secciones anteriores, deben ser ajustados para reflejar el verdadero costo a la economía nacional eliminando cualquier transferencia interna ya sea en forma de impuestos, tasas arancelarias o subsidios.

7.4 Resumen de Costos para el Modelo HDM

El modelo HDM-4 requiere la especificación del costo unitario (por Km. o por unidad de Área) de las actividades de mantenimiento, de refuerzo, rehabilitación y mejoramiento en términos financieros y económicos. Estos costos unitarios fueron obtenidos de la base de datos que maneja la Gerencia de Inventarios Viales de la Unidad de Planificación del VMOP.

⁵ Estudio Básico, Gerencia de Inventario Viales – UPV - VMOP

8 EVALUACIÓN ECONÓMICA

8.1 Generalidades

En países en desarrollo como el nuestro, los precios de los productos e insumos que se presentan en el mercado, son valederos para cualquier análisis del Sector Privado, sin embargo para el Sector Público estos mismos precios resultan bastantes distorsionados, debido a que son influenciados por variables como: Desempleo, conjuntamente con fijación de salarios mínimo; exención de impuesto a las importaciones de maquinaria o equipo de trabajo; y cuotas de depreciación acelerada.

En tales circunstancias una forma de mejorar la eficiencia y la igualdad social es tomar decisiones de inversión sobre la base de precios sombras, que reflejan el verdadero valor de los recursos de un país.

Para el presente caso se ha efectuado la evaluación económica, para lo cual se ha determinado los indicadores de rentabilidad, a partir de los flujos anuales de beneficios y costos del proyecto durante el período de análisis.

Es importante mencionar que dicho análisis económico del proyecto se presenta en forma similar al análisis financiero, en cuanto a que ambos miden el beneficio neto de una inversión. En el análisis económico, el concepto de beneficio financiero, es diferente al del beneficio social ya que el primero se identifica con el beneficio monetario, en cambio el segundo mide el efecto que tendrá el proyecto en la economía en su conjunto, lo cual responde particularmente a un interés y responsabilidad exclusiva del gobierno.

Para la estimación de los indicadores mencionados, se calcularon con el modelo HDM-4 una vez que el usuario le ha suministrado los datos requeridos, tales como:

- Características de la carretera
- Características del parque automotor
- Volúmenes de tráfico y tasas de crecimiento
- Costos unitarios
- Políticas de construcción y mantenimiento
- Período de análisis y tasa de descuento

8.1.1 Situación Sin Proyecto

Para el proyecto Mejoramiento del Camino Rural CHA25N/LIB31N, Tramo: Nueva Concepción – San Pablo Tacachico se ha establecido un período de construcción de 1 año y un período de 10 años para el cálculo de los beneficios generados por la inversión.

En la situación Sin Proyecto, el problema consiste en las malas condiciones de la superficie de rodamiento y deficiencia en el drenaje longitudinal y transversal en que se encuentra a lo largo de todo el tramo, tal como se explica en el Capítulo No. 3, lo cual se agudiza en tiempo invierno.

Para efecto de la evaluación económica con el modelo HDM-4, se ha considerado una política de mantenimiento rutinario.

8.1.2 Situación Con Proyecto

Para la evaluación económica en la situación con proyecto se ha considerado la pavimentación y mejoramiento del sistema de drenaje, tanto transversal como longitudinal.

De los resultados de Gestión Vial, se recomienda la colocación de una carpeta de concreto hidráulico de espesor de 15.0 cm. para el todo el tramo, con una longitud de 25.14 Kms.

8.2 Evaluación Económica con el HDM-4

El modelo HDM-4 permite realizar evaluaciones económicas para cualquier período de análisis. Dentro del período de análisis seleccionado debe estar incluida la duración de la construcción.

Para el proyecto de Mejoramiento del Camino Rural CHA25N/LIB31N, Tramo: Nueva Concepción – San Pablo Tacachico se ha establecido un período de construcción de 1 año y un período de 10 años para el cálculo de los beneficios generados por la inversión.

Los valores anuales se descuentan a una tasa del 12% anual y la actualización se hace para el 2005, año en que se prevé que inicia la pavimentación y mejoramiento de todo el proyecto.

El resultado de los indicadores económicos es el siguiente

TIR :	48.9 %
VAN:	US \$ 14.88 millones
B/C:	1.25

El indicador económico beneficio/costo no es mas que el cociente que se obtiene de operar los ahorros de operación vehicular y tiempo de viaje entre la inversión que se realiza para cada año de análisis.

8.3 Análisis de Sensibilidad

El modelo HDM-ADM permite realizar un análisis de sensibilidad muy amplio sobre los resultados obtenidos a partir de la evaluación básica. El modelo calcula nuevamente los resultados obtenidos en términos de Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR).

En cada uno de estos casos el usuario puede variar la tasa de descuento empleada y aplicar factores multiplicativos para las siguientes 5 variables:

- Los gastos de capital de la agencia
- Los gastos recurrentes de la agencia
- Los valores obtenidos en la operación de los vehículos
- Los valores obtenidos del tiempo de viaje
- Los valores obtenidos a partir de los costos y beneficios exógenos

Los costos se incrementara en un 20% y los beneficios se reducen en un 20%. Primeramente se evaluará el efecto de estas dos condiciones en forma separada, y posteriormente se analizará su efecto simultáneo.

Los beneficios serán aquellos obtenidos de los ahorros en los costos de operación de los vehículos adicionados a los ahorros en las inversiones anuales requeridas para el mantenimiento de la vía.

Estos tres escenarios se presentan en el Cuadro No. 8.1 en el cual se indican los valores del VAN y de la TIR. Estos fueron calculados a partir de los datos presentados en el Cuadro Anexos. Al realizar una combinación de amas situaciones, obtenemos que el proyecto presenta una rentabilidad aceptable. Un VAN de 14.88 Millones y una tasa interna de retorno igual a 48.9 %.

Cuadro No. 8.1:
Análisis de Sensibilidad

VARIACIÓN	VAN (millones de dólares)	TIR en %	B/C
Ninguna con respecto a la evaluación original	14.88	48.9	1.25
Aumento del 20% en los costos de construcción	13.73	40.2	1.16
Disminución del 20% en los beneficios	10.35	39.1	1.14
Simultaneidad de las dos condiciones anteriores	9.23	32.1	1.03

9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 Conclusiones

La evaluación económica del proyecto indica que tiene una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 48.9%, un Valor Actual Neto (VAN) de 14.88 millones de dólares, y una relación Beneficio/Costo (B/C) de 1.25, descontando los costos y beneficios futuros con una tasa de actualización del 12%, que se estima representativa del costo de oportunidad del capital del país.

De igual manera, al realizar el análisis de sensibilidad demuestra que aún al incrementar el 20% al costo y disminuir en un 20% los beneficios, el proyecto sigue siendo rentable. Al comparar ambas condiciones se obtiene una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 32.1 y un Valor Actual Neto (VAN) de 9.23 millones de dólares.

Los indicadores antes mencionados, nos indican que el proyecto es por lo tanto rentable, y justifica que se proceda con la fase de Diseño Final.

9.2 Recomendaciones

Del análisis realizado, se concluye la conveniencia de ejecutar el proyecto con la mayor brevedad posible para materializar los beneficios calculados ya que en la situación sin proyecto se generan grandes costos de operación de los vehículos, debido al deterioro de la superficie de ruedo y para detener ésta condición se requiere de fuertes inversiones en mantenimiento.

Una vez mejorado el proyecto, ésta vía debe incluirse en una programación rigurosa de mantenimiento rutinario, en particular para la limpieza de los elementos de drenaje. Esto puede realizarse por medio de algún programa de participación comunitaria de mano de obra intensiva, con lo cual el proyecto también contribuiría en la generación de empleo.

ANEXOS



VICEMINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
UNIDAD DE PLANIFICACION VIAL
GERENCIA DE GESTION AMBIENTAL

PERFIL AMBIENTAL

I- NOMBRE DEL PROYECTO: “MEJORAMIENTO CAMINO RURAL CHA25/LIB31, TRAMO NUEVA CONCEPCIÓN – SAN PABLO TACACHICO”

▪ UBICACIÓN DEL PROYECTO:

El proyecto tiene una longitud aproximada de 25.14 kilómetros y se ubica en los departamentos de La Libertad y Chalatenango. El primer tramo comienza en Nueva Concepción hacia el L.D. de Chalatenango (Río Lempa) con una longitud de 12.25 kms. El segundo tramo comienza en L.D. de Chalatenango hasta San Pablo Tacachico, con una longitud de 12.89 kms.

II- DESCRIPCION DEL PROYECTO:

El proyecto consiste en la pavimentación y mejoramiento de 25.14 kms. Se utilizará concreto rígido con un espesor de 15 cms y un ancho de 5 metros. Las actividades que se desarrollarán serán las siguientes: Escarificación y preparación de la subrasante, rehabilitación del drenaje transversal y lateral, colocación de una carpeta de concreto hidráulico de 15 cms así como señalización vial. Con el desarrollo de este proyecto se beneficiaran a los pobladores de la zona, ya que tendrán mayores facilidades para transportar sus productos hacia las ciudades de San Pablo Tacachico y Nueva Concepción.

III- DESCRIPCION AMBIENTAL DEL AREA DEL PROYECTO

▪ FACTORES FISICO-QUIMICOS

SUELO:

- Según la clasificación de suelos de El Salvador, el proyecto atraviesa dos tipos distintos de suelos, los cuales se describen a continuación:
- Suelos aluviales y grumosoles con una fisiografía de planicie que es aprovechada para el cultivo de arroz y caña de azúcar. Estos suelos son de textura fina.
- Suelos Grumosoles, latosoles arcillosos-rojisos y litosoles. Estos suelos son típicos de valles interiores. La roca inferior es toba cementada y lavas. Son suelos pedregosos poco profundos. Los primeros son arcillas negras muy pesadas difíciles de trabajar, los segundos son suelos rojos arcillosos pero no pesados y con afloramiento rocoso

HIDROLOGIA:

El proyecto se encuentra en la cuenca del Río Lempa, el cual se divide en dos tramos por dicho río. Esta cuenca tiene un área nacional de 10,121.75 kms. El área total es de 18,246 kms, abarcando los países de Guatemala y Honduras. Se tiene una precipitación promedio anual entre 1400 a 2400 mm.

CLIMA:

Según Köppen la zona climática donde se localiza el proyecto corresponde Sabanas Tropicales Calientes ($A_{w_{aig}}$) con elevaciones que oscilan entre los 0 a 800 m.s.n.m. Las temperaturas anuales oscilan con la altura teniéndose en las planicies internas entre 22° y 28° C.

ZONAS DE VIDA ECOLOGICA:

De acuerdo a la clasificación de zonas de vida propuesta por el Dr. L. R. Holdridge, el proyecto se localiza en la zona bosque húmedo subtropical caliente. Esta es la principal zona de vida de El Salvador, con una temperatura media anual de 24° C. Presenta un régimen monzónico de lluvia, es decir seis meses de lluvia y seis meses de sequía. Se tiene una vegetación xerofítica con especies caducifolias.

En general la formación bosque húmedo subtropical abarca desde los 0 msnm hasta los 1400 msnm

▪ **FACTORES BIOLÓGICOS:**

La flora y fauna que se ha podido constatar en la visita de campo realizada, se detalla en los cuadros siguientes:

TABLA 1: Flora representativa de la zona donde se ubica el proyecto.

Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Categoría	Forma de Vida
“manzana rosa”	<i>Eugenia jambos</i>	Myrtaceae	Común	Árbol
“aceituno”	<i>Simarouba glauca</i>	Simaroubaceae	Común	Árbol
“ahuacate”	<i>Persea americana</i>	Lauraceae	Común	Árbol
“laurel”	<i>Cordia alliodora</i>	Cordiacea	Común	Árbol
“jiote”	<i>Bursera simarouba</i>	Burseraceae	Común	Árbol
“tempate”	<i>Jatropha curcas</i>	Euphorbiaceae	Común	Árbol
“nance”	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Malpighiaceae	Común	Árbol
“zapote”	<i>Pouteria sapota</i>	Sapotaceae	Común	Árbol
“caña”	<i>Sacharum officinarum</i>	Gramineas	Común	Herbácea
“cenicero”	<i>Albizia guachapele</i>	Fabacea	Amenazado	Árbol
“madercacao”	<i>Gliricidia sepium</i>	Fabaceaea	Común	Árbol
“cedro”	Cedrela odorata	Meliaceae	Amenazado	Árbol
“almendro de río”	<i>Andira inermis</i>	Fabaceae	Común	Árbol
“conacaste negro”	<i>Enterolobium ciclocarpum</i>	Fabaceae	Común	Árbol
“mangollano”	<i>Pithecollobium dulce</i>	Fabaceae	Común	Árbol
“arroz”	<i>Oriza zativa</i>	Gramínea	Cultivo	Herbácea
“mango”	<i>Manguifera indica</i>	Anacardiaceae	Común	Árbol
“naranja”	<i>Citrus sinensis</i>	Rutacea	Común	Árbol
“ixcanal”	<i>Acacia cornijera</i>	Fabaceae	Común	Arbusto
“eucalipto”	<i>Eucaliptus spp.</i>	Myrtaceae	Común	Árbol
“Guarumo”	<i>Cecropia peltata</i>	Cecropiaceae	Común	Árbol
“guayaba”	<i>Psidium guajaba</i>	Myrtaceae	Común	Árbol
“marañón”	<i>Anacardium occidentale</i>	Anacardiaceae	Común	Árbol
“piñuela”	<i>Bromelia Karatas</i>	Bromeliaceae	Común	Herbácea
“izote”	<i>Yuca elephantipes</i>	Liliaceae	Común	Arbusto
“cerezo de Belice”	<i>Myrcia splenden</i>	Myrtaceae	Común	Árbol
“llama del bosque”	<i>Spathodea campanulata</i>	Bignoniaceae	Común	Árbol
“conacaste blanco”	<i>Albizia niopoides</i>	Fabaceae	Amenazado	Árbol
“jocote	<i>Spondias sp</i>	Anacardiaceae	Común	Árbol
“pito”	<i>Erythrina berteroa</i>	Fabaceae	Común	Árbol
“ceiba”	<i>Ceiba pentandra</i>	Bombacaceae	En Peligro	Árbol

TABLA 2: Fauna representativa de la zona donde se ubica el proyecto.

CLASE	FAMILIA/ORDEN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA
Ave	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	“paloma aliblanca”	No Amenazado
Ave	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	“pijuyo”	No Amenazado
Ave	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	“zopilote”	No Amenazado
Ave	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	“chío copetón”	No Amenazado
Ave	Momotidae	<i>Momotus momota</i>	“talapo”	No Amenazado
Ave	Psittacidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	“cheje”	No Amenazado
Ave	Icteridae	<i>Icterus spp.</i>	“chiltota”	No Amenazada
Ave	/Paseriformes	<i>Camphilorrinchus rufinucha</i>	“huacalchia”	No Amenazada
Ave	Phasianidae	<i>Colinus leucopogon</i>	“codorniz”	No Amenazado
Mamífero	Lagomorphidae	<i>Silvilagus floridanus</i>	“conejo silvestre”	No Amenazado
Mamífero	Felidae	<i>Felix felix</i>	“gato montes”	No Amenazado
Mamífero	Sciuridae	<i>Siurus sp</i>	“ardilla”	No Amenazada
Mamífero	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	“mapache”	No Amenazado
Mamífero	/Artiodacyla	<i>Odocoileus virginianus</i>	“venado”	Amenazada
Mamífero	Didelphidae	<i>Chironectes minimus</i>	“tacuazin”	En Peligro
Reptil	Boidae	<i>Boa constrictor</i>	“masacuata”	Amenazada
Reptil	Gekkonidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	“tenguereche”	No Amenazado
Reptil	Gekkonidae	<i>Maguya unimarginata</i>	“lagartija”	En Peligro
Reptil	Iguanidae	<i>Ctenosaura quinquencarinata</i>	“garrobo”	Amenazado

▪ FACTORES SOCIOECONOMICOS Y CULTURALES

En el tramo comprendido entre San Pablo Tacachico hasta San Isidro Lempa se tiene:

Centros Escolares: Centro Escolar Caserío San Juan Las Mesas estac. 0+670 L.D., Centro Escolar Cantón San Juan Las Mesas estac. 2+940 L.D., Centro Escolar Trinidad del Rosario Cantón San Isidro Lempa estac. 6+470 L.I.

Los centros religiosos ubicados en dicho tramo son: 2+470 L.D., 3+060 L.I., 6+620 L.I., 11+420 L.I.

Se ubica un cementerio en el estacionamiento 10+870 L.D. También se encuentra ubicado en este tramo la Agencia de Extensión Agropecuaria y Forestal Atiocoyo en el estacionamiento 6+320 L.D.

Otro aspecto importante de la zona lo comprenden los canales de riego que lo atraviesan, cuyo caudal es provisto por el río Lempa.

La ganadería es uno de los rubros principales de la zona. En cuanto a la agricultura se orienta al cultivo de arroz y caña de azúcar.

El sistema constructivo más utilizado es el mixto, pero se pueden apreciar construcciones de adobe y bahareque.

En el segundo tramo San Isidro Lempa – Nueva Concepción se tiene:

Granja escuela de capacitación Cooperativa Agropecuaria (GECA) estac. 10+100 L.I, Caserío Astillero estac. 2+000, Caserío Puesto Rico 4+050, Lotificación Prados de Monte Sión estac. 11+200.

En este tramo predomina el cultivo de caña de azúcar y la ganadería. Se mantiene para el riego de los cultivos los canales de riego controlados por compuertas.

A lo largo del proyecto se cuenta con servicios de electricidad. El sistema de eliminación de excretas es a través de letrinas aboneras o de foso.

No se cuenta con un servicio de tren de aseo, por lo que las personas entierran por lo general la basura.

IV- IDENTIFICACION DE IMPACTOS

Los principales impactos ambientales identificados son los siguientes:

1. Generación de polvo producto de los procesos constructivos, lo cual puede ocasionar enfermedades de tipo respiratorio sobre todo en aquellas zonas en las cuales existan asentamientos humanos. Al inicio del proyecto (Barrio El Calvario), Caserío El Sifón estac. 5+070, llegada a San Isidro Lempa, así como en las cercanías de los Centros Escolares.
2. Tala de aproximadamente 30 especies arbóreas entre las que se encuentran conacastes, aceitunos, almendros de río, tihuilotes, etc. Esto debido a los trabajos a realizar en los laterales de la calle.
3. Contaminación por desechos provenientes de necesidades fisiológicas de los trabajadores que intervendrán en la ejecución de la obra (80 trabajadores aproximadamente). Es habitual que los laterales de la carretera se vean afectadas por este tipo de contaminación.

V- MEDIDAS DE MITIGACION AMBIENTAL

A fin de mitigar, atenuar o compensar los impactos negativos identificados en el literal anterior, se presentan las siguientes medidas:

1. Con el objetivo de prevenir enfermedades pulmonares ocasionadas por partículas de polvo provenientes de los trabajos de terracería, se deberá humectar dos a tres veces diarias en zonas pobladas, tales como en el inicio del proyecto (barrio El Calvario), caserío Valle Mesas, caserío El Sifón, llegada a San Isidro Lempa, caserío Astillero, caserío Puesto Rico, lotificación Prados de Monte Sión, así como aquellos lugares cercanos a centros escolares.

2. Arborización del derecho de vía con 150 árboles nativos de la zona, con un espaciamento de 5 metros. Se dará preferencia a aquellos sitios que presenten mayores problemas de deforestación.
3. Para prevenir la contaminación ocasionada por los trabajadores que se incorporen a los trabajos del proyecto, al realizar sus necesidades fisiológicas en los laterales de la carretera, se dispondrá de letrinas portátiles a razón de 25 trabajadores por servicio. Se deberá exigir a los trabajadores el uso de estas letrinas.

VI- COSTOS DE LAS MEDIDAS DE MITIGACION

MEDIDAS	COSTOS (\$)
Humectación de áreas pobladas	19,419.43
Arborización 150 especies, en zonas que presenten mas deforestación, en laterales de la vía	517.50
Alquiler de letrinas portátiles	6624.00
TOTAL	\$ 26,560.93

**PLANO DE UBICACIÓN PROYECTO “MEJORAMIENTO CAMINO RURAL
CHA25/LIB31, TRAMO NUEVA CONCEPCIÓN – SAN PABLO
TACACHICO**

