

IDENTIFICACIÓN

- NOMBRE DEL PROYECTO: Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central (SIEPAC)

 - PROMOTOR: EMPRESA PROPIETARIA DE LA RED (EPR)

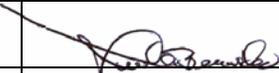
 - ACTIVIDAD PRINCIPAL Y ESPECÍFICA: Construcción y Operación de la Línea SIEPAC.

 - DOMICILIO PRINCIPAL: Calle/Avenida: Oficentro La Sabana, Piso 1, Local 3. San José, Costa Rica. Tel: 506 – 2326310 Fax: 506 296-4380

 - REPRESENTANTE LEGAL: Ing. Francisco Núñez Gerente General.

 - CONSULTOR DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL: Soluziona, S. A

 - REGISTRO DE PRESTADORES DE SERVICIOS DE ESTUDIOS AMBIENTALES: RPJSEA 41
-

PROFESIONAL	NÚMERO DE REGISTRO	CARGO	ESPECIALIZACIÓN	PARTICIPACIÓN ESIA	FIRMA
Guillermo Torres	RPSEA 477	Coordinador General	Ingeniero Hidráulico	Gestión de Proyecto e interlocutor con E.P.R. y B.I.D.	
Luis López Cozar		Director de Proyecto	Licenciado en ciencias Químicas	Directo de Proyecto	
Lucía Girón		Coordinador EsIA	Ingeniera Civil	Coordinación de equipo M. Biótico, Físico y equipo documentalista	
Heloisa Schneider		Coordinador M. Social y Estrategia de Comunicación	Ingeniera Agrónoma	Coordinador equipo Social. Realización de encuestas e informe de Aceptabilidad Social. Plan de información	
Dagmar Henríquez	RPSEA 475	Especialista M. Biótico	Licenciada en Biología	Inventario M. Biótico	
Roberto Rivas	RPSEA 474	Especialista M. Biótico	Licenciado en Biología	Inventario M. Biótico y M. Social	
Verónica Tellado		Especialista en Evaluación de Impactos Ambientales	Ingeniera Agrónoma	Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales. Medidas correctoras y Plan de Manejo	
Víctor Jordán		Especialista M. Social	Licenciado en Sociología	Apoyo estudio M. Social, inventario social	
Paul Amaroli		Especialista M. Social	Licenciado en Antropología	Apoyo estudio M. Social, inventario social	
Leonidas Rivera		Especialista en Geología	Licenciado en Geología e Hidrogeología	Apoyo al Inventario físico	
Luis Benavides		Especialista en Agronomía	Licenciado en Agronomía	Apoyo al Inventario físico	
Anayansi Ortega		Responsable Cartografía	Arquitecta	Dirección de cartografía	

CURRICULUM VITAE

DATOS PERSONALES

Nombre y Apellidos: Luis López-Cózar Alvarez
Nacimiento: Madrid, 1967
Nacionalidad: Española
Estado Civil: Soltero
Domicilio: Corazón de María, 9 7º F
Teléfono: (91) - 415 06 34 casa
Celular: (809) 299-2045
Correo Electrónico: Llopezc@do.soluziona.com, llopezc@edesur.com.do

FORMACIÓN

- *ACADÉMICA:*

- 1991 Licenciado en Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid.
- 1994 Diplomado en Ingeniería Ambiental (O.M. de 18 de octubre de 1976, art. 37).
Escuela de Organización Industrial (E.O.I.)

- *CURSOS Y SEMINARIOS:*

- 1999 Jornadas Sobre *Planes de Saneamiento Atmosférico*. Colegio Oficial de Físicos: 10 horas
- 1998 Curso de *Contaminación Acústica*. Universidad Carlos III de Madrid: 40 horas
- 1997 CIMAT 97 Claves para la Ecoeficiencia. Casino de Madrid
- 1995 Seminario de *Vertidos de aguas urbanas e industriales*. Duración: 14 horas.
- Seminario de *Política de Acreditación en el Campo del Medio Ambiente*
- Curso de Absorción Atómica, Generador de Hidruros y Cámara de Grafito*. Grupo Espectroquímico de la Real Sociedad Española de Química. Duración: 30 horas.
- Seminario de *Digestión y Extracción por Microondas*.
-

1994 *Programa de Gestores y Auditores Medioambientales* (E.O.I.)- Iberdrola.
Duración: 64 horas.

1994 *Máster en Ingeniería y Gestión Medioambiental*. Escuela de Organización Industrial (E.O.I.). Madrid. Duración: 900 horas.

• *IDIOMAS:*

- Inglés: Nivel alto
- Francés: Nivel básico

• *INFORMÁTICA:*

- Conocimientos en programación: Basic, Visual Basic
- Conocimientos altos a nivel usuario: MS-DOS, entorno WINDOWS, AutoCad v. 12, WordPerfect, Word, Access, Excel, Harvard Graphics, PowerPoint...

EXPERIENCIA PROFESIONAL

2001 Responsable de Medio Ambiente de **UNION FENOSA** en República Dominicana:

- Creación del Departamento de Medio Ambiente de la empresa, definiendo las líneas estratégicas de la política Medioambiental y los planes de acción de EDENORTE/EDESUR (empresas distribuidoras de energía eléctrica), dirigidos a la implantación del Sistema de Gestión Medioambiental según la norma internacional ISO 14001.
- Realización del Plan de Manejo y Adecuación Medioambiental en las Plantas de Generación Eléctrica de UNION FENOSA implantadas en el país, así como montaje, coordinación y supervisión de los programas de vigilancia y control de la contaminación ambiental.

1998-2001 Responsable del Area de Control Ambiental del Dpto. de Medio Ambiente de **NORCONTROL, S.A.** (actualmente SOLUZIONA CALIDAD Y MEDIO AMBIENTE), con funciones de captación de clientes, planificación de estudios y

medidas de control ambiental. Coordinación y dirección de un equipo de 6 personas. Destacan los siguientes trabajos y/o estudios:

- Muestreos en Campo de Evaluación y Control de parámetros potencialmente contaminantes del medio ambiente atmosférico, aguas, ruidos y suelos en diversas actividades industriales.
- Estudio de " Origen, Evaluación y Diseño de medidas correctoras de ruidos producidos en Centros de Transformación de Unión Fenosa " .
- Estudio de "Contaminación Industrial en empresas del Término Municipal de Madrid" .
- Responsable del Control de la contaminación atmosférica, a nivel nacional, de las plantas de producción de yeso de IBERYESO, S.A.
- Estudio de generación de Ruidos y Campos Electromagnéticos en BTS de AMENA.

1995-98 Responsable del Departamento de Calidad de Aguas y Medio Ambiente de **EUROCONSULT, S.A.** (dedicada a la consultaría y control de calidad) realizando, entre otros, los siguientes trabajos:

- Instalación, puesta a punto y homologación del laboratorio de análisis de aguas de la empresa (según norma EN 45001), obteniendo la acreditación como *Empresa Colaboradora de los Organismos de cuenca en materia de control de vertidos de aguas residuales*.
- Implantación, desarrollo y gestión del Departamento de Medio Ambiente, planificando los campos de actuación y dirigiendo los estudios medioambientales adjudicados a la empresa.

1995 Empresa dedicada a la organización de congresos y conferencias internacionales **GRUPO PLANNER** (Ecoiuris, S.A. – Arcadia, S.A.), como Coordinador General de CIMAT'95 (III Conferencia Internacional sobre Industria y Medio Ambiente).

1994-1995 Consultora Ambiental **GATEA, S.A.** (Gestión y Asistencia Técnica de Estudios Ambientales), ejerciendo funciones de Técnico Ambiental en la implantación de sistemas de gestión y auditorías medioambientales.

1993 **I.N.I.A.** (Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias), adquiriendo amplios conocimientos en espectrofotometría UV, cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) y espectrometría de absorción atómica (AAS).

- 1993 Departamento de Marketing de **SOMAPRE HISPANIA, S.L.** Empresa dedicada a la fabricación y venta de forjados.
- 1988 - 90 Colaboraciones veraniegas en análisis de control de calidad de la empresa de elaboración de aromas, perfumes y aceites esenciales **DGF** (Destilerías García de la Fuente).

EXPERIENCIA DOCENTE

- 1998 - 2000 Profesor Asociado de la **Universidad Carlos III de Madrid**. Impartiendo la asignatura de Ingeniería Acústica Medioambiental para alumnos de segundo ciclo de Ingeniería Industrial.
- 2000 Miembro del Grupo de Trabajo de Acústica Medioambiental en el V Congreso Nacional de Medio Ambiente. Colegio Oficial de Físicos (COFIS).
- 1999-2000 Cursos sobre "*Calidad de las Aguas y Suelos Contaminados*" en Centrales Térmicas e Hidráulicas de UNION FENOSA. Proyecto Aula Permanente.
- 1999-2000 Master de Política y Gestión Medioambiental de la Universidad Carlos III de Madrid. Módulo de Acústica Medioambiental. 20 horas.
- 1998 "*Medidas de Control Ambiental*"; Master Executive de Tecnología y Gestión del Medio Ambiente en Santiago de Chile (CHILE). 20 horas.
- 1998 Ponencia en Santiago de Chile (CHILE), sobre "Caracterización y técnicas de disposición de residuos industriales tóxicos y peligrosos en España". Asociación Interamericana de ingeniería sanitaria ambiental (AIDIS).
- 1998 Dirección, coordinación y docencia en el curso de "*Contaminación Atmosférica*" del IMAF (Instituto para la Formación de la Comunidad de Madrid). 160 horas.

EXPERIENCIA INTERNACIONAL

- 1999 Delegado Internacional de Aguas y Medio Ambiente de **Cruz de Roja Española** en El Salvador. Acuerdo de colaboración (UNION FENOSA - CRUZ ROJA ESPAÑOLA) para los damnificados del Huracán Mitch.
-



- Identificación, Coordinación y Supervisión de proyectos de Abastecimiento de Aguas Potables y Saneamiento en El Salvador, Guatemala, Nicaragua y Honduras.
 - Elaboración de *“Guía Metodológica para realización de Proyectos de Abastecimiento de Aguas y Letrinización”*.
-

ABREVIATURAS Y SIGLAS	
AC	Acumulación
a.C.	antes de Cristo
ADN	Ácido desoxirribonucléico
A.T.	Alta tensión
Admón.	Administración
AECI	Agencia Española de Cooperación Internacional
AID	Área de influencia directa
All	Área de influencia indirecta
AMA	Asociación Americana de Medicina (siglas en inglés)
ASICARNE	Asociación Salvadoreña de Industriales Cárnicos
ASPORC	Asociación Salvadoreña de Porcinocultores
BCIE	Banco Centroamericano de Integración Económica
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
bh-T	Bosque húmedo tropical
bmh-PM	Bosque muy húmedo premontano
BK	Bunker
°C	Grados centígrados
CA	Caribe
CACS	Central American Seismic Center
CB	Carbón
CCAD	Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo
CCD	Ciclo combinado diesel
CCGN	Gas natural
CEAC	Consejo de Electrificación de América Central
CEI	Comisión Electrotécnica Internacional
CEL	Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa
CITES	Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora
cm	Centímetro (s)
cm ²	Centímetro cuadrado

ABREVIATURAS Y SIGLAS	
COEN	Comité de Emergencia Nacional
COMAR	Comite Man and Radiation
CR	En peligro crítico (UICN)
CRIE	Comisión Regional de Interconexión Eléctrica
CSC	Consejo Salvadoreño del Café
dB	Decibelios
d.C.	Después de Cristo
DAP	Diámetro a la altura del pecho
DBO	Demanda bioquímica de oxígeno
DGOR	Dirección General de Obras de Riego
DGRNR	Dirección General de Recursos Naturales Renovables
DIGESTYC	Dirección General de Estadística y Censos
Dpto.	Departamento
EDF	Electricité de France
EER	Evaluación ecológica rápida
EIA	Evaluación de Impacto Ambiental
EF	Efecto
ENDESA	Empresa Nacional de Electricidad, S.A.
ENEE	Empresa Nacional de Energía Eléctrica de Honduras
ENEL	Empresa Nicaragüense de Electricidad
EOR	Ente Operador Regional
EN	En peligro (UICN)
EPR	Empresa Propietaria de la Red
EsIA	Estudio de Impacto Ambiental
etc.	Etcétera
EUA	Estados Unidos de Norteamérica
EX	Extensión
ETESA	Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A.
FENADESAL	Ferrocarriles Nacionales de El Salvador
g	Gramo
GPS	Sistema de Posicionamiento Global

ABREVIATURAS Y SIGLAS	
h	Hora
ha	Hectárea (s)
Hab	Habitante (s)
Hda.	Hacienda
Hz	Hertz
I	Importancia
IARC	Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (siglas en inglés)
ICE	Instituto Costarricense de Electricidad
ICI	Instituto de Cooperación Iberoamericana
ICNIRP	Comisión Internacional de Protección contra las Radiaciones No Ionizantes.
IDH	Índice de Desarrollo Humano
IEEE	Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (siglas en inglés)
IN	Intensidad
Ind.	Industria
INDE	Instituto Nacional de Electrificación de Guatemala
INE	Instituto Nacional de Estadística
INE	Instituto Nicaragüense de Electricidad
IRHE	Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación de Panamá
IRPA	Asociación Internacional de Protección contra la Radiación
ISCA	Iniciativa de la Sociedad Civil para el Medio Ambiente
ISSS	Instituto Salvadoreño del Seguro Social
IUCN	Unión para la Conservación de los Recursos Naturales
kg	Kilogramo
km	Kilómetro (s)
km ²	Kilómetro cuadrado
kV	Kilo voltio
kW	Kilo watt

ABREVIATURAS Y SIGLAS	
LAT	Líneas de alta tensión
LP	Largo plazo
LR	Poco riesgo (UICN);
m	Metro (s)
M.a.	Millones de años
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MARN	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Max	Máximo
MC	Recuperabilidad
mG	mili Gauss
MHz	Mega hertz
Min	Mínimo
mm	Milímetro (s)
mm ²	Milímetro cuadrado
MO	Momento
MOP	Ministerio de Obras Públicas
MP	Medio plazo
MP	Material particulado
ms	Magnitud en la superficie
msnm	Metros sobre el nivel del mar
MSPAS	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
MW	Mega Watt
mz	Manzana
mzs	Manzanas
NPS	Nivel de presión sonora
O.M.S.	Organización Mundial de la Salud
ONG	Organización No Gubernamental
ONG's	Organizaciones No Gubernamentales
P	Parcial
PCB	Bifenilos Policlorados (Siglas en inglés)
PE	Persistencia

ABREVIATURAS Y SIGLAS	
PEA	Población Económicamente Activa
PIB	Producto Interno Bruto
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PR	Periodicidad
PVC	poli cloruro de vinilo (siglas en inglés)
qda.	Quebrada
REE	Red Eléctrica de España
R.L.A.T.	Reglamentos Técnicos de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión
RV	Reversibilidad
s	Segundo
SEMA	Secretaría Ejecutiva del Medio Ambiente
SI	Sinergia
SIAS	Sistema Integral de Atención de Salud
SIBASI	Sistemas Básicos de Salud Integral
SIEPAC	Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central
SIG	Sistema de Información Geográfica
SNET	Servicio Nacional de Estudios Territoriales
SMPA	Sistema Mundial de Pronóstico de Área
Sist.	Sistema
SS	Sólidos suspendidos
T	Tesla
TCP	Tasa de crecimiento promedio
TDR	Términos de Referencia
TIS	Tasa de Incorporación al Sistema
ton	Tonelada
Tm	Tonelada métrica
TSD	Total de sólidos disueltos
UHF	Ultra high frequency (frecuencia ultra alta)

ABREVIATURAS Y SIGLAS	
UICN	Unión Mundial para la Naturaleza
UNADEM	Unidad de Análisis Demográfico de El Salvador
μ T	Micro tesla
UTM	Universal Transverse Mercator
USD	Dólares americanos
USDA	United State Department of Agriculture
VHF	Very high frequency (frecuencia muy alta)

1. INTRODUCCIÓN

El presente Estudio de Impacto Ambiental, es una ampliación de los documentos presentados en los años 1994 y 1997, correspondientes al Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central (SIEPAC), Tramo El Salvador, presentados al BID.

El SIEPAC se conforma en 1987 impulsado por seis empresas eléctricas centroamericanas (todas estatales) y una española; se constituye, más tarde, la Empresa Propietaria de la Red (EPR), también conocida comercialmente como Empresa Propietaria de la Línea de Transmisión Eléctrica S.A. Esta se constituye como una empresa regida por el derecho privado, la cual, mediante el *"Tratado Marco del Mercado Eléctrico de América Central"*, se establece que cada gobierno otorga el respectivo permiso, autorización o concesión, según corresponda, a la EPR para la construcción y explotación del primer sistema de interconexión regional eléctrico.

La EPR fue constituida en el año 1998 en la ciudad de Panamá. Sus oficinas gerenciales se instalaron en San José, Costa Rica, en marzo de 2002 y actualmente se encuentra en la fase de preinversión de una línea de transmisión de 230 kV de 1.830 km de largo a través de América Central.

Según el Art. 15 del *"Tratado Marco del Mercado Eléctrico de América Central"* cada gobierno designará a un ente público de su país para participar en una empresa de capital público o con participación privada (EPR), con el fin de desarrollar, diseñar, financiar, construir y mantener el mencionado sistema de interconexión regional que enlazará los sistemas eléctricos de los seis países miembros de la red.

Ninguno de los socios tendrá el control directo o indirecto de la misma. El 31 de octubre de 2001 se integra, como el séptimo socio de EPR, ENDESA de España. Las empresas socias son las siguientes:



Para satisfacer las inquietudes pertinentes a los aspectos ambientales, propios y compartidos por cada uno de los socios integrantes del EPR, como también de los responsables de los temas medioambientales de la administración de cada una de las instituciones que velan, coordinan y administran los recursos naturales en cada país socio, y de los gestores de los organismos internacionales que intervienen en el Proyecto, se presenta este Estudio de Impacto Ambiental para el Proyecto SIEPAC, tramo El Salvador.

SOLUZIONA S.A. es la empresa consultora que tiene la responsabilidad de presentar el EsIA, correspondiente al tramo salvadoreño, para el cual ha conformado un grupo interdisciplinario de profesionales, partiendo desde la revisión de la documentación presentada por el EPR y de la información recogida a través de una acuciosa revisión bibliográfica y en terreno, levantada en el transcurso del recorrido por los tramos de la línea del trazado del Proyecto SIEPAC.

La base para la realización del EsIA, para el caso de El Salvador, se ha fundamentado en la metodología y los requisitos planteados dentro de los contenidos y las especificaciones expuestas en los Términos de Referencia (TDR) que, para el Proyecto SIEPAC, ha formulado el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), a través del EPR, organismo internacional al que se presentará el presente estudio y los Términos de Referencia emitidos por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

El Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) se define como el documento donde se plasma la identificación y valoración de los impactos (efectos) potenciales de proyectos, planes, programas o acciones normativas relativas a los componentes físico-químicos, bióticos, culturales y socioeconómicos del entorno, que forman parte de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). Bajo este concepto general y tomando en cuenta el entorno de un mundo globalizado, en el cual la defensa al medio ambiente es un tema de primera línea en cada región y país, los gobiernos de los países involucrados en el desarrollo del Proyecto SIEPAC han incluido en sus respectivas legislaciones la obligatoriedad de realizar Estudios de Impacto Ambiental para cumplir con la autorización respectiva de las actividades a desarrollar.

Para el caso de El Salvador, la temática ambiental se rige por El Decreto Ley n° 233 de 2 de marzo de 1998, tiene por objeto desarrollar las disposiciones de la Constitución de la República, referentes a la protección del medio ambiente y sus recursos naturales. Además de crear el Sistema Nacional de Gestión del Medio Ambiente, tiene como finalidad establecer, poner en funcionamiento y mantener en las entidades e instituciones del sector público los principios, normas, programación, dirección y coordinación de la gestión ambiental del Estado.

En su artículo 3º esta Ley establece que la política nacional del medio ambiente es un conjunto de principios, estrategias y acciones emitidas por un Consejo de Ministros y realizada por el Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales y crea, en su artículo 6, el Sistema Nacional de Gestión del Medio Ambiente, (SINAMA), encargado de la formulación, planificación y ejecución de las políticas en materia de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Igualmente, reafirma en su artículo 4º, la declaratoria de interés social sobre lo referente a *“la protección y mejoramiento del medio ambiente y la responsabilidad gubernamental de introducir medidas que den una valoración económica adecuada al medio ambiente acorde con el valor real de los recursos naturales, asignando los derechos de explotación de los mismos de forma tal que el ciudadano al adquirirlos, los use con responsabilidad y forma sostenible.”*

En su artículo 19, se establece la necesidad de un permiso ambiental, para el inicio y operación, de las actividades, obras o proyectos de la administración pública, que deberá acompañarse de una evaluación de Impacto Ambiental para el desarrollo de las mismas.

Según el artículo 21, la presentación del Estudio de Impacto Ambiental es requisito imprescindible para líneas de transmisión de energía eléctrica o centrales de generación eléctrica.

En este contexto se materializa el presente Estudio de Impacto Ambiental del Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central, Tramo El Salvador.

El objetivo de un estudio de impacto ambiental es una herramienta con la cual se valida un determinado proyecto con el fin de que este sea compatible con la legislación y criterios ambientales de los organismos correspondientes a certificar la operatividad de dicho proyecto.

La finalidad de la realización del EsIA para el Proyecto SIEPAC tramo El Salvador, se enmarca en la necesidad de realizar diversas tareas, entre las que se incluye la descripción del proyecto u obras a realizar del medio afectado, la identificación, predicción y estimación de los eventuales impactos, la selección de la mejor alternativa de actuación propuesta de entre las opciones valoradas que satisfacen las demandas establecidas, la elaboración del Programa de Manejo Ambiental y el resumen y presentación de la información. En el caso particular, definir mediante el análisis ambiental la solución óptima y el trazado de menor impacto, contemplando la división del trazado en tramos homogéneos lo que permite, mediante el análisis ambiental, minimizar, en cada sector seleccionado, los posibles efectos, tomando en cuenta las características más relevantes sobre el medio presente.

En el caso concreto, el objetivo de la realización del EsIA, siguiendo los lineamientos enmarcados en los TDR, propuestos por el BID y el MARN es tramitar la consecución y aprobación de la viabilidad ambiental y social del Proyecto SIEPAC tramo El Salvador, con base a los acuerdos de la legislación vigente del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y de los pilares fundamentales establecidos en el marco del Plan Puebla-Panamá.

Del análisis realizado, se concluye que de acuerdo a las características del Proyecto, que es lineal y no puntual, puesto que se trata de una línea de transmisión cuyas obras de ingeniería son menores, el mismo no contamina los elementos fundamentales del medio en donde están situadas las obras específicas, ni tampoco a los ecosistemas que atraviesan en su recorrido, pero sí afecta de forma significativa al paisaje.

Analizando estos aspectos y en fiel cumplimiento de las disposiciones ambientales que rigen en el país, y concientes de la necesidad de conservar el medio ambiente y la calidad de vida de la población de las zonas interceptadas, ambas, la empresa consultora y la promotora del Proyecto (EPR), han considerado necesario realizar el EsIA, respetando y tomando en consideración las reglamentaciones y normas ambientales que por legislación el Estado de El Salvador exige, con el fin de preservar los valores ambientales en todo el territorio nacional.

Para la elaboración del EsIA del Proyecto SIEPAC, tramo El Salvador, SOLUZIONA, S.A., ha usado como referencia el método propuesto por Vicente Conesa en su libro “Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental”, editado por Mundi-Prensa en 1997, adaptado a las particularidades del Proyecto SIEPAC, tramo El Salvador. Este valora el impacto ambiental en función del grado de incidencia o de intensidad de la alteración producida, y de la caracterización del efecto, y acorde a las diferentes etapas de desarrollo del Proyecto.

Mediante esta metodología, el impacto, o valor real del efecto que el Proyecto o actividad, produce sobre un factor determinado, además de la cuantificación de la cantidad del factor alterado (magnitud del factor), es función del grado de manifestación sobre la base de otras variables tales como intensidad de la acción, extensión, persistencia, etc., es decir, de la importancia del impacto.

De acuerdo a la importancia del impacto se han desarrollado los planes de mitigación y manejo para las diferentes etapas del Proyecto. Con esto se busca minimizar o atenuar el impacto producido por las actividades desarrolladas durante la construcción y ejecución de la obra.



Para resolver a cabalidad y mediante la metodología descrita, SOLUZIONA S.A. se limita a dar seguimiento al contenido que mediante los Términos de Referencia (TDR) el BID y el MARN, presenta para este Proyecto.



1. INTRODUCCIÓN28

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

A continuación se describe de forma general el proyecto, con el fin de enmarcarlo en la realidad socioeconómica de Centroamérica en general y de El Salvador en particular. En este capítulo se presentarán los antecedentes del mismo, las ventajas que la línea eléctrica proporcionará a los habitantes de las zonas en estudio, así como los objetivos, soluciones técnicas justificadas y la necesidad de acometerlo.

DATOS GENERALES DEL PROYECTO SISTEMA DE INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA DE LOS PAÍSES DE AMÉRICA CENTRAL (SIEPAC)

- NOMBRE DEL TITULAR: Empresa Propietaria de la Red (EPR)

- ACTIVIDAD PRINCIPAL: Construcción y Operación de la Línea SIEPAC.

- DOMICILIO PRINCIPAL: Calle/Avenida: Oficentro La Sabana, Piso 1, Local 3. San José, Costa Rica. Tel: 506 – 2326310 Fax: 506 296-4380

- REPRESENTANTE LEGAL: Ing. Francisco Núñez Gerente General.

- SOCIOS DE LA EMPRESA PROPIETARIA DE LA RED (EPR)
 - Guatemala: Instituto Nacional de Electrificación (INDE)
 - Honduras: Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE)
 - El Salvador: Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL)
 - Nicaragua: Empresa Nicaragüense de Electricidad (ENEL)
 - Costa Rica: Instituto Costarricense de Energía (ICE)
 - Panamá: Empresa de Transmisión Eléctrica, S. A (ETESA)
 - España: Empresa Nacional de Electricidad, S. A. (ENDESA)

- SECTOR: ENERGÍA

- ❑ SUBSECTOR: Electricidad
- ❑ ACTIVIDAD ESPECÍFICA: Construcción y Operación de la Línea SIEPAC

- ❑ FASE: FACTIBILIDAD Y PREINVERSIÓN

2.1. ANTECEDENTES

En octubre de 1993, en la XIV Cumbre de Presidentes de los Países de América Central, celebrada en Guatemala, se suscribió el protocolo de Tratado de Integración Económica de Centroamérica, en el cual se establecen las normas de la participación de los países en las políticas económicas de la región. Dentro de este contexto de la integración centroamericana, el desarrollo del Proyecto SIEPAC representa un hito muy importante.

Según los datos existentes, en un futuro inmediato los países centroamericanos se encontrarán con serias dificultades para satisfacer sus respectivas demandas de energía. Para dar respuesta de forma individual a esta demanda se requerirán unas inversiones económicas significativas, que pueden verse condicionadas o limitadas por la crisis económica que atraviesa la región, por lo que se considera necesario y urgente realizar un proyecto conjunto de interconexión eléctrica a escala regional, que permita acometer el problema de forma conjunta, buscando soluciones globales.

En la actualidad, los sistemas eléctricos de los países centroamericanos, se encuentran unidos mediante dos interconexiones débiles, formando dos subsistemas separados; el primero de los cuales une Guatemala con El Salvador, y el segundo, el resto de los países (Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá), lo que impide realizar intercambios energéticos compartidos entre todos ellos. Estas interconexiones existentes entre cada par de países son enlaces sencillos, con capacidad limitada de transferencia, cuya finalidad era conectar subestaciones fronterizas cuando los sistemas eléctricos nacionales se fueron expandiendo.

Los dos subsistemas se podrían unir eventualmente mediante una línea a 230 kV entre Honduras y El Salvador, y se tendría un solo sistema operando a 230 kV. No obstante, esta solución se ha descartado, pues no constituye una solución a mediano o largo plazo, dado que

carece de la capacidad de transporte suficiente para satisfacer las necesidades que se requerirán en el futuro.

El sistema de interconexión existente ha sido muy útil para apoyo mutuo en emergencias y para intercambiar excedentes de energía, básicamente hidráulica; sin embargo, no permiten concertar transacciones firmes, y los límites de transferencia son reducidos (unos 50 MW) ya que la salida imprevista del enlace, deja un sistema deficitario y muy posiblemente sujeto a apagones. Además, existe un rezago en el mantenimiento del sistema, el cual queda marcado por una menor confiabilidad y un aumento en las pérdidas de energía. Existen varios países en los que encontramos subestaciones con sobrecarga y falta de atención a la demanda actual, por la poca capacidad en redes y subestaciones.

La capacidad limitada de las actuales líneas de interconexión, impide que se puedan concertar transacciones de compra-venta de electricidad de carácter firme, que pudieran justificar la instalación de plantas generadoras de mayor tamaño que el necesario para atender el mercado de cada país.

El Proyecto SIEPAC se inició en el año 1987 impulsado por el Grupo ENDESA de España y las seis empresas eléctricas estatales de Centro América. A excepción de Costa Rica, en donde el Estado aún mantiene el control del sector eléctrico, dichas empresas fueron divididas y privatizadas. Estas empresas eran: el Instituto Nacional de Electrificación (INDE) de Guatemala, la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL) de El Salvador, la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) de Honduras, el Instituto Nicaragüense de Energía (INE), el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) de Costa Rica y el Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación (IRHE) de Panamá.

Una vez privatizado el sector eléctrico de algunos países de la región, éste quedó dividido en las siguientes áreas: generación, transmisión y distribución. El compromiso del SIEPAC fue transferido a la empresa de transmisión eléctrica de cada país, quedando a cargo las siguientes empresas: Instituto Nacional de Electrificación (INDE) de Guatemala, la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL) de El Salvador, la Empresa Nacional de Energía Eléctrica

(ENEE) de Honduras, la Empresa Nicaragüense de Electricidad (ENEL) y la Empresa de Transmisión Eléctrica (ETESA) de Panamá.

Estas empresas forman parte medular del órgano de gestión, cuya finalidad es el desarrollo del Mercado y de tomar las decisiones necesarias para lograr los objetivos integrales del proyecto SIEPAC.

Se inicia, en 1987 con una primera reunión de las agencias y agentes gubernamentales responsables del sector eléctrico de los seis países del istmo centroamericano, y contó desde su inicio con el apoyo del Gobierno de España, que patrocinó el estudio de un proyecto de interconexión que conectaría todos los países con una red troncal a 230 kV, y que debería construirse para el año 1992. En esta reunión fue firmado por todos los Presidentes un Protocolo de Acuerdo en el que se formalizó el compromiso y vinculación de las Empresas Eléctricas al Proyecto y se decidió la realización de los estudios necesarios para su materialización.

Con posterioridad a esta reunión, el Consejo de Electrificación de América Central (CEAC), organismo que reúne a las máximas autoridades regionales del sector, hizo suyas las resoluciones de la reunión de Madrid y encomendó la Secretaría Ejecutiva del Proyecto, al Grupo ENDESA de España, con el objetivo de que se hiciera cargo de los aspectos organizativos del Proyecto, procurara la realización de los estudios económico-financieros del mismo y convocara a los coordinadores técnicos.

Como antecedentes técnicos se utilizaron en un principio los estudios realizados hasta la fecha por las propias empresas eléctricas nacionales, apoyadas por la Comisión Económica para América Latina, así como los datos existentes de la realidad misma de las interconexiones presentes entre los diferentes países.

Una vez concluidos estos estudios, se presentaron al BID y al Banco Internacional de Recursos y Finanzas (BIRF), al igual que a la Cumbre de Presidentes Centroamericanos de julio de 1988.

Analizados por estos organismos ciertos aspectos del Proyecto, tales como la oportunidad de la construcción de la línea, su nivel de voltaje, y la necesidad de considerar un desarrollo gradual del sistema, dado su elevado coste de inversión, durante la IV Cumbre Presidencial de julio de 1989, se decidió reformular el Proyecto para adaptarlo a las necesidades y posibilidades económicas de los países, reprogramándolo en tres etapas con una duración total aproximada de diez años.

Se ha de mencionar, para evitar confusiones, que el Proyecto nació con el nombre de SIPAC, sin embargo, esta denominación hoy en día se ha modificado y ha pasado a llamarse SIEPAC, ya que se ha incluido el concepto de interconexión eléctrica en el propio nombre del Proyecto que antes no poseía.

Más adelante el Instituto de Cooperación Iberoamericana (ICI), dependiente del Ministerio de Asuntos Exteriores de España, firmó un acuerdo de cooperación con el Grupo ENDESA con el objeto de aunar esfuerzos para la realización del Proyecto, al tiempo que se incluyó esta cooperación en el marco de las realizaciones del V Centenario a través de la Sociedad Estatal correspondiente.

En el año 1991 ENDESA presentó al BID el esquema para desarrollar el proyecto reformado, para cuyo análisis se prepararon, conjuntamente con el BID, los Términos de Referencia del Proyecto y la propuesta de trabajo de los estudios complementarios, aprobados ambos en la reunión de presidentes y coordinadores del Proyecto SIEPAC, celebrada en Madrid en septiembre de 1992.

Paralelamente, y también en Madrid, se constituyó la sociedad SIEPAC, S.A., en julio de 1993, integrada por el Grupo ENDESA de España, y las empresas centroamericanas interesadas en el proyecto, es decir el INDE de Guatemala, la CEL de El Salvador, la ENEE de Honduras, el INE de Nicaragua, el ICE de Costa Rica y el antiguo IRHE de Panamá, cuyo principal objeto es la construcción y explotación del sistema eléctrico de interconexión.

Por último, tras la correspondiente negociación se ha reformulado el Proyecto en la última reunión de los coordinadores nacionales, realizada en enero de 1997 coincidiendo con la misión de análisis del BID, habiéndose decidido a partir de los análisis realizados por los consultores externos, que la línea definitiva sea una línea en simple circuito a 230 kV. Decisión esta última que supone una modificación del alcance inicial del Proyecto.

La adopción de la tensión de 230 kV supone una modificación del EsIA que se ha realizado en base al análisis de una línea de esta tensión que discurre por el trazo ya estudiado.

2.2. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

El propósito del Proyecto SIEPAC es mejorar la situación actual de los sistemas eléctricos de Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá, ya que mediante la interconexión entre ellos, es posible el transporte de toda la energía potencialmente intercambiable, reforzando y estabilizando los sistemas.

Para llevar a cabo este propósito, deberá crearse un eje troncal eléctrico, constituido por una línea de transmisión que transportará la energía eléctrica a un voltaje de 230 kV y unirá los sistemas eléctricos centroamericanos.

Dicho propósito cumplirá con los siguientes objetivos:

- Establecer un mercado eléctrico regional en Centroamérica (Tratado del Mercado Eléctrico).
- Crear y poner en funcionamiento la Comisión Regional de Interconexión Eléctrica (CRIE), como entidad reguladora.
- Crear y poner en funcionamiento el Ente Operador Regional (EOR), como operador del sistema eléctrico y administrador del mercado de transacciones regionales.
- Construir una línea de transmisión regional de 230 kV y 1.829 km de longitud, que atravesará el territorio de los seis países (Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá), y que se interconectará con los sistemas eléctricos nacionales.

La necesidad de realizar este Proyecto se basa en datos existentes que reflejan que en un futuro inmediato los países centroamericanos tendrán dificultades para satisfacer sus respectivas demandas. Para dar respuesta de forma individual a esta demanda, se requerirían inversiones significativas, que pueden verse condicionadas o limitadas por la crisis económica que atraviesa la región, por lo que se considera necesario y urgente, la realización de un proyecto conjunto de interconexión eléctrica a escala regional, que permita enfrentar el problema de forma conjunta, buscando soluciones globales.

El desarrollo de los actuales sistemas eléctricos de potencia, se ha sustentado en la construcción de líneas de interconexión entre subsistemas, o sistemas de menor dimensión o escala. Las interconexiones entre diferentes subsistemas, se ha incentivado en la medida en que ha resultado necesario reducir los costos de producción de energía eléctrica, y aumentar los requisitos de seguridad y calidad del servicio.

El no construir el sistema de interconexión mantendrá a los países, incluido El Salvador, con un sistema pobre que eventualmente no tendrá capacidad para la demanda de consumidores de energía eléctrica.

Ventajas del Proyecto

El desarrollo de los actuales sistemas eléctricos de potencia, se ha sustentado en la construcción de líneas de interconexión entre subsistemas o sistemas de menor dimensión o escala.

Las interconexiones entre diferentes subsistemas se han incentivado en la medida en que ha resultado necesario reducir los costos de producción de energía eléctrica, y/o aumentar los requisitos de seguridad y calidad de servicio.

La importancia de los beneficios que se obtienen con las interconexiones es tan grande, que el alcance de los sistemas eléctricos interconectados ha superado ampliamente el ámbito nacional, a través de la construcción de líneas de interconexión internacionales, dando lugar a los actuales grandes sistemas eléctricos, en algunos casos de ámbito continental.

En el caso de los sistemas eléctricos de los países centroamericanos el desarrollo ha sido similar, como muestra el hecho de que han participado en este proceso de integración y participación internacional, fruto del cual están interconectados en dos grupos, independientes entre sí, desde mediados de la década pasada, a través de dos líneas a 230 kV de simple circuito, que unen Guatemala y El Salvador por una parte y Honduras con Nicaragua, Costa Rica y Panamá por otra. Esta estructura es claramente insuficiente para soportar la potencia que será preciso transportar en un futuro no muy lejano.

Los beneficios económicos de las interconexiones son siempre muy importantes, debido a que, por múltiples razones, permiten reducir la necesidad de equipamiento y los costos de explotación.

Estas razones pueden agruparse de la forma que sigue:

1.- Razones de carácter técnico:

- Mayor fiabilidad de la cobertura de la demanda:* al apoyarse conjuntamente los sistemas ante situaciones de fallo de grandes grupos o centrales, se permite cubrir la demanda desde los sistemas vecinos, con lo que se evitan cortes de suministro, muy costosos para la industria y la sociedad en general, y en cierta medida limitante del desarrollo económico.

- Aumento importante de la fiabilidad de la red de transmisión en áreas fronterizas:* por el apoyo mutuo de las redes de transmisiones nacionales. Muy claro en países cuya forma geográfica hace que las áreas limítrofes sean las más desabastecidas, al encontrarse alejadas de los centros de producción y de reparto de potencia

- Mayor estabilidad y garantía de la frecuencia por el aumento de la inercia en los sistemas interconectados.*
- Mayor estabilidad y garantía de la tensión debido al aumento de la potencia de cortocircuito.*

2.- Ahorros en los costos de explotación

- Reducción de pérdidas:* especialmente en sistemas que comparten una frontera de gran longitud y con zonas eléctricamente complementarias.
- Menores reservas de operación en cada sistema:* al posibilitar que se compartan las centrales de reserva, tanto primaria como secundaria, lo que permite reducir a largo plazo la construcción de centrales, al apoyarse en las de los países vecinos, y posibilitar la creación de centrales supranacionales eficientes, compartidas por varios países.
- Intercambios económicos de energía:* al posibilitar que la producción se realice en cada momento en las centrales de mínimo coste, reduciendo la factura energética conjunta. Hecho de sumo interés en sistemas abastecidos con fuentes energéticas importadas (centrales térmicas de fuel, etc.). Este concepto es, aplicable a aspectos ambientales, al posibilitar que la producción se realice en la central que genere los menores impactos.
- Mejor aprovechamiento de excedentes:* al permitir la producción en diferentes períodos, ajustándose ésta a las modificaciones periódicas de la demanda, adaptándose la producción a éstas.
- Mejora de utilización de las centrales* por la posibilidad de integración de las curvas de carga de los distintos sistemas que presentan diferencias horarias, de estaciones, climáticas, etc., aprovechando la diversificación del mercado para una mejor explotación del conjunto de las centrales de generación.

3.- Menor necesidad de equipamiento futuro

- ❑ *Menores necesidades de potencia instalada* por la complementariedad de los sistemas y el desplazamiento horario de sus curvas de carga, dado que se permite el apoyo mutuo, compartiendo la generación.

- ❑ *Posible escalonamiento de la construcción de nuevas centrales generadoras*: al contar, como ya se ha mencionado, con las centrales de reserva de otros sistemas.

- ❑ *Economías de escala*: al ser posible la construcción de centrales con grupos de mayor tamaño, al planificar en un ámbito supranacional, lo que permite optimizar recursos.

La posibilidad de obtener todos, o parte, de estos beneficios, depende de la capacidad de la interconexión. La obtención de los beneficios denominados anteriormente técnicos, exige una capacidad de interconexión relativamente baja, pero si además se quieren obtener los posibles beneficios derivados del ahorro de costos de explotación o de futuro equipamiento, dicha capacidad de interconexión deberá aumentarse.

Cuando la capacidad de la interconexión es relativamente baja, el valor económico de los beneficios que se obtienen es proporcional a dicha capacidad, y en general, superan ampliamente los costos de inversión en las líneas de interconexión. No obstante, a medida que aumenta la capacidad, los beneficios se reducen, y a partir de un determinado valor se produce una saturación de los beneficios obtenidos.

La consideración del fenómeno anterior, junto con el obligado contraste del valor económico de los beneficios previstos con los costos de la línea de interconexión, permiten adelantar la existencia de una capacidad óptima para dos o más sistemas predeterminados.

La comparación de los ahorros económicos obtenidos con los costos de inversión que exige la construcción de una línea de interconexión, permite obtener la capacidad óptima bajo el punto de vista económico del conjunto de la red de interconexión, objetivo de los estudios realizados

hasta el presente, y que para el caso en estudio han dado como resultado óptimo el actual diseño del Proyecto SIEPAC, basado en una línea de simple circuito a 230 kV.

2.3. LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El trazo del Proyecto de Interconexión Eléctrica SIEPAC en El Salvador, en su fase de factibilidad y preinversión, plantea el paso de la línea por los siguientes departamentos y municipios:

Cuadro 2.1 Ubicación geográfica del Proyecto (Área de influencia directa)

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	CANTIDAD DE HABITANTES
Ahuachapán	Ahuachapán	85.460
	Turín	5.473
	Atiquizaya	28.313
	San Lorenzo	7.163
Santa Ana	Chalchuapa	64.828
	El Porvenir	6.253
	Candelaria de la frontera	21.951
	Santa Ana	210.970
	Texistepeque	18.143
	Coatepeque	38.198
La Libertad	San Pablo Tacachico	18.707
	San Juan Opico	51.701
	San Matías	7.358
	Quezaltepeque	46.693
San Salvador		

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	CANTIDAD DE HABITANTES
	Nejapa	23.891
	Apopa	109.179
	Guazapa	18.780
	Tonacatepeque	27.342
Cuscatlán		
	San José Guayabal	9.915
	Oratorio de Concepción	2.368
	San Bartolomé Perulapía	5.6582
	San Pedro Perulapán	26.047
	Tenancingo	5.333
	Monte San Juan	8.251
	El Rosario	3.679
Cabañas		
	Ilobasco	53.513
San Vicente		
	San Sebastián	12.988
	San Esteban Catarina	3.275
	Santa Clara	4.216
	San Ildefonso	8.704
Usulután		
	Estanzuelas	9.194
	Nueva Granada	7.382
	El Triunfo	5.891
San Miguel		
	Sesori	11.142
	Chapeltique	10.445
	San Miguel	3.523
	Comacarán	3.523
La Unión		
	Yucuaiquín	9.952
	Bolívar	5.029
	San José	3.975
	Pasaquina	21.509

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	CANTIDAD DE HABITANTES
En este cuadro se citan los municipios por los que pasa la línea de transmisión y la población por municipio		

Fuente: Censo de Población y Vivienda, 1992.

El Trazo se inicia en la margen Este del río Paz y termina en las inmediaciones de la Hacienda Tecolocoy, a 1 Km, al Este de la Laguna de Morán. Llega al primer punto de inflexión entre las coordenadas 322,801 N y 408,275 E luego sigue una dirección Este hasta la Hacienda Tecolocoy entre las coordenadas 320,100 E y 411,500 N.

El tramo mantiene una dirección Sur hasta la Loma La Coyotera, en el Cantón La Coyotera, siguiendo una dirección 45° al SE hasta llegar al sur de las inmediaciones de la Hacienda El Obrajuelo (antiguo ingenio azucarero), atravesando la carretera que comunica a Ahuachapán y Turín, pasando al Este del Cantón Llano de Doña María, en dirección SO, hasta llegar a la subestación Ahuachapán.

La línea continúa en el punto que está al sur de la Hda. El Obrajuelo en dirección NE, cruzando la carretera de material selecto que comunica a la ciudad de Atiquizaya con la CA-8 en dirección hacia el puesto fronterizo con Guatemala, siguiendo en la misma dirección hasta cruzar la carretera que comunica a San Lorenzo y Atiquizaya hasta llegar a 2 Km al norte de la ciudad de Atiquizaya.

Entre las poblaciones principales, en este tramo, tenemos a la ciudad de Chalchuapa (3,3 Km al SE) y Candelaria De La Frontera (4,5 Km) al norte del punto donde la línea intercepta la carretera Panamericana

Continúa la línea en dirección Este, hasta el cerro San Jacinto al sur del río Mayo, cambiando la dirección hacia el SE, al cruzar la carretera CA-12, 6,5 Km al sur de la ciudad Texistepeque; a 1 Km se mantiene hacia el Este, luego al pasar al norte del Cantón Cutuntay Camones, cambia la dirección hacia el NE, en el cerro El Sillón o El Sapo. De este sector se dirige hacia el SE, manteniendo esta dirección, pero con varios puntos de inflexión, hasta interceptar la carretera

que comunica a San Juan Opico con San Pablo Tacachico, en las inmediaciones del Cantón El Ángel Talcualuya. Dentro de este tramo se localizan las áreas protegidas de San Jerónimo, El Chaparrón y Talcualuya.

Además la línea SIEPAC intercepta la ruta que sigue la línea de Ferrocarriles Internacionales de Centro América, en la zona que dista 2,7 Km antes de cruzar la carretera CA-12, muy cerca de esta carretera e su punto de intercepción con la línea SIEPAC, pasa la trayectoria de la línea de Alta Tensión que va hacia la ciudad de Texistepeque. Al igual, en las inmediaciones de la Hda. San Diego la línea SIEPAC cruza la línea de Alta Tensión que une a la subestación eléctrica de San Pablo Tacachico con San Juan Opico.

La línea se dirige hacia San Juan Opico y San Pablo Tacachico, en las inmediaciones del Cantón El Ángel Talcualuya, Al sur (450m) hasta encontrarse con el trazo de CEL en las inmediaciones de la Hacienda Santa Rosa, (en las coordenadas 467,950 E y 308,400 N), sigue dirección SE hasta el Cantón Galera Quemada en las inmediaciones del Cerro Nejapa, tiene una longitud de 16,8 Km

En esta región, se localiza en las proximidades de la zona de influencia indirecta las ciudades de San Juan Opico, San Matía, Quezaltepeque, y dentro del área de influencia directa tenemos los siguientes Cantones: La Loma, Santa Rosa, Sitio de Los Nejapa, Tacachico, Las Mercedes, Girón, Platanillos y finalmente Galera Quemada.

Desde el Cantón Galera Quemada mantiene una dirección sur, hasta el Cantón Conacaste, de este punto se dirige al SE hasta llegar a la Sub-Estación Nejapa (CEL).

En su recorrido inicial, la línea pasa al oeste de la ciudad de Nejapa (1.000 m), cruzando la carretera Troncal del Norte pasa entre los Cerros Nejapa y el Volcán San Salvador, quedando este, fuera de los 2 Km marcados como área de influencia directa

Atraviesa la carretera CA-4, carretera que comunica a las ciudades de Tonacatepeque y San José Guayabal, y San Martín, la carretera que comunica a San Bartolomé Perulapia y Oratorio de Concepción.

Los Cantones que son interceptados por la línea son: Cantón Tres Ceibas, Joya Grande, Santa Barbara, Animas, Las Lomas, El Triunfo, Istaque, El Roble, La Esperanza, Santa Anita y por último Tecoluca, donde se encuentra el punto final de este tramo (4,7 Km NE de San Pedro Perulapan).

Es una zona que presenta una buena accesibilidad al trazo de la línea, por la cual se cruzan dos importantes carreteras, como lo son: carretera que comunica a Santa Cruz Michapa con Tenacingo, la carretera que comunica a San Rafael Cedros con Ilobasco y entre otras carreteras secundarias, al Norte; al inicio del tramo se localiza el área protegida conocida como Cinquera, también en el área de influencia indirecta.

El trazo continua paralelo al curso del río Titihuapa, manteniendo una dirección al Este en su inicio, pasando en las inmediaciones del cerro Sapo, sobre la carretera que comunica Santa Clara con San Isidro, toma después una dirección SE, hasta llegar al punto final del tramo en el Cantón El Rosario, a 6,8 Km al NO de la ciudad de San Ildefonso. La línea mantiene una dirección al SE en su inicio, para luego cambiar totalmente en dirección sur hasta la Sub-Estación 15 de Septiembre

Inicia en las inmediaciones del Embalse de la Central Hidroeléctrica 15 de Septiembre en dirección NE, hasta el sitio conocido como El Potrero, atraviesa el Embalse en el punto con coordenadas Lambert 551,300 E y 282,150 N y nuevamente sobre el río Melancolo, pasando al norte de la ciudad Estanzuela (500 m), y al sur de las áreas protegidas El Tecomatal (600 m) y El Tamarindo (150 m), que anteriormente el trazo de CEL atravesaba las dos áreas, por lo que se propone realizar cambios en este sector del tramo; cambiando la dirección desde el punto con coordenadas (552,000 E y 282,200 N) siguiendo el recorrido hasta el punto con coordenadas 554,350 E y 281,150 N al norte de la ciudad de Estanzuelas (500 m), siguiendo una dirección NE al norte del Cantón Sitio de San Antonio, hasta encontrarse con el trazo de CEL en el punto con coordenadas (358,450 E y 282,250 N), luego se mantiene en dirección Este, en la intercepción con la carretera que comunica a El Triunfo con Sesori, toma una

dirección SE, pasando al sur de Chapeltique (650 m), hasta llegar a la intercepción con la carretera CA-7 en Piedras Blancas

El tramo continúa sobre la carretera CA-7 (593500 m E y 268 450 m N), manteniendo una dirección SE, después al pasar las inmediaciones del Cerro Gavilán, continúa en dirección NE, pasando entre Comacarán (450 m) y Uluazapa (2 Km), hasta llegar a la intercepción con la carretera que comunica a Uluazapa con Yucuaiquín (607600 m E y 268300 m N), siguiendo hacia el este para cruzar la carretera que une a el Cantón El Tizate con el Municipio Bolívar, continuando en la misma dirección hasta cruzar el río Sirama, llegando a la Hacienda Panamá.

Se extiende desde la Hacienda Panamá, en dirección Este, cruzando la carretera Panamericana CA-1 y la línea de Alta Tensión que se mantiene paralela a la CA-1, a la altura del poblado El Nance, sigue hasta el sector conocido como Los Encuentros en las márgenes del río Goascorán, donde está el punto de interconexión con Honduras.

2.3.1 Coordenadas propuestas del trazo

Cuadro 2.2 Coordenadas propuestas para el trazo del Proyecto

PUNTOS	COORDENADAS		DISTANCIA (m)
	ESTE	NORTE	
P1	405,879	324,136	
			2.742,82
P2	408,275	322,801	
			1.167,36
P3	409,441	322,752	
			1.535,38
P4	410,922	322,347	
			1.984,62
P5	411,492	320,446	
			345,09
P6	411,500	320,100	
			969,03
P7	411,493	319,131	
			1.299,53
P8	411,574	317,834	

PUNTOS	COORDENADAS		DISTANCIA (m)
	ESTE	NORTE	
			1.548,71
P9	411,561	311,099	1.418,73
P10	412,481	312,179	1.701,95
P11	412,878	313,834	3.432,70
P12	413,014	317,264	1.111,60
P13	413,980	317,814	1.418,94
P14	415,316	318,292	2.001,23
P15	417,046	319,298	6.649,90
P16	423,650	320,078	8.673,68
P17	428,393	327,340	7.358,57
P18	435,750	327,492	5.800,34
P19	441,541	327,821	3.521,74
P20	444,901	326,766	2.796,42
P21	447,692	326,592	1.855,30
P22	449,565	326,807	1.778,61
P23	451,186	326,075	4.818,47
P24	453,432	321,812	4.783,59
P25	456,165	317,886	2.867,02
P26	457,523	315,361	6.638,90
P27	463,850	313,350	1.513,27
P28	465350	313,150	5.556,98

PUNTOS	COORDENADAS		DISTANCIA (m)
	ESTE	NORTE	
P29	468,150	308,350	
			2.752,37
P30	470,370	306,723	
			2.274,65
P31	472,434	305,767	
			2.387,37
P32	472,993	303,446	
			1.788,08
P33	477,733	294,851	
			2.729,47
P34	475,561	296,504	
			2.482,84
P35	473,721	298,171	
			3.797,26
P36	473,986	301,959	
			6.256,76
P37	480,216	302,537	
			4.767,46
P38	484,983	302,471	
			2.492,34
P39	486,012	300,201	
			332,30
P40	486,051	299,871	
			5.084,72
P41	490,921	298,409	
			7.264,08
P42	498,101	297,307	
			7.105,09
P43	505,201	297,038	
			8.649,02
P44	513,817	296,283	
			4.726,06
P45	518,542	296,383	
			4.869,95
P46	523,273	295,228	
			10.393,01
P47	533,666	295,239	
			8.430,23
P48	541,450	292,002	
			8.211,40
P49	545,570	284,899	

PUNTOS	COORDENADAS		DISTANCIA (m)
	ESTE	NORTE	
			5.825,49
P50	546,203	279,108	298,41
P51	546,232	278,811	1.115,10
P52	547,191	278,242	4.392,90
P53	549,396	282,125	1.718,13
P54	551,114	282,104	708,38
P55	551,820	282,162	2.817,99
P56	554,450	281,150	1.632,48
P57	555,900	281,900	2.672,55
P58	558,450	282,700	4.602,00
P59	563,048	282,892	3.657,11
P60	566,546	281,825	8.877,51
P61	575,189	279,798	7.483,99
P62	582,527	278,327	12.398,45
P63	592,284	270,677	4.895,37
P64	594,968	266,583	1.632,40
P65	596,468	265,939	10.244,05
P66	606,355	268,620	4.632,42
P67	610,871	267,588	7.499,13
P68	618,369	267,718	3.413,70
P69	621,592	268,843	5.828,30

PUNTOS	COORDENADAS		DISTANCIA (m)
	ESTE	NORTE	
P70	627,414	269,114	
			2.680,18
P71	630,092	269,006	
			1.272,27
P72	631,350	269,196	
DISTANCIA TOTAL (m)			284.383,25

2.4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.4.2 Características general de la línea

El Proyecto SIEPAC se compone básicamente de una línea eléctrica de simple circuito y localmente de doble circuito, corriente alterna trifásica y una tensión nominal de 230 kV.

La estructura básica de la línea es similar a la de cualquier otro tendido eléctrico, esto es, se compone de cables conductores, agrupados en tres fases por circuito, por los que se transporta la energía eléctrica de una subestación a otra, y de unos apoyos que sirven de soporte a las fases, que mantienen a éstas separadas entre si y del suelo.

Las particularidades de cada línea están en función de su tensión, que condiciona, entre otras cosas las dimensiones de sus elementos, dictadas por el Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión (R. L. A. T) en vigor (normativa española), debiendo tenerse en cuenta La Ley General de Electricidad y su Reglamento y demás acuerdos de la legislación particular existentes en El Salvador. A falta de una legislación propia está será representada por la de Estados Unidos de América; asimismo, para el diseño y coordinación del aislamiento se seguirán las normas y especificaciones de las Normas C. E. I.

En el diseño de la línea se han previsto apoyos metálicos de simple circuito, con una disposición delta de las fases y en los de doble circuito con una configuración vertical, estando compuesta cada una de las fases por 1 conductor.

En el anexo, se adjunta el detalle de las torres de circuito simple y doble, como las utilizadas en la línea SIEPAC en estudio. Como se aprecia en el mismo, el apoyo soporta un circuito con la disposición “delta” de los conductores. Las fases están suspendidas de las torres por las cadenas de aisladores.

Cuadro 2.3 Datos generales del Proyecto

LÍNEA DE TRANSMISIÓN A 230 KV PROYECTO “SIEPAC” SECCIÓN EL SALVADOR	
Tipo de Línea:	Un circuito, un conductor de aluminio con núcleo de acero (tipo ACSR Cóndor) por fase y dos cables de guarda de un tipo ACSR Waxwing y otro será cable con fibra óptica
Longitud:	285 km
Área aproximada:	855 Ha
Tipo de Construcción:	Total
Conexión a subestaciones	3 (existentes): Sub Estación Ahuachapán, Sub Estación Nejapa y Sub Estación 15 de Septiembre.
El EslA del Proyecto SIEPAC El Salvador sólo comprende la construcción y operación de la línea de transmisión de 230 kV	

2.4.3 Descripción detallada del Proyecto

Apoyos

Los apoyos utilizados son torres de celosía de acero galvanizado, de una altura promedio entre 25 y 30 m al conductor más bajo, contruidos con perfiles angulares laminados y galvanizados que se unen entre sí por medio de tornillos también galvanizados, material que presenta una resistencia elevada a la acción de los agentes atmosféricos.

Las estructuras son metálicas, enrejadas y autosoportantes, con 4 apoyos denominados patas. Los perfiles laminados son en ángulo, en calidades A-52 y A-42, con un valor del límite elástico de 3.600 y 2.600 Kg/cm² respectivamente.

La altura de las estructuras estará definida por diversos criterios, entre los que destaca la distancia mínima del conductor al terreno en el caso de máxima flecha vertical.

A partir de este apoyo básico, se define cada apoyo de la línea adaptándolo a cada punto en concreto del trazo. Así, se ha previsto por ejemplo la posibilidad de ampliar la altura de la torre normal utilizando extensiones de la misma.

El tipo y dimensiones particulares de cada apoyo vienen definidos por la función que éste cumple en la línea, las distancias de seguridad que se han de mantener y otros criterios tales como la longitud total de los vanos existentes antes y después del apoyo, la topografía presente en estos vanos, la situación que posea en el trazado, que motive que sea de anclaje, de suspensión, de principio o fin de línea, de ángulo, definiendo para cada uso un diseño del apoyo distinto, en función de las cargas y necesidades que cada situación motiva.

Respecto a los tipos de apoyos proyectados, hay que señalar que dado el grado de definición del detalle topográfico de la traza, no ha sido posible definir con gran precisión los tipos de apoyos, habiéndose proyectado cinco tipos básicos que deben cubrir en su casi totalidad las necesidades de la línea.

Atendiendo a su función en la línea, los tipos de apoyos proyectados se clasifican en la siguiente forma:

- Apoyo de alineación o suspensión (vano equivalente 380 m): sirve exclusivamente para sostener los conductores y cables de tierra; se utilizan en las alineaciones rectas con vano medio de 380 m. Se ha previsto para un eolovano (vano máximo en función del viento transversal) de 400 m con ángulo en la traza simultáneo de 2°, y un gravivano (vano máximo en función del peso que soporta cada apoyo) de 660 m sin ángulo.

- Apoyo de alineación o suspensión (vano equivalente 800 m): sirve exclusivamente para sostener los conductores y cables de tierra; se utilizan en las alineaciones rectas con

vano medio de 800 m. Se ha previsto para un eolovano de 800 m con ángulo en la traza simultáneo de 2°, y un gravivano de 1.200 m sin ángulo.

- ❑ Apoyo de anclaje o ángulo de 0° a 30°: proporciona los puntos firmes de la línea, dado que limitan la propagación a lo largo de la misma de esfuerzos longitudinales de carácter excepcional. Se han calculado suponiendo que cumplen las funciones de anclaje o como simple apoyo de ángulo, en cuyo caso puede utilizarse hasta valores de 30° con un eolovano de 400 m. En el caso de suprimirse el ángulo, puede utilizarse con un eolovano máximo de 660 m.
- ❑ Apoyo de anclaje o ángulo de 30° a 60°: se usa para sostener los conductores y cables de tierra en los vértices de los ángulos fuertes formados por dos alineaciones. Se ha proyectado con un eolovano de 400 m y gravivano de 660 m para prever los casos de apoyos situados en puntos elevados con fuertes desniveles en los vanos contiguos.
- ❑ Apoyo de fin de línea y ángulo de 0° a 45°: debe resistir, en el sentido longitudinal de la línea, la sollicitación de todos los conductores y cables de tierra. Se ha previsto para la utilización en todos los puntos de salida o entrada a subestaciones, así como para apoyos de ángulo hasta 45°. Los valores de eolovano y gravivano son 330 m y 200 m, respectivamente.

La distancia mínima de los conductores al suelo debe respetar un gálibo de 5,30 m al que se ha de añadir una variable función de la tensión. Es habitual adoptar una distancia mínima superior a la de cálculo, para este proyecto se considera una altura mínima de 8,0 m.

Cuando se sobrevuelan masas boscosa, se habrá de mantener una distancia de seguridad al bosque de 1,5 m más una variable función de la tensión, resultando 4,5 m la altura libre a respetar sobre el bosque.

El valor de vano económico (costo mínimo) se ha calculado para el conductor determinado, en función de las características básicas de éste y fijando las dos posibles limitaciones del tense de las dos hipótesis consideradas (la de límite vibratorio y máxima tensión y la de máxima flecha).

Determinando el valor de la flecha máxima, y en función de ésta y de los componentes del costo de la línea, se ha analizado la variación de éste en función del vano. En el presente caso se ha adoptado un vano medio de 380 m.

Además de todo lo mencionado, cada apoyo posee una forma particular en función de la topografía sobre la que ha de izarse, de forma que el apoyo esté perfectamente equilibrado mediante la adopción de patas desiguales que corrijan las diferencias de nivel o existentes en el terreno evitando la realización de desmonte y excavaciones excesivos.

El número de apoyos a instalar en el Tramo de El Salvador en esta fase de Pre Inversión no ha sido definido, sin embargo es conociendo la distancia total del Proyecto de 284,4 km es posible estimar la instalación de 948 torres a una distancia aproximada de 300 m.

Cimentaciones

La cimentación de los apoyos es del tipo de patas separadas, es decir la cimentación de cada pata es independiente. El sistema adoptado en general es el de macizos de hormigón, reservando la utilización de emparrillados metálicos para aquellos casos en que la magnitud de los esfuerzos lo haga aconsejable.

Las cimentaciones de hormigón previstas, están formadas por cuatro macizos independientes de hormigón. En ellas van empotrados los correspondientes perfiles de anclaje a los que se atornilla la parte inferior del apoyo.

Estas cimentaciones tienen forma de prisma de sección cuadrada, siendo las dimensiones del macizo función de las características del terreno.

Los emparrillados metálicos estarán formados por una serie de perfiles angulares encajados en dos perfiles en U a los cuales van atornilladas las patas del apoyo. El cálculo de los emparrillados se ha realizado suponiendo un coeficiente de trabajo del terreno de 2 kg/cm², y un ángulo de arranque de tierras de 20°.

Dependiendo de estas características las cimentaciones se dividen en 3 tipos: tierra, mixta y roca. La utilización de una u otra está en función de la profundidad a la que se encuentra la roca durante la excavación. La cimentación mixta une características de una y otra, en función de su semejanza con ellas.

Conductores

La línea está constituida por circuitos simples y dobles compuestos por 3 fases, con 1 conductor por fase. Los conductores se montan en disposición “delta” en el apoyo, con una separación de 5,7 m entre 2 fases, estando estas distancias fijas definidas en función de la flecha máxima. Los conductores están constituidos por cables trenzados de aluminio y acero.

Se utilizará el conductor ACSR CONDOR, el cual está compuesto de Aluminio-Acero, tiene una sección total de 455 mm², un diámetro exterior de 27,76 mm y un peso de 1,524 kg/m.

Hilos de Guarda

Los hilos de guarda o cables de tierra son dos, y se encuentran situados en los puntos más altos de los apoyos. Su función es proteger a la línea contra las sobretensiones debidas a descargas atmosféricas. De tal forma que si existe una tormenta, estos cables actúan de pararrayos evitando que las descargas caigan sobre los conductores y provoquen averías en las subestaciones y el corte de la corriente. El fin que cumplen es transmitir la descarga a tierra, a través del apoyo, y al resto de la línea, disipando el efecto a lo largo de una serie de torres.

La distancia a la que quedarán entre sí los conductores y cables de tierra se ha elegido en base a la resistencia de difusión, a la onda de impulso de la torre a tierra y teniendo en cuenta el número de elementos de la cadena de aisladores. De esta forma, el aislamiento del sistema eléctrico, tanto en el centro del vano como en el punto de amarre de la cadena de aisladores, será similar en el caso de que un rayo fulmine el cable de tierra en cualquier punto de éste.

Uno de los hilos de guarda será un cable Alumoweld 7 N°8 AWG, de 58,56 mm² de sección, 9,78 mm de diámetro, y 0,3896 kg/m de masa lineal. El otro hilo de guarda será un cable tipo OPGW, de 108 mm² de sección, 15,8 mm de diámetro, y 0,485 kg/m de masa lineal.

La razón que ha aconsejado la elección del cable Alumoweld 7 N°8 AWG ha sido que éste está muy experimentado para este fin en líneas de 230 kV, presentando además tres ventajas sensibles sobre los de acero galvanizado: tiene una resistencia a la corrosión atmosférica superior, posee unas mejores características de conductividad, reduciendo el calentamiento de cortocircuito, y finalmente, sus posibilidades de tense permiten alcanzar un óptimo económico, manteniendo un ángulo de protección correcto de los conductores.

Disposición de los Cables en los Apoyos

Las fases se disponen en disposición “delta” de los conductores, con una separación entre conductores de 5,7.

Los cables de tierra se prevén a una distancia vertical de 2,8 m por encima en los apoyos de cadenas verticales, suspensión, y de 5,7 m en los de cadenas horizontales, amarre. Disposición con la que se consigue una eficaz protección de la línea contra el rayo.

La distancia mínima entre los conductores y sus accesorios, en tensión, y los apoyos no será inferior a 1,8 m.

Cadenas de Aisladores

Para que los conductores permanezcan aislados y la distancia entre los mismos permanezca fija, dichos conductores están unidos a los apoyos mediante las denominadas cadenas de aisladores, que mantienen los conductores sujetos y alejados de la torre.

El aislador a utilizar en las cadenas de suspensión y amarre será de vidrio templado o endurecido, con acoplamiento bola y casquillo (ball and socket) y de 254 mm de diámetro.

En los tramos normales, las cadenas de suspensión estarán formadas por cadenas de 16 elementos y las de amarre también estarán formada por 16 elementos del aislador anterior. Sin embargo, en los apoyos en cotas superiores a 1.000 msnm las cadenas, con la misma disposición, estarán compuestas por 17 aisladores.

Puestas a Tierra

Existe una puesta a tierra por apoyo, que tiene como función básica trasladar al suelo la sobretensión que supone la caída de un rayo sobre un apoyo o el cable de tierra. Para lo cual éste último distribuye el rayo a los apoyos próximos al punto de caída, descargando a tierra a través de cada uno de ellos.

El Reglamento exige que en zonas frecuentadas, la resistencia de difusión de la puesta a tierra de los apoyos no sea superior a 20 ohmios por torre. En el presente caso se han estudiado las tomas de tierra para que este valor no supere los 10 ohmios, utilizando para ello una pica clavada en el fondo del hoyo, que sirve de alojamiento a las parrillas, en dos patas diametralmente opuestas. Esta pica será de redondo de acero galvanizado, de 2 m de longitud y 25 mm de diámetro, quedando unida al montante de la torre por cable de acero galvanizado de 10,5 mm de diámetro. En caso de resultar un valor de la resistencia superior al previsto, se colocarán picas supletorias de las mismas características, hasta conseguir el valor requerido.

2.4.4 Condicionantes Técnicos

La seguridad de una línea de transporte posee una importancia vital, tanto desde el punto de vista de asegurar el suministro y distribución de la energía eléctrica, como para las personas y los elementos que puedan estar situados debajo y en el entorno de la misma.

Para evitar en lo posible cualquier tipo de falla se mantiene un control riguroso y continuo tanto en el proyecto, como en el montaje y la posterior conservación, con el fin de prever cualquier posible envejecimiento o agotamiento prematuro de los materiales utilizados en la construcción.

Todos los elementos que constituyen una línea eléctrica aérea son importantes para conseguir una total seguridad, pero, sin duda, el elemento principal es el conductor, por lo que se le presta una atención especial cuando se procede a su montaje, en particular al cálculo de sus estados de equilibrio y al regulado de su tensión mecánica.

Los reglamentos a que está sometido el presente Proyecto fijan las prescripciones que debe cumplir el conductor al ir suspendido de los apoyos, centradas en los coeficientes de seguridad

que deberá cumplir, y en la distancia mínima libre entre conductor y terreno, así como a los servicios (telefónicos, transmisión a distancia de energía eléctrica), tanto privados como públicos, entre los que se destacan las carreteras y ferrocarriles, otras líneas.

Las distancias libres entre conductores y los servicios cruzados son muy variables, en función del elemento existente.

Las normas aplicables al Proyecto en lo referente a situaciones especiales, como son los cruzamientos y paralelismos con otras líneas o con vías de comunicación, pasos sobre bosques o zonas urbanas, vienen recogidas en el Reglamento vigente (R.L.A.T.) o cualquier otra norma nacional vigente, en cuanto a los requisitos, exigidos en el Proyecto, con objeto de reducir la probabilidad de accidentes, manteniendo la seguridad de la línea.

La distancia de seguridad de los conductores al terreno, deberá ser como mínimo de 8,0 m.

Los cruzamientos son los pasos de la línea con elementos del terreno, infraestructuras viales o de comunicaciones, pasos sobre bosques o zonas urbanas, etc., que supongan una limitación para su paso.

No será necesario adoptar disposiciones especiales en los cruces con cursos de agua no navegables, caminos de herradura, sendas, veredas, cañadas y cercados no edificados, salvo que en éstos últimos se pueda exigir un aumento en la altura de los conductores, ya que la altura de seguridad sobre el terreno adoptada, es superior a la necesaria para salvar estas infraestructuras.

A continuación se reseñan las diferentes normas y criterios que se tendrán en cuenta en el Proyecto en los cruzamientos.

En los cruzamientos de carreteras, vías de comunicación y ferrocarriles la normativa prohíbe la instalación de apoyos de líneas eléctricas de alta tensión en las zonas de influencia de las carreteras, es decir, a distancia inferior a veinticinco 25 m para carreteras de la red estatal y de

quince 15 m para la vecinal. Igualmente está prohibida la instalación de apoyos que, aún cumpliendo con las separaciones anteriores, se encuentren a menos de 8 m de la arista exterior de la explanación o una distancia, del borde de la plataforma, inferior a vez y medida su altura.

La altura mínima de los conductores sobre la rasante de las vías de comunicación, ha de ser como mínimo de 8 m. Se adoptan 8,5 m.

En los cruzamientos con ríos y canales, la altura mínima de los conductores sobre la superficie del agua, en el punto de máxima cota que el nivel de ésta alcance, se cifra en 8,5 m.

En el cruce con líneas eléctricas y de telecomunicación se procura que éste se efectúe en la proximidad de uno de los apoyos de la línea más elevada.

Se ha de tener en cuenta que las líneas como la afectada por el proyecto han de pasar siempre más elevadas que las existentes. Dado que su tensión es la de la red de máxima tensión en la zona, la altura sobre las otras no será menor de 4,5 m.

En el caso en que el trazo de la línea corra paralelo al de otra línea ya existente, deberá respetarse una distancia mínima entre los ejes de dichos trazos tal que, al desviarse los conductores de una de las líneas por acción del viento de presión máxima y considerando la flecha máxima final en su correspondiente condición de transmisión de la potencia nominal máxima, la separación entre dichos conductores y cualquier elemento de la otra línea sea mayor que 3,5 m.

Las normas a tener en cuenta en las zonas de paso de las líneas por masas boscosas o forestal tienen como fin evitar las interrupciones del servicio y los posibles incendios producidos por el contacto de ramas o troncos con los conductores o por el salto del arco entre un conductor y la rama, lo que supone una de las causas más frecuentes de avería en las líneas de transporte de energía y en algunos casos el incendio de la masa forestal presente.

El crecimiento natural de los árboles provoca que la distancia entre éstos y los conductores se reduzca paulatinamente, llegando a un punto a partir del cual puede producirse un arco, que además de suponer la interrupción del servicio de la línea, puede provocar fuego en los primeros.

El contacto también puede producirse por el desprendimiento de una rama originado por el viento, bien por efecto de vientos fuertes o por la mano del hombre, como cuando en la corta de árboles se dé la posibilidad de que al apearse un cierto pie, éste, en su caída, entre en contacto con los conductores, lo que supone además un grave riesgo para los operarios que estén realizando las labores.

Por todo ello, se deben tomar en consideración las actuaciones necesarias para que la distancia entre los árboles y la línea sea, en todo momento, tal que no suponga riesgos para ninguno de ellos.

La medida a adoptar de forma general para una protección eficaz, consiste en la corta del arbolado que, a lo largo del período de explotación de la línea pueda interferir con la misma. Corta que a su vez servirá de protección para el resto de la masa formando tal.

La zona de corta de arbolado deberá tener la anchura necesaria para que, considerando los conductores en su máxima desviación bajo la acción de un viento de 100 km/h y una temperatura de 15° C, su separación a la masa que no sea inferior a 4,5 m.

Igualmente deberán ser cortados todos aquellos árboles que por inclinación o caída, puedan constituir un peligro para la conservación de la línea.

La determinación de la zona que ha de cortarse, está en función de la distancia existente entre los conductores y las ramas de los árboles, que a su vez depende por un lado de la altura que hay entre los conductores y el suelo, que varía en terreno llano entre algo más de 20 m en el apoyo y un mínimo de 6,83 m en el centro del vano, y por otro de la especie o especies presentes, así como del crecimiento, actual y futuro, que los ejemplares posean en la zona.

Ambos condicionantes son fijos en cada punto, pero muy variables a lo largo de todo el trazo, por lo que para evitar una deforestación innecesaria y un perjuicio para los propietarios, no se debería prever una franja de corta permanente en toda la longitud del mismo, sino que sería deseable definirla en función de la situación existente en cada vano, por la que se marcará la banda de corta en el mismo, siempre, claro está, teniendo en cuenta la distancia definida por el Reglamento.

Igualmente, si el terreno es inclinado, la zona de influencia no será simétrica, debiendo desplazarse hacia la parte que alcanza mayor altura; la otra parte podría reducirse hasta alcanzar una separación de 3,03 m, con la vertical del conductor. En un barranco los conductores quedan muy por encima de las copas de los árboles, por lo que se puede adoptar una zona mínima de corte

2.4.5 Descripción de las obras

Previamente a la construcción de la obra, el proceso que conlleva el diseño del proyecto se sucede en distintas fases en las que se redactan una serie de Estudios Previos en los que se analizan distintas alternativas técnica y económicamente viables. La consideración de las variables ambientales naturales y socioeconómicas se inicia en estos momentos, con antelación a la elección del trazo definitivo, seleccionando un corredor entre las distintas alternativas.

El Proyecto se realiza, una vez aprobado el Anteproyecto, a partir del levantamiento topográfico de la línea, con el diseño y distribución de los apoyos. Al definir el trazo se incorporan, siempre que sea viable, criterios ambientales tales como elegir alineaciones alejadas de núcleos urbanos y de enclaves de interés ecológico, elegir las zonas de peor calidad agrícola para ubicar los apoyos, etc.

Durante las distintas fases que supone la construcción de la obra se adoptan medidas de carácter preventivo y de control. En el apartado correspondiente al Control durante las obras, se detallan algunas de estas medidas cautelares. En cada fase de trabajo pueden intervenir

uno o varios equipos; sus componentes, así como el tipo de maquinaria que utilizan en el desarrollo de los trabajos, se reflejan en los apartados correspondientes.

La construcción de una línea eléctrica se diferencia de cualquier otro tipo de proyecto en que su ejecución se realiza mediante el desarrollo de una serie de actividades concatenadas que se han de acometer de forma secuencial, no pudiendo iniciarse una labor, en un cierto punto, hasta que no se ha finalizado la anterior, y que sin embargo pueden comenzarse en diversos puntos a la vez, de forma totalmente independiente.

A continuación se refieren de forma desglosada las más importantes de estas actividades.

- Obtención de los permisos de los propietarios para la construcción de accesos, ubicación de los apoyos y tendido de los conductores
- Apertura de pistas de accesos a las bases de los apoyos
- Excavación y hormigonado de las cimentaciones
- Retirada de tierras y materiales de la obra civil
- Acopio del material de la torre
- Armado e izado de la torre
- Tala de arbolado
- Acopio de los conductores, cables de tierra y cadenas de aisladores
- Tendido de conductores y cables de tierra
- Regulado de la tensión y engrapado
- Eliminación de materiales sobrantes y rehabilitación de daños

A continuación, se describe cada una de ellas de forma somera.

Obtención de Permisos

Aunque debido a la utilidad pública de este tipo de líneas, se puede realizar la expropiación forzosa de las ocupaciones precisas, es costumbre generalizada obtener la conformidad de los propietarios de forma amistosa, mejorando con ello la aceptación social del proyecto.

La primera de las actuaciones a acometer, la obtención de los permisos correspondientes a la ocupación de los terrenos y a los accesos es previa al comienzo de las obras previamente dichas, pero sin embargo marca el desarrollo de éstas, ya que en estos acuerdos se definen diversas tareas, que sin modificar esencialmente las operaciones de la obra pueden condicionarlas.

En el desarrollo de esta actividad, además de los acuerdos económicos necesarios para la constitución de las servidumbres, se pactan, de forma simultánea, otra serie de medidas muy diversas, entre las que, en general, destacan las referentes a corrección de daños y protección del entorno, por lo que tienen una importancia reseñable a la hora de evaluar la incidencia de la línea.

Apertura de Accesos

En el trazo de una línea eléctrica de alta tensión los apoyos han de tener acceso, tanto durante la fase de construcción como durante la de explotación, dada la necesidad de llegar a los emplazamientos de los mismos con determinados medios auxiliares, como camiones de materiales, la máquina de freno y otros.

Estos accesos constituyen las únicas obras auxiliares que se precisan para la construcción de una línea eléctrica, ya que no son necesarias otras actuaciones o instalaciones del tipo de las que se precisan en otras infraestructuras lineales, como parques de maquinaria, plataformas de trabajo, canteras y vertederos, etc.

Para la ejecución de la red de caminos necesarios se aprovechan los accesos existentes (carreteras, caminos, senderos, trochas, etc.), mejorándolos en anchura, y firme, si ello fuera necesario, acondicionándolos al paso de la maquinaria que han de soportar.

En general, si se utilizan carreteras o caminos ya existentes, al final de la obra el contratista es el responsable de dejarlos igual o mejor las condiciones que se encontraban con anterioridad a su uso; si se abren nuevos caminos, éstos deben permanecer para su uso posterior en las fases de operación y mantenimiento de la línea eléctrica.

Los accesos nuevos a construir, desde los existentes a los apoyos, se realizarán de forma que el costo económico y medioambiental sea mínimo. Esto motiva que no tengan que poseer unas características especiales, ya que exclusivamente han de servir para el paso de un número reducido de camiones durante la fase de construcción, los necesarios para acopiar los materiales y trasladar la maquinaria que ha de realizar la obra civil, el izado de las torres y el tendido de los cables, así como posteriormente los vehículos todo terreno, para las operaciones de vigilancia y mantenimiento que se realizan como media una vez al año.

Este uso mínimo es la razón por la que en su construcción no se asumen unos criterios de diseño basados en facilitar el tránsito, sino que más bien, y cumpliendo requerimientos técnicos mínimos que permitan el paso de los vehículos necesarios, se busca la viabilidad del trazo en función de los condicionantes del entorno y las sugerencias de los propietarios afectados.

Hecho que queda claro al estudiar sus características de diseño, definidas por una anchura de 3 a 4 m, suficiente para el paso de un camión, y las propiedades del firme, cuyo tratamiento es mínimo ya que está constituido por el propio terreno, compactado con el paso de la maquinaria, sin que ello suponga un deterioro grave del suelo, habida cuenta que en general no se utilizan tractores de orugas, sino máquinas con ruedas.

El trazo de los accesos se realiza mediante consenso con los propietarios afectados, ajustándose, a las necesidades y condiciones argumentadas por éstos, que en muchas ocasiones varían en función de la época del año en que se van a hacer los trabajos, los cultivos existentes, o simplemente el interés, por parte del propietario, sobre que el acceso circule por una cierta zona, mejorando la accesibilidad propia de la finca, extremo que siendo razonable se acepta.

Un aspecto de suma importancia es el hecho de que los accesos no sean incluidos, nada más que de forma genérica, en el Proyecto de la línea, debido a que en muchos casos resulta inviable tener una idea exacta del trazo de los mismos hasta el propio inicio de la obra en cada punto, dado que en esta decisión entran intereses, no evaluables apriorísticamente, que

condicionan el trazo. En ocasiones se define en función de aspectos tales como la situación del suelo (que haga inviable el paso por zonas inundadas en ciertas épocas del año), las necesidades propias de la finca, la situación de los cultivos, cortas de arbolado en masas de explotación, etc.

Tala de Árboles

Ya se han comentado los criterios tenidos en cuenta en el Proyecto en cuanto en la definición de la anchura de la calle y la altura de los árboles a talar en el epígrafe sobre cruzamientos de la línea con masas forestales.

La constitución de esta servidumbre es una de las actuaciones que tienen una mayor repercusión para el propietario a largo plazo, dado que por las características de la línea, ésta es compatible con los usos agrícolas y ganaderos, salvo a la caña de azúcar no imponiendo ningún limitante a estos aprovechamientos, por lo que los propietarios asumen con relativa facilidad la presencia de la línea una vez instalada.

Sin embargo, en las áreas forestales al tener que actuar sobre éstas de forma periódica, se provoca un reiterado ingreso de hombres y máquinas ajenos a la propiedad, lo que supone un cierto desasosiego a los dueños y que se traduce en quejas e intentos de renegociación de la situación, olvidando el contrato inicial firmado. Situación que se da particularmente en las fincas enajenadas, en las que el nuevo propietario no actuó en la firma del contrato de constitución de la servidumbre.

La apertura de la calle se realiza en varias fases, según va siendo necesaria para el desarrollo de los sucesivos trabajos. Así, puede hablarse de una calle topográfica, la cual es abierta por los topógrafos para la realización de las alineaciones, que tiene un ancho mínimo para el desarrollo de estas labores; de una calle de tendido, abierta para la ejecución del tendido de la línea, que tiene de 4 a 6 m de anchura, y por último de la calle de seguridad, que se abre para la puesta en servicio de la línea y que viene reglamentada, en el que se define como distancia mínima que ha de existir entre los conductores y los árboles, 4,5 m.

Los materiales procedentes de la tala serán troceados en dimensiones comerciales en aquellas especies con demanda en el mercado maderero y transportados fuera de la zona; en ocasiones, se queman los restos con el permiso del propietario y del organismo correspondiente, con la supervisión de equipos de bomberos si fuese necesario.

Cimentaciones

El tipo de cimentación generalizado es el de macizos de hormigón, reservando la utilización de emparrillados metálicos para aquellos casos en que la magnitud de los esfuerzos lo haga aconsejable.

La apertura de las cimentaciones se realiza por medios mecánicos y manuales, se exigirá a los contratistas de las obras la no-utilización de explosivos, por su peligrosidad de manejo y los efectos negativos que conlleva para el medio reservándolos para casos muy excepcionales.

En general el hormigón o concreto en masa de los macizos o zapatas que constituyen las cimentaciones es suministrado por camiones hormigoneras, desde plantas permanentes, para asegurar con ello las características que ha de reunir o mezclados en el sitio

Retirada de Tierras y Materiales de la Obra Civil

Una vez finalizadas estas actuaciones, el lugar de obra debe quedar en condiciones similares a las existentes antes de comenzar los trabajos, en cuanto a orden y limpieza, retirando los materiales sobrantes de la obra.

Las tierras procedentes de la excavación de cimentación, si no se utilizan para el propio relleno del hoyo, se suelen extender en la proximidad del apoyo, buscando determinar áreas planas para uso agrícola al suponer un volumen pequeño, adaptándolas lo más posible al terreno; si esto no es posible, tienen que ser trasladadas, generalmente en camiones, fuera de la zona de actuación.

Acopio de Materiales de la Torre

En una zona destinada para ello se almacenan los materiales. Desde esta zona de acopio o campamento se trasladarán los materiales necesarios hasta los puntos donde se localizan los apoyos, para proceder a su montaje.

Para realizar este transporte, los paquetes con los materiales se encuentran debidamente numerados y clasificados. En cuanto a las piezas de la torre, igualmente, se indica el apoyo al que corresponden. Al fabricante se le puede indicar el peso máximo de los paquetes, así como la forma de clasificación de las piezas.

Una vez que el material necesario está acopiado en la proximidad de la base, se procede al armado e izado del mismo.

Cuando se identifique el sitio, el terreno será tratado buscando disminuir cualquier compactación producida por los materiales o por el peso de equipo.

Montaje e Izado de Apoyos

Los apoyos, como ya se ha mencionado, están compuestos por unas estructuras en celosía de acero galvanizado, estructuras de postes metálicos o de concreto, construidas con perfiles angulares laminados, que se unen entre sí por medio de tornillos, por lo que su montaje presenta una cierta facilidad, actuándose como con un mecano, dado que no es necesaria ningún tipo de maquinaria específica.

Según esté configurado el terreno en el que se ubica el apoyo, el montaje e izado del mismo se puede realizar de dos formas. La más frecuente consiste en el montaje previo de la torre en el suelo y su posterior izado mediante grúas-plumas pesadas. El otro método se basa en el izado de las piezas una a una y su montaje sobre la propia torre mediante un artilugio denominado pluma.

- En el primer caso se necesita una explanada (de la que a menudo no se dispone) limpia de arbolado y matorral alrededor del apoyo, utilizada para el desenvolvimiento de grúas, camiones y hormigoneras.
- Si el armado se ejecuta en el suelo, se disponen una serie de calces en los que se apoya la torre, quedando totalmente horizontal y sin tocar el terreno, con su base en la zona de anclaje, para que el apoyo quede colocado en este punto en el momento de ser izado.
- El segundo método de montaje es manual y se realiza para aquellos apoyos ubicados en zonas de difícil acceso a la maquinaria pesada o donde existen cultivos o arbolado que interese conservar, ya que evita la apertura de esa campa libre de vegetación, minimizando los daños.
- Una vez que la pluma está izada con la ayuda de una pluma auxiliar y debidamente sujeta con los correspondientes vientos de sujeción y seguridad, se inicia el armado e izado de la torre.
- La pluma permite el ensamblaje de los perfiles de una forma progresiva, iniciando el trabajo por la base, e izando el apoyo por niveles. Para ello se eleva cada pieza o conjunto de éstas mediante la pluma, que a su vez se mantiene apoyada en la parte ya construida y con su extremo superior sujeto mediante vientos.
- La aplicación de este método es muy usual, dado que también es el indicado en aquellas zonas en las que la topografía y los accesos condicionan la entrada de la maquinaria pesada utilizada en el primer método, lo que hace que éste, en general, se restrinja a zonas llanas y de cultivos herbáceos.

El acopio de materiales y el izado de apoyos, puede realizarse mediante helicóptero en zonas de una especial dificultad orográfica, labor que si bien implica un sobre costo apreciable, puede suponer una reducción del impacto sobre el sustrato y la vegetación.

Acopio de Materiales para el Tendido

Los materiales y maquinaria necesarios para el desarrollo de los trabajos correspondientes al tendido de cables se acopian en la proximidad del sitio.

Para cada una de las series que componen una alineación, se colocarán la máquina de freno y las bobinas junto al primer apoyo de la misma, situándose la máquina de tiro en el último apoyo. La longitud de una serie es de unos 3 km, empezando y acabando en un apoyo de amarre.

Tendido de Cables

La fase de tendido comienza cuando los apoyos están convenientemente izados y se han acopiado los materiales necesarios para su ejecución. También es el momento en el que se suele realizar la apertura de una calle con la tala de árboles, para facilitar las labores de tendido.

Se realiza mediante una máquina freno que va desenrollando los cables de la bobina, a la vez que otro equipo va tirando de ellos pasándolos, por unas poleas ubicadas al efecto en los extremos de las crucetas de los apoyos, mediante un cable guía arrastrado por un vehículo todo terreno.

En el caso de no poderse utilizar éste método, el tendido se puede realizar a mano, es decir, trasladando el cable guía de un apoyo a otro arrastrado por un equipo de hombres ayudado o no por animales.

Este método se utilizará en las zonas en las que lo abrupto del terreno, o el valor de la vegetación presente, lo aconsejen.

En todos los casos, una vez izado el cable guía en el apoyo, o en su lugar una cuerda que sirva para tirar de éste, el tendido se realiza en su totalidad por el aire, evitando en todo momento el contacto de los conductores con el suelo o las copas de los árboles, para evitar que se deterioren.

En esta fase de las obras se utilizan los accesos y explanadas de trabajo abiertos en las fases anteriores.

Tensado y Regulado de Cables. Engrapado

Para el tensado, se tira de los cables por medio de cabrestantes y se utiliza la máquina de freno para mantener el cable a la tensión mecánica necesaria para que se salven los obstáculos del terreno sin sufrir deterioros.

Mediante dinamómetros se mide la tensión de los cables en los extremos de la serie, entre el cabrestante o máquina de tiro y la máquina de freno. Posteriormente se colocan las cadenas de aisladores de amarre y de suspensión.

El tensado de los cables se realiza poniendo en su flecha aproximada los cables de la serie, amarrando éstos en uno de sus extremos por medio de las cadenas de aisladores correspondientes. Las torres de amarre y sus crucetas son venteadas en sentido longitudinal.

El regulado se realiza por series (tramos entre apoyos de amarre) y se miden las flechas con aparatos topográficos de precisión.

Los conductores se colocan en las cadenas de suspensión mediante los trabajos de engrapado, con estobos de cuerda o acero forrado para evitar daños a los conductores. Cuando la serie tiene engrapadas las cadenas de suspensión, se procede a engrapar las cadenas de amarre.

Finalmente se completan los trabajos con la colocación de separadores, antivibradores y contrapesos y se cierran los puentes de la línea.

Eliminación de Materiales y Rehabilitación de Daños

Una vez finalizadas las diferentes fases de trabajo se dejará la zona en condiciones adecuadas, retirando los materiales sobrantes de la obra.

Las cajas, embalajes, desechos, etc., deberán ser recogidas y se les dará adecuada posición final.

El hormigón desechado que no cumpla las normas de calidad debe ser eliminado en lugares aptos para el vaciado de escombros, no impactantes al entorno, o vertedero, o bien ser extendido en los caminos para mejorar su firme, siempre y cuando existiera con antelación un tratamiento superficial de los mismos o si se acuerde así con el propietario, y con el visto bueno de las autoridades competentes.

2.4.6 Instalaciones auxiliares

En este tipo de obras no son precisas las instalaciones auxiliares propiamente dichas, dado que no se necesitan plantas de tratamiento o de otro tipo, ni canteras o vertederos abiertos para la propia obra. Tampoco se precisa parque de maquinaria, al ser el volumen preciso de ésta muy reducido y de carácter ligero. El aprovisionamiento de materiales se realiza en almacenes alquilados al efecto en los pueblos próximos hasta su traslado a su ubicación definitiva, no siendo precisos almacenes a pie de obra o campas al efecto.

Por otro lado, las características de este tipo de instalación motivan que los equipos de trabajo se hallen en un movimiento prácticamente continuo a lo largo del trazo.

Las únicas actuaciones que tienen un cierto carácter provisional son las campas abiertas en el entorno de los apoyos, algunos ramales de los accesos, o los daños provocados sobre los cultivos, todos ellos subsanables mediante los acuerdos con los propietarios o la aplicación de medidas correctoras.

Respecto a otros elementos de la línea que podrían considerarse auxiliares como son los accesos, cabe decir que carecen de este carácter al ser su cometido permanente.

2.4.7 Maquinarias y materiales utilizados en la construcción

Maquinaria Utilizada

A continuación se describe el parque de maquinaria normal utilizado habitualmente en este tipo de obras. Los datos que siguen se refieren a un tramo de 100 km y con el número de apoyos aproximado que éstos necesitan.

- Accesos: 2 bulldozers y/o retroexcavadoras, así como varios camiones y vehículos "Todo terreno" para transporte de personal y equipo y descarga de material de desmonte.
- Tala de árboles: motosierras, 2 tractores o camiones con cabrestante y otro con pluma para carga y transporte de la madera.
- Cimentaciones: 5 camiones, 5 hormigoneras de 30-35 Tm o concreteras portátiles motorizadas y 12 vehículos todo terreno.
- Montaje e izado de apoyos: 4 ó 5 camiones trailers, igual número de camiones normales, 2 grúas-pluma pesadas y 12 vehículos "todo terreno".
- Tendido de cables: dos equipos de tipo (freno, cabrestante de tiro, etc.) dos o tres camiones-trailer, seis camiones normales y doce vehículos "todo terreno".

Materiales Utilizados en la Construcción

Todos los materiales utilizados en las obras habrán de acopiarse en la zona. Desde el punto de vista ambiental interesa conocer la procedencia de los áridos para el hormigón. En este tipo de Proyecto no será necesaria la creación de canteras en las inmediaciones de la zona, pues el hormigón o concreto debería proceder de plantas fijas existentes, las cuales obtienen los áridos de graveras en explotación.

Por otra parte al contratista se le exige asegurar que la procedencia del hormigón, pudiendo obtenerlo de plantas fijas existentes o, si fuera necesario, crear plantas móviles, próximas a carreteras de la zona. La única exigencia al contratista en este sentido es que el máximo

tiempo que puede transcurrir entre carga y descarga del hormigón por la hormigonera sea de 2 horas, si no se ha añadido aditivo.

Otra exigencia de gran importancia impuesta al contratista es la no utilización de explosivos, salvo en casos muy excepcionales, ni en la apertura de cimentaciones ni en otra actividad. Evitando así los impactos que ello conlleva.

2.4.8 Mano de obra

El equipo aproximado de personal empleado en este tipo de obras, consta de personal fijo del contratista y personal local eventual, el cual provendrá de los pueblos de la zona por donde discurre el trazo y que puede suponer hasta un 50 ó 70% del peonaje necesario en la obra civil.

El personal del contratista es el que soporta el aspecto técnico del desarrollo de los trabajos.

Suele ser minoritario por el mayor costo que suponen las bonificaciones por traslado a la zona desde su lugar de origen, por lo que suele pertenecer a categorías profesional cualificadas.

El personal local empleado, sin embargo, suele ser eventual, correspondiendo al peonaje de categoría inferior a Oficial de 3ª. Para los trabajos de tala de árboles, lo ideal es dar preferencia personal local implicados en las obras, los cuales, si disponen de medios y experiencia se puede encargar de realizarlos; en caso contrario lo adjudica por contrata.

La estimación se ha realizado según los componentes de los equipos que, generalmente, intervienen en el desarrollo de los trabajos de la instalación de una línea eléctrica de características similares a la del proyecto objeto de estudio para una longitud de unos 100 km.

Accesos: en los trabajos de obra civil pueden intervenir simultáneamente varios equipos; pueden estar trabajando 3 ó 4 equipos al mismo tiempo en distintas zonas. Cada equipo estaría formado por 1 maquinista y 3 personas.

Excavación y hormigonado: si se realiza de forma manual el equipo estará constituido por 1 encargado y 4 peones. Si los trabajos se efectúan de modo mecánico, utilizando una retroexcavadora, el equipo estaría formado por 1 maquinista y 2 peones.

Puestas a tierra: el equipo para la realización de las puestas a tierra estaría formado por 2 personas.

Acopio de material para armado de la torre y material de tendido: equipo formado por 1 camión y 2 ó 3 personas o 1 piloto de helicóptero y 2 personas.

Armado e izado de apoyos: pueden encontrarse unos 3 equipos armando distintas torres, cada equipo estaría formado por 8 personas.

Tala de vegetación: en estos trabajos puede intervenir un equipo formado por unas 10 personas.

Tendido: el tendido se realiza por series. El equipo de tendido puede estar constituido por 25 ó 30 personas, trabajando con 2 camiones grúa.

Eliminación de materiales y rehabilitación de daños: los equipos que intervienen en cada fase de trabajo son los encargados de dejar el área afectada por las labores y maniobras de trabajo de tal forma que quede en condiciones similares a la situación inicial, por lo que el número de personas depende de los distintos equipos de trabajo.

2.4.9 Cruzamientos y servidumbres generadas (derechos de vía)

Si bien ya se indicó indirectamente de las servidumbres que se crean al construir una línea, en este epígrafe se analizan independientemente, por la importancia que tiene la constitución de las mismas, por la nueva situación que se crea.

El paso de una línea eléctrica por un terreno determinado implica 3 tipos de afecciones sobre el mismo:

- Servidumbre de vuelo o paso de la línea por el terreno.
- Emplazamiento de los apoyos, con la pérdida del uso del terreno correspondiente.
- Construcción de accesos nuevos con la pérdida del terreno correspondiente.

Es norma general, regulada en todos los países proceder, en este tipo de obras, a la obtención de los permisos de los propietarios, cuyas fincas son afectadas por el paso de la línea eléctrica, antes de que dé comienzo la construcción de la misma.

De la obtención de los permisos se encarga la empresa propietaria de la línea, que lo realiza directamente, o bien mediante contrato con empresas especializadas en este tipo de trabajo.

El reglamento de líneas aéreas de alta tensión, regula y establece las servidumbres debidas a la instalación de una línea de alta tensión y que son:

- ❑ En bosques, árboles y masas de boscosas. Para evitar las interrupciones del servicio provocadas por las protecciones de la línea al producirse un contacto de ramas o troncos de árboles con los conductores de una línea eléctrica, deberá establecerse, mediante la indemnización correspondiente, una zona de corta de arbolado a ambos lados de la línea eléctrica, cuya anchura será la necesaria para que, considerando los conductores en su posición de máxima desviación bajo la acción de la hipótesis de viento a) del apartado 3, del art. 25, su separación de la masa de arbolado en su situación normal no sea inferior a: $A: 1,5 + U/150$ m con un mínimo de 2 m. Para nuestro caso, la distancia será de 3,83 m ($U = 230$ kV).
- ❑ Igualmente deberán ser cortados todos aquellos árboles que constituyen un peligro para la conservación de la línea entendiéndose como tales los que por inclinación, o caída fortuita o provocada, puedan alcanzar los conductores en su caída normal.

- ❑ Edificios, construcciones y zonas urbanas. Se evitará en lo posible el tendido de líneas eléctricas aéreas de alta tensión sobre edificios, construcciones y zonas urbanas.

Sin embargo, a petición del titular de la instalación, cuando las circunstancias técnicas o económicas lo aconsejen, podrá autorizarse por el órgano competente de la administración el tendido aéreo de dichas líneas en las zonas antes indicadas, de acuerdo con la legislación particular referente a este tema que exista en cada país.

En general queda autorizado el tendido aéreo de líneas eléctricas de alta tensión en zonas y polígonos industriales, así como en los terrenos del suelo urbano no comprendidos dentro del casco de la población en municipios que carezcan del Plan de Ordenamiento territorial.

Las distancias mínimas que deberán existir en las condiciones más desfavorables, entre los conductores de la línea eléctrica y los edificios y construcciones que se encuentren bajo ella, serán las siguientes:

- ❑ Sobre puntos accesibles a las personas: $3,3 + U/100$ m, con un mínimo de 5 m, en el caso en estudio 5,6 m.
- ❑ Sobre puntos no accesibles a las personas: $3,3 + U/100$ m, con un mínimo de 4 m, en el caso del Proyecto SIEPAC 5,6 m.

Se procurará asimismo en las condiciones más desfavorables, el mantener las anteriores distancias, en proyección horizontal, entre los conductores de la línea y los edificios y construcciones inmediatas.

En lugares perfectamente visibles de los edificios o construcciones cercanos a la línea, y principalmente en las proximidades de las bocas de agua para incendios, se fijarán las placas que indiquen la necesidad de avisar a la empresa suministradora de energía eléctrica para que,

en caso de incendio, suspenda el servicio de la línea afectada antes de emplear agua para la extinción del fuego.

Se entenderá que la servidumbre ha sido respetada cuando la cerca, plantación o edificación construidas por el propietario no afectan al contenido de la servidumbre y a la seguridad de la instalación, personas y bienes.

En todo caso, y tal como se refleja en el R.L..A.T. incluido en el anexo correspondiente queda prohibida la plantación de árboles y la construcción de edificios e instalaciones industriales en la proyección y proximidades de la línea eléctrica a menor distancia de la establecida reglamentariamente.

Si una vez declarada la línea de Utilidad Pública no se hubiera llegado a un acuerdo amistoso con el propietario del terreno, se puede dar el caso de que se proceda a la expropiación de los terrenos afectados, con el fin de conseguir la mencionada servidumbre de paso.

2.4.10 Control durante las obras

Durante las obras, se establecen una serie de controles y métodos de trabajo en cuanto a las distintas fases de la obra, así como un control general y una serie de medidas de seguridad.

Todo ello se refleja en el conjunto de especificaciones técnicas y pliegos de condiciones que tiene que cumplir la empresa adjudicataria de los trabajos, es decir, el contratista.

El contratista debe ser responsable, entre otras, de las siguientes cuestiones relacionadas con el impacto ambiental que puede ocasionar la construcción de la obra:

Orden, limpieza y limitación del uso del suelo de las obras objeto del contrato.

Adopción de las medidas que le sean señaladas por las autoridades competentes y por la representación de la compañía para causar los mínimos daños y el menor impacto en:

- Caminos, acequias, canales de riego y, en general, todas las obras civiles que cruce la línea o que sea necesario cruzar y/o utilizar para acceder a las obras.
- Plantaciones agrícolas, pastizales y cualquier masa arbórea o arbustiva. El contratista deberá tomar todas las precauciones para evitar daños a los cultivos y deberá asegurarse de que el trabajo esté debidamente supervisado con el objeto de que los daños se reduzcan al mínimo.
- Donde se coloque una cimentación sobre una rampa o pared, el costo de demolición y reconstrucción de tales obstáculos para ampliar el cimiento y su construcción, será costado por el contratista. El contratista también será responsable de todos los daños causados a terrenos, propiedades, caminos, desagües de plantaciones, cerros, paredes, árboles, setos, cultivos, portones y afines que sean dañados o interrumpidos durante la ejecución de los trabajos y deberá remover todo el material sobrante después de la erección.
- Los responsables de la compañía propietaria (EPR) negociarán los daños y perjuicios resultantes de la servidumbre de paso y el contratista será responsables ante el dueño de tales daños y perjuicios, a menos que se certifique por escrito que el daño es inevitable.
- Las diligencias necesarias para la retirada de obstáculos, tales como tuberías, o para cambiar líneas de telecomunicaciones y electroductos que deben ser desviados, serán hechos por la compañía correspondiente a requerimiento del contratista con el debido aviso anticipado de que está listo para comenzar los trabajos en el área afectada.
- Formaciones geológicas, monumentos, yacimientos, reservas naturales, etc.
- Cerramiento de propiedades, ya sean naturales o de obra, manteniéndolas en todo momento según las instrucciones del propietario.

- Obligación de causar los mínimos daños sobre las propiedades.
- Prohibición del uso de explosivos, salvo en casos muy excepcionales.
- Prohibición de verter aceites y grasas al suelo, debiendo recogerse y trasladar a vertedero o hacer el cambio de aceite de la maquinaria en taller.

El contratista deberá hacer las provisiones adecuadas para prevenir la dispersión o daños del ganado durante la ejecución del trabajo hasta la restauración permanente de cercas, paredes, setos, portones y cercar o señalizar los huecos que se realicen para cada pata de la torre hasta que los mismos hayan sido completados. El contratista no estará libre de responsabilidad por pérdida o daño del ganado, debido a la falta de cumplimiento de las exigencias mencionadas.

Seguidamente, se han extractado algunos puntos referentes al control de las obras recogidos en diversas especificaciones técnicas y pliegos de condiciones que tratan las distintas fases de trabajo, transcribiendo algunos de ellos y resumiendo otros. Esta recopilación se ha realizado en relación con el control de las fases constructivas que implican de alguna forma posibles efectos en el entorno, es decir, recopilando la información sobre el control de las obras desde la perspectiva ambiental.

Replanteo

El personal técnico determinará el marcado de los ejes del apoyo y la verificación exacta de los anclajes del apoyo mediante el clavado de estaquillas. De esta forma, se marcarán los ejes necesarios para la exacta ejecución de los trabajos en lo que se refiere a excavación, presentación de anclajes y hormigonado.

Las faltas de estaquillado serán informadas al menos con 15 días de antelación, para que la reposición de las mismas no entorpezca el ritmo normal de los trabajos.

Si existiesen anomalías, serán comunicadas a la compañía con la máxima urgencia.

Rutas o calles

Las pistas de acceso serán acordadas por los representantes de la compañía, del contratista y de los encargados de la gestión de permisos. Se hará un croquis firmado por los citados.

Al realizar la ejecución de la pista de acceso (para camión de 38 Tm) a los apoyos de la línea, se debe señalar con spray de forma visible en la calzada el número de apoyos a los que se accede.

Los caminos se realizarán de tal forma que no se produzcan alteraciones destacables o permanentes sobre el terreno, por lo que se utilizarán preferentemente los caminos existentes, aunque en algunos casos sus características no sean las más adecuadas.

Se prohíbe alterar las escorrentías naturales de aguas, así como realizar desmontes o terraplenes desprovistos de una mínima capa de tierra vegetal. Se canalizarán adecuadamente las aguas si lo requiere el terreno.

El contratista deberá llevar a cabo a lo largo de todos los caminos de acceso y de la ruta, para asegurar la continuidad de acceso por el Dueño para el mantenimiento y vigilancia durante la época de lluvia, los trabajos siguientes:

- Drenajes locales en los puntos bajos del área, construcción de alcantarillas adecuadas y puentes pequeños donde la línea o caminos de acceso cruzan quebradas, barrancos, etc. y la construcción de veredas con troncos o rellenos en ciénagas o áreas pantanosas.
- En el caso de que se requieran trabajos de construcción, alrededor, dentro, sobre, a través de canales, el contratista deberá mantener el paso de la corriente que exista en canales de riego y cursos de las aguas, durante todo el período de construcción, por medio de canales de desviación, tubería de paso, caja, diques, localización permanente u otros trabajos y estructuras requeridas a tal propósito.
- La secuencia de construcción y procedimiento para la hechura, mantenimiento y operación de desviaciones y otros trabajos para el propósito de mantener las corrientes

de agua, deberán estar en estricto acuerdo con los planos que forman parte del Contrato y como lo indique la compañía propietaria.

El contratista debe cumplir los siguientes requisitos si es necesario atravesar fincas de cultivo, prado, pinares, etc.:

- Señalizar por medio de cintas el acceso a cada apoyo, para que todos los vehículos realicen la entrada y salida por un mismo lugar y utilizando una sola rodadura.
- La servidumbre a ocupar al realizar los trabajos se señalará por medio de cintas alrededor de cada apoyo, no sobrepasando en 12 m el lado del cuadrado que se forme respecto al que tenga la base del apoyo.
- Causar los mínimos daños a la propiedad, ajustándose en todo momento, y siempre que técnicamente sea posible, al trazo que indique el propietario de la parcela.
- Mantener cerradas en todo momento las propiedades atravesadas para acceso a los apoyos, a fin de evitar la entrada y salida de ganado.

El responsable de la compañía en la obra debe fijar los casos concretos, en los que por existir dificultades para abrir pistas, sea necesario realizar el acopio con pequeños vehículos tipo "dumper", caballería, helicóptero, etc. o bien sea necesario aplicar métodos constructivos especiales.

Excavación y Hormigonado

Al realizar la excavación, la profundidad del hoyo será la indicada en los planos, es decir, la medición teórica.

Las excavaciones se realizarán con el celo y cuidado necesario para evitar que se generen daños innecesarios en el terreno circundante.

Después de realizar la excavación se colocará el anillo de puesta a tierra. Las excavaciones deben ser protegidas para evitar accidentes tanto de personas como de animales.

Cuando el relleno se realiza con los propios materiales extraídos de la excavación, el acopio de las tierras en las fundaciones deberá colocarse cuidadosamente, usando los mejores materiales de excavación presentes cerca de las bases.

El relleno deberá compactarse en capas de 25 cm o de la manera aprobada por la compañía propietaria de la línea.

Cuando el material sea tan húmedo que en opinión de los responsables de la compañía eléctrica no sea adecuado para rellenos, el contratista deberá extender y orear el material hasta obtener la humedad apropiada, al tiempo que se ha de usar. El grado de compactación para el relleno deberá ser de densidad equivalente a la tierra adyacente no perturbada.

No deberán usarse en el relleno piedras grandes, raíces o cualquier material indeseable.

Si la compañía considera que el material excavado es inadecuado se usará tierra seleccionada. Este material será suministrado por el contratista obteniéndolo localmente. Será colocado y compactado en capas de 25 cm de modo que se ligue y compacte alrededor de los cimientos para formar un cono denso de tierra que aumente la resistencia. La fuente de este material deberá ser aprobada por la compañía o su representante.

En general, la tierra natural del emplazamiento de cada torre, deberá perturbarse lo menos posible durante la construcción. En todo caso, la superficie del suelo del emplazamiento de cada torre deberá quedar con la pendiente precisa para drenar el agua de las patas de la torre y dejada con el aspecto más natural posible.

En condiciones especiales, principalmente en laderas de montaña, la compañía podrá autorizar la colocación de piedras sueltas, para proteger las cimentaciones de la torre o darle resistencia adicional. El material deberá ser de roca sólida y durable o de trozos de concreto sin varillas de

refuerzo, que tengan un peso aproximado de 100 Kg cada uno y de un diámetro o espesor de 20 cm como mínimo.

El sobrante de la excavación se tratará de adaptar al terreno y, si no es posible, se retirará de forma total o parcial.

La ejecución del hormigonado no deberá exceder a la excavación en más de 10 días naturales para evitar que la meteorización provoque el derrumbamiento de las paredes de los hoyos.

El hormigón utilizado, así como su fabricación, ya sea "in situ" o proceda de planta, debe cumplir las características recogidas en la "Especificación Técnica para ejecución de Cimentaciones de Torres Metálicas de Líneas Eléctricas" de la normativa española.

Para la colocación de los anclajes se utilizarán los instrumentos apropiados para la correcta ejecución del trabajo y se seguirán los datos sobre errores máximos admisibles recogidos en la Especificación Técnica antes citada.

El hormigonado del anclaje se efectuará vertiendo el hormigón en masa directamente en la excavación, complementándole con una losa o escalón según los planos correspondientes.

Si el anclaje es en roca con pernos, la parte superior se completará con hormigón en masa. Entre la perforación y el hormigonado del taladro no deberán pasar más de 2 días, durante los cuales la boca de los agujeros deberá permanecer tapada para evitar la meteorización del terreno.

Se llevará un reporte o registro individualizado de cada perforación, recogiendo datos sobre los tipos de detritus, velocidad de perforación, etc.

Las labores de hormigonado se realizarán con luz diurna (desde una hora después de la salida del sol hasta una hora antes de la puesta).

El tiempo entre la adición del agua al cemento y su descarga total nunca será superior a una hora y media. La mezcla que sobrepase este tiempo deberá ser rechazada.

Se realizará el control de calidad mediante análisis al comienzo de la obra y cada 3 meses, entregándose los certificados de los ensayos a la compañía propietaria del Proyecto.

Al realizar los controles de consistencia del hormigón, si no se cumplen los valores adecuados, la hormigonera móvil no podrá suministrar hormigón durante ese día y se rechazará la amasada completa. Se realizarán los controles en todas las amasadas que se suministren.

Tanto el terreno utilizado para ensayos como los colindantes, deberán quedar libres de cualquier elemento extraño.

El adjudicatario cumplirá y hará cumplir a sus trabajadores las normas de seguridad aplicables.

La compañía propietaria de la línea actuará con todo rigor cuando se produzcan actuaciones que provoquen alteraciones en la flora, fauna y, en general, en el medio en que se trabaje, llegando si es preciso a la paralización de los trabajos.

Puestas a Tierra

La ejecución de tomas de tierra de los apoyos metálicos se realiza según una serie de especificaciones técnicas en las que se distinguen diferentes zonas en que pueden quedar ubicados los apoyos. Estas zonas se clasifican y definen según su grado de frecuentación:

- Zonas de pública concurrencia
- Zonas frecuentadas
- Zonas agrícolas no frecuentadas
- Zonas no frecuentadas

El izado de un apoyo viene determinado por la zona en que el apoyo está situado y por el tipo de cimentación y anclaje del apoyo (profundidad de la roca). Se ejecutan para cada pata del

apoyo. En general, y sobre todo para las zonas frecuentadas, la resistencia debe resultar inferior a 20 ohmios por torre.

No se extenderán las antenas en las mejoras de las puestas a tierra hacia lugares como caminos, viviendas, zonas frecuentadas, cercados metálicos o tuberías metálicas que se encuentren próximas a los apoyos. En las mejoras de tierra, los enlaces entre las varillas se realizarán de forma que se produzca un buen contacto entre las mismas (soldadura).

La medición de la resistencia de difusión de la toma de tierra se realizará después de que las zanjas hayan sido rellenadas y compactadas, dejando al descubierto, únicamente, las puntas de arranque de las posibles ampliaciones que se recomiendan cuando la resistencia no es suficientemente baja.

Previo al hormigonado, los anillos o varillas de la puesta a tierra se situarán en un pequeño surco y se taparán con tierra de labor (de baja resistividad); de esta forma se evitará que las varillas puedan quedar embebidas en el hormigón.

Las varillas instaladas y conexionadas serán inspeccionadas por el vigilante de la compañía.

Talas y Podas

Para proceder a la tala de árboles, se debe tener el permiso escrito del propietario y, en su caso, de los organismos competentes. Igualmente, si se realizan tareas de quemado, se deben obtener los permisos correspondientes

En las tareas de poda y tala, además de cumplirse todas las normas de seguridad en relación con los operarios, deben controlarse, entre otras, las siguientes cuestiones:

- Siempre que ramas y árboles estén dentro de la zona de una línea eléctrica, o pudieran entrar en ella en su caída, habrá que proceder a derribar o podar el árbol.
- Cuando se trabaje junto a una vía de comunicación, se recabará de la propiedad los permisos oportunos y se señalizará como si de un cruzamiento se tratara.

- En el talado de árboles, los componentes de la brigada deben de saber el procedimiento a seguir y estar perfectamente sincronizados.
- En caso de ser tumbados los árboles a talar serán guiados con cuerdas cuando en su caída puedan ocasionar lesiones a las personas o daños en la propiedad. Si la dirección de caída del árbol no coincide con la elegida, se forzará ésta mediante las cuerdas para direccionar.
- No se efectuarán tareas de talado con vientos fuertes.

En principio, la calle o servidumbre de la línea deberá quedar libre de árboles y arbustos hasta 15 m a ambos lados del eje central. Los árboles cortados y amontonados no deberán elevarse a más de 1,0 m sobre el nivel del suelo.

El área dentro de un radio de 5 m del centro de la torre deberá quedar libre de vegetación. Además los árboles que estén fuera de la faja de limpieza y que al caer puedan dañar la línea, deberán ser podados por el contratista. Después de haber obtenido el correspondiente permiso estipulado para la limpieza

El contratista deberá limpiar franjas de 3 m de ancho partiendo de calles y carreteras públicas, que servirán como camino de acceso para el mantenimiento futuro de la línea. Estas franjas deberán quedar libres de árboles, troncos y vegetación.

Armado e Izado de la Torre

Las condiciones que han de cumplirse en los trabajos de transporte, acopio, armado e izado de los apoyos metálicos son las que se detallan a continuación:

Los caminos de acceso a los lugares de emplazamiento de los apoyos serán los mismos que se utilizaron para la ejecución de las cimentaciones.

El adjudicatario entregará a la compañía una relación de herramientas y maquinaria revisadas, la relación del personal técnico que intervendrá en la obra durante todo el tiempo que dure la misma, un programa detallado de ejecución de los trabajos y los partes y certificaciones con la periodicidad requerida.

Los trabajos de izado no podrán comenzar antes de haber transcurrido 7 días desde la finalización del hormigonado.

La reparación por daños ocasionados a terceros será responsabilidad del adjudicatario.

El adjudicatario será responsable de los materiales que reciba y establecerá uno o varios almacenes en obra, en las proximidades de la línea, debiendo comunicar a la compañía su emplazamiento al comienzo de la obra. En estos almacenes deberá mantener, en las debidas condiciones, el material entregado para la construcción de la línea. El material sobrante será ordenado, embalado y clasificado por el adjudicatario y será por su cuenta la carga, transporte y descarga hasta los almacenes de la compañía.

Para los trabajos de armado e izado de los apoyos se utilizarán las herramientas y maquinaria adecuada, y en perfectas condiciones de uso.

Se comprobará el estado de las grúas cada vez que vayan a usarse. Una vez izada se venteará según el esfuerzo a que vaya a ser sometida. En los vientos se intercalarán trácteles para su regulación.

No se utilizarán grúas para el izado en las proximidades de elementos energizados, salvo autorización expresa de la compañía.

Las grúas deberán disponer de dispositivos de seguridad que incluyan, como mínimo, el limitador de carga.

El material, y especialmente el material galvanizado, deberá manipularse con sumo cuidado; no se permitirá el uso de cadenas o estrobos mecánicos.

En el apilado se utilizarán calces para evitar que el material esté en contacto con el terreno. Los paneles de los apoyos se acopiarán a obra con antelación suficiente y en consonancia con el ritmo de izado, evitando que permanezcan en el campo excesivo tiempo sin ser utilizados.

Durante el armado de los apoyos, si se detecta cualquier defecto en el material antes o durante los trabajos de armado, se comunicará a la compañía.

Se prohíbe expresamente la colocación de tornillos a golpe de martillo; en ningún caso se han de agrandar los taladros de las piezas.

Cuando el apoyo se monte en el suelo, se hará sobre terreno sensiblemente horizontal y perfectamente nivelado con calces de madera. Los tornillos no se aprietan totalmente hasta izar el apoyo. Se procurará hacer el montaje de los apoyos siguiendo un orden correlativo para dar continuidad a la fase de tendido.

El adjudicatario utilizará para el izado el procedimiento que estime más conveniente, dentro de los habitualmente utilizados.

Una vez izado el apoyo y conseguida una verticalidad se procederá al apriete final de los tornillos con tacómetros calibrados

Si el izado se realiza con grúa, se izará el apoyo suspendiéndolo de los puntos señalados en los planos, o estrobando por las zonas propuestas por el adjudicatario y aprobadas por la compañía, forrando convenientemente los estrobos para evitar daños.

Después del izado de la torre, se deberá pintar el acero hasta una altura de 30 cm de la superficie del hormigón, juntamente con esta superficie, con una capa de pintura bituminosa.

Las torres con cimentaciones metálicas serán tratadas con 2 manos de pintura bituminosa hasta una altura de 50 cm de la superficie del terreno, juntamente con la pintura de la cimentación metálica.

Después del izado, cada torre deberá ser cuidadosamente inspeccionada con vista a revisar la condición de las superficies de los montantes y la seguridad de todos los ensamblajes

Tendido de Conductores y Cables de Tierra

En la especificación técnica correspondiente se recogen las condiciones que deben cumplirse en los trabajos de transporte, acopio, tendido, tensado, regulado y engrapado de los conductores y cables de tierra de las líneas eléctricas aéreas de alta tensión.

El adjudicatario entregará a la compañía, antes del comienzo de la obra, los siguientes datos: la relación del personal integrante de cada uno de los equipos, el plan de ejecución de los trabajos, la maquinaria que se va a utilizar con su fecha de adquisición, las previsiones constructivas y de seguridad, información sobre cruzamientos especiales y los datos de la frecuencia a utilizar en los radioteléfonos y la autorización administrativa para ello.

El Contratista deberá tomar todas las precauciones necesarias para evitar que los conductores y el cable de guarda puedan dañarse de algún modo durante las operaciones de transporte, almacenamiento e instalación. Cualquier daño que aparezca en la superficie externa del conductor y del cable de guarda podrá causar su reemplazamiento de acuerdo con la decisión de los responsables de la compañía. En caso de daños menores de cordones individuales de un conductor o del cable de guarda, durante su tendido, se permitirá el uso de camisas de reparación del tipo aprobado.

El comienzo de los trabajos de tendido será, como mínimo, 28 días después de la terminación del hormigonado de los apoyos.

Antes de iniciarse los trabajos, la compañía y el adjudicatario realizarán una revisión de las herramientas, útiles y maquinaria a utilizar durante los mismos. Se realizarán, durante el

transcurso de la obra, revisiones similares cada mes y medio o 2 meses. La compañía podrá exigir el cambio de herramientas, si las considera en no buenas condiciones o inadecuadas para la realización del trabajo.

Las maniobras, en especial de carga y descarga de los cables, aisladores, etc., se realizarán de forma correcta y con los medios adecuados.

Los daños a terceros serán responsabilidad del adjudicatario.

El adjudicatario será responsable de los materiales que reciba y establecerá uno o varios almacenes en obra, debiendo comunicar a la compañía su emplazamiento y mantener en condiciones de seguridad el material recibido.

El tendido de conductores se hará usando equipo para tendido que consistirá en una máquina de tiro y de un freno del tipo y potencial preciso, el cual permitirá el tendido de conductores para cada tramo de la línea, bajo una tensión controlada y a fin de evitar de que cuando el conductor esté instalado en las poleas haga contacto con el suelo.

En ningún caso los conductores deberán ser arrastrados en el suelo durante el flechado.

Las poleas adoptadas para el tendido deberán estar en perfectas condiciones, especialmente la fricción de rodamiento deberá ser la mínima posible para asegurar una máxima uniformidad posible en los vanos adyacentes. La ranura de la polea deberá estar recubierta con hule duro o con un material equivalente. Las poleas deberán marcarse con un número de identificación. En ningún caso, el diámetro de las poleas deberá ser inferior a 20 veces al diámetro del conductor que está tendiendo.

Durante y después del tendido de los conductores y del cable de guarda deberán conectarse a tierra para evitar daños causados por las descargas eléctricas. El Contratista será responsable por la perfecta ejecución de la puesta a tierra y deberá indicar los puntos donde se hayan puesto a modo de permitir la remoción antes de poner en servicio la línea.

Cuando se coloque la máquina de tiro y el freno para la operación del tendido de conductores, el Contratista deberá tomar en consideración la localización de las torres para evitar sobrecargar aquellas que están más cargadas. Se usará hasta donde sea posible los conductores de máxima longitud a fin de reducir el número de empalmes.

Los empalmes deberán estar a 20 m o más de la grapa de suspensión más cercana, o a 50 metros o más de la grapa de anclaje más cercana; no deberá tener más de un solo empalme por conductor en un solo vano.

No deberán usarse empalmes:

- En vanos cruzando vías del ferrocarril
- En vanos cruzando carreteras principales
- En vanos cruzando líneas de transmisión y/o telecomunicaciones

Durante el tendido, en todos los puntos de posible daño del conductor, se situarán los operarios necesarios provistos de emisoras y en disposición de poder detener la operación de inmediato. La tracción de tendido de los conductores será la necesaria para que puedan desplegarse evitando el rozamiento con los obstáculos naturales a una altura suficiente, debiendo mantenerse constante durante el tendido de todos los cables.

Los empalmes deberán ser cuidadosamente limpiados con cepillos, limpiándose antes el cable con gasolina y un paño. Cuando esta operación se realice sobre el terreno, deberán disponerse lonas para evitar que las superficies limpias apoyen sobre la tierra.

Antes de proceder al tensado de los conductores, las torres de amarre y sus crucetas deberán ser vendadas en sentido longitudinal.

Los cables deberán permanecer sin engraparse un mínimo de 48 horas para que se produzca su asentamiento.

La compañía fijará para cada serie los vanos de regulación y comprobación que estime oportunos, así como las flechas que han de medirse en los mismos. No deben quedar más de tres vanos consecutivos sin comprobar.

La compañía podrá suspender las operaciones de regulado si las condiciones climáticas fueran adversas o pudieran provocar errores o riesgos en los trabajadores o bienes

Una vez engrapadas las cadenas de suspensión de la serie, se procederá a efectuar el de las cadenas de amarre, tras lo cual se comprobarán nuevamente las flechas de los vanos. Finalizadas las operaciones de engrapado, se colocarán los separadores con la mayor rapidez a fin de evitar el choque de un haz por la acción del viento.

El tiempo entre estas acciones no debe ser superior a 96 horas.

El adjudicatario será responsable de la colocación de las protecciones adecuadas para impedir que la caída de los cables pueda producir daños, permitiendo al mismo tiempo el paso por las vías de sin interrumpir dicha comunicación. Se hace referencia a cruzamientos con ferrocarriles, carreteras, caminos, líneas eléctricas, telefónicas y telegráficas.

En cruzamientos con líneas eléctricas se tomarán todas las precauciones (corte de tensión, puesta a tierra, etc.)

2.4.11 Operación y mantenimiento

El mantenimiento de una línea eléctrica de alta tensión implica una serie de actividades esencialmente consistentes en revisiones periódicas, reparaciones accidentales o de mantenimiento preventivo, para mantener a las instalaciones en perfecto estado de funcionamiento, y el control de la vegetación.

A continuación se describen estas actividades:

Revisiones Periódicas

Como norma general se efectúan como mínimo dos revisiones rutinarias o de mantenimiento preventivo por año. En estas revisiones se recorre a pie todo el trazo de la línea; estando estipulado que se debe subir a un tercio de los apoyos para un reconocimiento más minucioso de sus elementos.

Estas labores también pueden efectuarse mediante helicóptero, sobrevolando toda la línea, siempre que las circunstancias lo permitan.

Como resultado de las revisiones preventivas se detectan las anomalías que puedan presentar los distintos elementos de la línea, siendo las más usuales: aisladores rotos, daños en los conductores, cables de tierra, separadores de conductores, etc., procediendo a su posterior reparación.

El equipo normal utilizado en estas reparaciones habituales consiste en un vehículo todo terreno, y las herramientas propias del trabajo, no siendo necesaria la utilización de maquinaria pesada.

Para tener una idea de la frecuencia de las reparaciones, a continuación se da una relación de la vida media de los distintos elementos de una línea eléctrica de alta tensión; las cifras que se indican son aproximadas, obtenidas de la experiencia de otras líneas y con un amplio margen de variación pues dependen de muchos factores: clima, contaminación atmosférica, proximidad al mar, etc.

- Galvanizado de los apoyos: 10 - 15 años (se pintan con 2 a 4 capas de pintura)
- Cable de tierra: 25 - 30 años
- Período de amortización de una línea de A.T.: 30 - 40 años

Reparaciones Accidentales

En las líneas de alta tensión se producen una media de 3 a 4 incidentes por año, considerándose como tales las actuaciones no controladas de los mecanismos de seguridad en las subestaciones.

Los incidentes pueden ser en general de dos tipos, dividiéndose según sus efectos. El primer tipo de incidentes agrupa aquellos que producen una ausencia de tensión momentánea, como los motivados por sobrecargas de tensión ajenas a la línea, fuerte niebla junto con contaminación atmosférica, fugas a tierra por múltiples causas, etc. En estos casos no se producen defectos permanentes en la línea y se restablece el servicio acoplado ésta de nuevo, bien de forma automática, bien manualmente. Este tipo de incidentes son los más frecuentes.

El otro tipo de incidentes comprende los que producen una ausencia de tensión permanente o avería en la línea, y precisan reparación. Las causas más frecuentes de este tipo de averías son fenómenos meteorológicos de intensidad anormal (tormentas y vientos muy fuertes etc.) que sobrepasan los cálculos técnicos y de seguridad utilizados en el diseño y en los Reglamentos de Alta Tensión. Una vez localizada y reparada la avería se vuelve a acoplar la línea. Otras causas menos frecuentes de averías son el envejecimiento de materiales, accidentes ajenos a la línea, etc.

Para proceder a la reparación de estas averías accidentales se utilizan los accesos previstos para el mantenimiento permanente de la línea, que aprovechan la red creada durante la construcción, para minimizar el efecto que se pueda llegar a producir sobre el entorno.

Control del Vegetación

Durante las revisiones periódicas rutinarias se realiza un seguimiento del crecimiento del arbolado que se prevé puede interferir, por su altura, con la línea, debiendo cortar aquellos pies que se prevea que pueden constituir un peligro, al existir la posibilidad de que al crecer, sus ramas se aproximen a los conductores a una distancia menor que la de seguridad. Las actividades a realizar se ajustarán a lo mencionado en el proceso de construcción, realizándose las labores en general por medios manuales, y de manera esporádica con máquina, no empleándose herbicidas.

Los accesos utilizados para el mantenimiento de la línea son los mismos que se abrieron para la construcción de la misma, no siendo necesaria la apertura de nuevos accesos sino exclusivamente el mantenimiento de los ya existentes.

2.4.12 Insumos, materia prima y recursos utilizados

Se describe en forma clara y precisa en que consiste la actividad, obra o proyecto, definiendo las etapas de ejecución.

a. Suministro de Materiales en Líneas y Subestaciones

- Herrajes
- Conductores
- Aisladores
- Torres de Celosía de acero galvanizado, postes de hierro o de concreto.

b. Obras Civiles en Líneas y Subestaciones

Construcción de las bases de concreto para las zapatas de las torres de transmisión, muros de contención y drenajes.

c. Obras Electromecánicas en Líneas

- Montaje de torres.
- Instalación de aisladores y herrajes.
- Tendido de cables.
- Ampliación de las Subestaciones tomadas en cuenta para todo el estudio.

d. Pruebas en Líneas y Subestaciones

Mediciones de tierra, de aislamiento, de pérdidas en las fibras ópticas.

e. Puesta en Servicio

Energización de la línea.

Todos los materiales utilizados en las obras habrán de acopiarse en la zona. Desde el punto de vista ambiental interesa conocer la procedencia de los áridos o material selecto (grava y arena) para el hormigón. En este tipo de Proyecto no será necesaria la creación de canteras en las inmediaciones de la zona, pues el hormigón o concreto debería proceder de plantas fijas existentes, las cuales obtienen el material selecto de graveras en explotación debidamente legalizados.

Por otra parte al contratista se le exige e impone que la procedencia del hormigón, proceda de canteras debidamente concesionadas pudiendo obtenerlo de plantas fijas existentes o, si fuera necesario, crear plantas móviles, próximas a carreteras de la zona. La única exigencia al contratista en este sentido es que el máximo tiempo que puede transcurrir entre carga y descarga del hormigón por la hormigonera sea de 2 horas, si no se ha añadido aditivo.

Otra exigencia de gran importancia impuesta al contratista es la no utilización de explosivos, salvo en casos muy excepcionales, ni en la apertura de cimentaciones ni en otra actividad. Evitando así los impactos que ello conlleva.

Los recursos naturales renovables y no renovables a utilizar durante la etapa de construcción son: fuentes de abastecimiento de agua, uso y cantidad/volumen a utilizar, banco de material pétreo (arena, grava, piedra)

Cuadro 2.4 Utilización de recursos naturales

LÍNEA DE TRANSMISIÓN A 230 KV PROYECTO "SIEPAC"			
Recurso	Fuente	Volumen o Cantidad	Uso
Agua	De lugares cercanos a la obra	10.800 m ³	Para consumo y elaborar mezclas de concreto, curados, compactaciones, etc.
Tierra	De lugar cercano a la obra.	8.400 m ³	Para compactación.
Grava	Comprada en pedreras	6.000 m ³	Para mezclas de

LÍNEA DE TRANSMISIÓN A 230 KV PROYECTO "SIEPAC"			
Recurso	Fuente	Volumen o Cantidad	Uso
	autorizadas		concreto.
Arena	De ríos cercanos a la obra con los permisos respectivos.	4.800 m ³	Para mezclas de concreto.

2.4.13 Descripción del manejo y disposición de desechos sólidos

Una vez finalizadas las diferentes fases de trabajo se dejará la zona en condiciones adecuadas, retirando los materiales sobrantes de la obra.

Los residuos inertes procedentes de la excavación de cimentación, si no se utilizan para el propio relleno del hoyo, se suelen extender en la proximidad del apoyo, al suponer un volumen pequeño, adaptándolas lo más posible al terreno; si esto no es posible. Tienen que ser trasladados, generalmente en camiones, fuera de la zona de actuación. Se acumulará en forma selectiva asegurándose que los suelos orgánicos puedan ser utilizados en sitios a restaurar o en sitios aledaños en depresiones, conservándolos de la mejor forma.

Las cajas, embalajes, desechos, etc., deberán ser recogidas y gestionadas en vertederos autorizados

El hormigón desechado que no cumpla las normas de calidad debe ser eliminado en lugares aptos para el vaciado de escombros, no impactantes al entorno, o vertedero, o bien ser extendido en los caminos para mejorar su superficie, siempre y cuando existiera con antelación un tratamiento superficial de los mismos o si se acuerde así con el propietario, y con el visto bueno de las autoridades competentes.

En la fase de operación y mantenimiento la permanencia del personal en el área el Proyecto es temporal; los desechos que se generen serán productos de los trabajos de mantenimiento de la línea. Estos restos de material serán reutilizados en los casos que se puedan aprovechar y los que no, serán dispuestos en vertederos autorizados.

Desechos Generados En La Fase De Construcción

Desechos Sólidos y Líquidos

Cuadro 2.5 Desechos sólidos generados por el Proyecto

Desechos	Tipo	Fuente	Cantidad de desecho (m ³ /semana)	Disposición final ó receptor/tratamiento
SÓLIDOS	Ripio	Restos materiales de construcción	6	Lugares permitidos por las municipalidades
	Basura domestica	Personal de la obra	1	Lugares permitidos por las municipalidades

Emisiones a la Atmósfera

Cuadro 2.6 Emisiones generadas por el Proyecto

Emisiones a la atmósfera	Actividad que lo genera	Sustancia emitida	Cantidad
GASEOSAS	Camiones, tractores y demás equipos de construcción.	Monóxido de Carbono + Dióxido de Carbono.	Ignorado, depende del equipo y su estado.
		Polvo levantado a la atmósfera	Pequeña escala.

Cuadro 2.7 Fuentes emisoras de ruido en el Proyecto

	Fuente	Emisión de ruido (db) máximo	Nivel (dB) lindero más cercano	Condición de emisión respecto a la normativa establecida para la fuente: bajo, normal, alto
RUIDO	Maquinarias operando	**	*	Se estima en 85 dB

** El ruido generado durante la construcción de la Línea de Transmisión, corresponde eminentemente a la circulación de vehículos, tractores en la apertura de caminos de acceso, el equipo de tendidos y mezcladora de concreto, los cuales operan principalmente en horas diurnas.

Emisiones Durante la Etapa de Operación

Emisiones a la Atmósfera

No existe NINGÚN tipo de emisiones

2.4.14 Medidas de seguridad

En los lugares de trabajo deberán tomarse las siguientes medidas mínimas de protección a la salud de los trabajadores:

1. El abastecimiento de agua para el consumo será a través de camiones cisternas provenientes de centros de distribución de compañías regionales o locales de agua y de algunos cuerpos de agua cercanos a las líneas de transmisión.
2. Los desechos y residuos no deben acumularse en el sitio de trabajo, se debe disponer en los rellenos o lugares estipulados para eso.
3. La iluminación del sitio de trabajo debe ser suficiente y debe estar adaptada a las necesidades del caso. La fuente de luz puede ser tanto natural como artificial.
4. Para la realización de trabajos al aire libre deberán tenerse en cuenta las posibles condiciones ambientales desfavorables, de forma que el trabajador quede protegido en todo momento. Los trabajos se prohibirán o suspenderán en caso de tormenta, lluvia, vientos fuertes o cualquier otra condición ambiental desfavorable que dificulte la visibilidad, o la manipulación de las herramientas.
5. Deben proveerse las instalaciones sanitarias y medios necesarios para lavarse, así como agua potable en lugares apropiados, en cantidad suficiente y calidad establecidas por las autoridades de salud.
6. Los sitios de trabajo deben contar con vestuarios para cambiarse de ropa al comenzar y terminar las labores.
7. Deben establecerse lugares apropiados para que los trabajadores puedan consumir sus alimentos y bebidas en los lugares de trabajo.

8. En la medida de lo posible, deben eliminarse o reducirse los ruidos y vibraciones perjudiciales a la salud de los trabajadores.

Las medidas a adoptar para prevenir, reducir y eliminar los riesgos que amenacen la seguridad y la salud de los trabajadores en los lugares de trabajo, son las siguientes:

- El Contratista está en la obligación de dictar una charla de preingreso relacionada con seguridad e higiene industrial, a todo el personal contratado a fin de elevar el nivel de concienciación hacia el cumplimiento de las normas y procedimientos de seguridad.
- Los trabajadores deben contar con la ropa, equipo y cualquier otro medio de protección individual, que fuere necesario, para la ejecución de los trabajos en forma segura. El Contratista facilitará al trabajador la ropa y equipo individual de protección, además estará en la obligación de hacer que sus trabajadores usen en forma correcta dichos equipos e implementos de seguridad. No se permitirá iniciar sus labores en el frente de trabajo a aquellos trabajadores que no estén provistos del equipo de protección personal requerido.
- El Contratista deberá mantener una cantidad adecuada de equipos de protección personal en los almacenes dentro de sus instalaciones a fin de garantizar permanentemente la disponibilidad de dichos equipos.
- Informar a todos los trabajadores todo lo concerniente a la protección de la maquinaria, equipo y herramientas. Además deberán ser instruidos sobre los peligros que entraña la utilización de los equipos y las precauciones que deben tomar. Deberán, también, colocarse los dispositivos de protección para que puedan ser utilizados, y los trabajadores estarán obligados a cuidar y observar lo establecido sobre los dispositivos de protección que tenga la maquinaria.

- ❑ Prohibir la introducción, venta, uso y consumo de drogas alucinógenas y bebidas alcohólicas. Igualmente, queda prohibido presentarse al trabajo en estado de ebriedad o bajo el efecto de cualquiera de dichas sustancias.
- ❑ Se deberá contar con el equipo y la preparación necesaria para combatir un conato de incendio en las instalaciones y obras que se realicen.
- ❑ Las paredes de las excavaciones deben tener el ángulo de reposo adecuado según el tipo de terreno.

Los equipos de protección mínimos con los que deberán contar los trabajadores incluyen:

- Protector de oídos
- Casco de seguridad
- Botas de seguridad
- Lentes de seguridad
- Cinturón de seguridad (cinturón de sujeción y arneses anticaída)
- Chalecos reflexivos

2.4.15 Programa de trabajo

Para dar cumplimiento al programa de puesta en servicio de la línea y subestaciones, es necesario comenzar con las actividades para su materialización. Para alcanzar dicho objetivo se ha formado una Fuerza de Tarea destinada a planificar y programar la materialización del proyecto y dar inicio a las actividades prioritarias relacionadas con la definición del trazado de la línea, la obtención de servidumbres y de los necesarios permisos ambientales.

A su vez el contrato de préstamo con el BID considera que debido a la complejidad del Proyecto y a los efectos de asegurar uniformidad en todos los equipos, la construcción de las obras de

transmisión será llevada a cabo mediante la modalidad de “llave en mano”. También se establece que antes de convocar a la licitación pública deberá presentarse a la consideración del BID, prueba que se tiene las servidumbres u otros derechos necesarios para iniciar las obras.

El estado de las actividades emprendidas es el siguiente:

- Estudios Medio Ambientales: a finalizar en noviembre 2003
- Topografía de la Línea, estudio del Trazado de la Línea y elaboración de planos catastrales: a finalizar en diciembre 2003
- Valoración de Terrenos: finalizado en septiembre 2003.
- Negociación e Indemnización a Propietarios: a iniciar en octubre 2003.
- Diseño e ingeniería. Se ha trabajado en el levantamiento del estado actual de los sistemas eléctricos. Se cuenta con diseños básicos preliminares.

Diseño básico

Se cuenta con el diseño preliminar del Proyecto, elaborado por la firma DPC. Se ha previsto licitar por una parte la construcción de la línea dividida en dos sectores, y por otra las subestaciones. Con el objeto de tener una adecuada uniformidad en los tramos de la línea se está avanzando el terminar la ingeniería básica.

Será responsabilidad de las empresas constructoras la revisión del diseño básico y la preparación de los diseños finales de ejecución de las obras.

Cronograma de actividades

	Inicio	Finalización
GESTIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO	15-Jul-02	31-Dic-04
Concurso y contratación de consultoría (REGION A.C.)	15-Jul-02	17-Ene-03
Realización de la Actualización de los Estudios Ambientales	18-Feb-03	18-Jul-03
Obtención de Licencias o Permisos Ambientales	21-Jul-03	15-Feb-04

	Inicio	Finalización
Participación Ciudadana y Audiencia pública	21-Jul-03	30-Nov-03
Seguimiento ambiental hasta el inicio de obras	16-Feb-04	31-Dic-04
TOPOGRAFÍA Y TRAZADO DE LA LÍNEA	01-Abr-03	31-Dic-03
Concurso y ejecución servicios topografía (ES, NI, PA)	01-Abr-03	31-Dic-03
Topografía Costa Rica	01-Abr-03	31-Dic-03
Topografía Honduras	01-Abr-03	31-Dic-03
Topografía Guatemala	01-Abr-03	31-Dic-03
ADQUISICIÓN DE SERVIDUMBRES	02-Ene-03	30-Jun-05
Concurso y ejecución de estimación costo de servidumbres	02-Ene-03	08-Ago-03
Concurso y contratación gestión servidumbres (Guatemala)	01-May-03	30-Sep-03
Gestión de servidumbres de Guatemala	01-Oct-03	31-Dic-04
Acuerdo con ETESA y gestión servidumbres en Panamá	01-Oct-03	30-Dic-04
Acuerdo con ENEL y gestión servidumbres en Nicaragua	01-Oct-03	30-Dic-04
Acuerdo con ENEE y gestión servidumbres en Honduras	01-Oct-03	30-Dic-04
Acuerdo arrendamiento servidumbres con CEL para E.S.	01-Oct-03	30-Dic-04
Acuerdo arrendamiento servidumbres con ICE para C.R.	01-Oct-03	31-Dic-04
Adquisición servid. en casos complejos (menor al 25%)	01-Ene-05	30-Jun-05
ESTUDIO GEOTÉCNICO DE LA LÍNEA	01-Jun-03	15-May-04
Documentación, precalif. y preparación doc. licitación	01-Jun-03	30-Sep-03
Proceso de licitación y presentación de ofertas	01-Oct-03	30-Oct-03
Recepción ofertas, estudio, adjudicación y contratación	01-Nov-03	30-Nov-03
Ejecución del estudio geotécnico	01-Dic-03	15-Abr-04
Incorporación resultados al cartel de licitación	16-Abr-04	15-May-04
UBICACIÓN DE ESTRUCTURAS (DISEÑO PARA LICITACIÓN)	01-Jul-03	15-May-04
Preparación términos de referencia	01-Jul-03	28-Sep-03
Ofertas y contratación empresa socias	29-Sep-03	31-Dic-03
Ingeniería de ubicación de estructuras	01-Ene-04	15-Abr-04
Incorporación de resultados al cartel de licitación	16-Abr-04	15-May-04
CONTRATACIÓN DE FIRMA DE SUPERVISIÓN DE LÍNEA	01-Ago-03	31-May-07
Preparación de documentos para el concurso	01-Ago-03	30-Sep-03

	Inicio	Finalización
Ejecución de etapa de precalificación	01-Oct-03	31-Dic-03
Solicitud de ofertas, adjudicación y contratación	01-Ene-04	15-May-04
Apoyo de ingeniería previa a la supervisión	16-May-04	31-Dic-04
Supervisión durante la construcción de la línea	01-Ene-05	31-May-07
DISEÑO COMPENS.Y BAHIAS A SUBEST. Y CONCURSO EJECUCIÓN		
	01-Sep-02	31-Ene-07
Actualización de estudios sobre compensación reactiva	01-Sep-02	31-Ago-03
Preparación de documentos de precalificación firmas	01-Ago-03	31-Oct-03
Precalificación ingeniería bahías y compensación y superv.	01-Nov-03	29-Feb-04
Concurso diseño y espec. bahías y compensac. , y superv.	01-Mar-04	30-Jun-04
Diseño y espec. bahías y compensación	01-Jul-04	31-Dic-04
Apoyo en actividades de ingeniería previo a supervisión	01-Ene-05	30-Jun-05
Supervisión de construcción bahías y compensación	01-Jul-05	31-Ene-07
CONSTRUCCIÓN BAHIAS DE ACCESO, COMPENSACIÓN		
	16-Ago-04	30-Ene-07
Precalificación bahías de acceso y compensación reactiva	16-Ago-04	31-Dic-04
Concurso y contrat. de bahías de acceso y compensación	01-Ene-05	30-Jun-05
Ejecución de contrato de bahías de acceso y compensación	01-Jul-05	30-Ene-07
DISEÑOS, DOCUMENTACIÓN Y PRECALIF. DE LA LÍNEA		
	01-Ene-03	15-May-04
Diseño básico de la línea	01-Ene-03	15-Abr-04
Incorporación del diseño básico en licitación de la línea	16-Abr-04	15-May-04
Preparación documentos para precalificación firmas p/ línea	01-Ene-03	31-Oct-03
Precalificación (llamado atestados hasta selección)	01-Nov-03	30-Abr-04
Incorporación de precalificación en licitación	01-May-04	15-May-04
LICITACIÓN DE LA LÍNEA Y EJECUCIÓN DE OBRAS		
	01-Nov-03	31-May-07
Preparación documentación p/ licitación llave en mano línea	01-Nov-03	15-May-04
Llamado a licitación hasta contratación de llave en mano	16-May-04	31-Dic-04
Ejecución de contrato llave en mano de la línea	01-Ene-05	31-May-07

2.5. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

Hasta 1994, cuando se presentó el primer estudio sobre la línea, se había realizado el trazado solamente en gabinete.

Los criterios que se siguieron en ese tiempo para la designación del corredor fueron:

- Situar el trazo lo más alejado posible de núcleos urbanos y zonas de mayor densidad poblacional, así como sitios de interés específico.
- Orientar el trazo con las líneas de contraste natural formadas por condiciones topográficas, geológicas o de vegetación para minimizar el impacto visual.
- Evitar, hasta donde sea posible, masas boscosas, zonas de alta actividad agrícola, vegetación nativa, parques nacionales, áreas naturales protegidas y patrimonio histórico-cultural.
- Evitar los daños directos en las zonas de nidificación de especies protegidas y en áreas catalogadas como hábitat natural de especies de interés, así como los cuerpos de agua que puedan ser utilizados por aves migratorias como zona de parada.

En base a estos criterios se diseñó un primer corredor de la línea, ubicándose lo más próximo a la Carretera Panamericana, ya que con el uso de los ramales de carreteras primarias y secundarias que convergen a ésta, haría casi innecesario la construcción de vías de acceso para la obra. Minimizado de esta manera los impactos ambientales y los altos costos de construcción.

Posteriormente se analizó la posibilidad de ejecución de un proyecto hidroeléctrico binacional en el Río Paz, justamente en el punto de interconexión Guatemala-El Salvador, con lo que se acordó modificar el trazo original 2 km hacia el Norte.

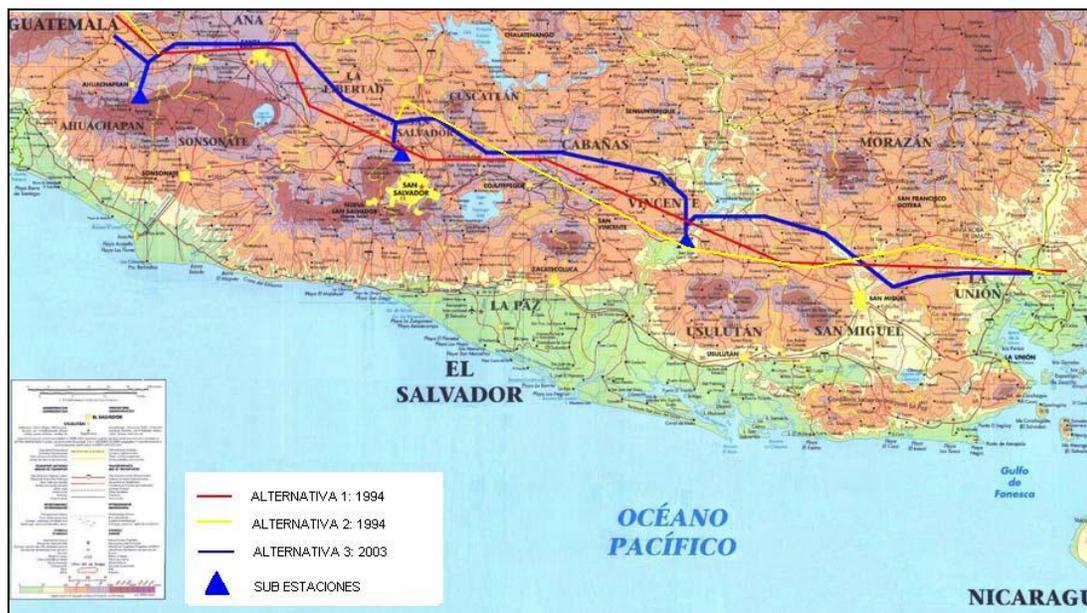
El tercer trazo del corredor propuesto presenta grandes cambios con respecto al original de 1994. Este se ha desarrollado de cumplir lo más cercano a la realidad con los criterios básicos de diseño y evitar o minimizar los impactos al medio ambiente.

A continuación, pasamos a analizar las 4 alternativas propuestas para, una vez seleccionada la idónea, pormenorizar en el componente ambiental del trazo en la justificación ambiental propiamente dicha.

- ✓ **Alternativa 1:** Trazo del año 1997. El punto de interconexión con Guatemala se localiza en el cruce con el Río Paz hasta un lugar próximo a Atiquizaya, para pasar entre las poblaciones de El Porvenir, El Refugio, Chalchuapa y Santa Ana; y llegar a la Subestación de Nejapa. De allí, continúa por las poblaciones de Tonacatepeque, San Bartolomé, Perulapía y San Pedro Perulapán hasta encontrarse con la Sub-Estación 15 de Septiembre de la Hidroeléctrica 15 de Septiembre. Se parte de la Sub-Estación 15 de Septiembre para atravesar las poblaciones de El Rosario, San Sebastián, Santa Clara, Estanzuelas y Nueva Granada, y encontrarse con la Carretera Panamericana CA-1. Finalmente se llega a las poblaciones de Yucaiquín y San José se encuentra con el punto de interconexión de El Salvador-Honduras.
- ✓ **Alternativa 2:** Se mantiene la misma alineación del primer trazo hasta la Sub estación transformadora de Nejapa, con la variación del punto de interconexión entre Guatemala y El Salvador se ubicará 2 kilómetros al Norte del primer trazo. Quedando este ubicado en el cruce del Río Paz, en un punto a tres kilómetros aguas arriba del paso fronterizo de El Jobo. Sigue hacia el Noroeste de San Salvador en el Departamento de Cuscatlán, continúa hacia el Suroeste pasando por San Vicente y Usulutlán para luego cambiar de alineación, Noreste, hasta encontrar la frontera con Honduras.
- ✓ **Alternativa 3:** La alineación de aleja de las alternativas anteriores evadiendo zonas de alta densidad poblacional y suavizar la alineación de la misma, sin embargo pasa por algunas áreas protegidas del país. Se incluye en este nuevo trazo los tramos que unen la línea con las Sub-estaciones de Ahuachapán, Nejapa y 15 de Septiembre.
- ✓ **Alternativa 4:** Esta alternativa mantiene la alineación de la alternativa 3, sin embargo se evade las áreas protegidas de, Talcualhuya y El Tecomatal. El área protegida de La zona de

Rancho Grande es atravesada, sin embargo se contemplan las correspondientes medidas de mitigación en el Estudio de Evaluación Ambiental.

Trazo de las distintas alternativas



La adecuada selección de la trayectoria se fundamentó en la minimización del impacto ambiental, cuidando con especial interés el factor social del proyecto, pero sin olvidar los condicionantes técnicos y económicos.

Cuadro 2.8: Análisis de alternativas del trazo

ALTERNATIVA	LONGITUD (km)	Nº PTOS. DE INFLEXIÓN	PTO. INTERCONEXIÓN	VENTAJAS	INCONVENIENTES
1	252	12	Guatemala-El Salvador: Lugar Río Paz en Frontera El Salvador-Honduras: El Río Pasaquina y Goascorán	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Técnicamente factible ▪ Menor número de puntos de inflexión ▪ No se afecta a puntos de interés arqueológico. ▪ Aprovecha los accesos de las carreteras primarias y secundarias con la Panamericana. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Atraviesa zonas muy pobladas y en expansión ▪ Algunos ángulos e inflexión muy agudos. ▪ Posibles incompatibilidad con el proyecto hidroeléctrico binacional entre Guatemala y El Salvador en el Río Paz ▪ No conecta con las sub-estaciones eléctricas transformadoras.
2	245	12	Guatemala-El Salvador: Lugar Río Paz El Salvador-Honduras: El Río Pasaquina y Goascorán	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Técnicamente factible. ▪ No se afecta a puntos de interés arqueológico ▪ Un poco más alejada de los grandes centros de población ▪ Menor cantidad de zonas impactadas ▪ Menor longitud. ▪ No presenta incompatibilidad con el proyecto hidroeléctrico binacional entre Guatemala y El Salvador en el Río Paz 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ No conecta con las sub-estaciones eléctricas transformadoras.

ALTERNATIVA	LONGITUD (km)	Nº PTOS. DE INFLEXIÓN	PTO. INTERCONEXIÓN	VENTAJAS	INCONVENIENTES
3	282	73	Guatemala-El Salvador: Lugar de Río La Paz El Salvador-Honduras: El Río Pasaquina y Goascorán	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Técnicamente factible. ▪ No se afectan a puntos de interés arqueológico. ▪ Conecta con las sub-estaciones de Nejapa, 15 de Septiembre y Ahuachapán ▪ Evita las zonas más densamente pobladas. ▪ No presenta incompatibilidad con el proyecto hidroeléctrico binacional entre Guatemala y El Salvador en el Río Paz ▪ Menor cantidad de zonas impactadas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mayor longitud. ▪ Mayor cantidad de puntos de inflexión. ▪ Pasa por zonas protegidas.
4	285	72	Guatemala-El Salvador: Lugar Río La Paz El Salvador-Honduras: El Río Pasaquina y Goascorán	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Técnicamente factible. ▪ No se afectan a puntos de interés arqueológico. ▪ Conecta con las sub-estaciones de Nejapa, 15 de Septiembre y Ahuachapán ▪ Evita las zonas más densamente pobladas. ▪ No presenta incompatibilidad con el proyecto hidroeléctrico binacional entre Guatemala y El Salvador en el Río La Paz ▪ Menor cantidad de zonas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mayor longitud. ▪ Atraviesa por la zona protegida de Rancho Grande

ALTERNATIVA	LONGITUD (km)	Nº PTOS. DE INFLEXIÓN	PTO. INTERCONEXIÓN	VENTAJAS	INCONVENIENTES
				<p>impactadas</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Evita las zonas protegidas de Talcualhuya y El Tecomatal ▪ Menor cantidad de puntos de inflexión que la alternativa 3 	

En función de las alternativas analizadas, y sobre la base de los estudios realizados por el CEL, se seleccionó la alternativa 4 como la más viable por los siguientes motivos:

- ↪ Técnicamente resulta viable.
- ↪ Se conectan las subestaciones de Ahuachapán, Nejapa, y 15 de Septiembre,
- ↪ El trazo discurre alejado de los grandes centros de población
- ↪ Atraviesa la menor cantidad de zonas protegidas del país.
- ↪ Presenta menos puntos de inflexión

Se refiere por lo tanto la justificación ambiental, y el posterior Estudio de Impacto Ambiental, a la alternativa 4, puesto que tras el análisis correspondiente ha resultado la más factible.

2.	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	34
2.1.	ANTECEDENTES.....	35
2.2.	OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN.....	39
2.3.	LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	44
2.4.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	53
2.5.	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS.....	108

3 CONSIDERACIONES JURÍDICAS Y NORMATIVA AMBIENTAL

Los gobiernos de los países de América Central suscribieron en 1987 el Tratado Marco del Mercado Eléctrico de América Central, con el objetivo de desarrollar un mercado eléctrico regional competitivo, a través de una línea de transmisión que interconecte las redes nacionales. Este Tratado constituye la base jurídica que sustenta el Mercado Regional y sus instituciones. La tarea de desarrollar toda la regulación y normativa de detalle de este mercado eléctrico, constituye un desafío en cuanto al cumplimiento de la legislación vigente en cada país, en orden a la homogeneidad que presentan las normativas para el desarrollo de este Proyecto, denominado SIEPAC (Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central).

Bajo este marco regulatorio, la importancia de asegurar que la regulación del mercado a nivel regional, sea consistente con las legislaciones nacionales, se hace evidente al darse el respaldo político de los gobiernos y de los entes reguladores nacionales. Sus bases fundamentales se enmarcan dentro del Plan Puebla -Panamá. Para cubrir los eventuales riesgos del proyecto y por ser una disposición estatutaria interna, se requirió la garantía soberana de los seis países.

Toda vez que la infraestructura física de este Proyecto, recorre los diversos países de América Central, por medio de un sistema de conexiones a subestaciones de transformación a través de cada uno de ellos, es importante que se respeten las regulaciones y normativas regionales en cuanto a lo que establece el acatamiento de las normas constitucionales de cada país.

Dentro del marco político y legal de presente Proyecto, se presentó un Estudio de Impacto Ambiental (EslA) a escala regional, sobre el trazado que recorrería el mismo. Estudio que sirvió de base para que el Banco Interamericano de Desarrollo avalara y aceptara los avances que en materia ambiental se habían dado y de esa forma tramitar la habilitación de créditos para la infraestructura del proyecto. En orden a lo expuesto, los representantes de los seis países decidieron ejecutar el Proyecto con un alcance regional, procediendo a la realización de los

Estudios de Impacto Ambiental y gestionar las licencias ambientales respectivas, según lo establece la legislación de cada país .

El Proyecto SIEPAC es considerado de gran alcance y dentro de sus características debe demostrar su viabilidad ambiental en cada país, por lo cual debe enmarcarse dentro de la legislación nacional respectiva. La consideración de aspectos legales es esencial en la evaluación ambiental de nuevos proyectos, puesto que, a través de las normas legales nacionales se establecen los límites de acción, respeto y cumplimiento para la ejecución del mismo.

El Proyecto SIEPAC constituye un plan de desarrollo social del área, ya que la transmisión de electricidad es un servicio público, por lo cual se asume, es deber de cada Estado, denominarlo de interés público, pues parte de sus beneficios es el mejor aprovechamiento de los recursos naturales de la región. Por esto y en orden a los Convenios o acuerdos establecidos por las Cumbres de Presidentes de América Central para la concertación de este Proyecto, las legislaciones regionales deben estar alineadas para su ejecución y dentro de los requerimientos establecidos se encuentra la implementación de Estudios de Impacto Ambiental. Es de suma importancia considerar que el mismo diseño del MER establece el respeto a la autonomía de los países que forma parte de la red. Siendo la República de El Salvador uno de estos países, haremos un análisis jurídico de las leyes y normas ambientales que determinan el desarrollo del Proyecto en este país.

3.1 MARCO POLÍTICO, LEGAL Y ADMINISTRATIVO

La República de El Salvador está formada por 14 departamentos agrupados en 3 regiones: *Occidental* (Santa Ana, Ahuachapán y Sonsonate), *Central* (La Libertad, Chalatenango, San Salvador, Cuscatlán, La Paz, San Vicente, y Cabañas) y *Oriental* (Usulután, San Miguel, La Unión, y Morazán), divididos en 262 municipios.

De acuerdo a la Constitución Política de 1983 “El Poder público emana del pueblo. Los órganos del Gobierno lo ejercerán independientemente dentro de las respectivas atribuciones y

competencias que establecen esta Constitución y las leyes. Las atribuciones de los órganos del Gobierno son indelegables, pero éstos colaborarán entre sí en el ejercicio de las funciones públicas”.

Los órganos fundamentales del Gobierno son el Legislativo, el Ejecutivo y el Judicial.

3.2 CONSIDERACIONES POLÍTICAS Y DE NORMATIVA AMBIENTAL

La República de El Salvador, con plena conciencia de la importancia de la preservación de un medio ambiente sano, introduce en su Constitución Política de 20 de diciembre de 1983, reformada mediante Decreto Ley n° 56 del 6 de julio de 2000, en el artículo 117, el cual declara de interés social la protección, restauración, desarrollo y aprovechamiento de los recursos naturales, los cuales serán objeto de leyes especiales.

Artículo 117: “Es deber del Estado proteger los recursos naturales, así como la diversidad e integridad del medio ambiente, para garantizar el desarrollo sostenible.”

Mediante esta norma se determina que le corresponde al Estado reglamentar, fiscalizar y aplicar oportunamente todas las medidas necesarias que garanticen la utilización y aprovechamiento de los recursos naturales, lo que permite colegir la existencia de la preocupación del Estado por la protección del medio ambiente mediante normativas que se desarrollan a partir de su Constitución.

Puesto que la Política Nacional de protección del Medio Ambiente se desarrolla a partir del artículo 117 de la Constitución, se destacan otras normas del Régimen Ecológico en la Legislación Salvadoreña, entre ellas, la existencia de una diversidad de leyes, acuerdos u ordenanzas municipales, convenios y tratados internacionales sobre medio ambiente que conforman parte del marco jurídico salvadoreño.

3.3 MARCO POLÍTICO AMBIENTAL Y LEGISLACIÓN AMBIENTAL

La consideración del marco jurídico ambiental es fundamental en la evaluación ambiental de nuevos proyectos, pues es a través de las normativas que se marca el seguimiento de lo que se requiere cumplir e igualmente de los procedimientos a seguir en cuanto a su tramitación.

2.3.1 Decreto Legislativo 233

La Asamblea Legislativa, en el año de 1998, observando el acelerado deterioro del ambiente, amenazando con ello el bienestar tanto de las presentes, como de las futuras generaciones, creó una ley con la visión de enfrentar en forma integral los problemas ambientales. Así surge a través del Decreto Legislativo número 233 la Ley del Medio Ambiente y posteriormente sus respectivo Reglamento.

El Decreto Ley n° 233 de 2 de marzo de 1998, tiene por objeto desarrollar las disposiciones de la Constitución de la República, referentes a la protección del medio ambiente y sus recursos naturales. Además de crear el Sistema Nacional de Gestión del Medio Ambiente, tiene como finalidad establecer, poner en funcionamiento y mantener en las entidades e instituciones del sector público los principios, normas, programación, dirección y coordinación de la gestión ambiental del Estado.

Dentro de los principios fundamentales que rigen la política nacional de El Salvador para la protección del medio ambiente, establecidos en la Ley del Medio Ambiente se determinan los siguientes:

- Los seres humanos tienen derecho a vivir en un ambiente sano, libre de contaminación.
- La obligación de restauración o compensación del daño causado al Estado o a cualquier persona natural o jurídica que se vea afectada.
- Se formula una política nacional del medio ambiente incluyendo en ella las capacidades institucionales.

- Gestión global y transectorial de preservación del medio ambiente.
- Complementación de instituciones estatales y la sociedad civil para la conservación y protección del medio ambiente.
- Preservación conservacional de incentivos a la eficiencia ecológica y el uso racional de los factores productivos.
- Aplicación del criterio de efectividad mediante una educación ambiental.
- Mejoramiento de la calidad de vida de la población mediante el desarrollo sostenible.

En su artículo 3º esta Ley establece que la política nacional del medio ambiente es un conjunto de principios, estrategias y acciones emitidas por un Consejo de Ministros y realizada por el Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales y crea, en su artículo 6, el Sistema Nacional de Gestión del Medio Ambiente, (SINAMA), encargado de la formulación, planificación y ejecución de las políticas en materia de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Igualmente, reafirma en su artículo 4º, la declaratoria de interés social sobre lo referente a *“la protección y mejoramiento del medio ambiente y la responsabilidad gubernamental de introducir medidas que den una valoración económica adecuada al medio ambiente acorde con el valor real de los recursos naturales, asignando los derechos de explotación de los mismos de forma tal que el ciudadano al adquirirlos, los use con responsabilidad y forma sostenible.”*

En el Capítulo II de esta Ley, se establece la importancia de la participación de la población en la gestión ambiental y su derecho a ser informada sobre la misma, determinando en su acápite d), sobre las consultas sobre actividades, obras y proyectos, que puedan afectarla o requieran un Permiso Ambiental.

En su artículo 19, se establece la necesidad de un permiso ambiental, para el inicio y operación, de las actividades, obras o proyectos de la administración pública, que deberá acompañarse de una Evaluación de Impacto Ambiental para el desarrollo de las mismas.

Según el artículo 21, acápites f) y g) la presentación del Estudio de Impacto Ambiental es requisito imprescindible para líneas de transmisión de energía eléctrica o centrales de generación eléctrica.

Respecto a los procedimientos de EsIA, la mencionada ley estipula en su artículo 23, el establecimiento para fines estadísticos y de información, un “Registro de Prestadores de Servicios de Estudios Ambientales” constituido por personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, que elaboren, revisen o evalúen; estudios de impacto ambiental, estudios de riesgo y manejo ambiental; evaluaciones ambientales estratégicas; diagnósticos ambientales; y auditorías de evaluación ambiental por cuenta propia o por terceros. Estos estudios deben ser elaborados por personas idóneas, luego publicados en un plazo perentorio para recibir comentarios de la ciudadanía sobre la actividad, obra o proyecto propuesto.

El Reglamento General de la Ley del Medio Ambiente, en su artículo 18 establece claramente los objetivos del Estudio de Impacto Ambiental, entre ellos, los de:

- Identificar, cuantificar y valorar los impactos ambientales y los riesgos que determinada actividad, obra o proyecto pueda ocasionar sobre el medio ambiente y la población;
- Determinar las medidas necesarias para prevenir, atenuar, controlar y compensar los impactos negativos e incentivar los impactos positivos, seleccionando la alternativa que mejor garantice la protección del medio ambiente y la conservación de los recursos naturales;
- Determinar la viabilidad ambiental de la ejecución de una actividad, obra o proyecto; y
- Generar los mecanismos necesarios para implementar el programa de manejo ambiental.

El contenido que debe tener un Estudio de Impacto Ambiental, está definido en el artículo 23 de este reglamento.

El Estudio de Impacto Ambiental deberá ser presentado ante el Ministerio por el Titular o su representante legal. Estos serán presentados a conocimiento del público según los procedimientos establecidos en el artículo 32 del Reglamento General de la Ley del Medio Ambiente. En el evento que el Estudio de Impacto Ambiental no satisfaga lo establecido en los

términos de referencia y su contenido, corresponderá al Ministerio notificar al titular las correspondientes observaciones especificando los aspectos que ameriten ampliarse, reformularse o eliminarse, tal cual lo como lo determina el artículo 33 del mencionado reglamento.

Actualmente, el artículo 78 de la Ley del Medio Ambiente crea el Sistema de Áreas Naturales Protegidas (SANP), y da al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales atribuciones para velar por la aplicación de la normativa vigente, formular planes, políticas y estrategias y promover y dar seguimiento a los planes de manejo.

En los artículos 79, 80 y 81 de la Ley del Medio Ambiente se plantean los objetivos del sistema, lo relativo a planes de manejo y a la delegación de la gestión de las áreas naturales protegidas, respectivamente.

En cuanto a los reglamentos especiales conexos a la Ley del Medio Ambiente, se cita el Decreto nº 40 que establece el Reglamento de Normas Técnicas de Calidad Ambiental cuyo objeto es determinar los lineamientos o directrices para el establecimiento de las normas técnicas de calidad ambiental en los medios receptores, y los mecanismos de aplicación de dichas normas, relativo a la protección de la atmósfera, el agua, el suelo y la biodiversidad.

Existe el Reglamento Especial de Aguas Residuales (Decreto nº 39 de 2000) con las disposiciones cuyo objeto es velar porque las aguas residuales no alteren la calidad de los medios receptores, para contribuir a la recuperación, protección y aprovechamiento sostenibles de los recursos hídrico respecto de los efectos de la contaminación, sus disposiciones son aplicables en todo el territorio de la República de El Salvador.

El Decreto nº 41 de 2001, establece el Reglamento Especial en Materia de Sustancias, Residuos y Desechos Peligrosos, cuyo principal objetivo es la reglamentación de la Ley del Medio Ambiente en cuanto a las actividades relacionadas con sustancias, residuos y desechos peligrosos.

La política para la conservación y manejo de las áreas naturales protegidas (SEMA, 1993), está dirigida a definir el marco legal e institucional que permite orientar el establecimiento y desarrollo del Sistema Salvadoreño de Áreas Protegidas (SISAP), de esta manera se garantiza la protección, conservación y restauración de los recursos naturales y preservando muestras representativas de los ecosistemas originales de El Salvador; contribuyendo al mejoramiento de la calidad de vida humana e incentivando la participación no gubernamental, mediante una administración ágil y de una verdadera responsabilidad compartida con el Estado.

La Ley Forestal, en su artículo 47 de 1973, regula el establecimiento de Parques Nacionales y Reservas Equivalentes, indicando que “tendrá lugar por medio de decreto del Poder Ejecutivo a propuesta del Ministerio de Agricultura y Ganadería, en los terrenos forestales que por su ubicación, configuración topográfica y otras circunstancias lo ameriten”.

Además señala que “corresponde al Servicio Forestal y de Fauna la administración, conservación, protección, vigilancia, cuidado y acondicionamiento de los Parques Nacionales, según disponga el reglamento. Dentro del perímetro de los Parques Nacionales, sólo el Servicio Forestal y de Fauna podrá realizar aprovechamientos forestales”.

En el artículo 48 de esta misma ley se establece que: “los terrenos comprendidos dentro de los Parques Nacionales y Reservas Equivalentes, se consideran bienes nacionales de uso público. El Estado podrá, conforme el artículo 134 de la Constitución, darlos parcial o totalmente en usufructo, comodato o arrendamiento, a entidades de utilidad general. Si el establecimiento de un parque nacional o el establecimiento de reservas equivalentes requiere terrenos de dominio privado, éstos serán adquiridos por el Estado voluntaria o forzosamente.”

Existen normativas específicas relacionadas con los recursos naturales a nivel general; dicha legislación es aplicable a los recursos contenidos en las áreas naturales protegidas. En ellas se encuentra, la Ley de Conservación de Vida Silvestre de 1994, cuyo objeto es la protección, restauración, manejo aprovechamiento y conservación de la vida silvestre y que en su artículo 3, la considera como parte del patrimonio natural de la Nación y que corresponde al Estado su protección y manejo. Esta misma ley en su artículo 5º estipula que la explotación,

protección y mejora de los bosques debe realizarse en orden a rendimiento sostenido y creciente que asegure la persistencia de los mismos. Igualmente, identifica como infracción grave el causar modificaciones ambientales drásticas que dañen a la vida silvestre. Sostiene en su artículo 18, que la administración y cuidado de los terrenos forestales nacionales están a cargo del Estado, quien autorizara el corte de productos forestales en la medida necesaria a los fines domésticos del medio rural, para obras de construcción, de servicios públicos o de beneficio colectivo.

El Código Municipal de 1986, señala que una de las obligaciones de las municipalidades, será la promoción y desarrollo de programas de salud, saneamiento ambiental y otros. En lo atinente a legislación municipal, los Consejos Municipales podrán regular lo relativo al incremento y protección de los recursos naturales renovables y no renovables. Toda vez que los municipios tienen la potestad de crear Ordenanzas Municipales y la obligación de velar igual por la protección de los recursos renovables y el medio ambiente, de suma importancia constituye la Ley de desarrollo y ordenamiento territorial del Área Metropolitana de San Salvador y de los municipios aledaños y su respectivo reglamento. Además, existen ciertas ordenanzas que se han consiedrado oportunas enunciar, entre ellas:

- Decreto nº 165 de 14 de agosto de 1998, por el que se declara zona de desarrollo exclusivamente municipal las tierras que conforman el Llano El Espino, de la ciudad de Ahuchapán.
- Decreto Ordenanza nº 5 de 12 de mayo de 1989 por el cual se ordena la protección y preservación de los recursos naturales renovables en Nueva San Salvador
- Ordenanza nº 7 de 5 de julio de 1990, que establece Zona Preferencial de Reserva Ecológica en el Municipio de Chinameca en el Departamento de San Miguel
- Decreto nº 26 de 19 de noviembre de 1991 que determina lo referente a la regulación de la conservación de los recursos naturales renovables y la fiscalización de las obras particulares en Quezaltepeque.

- Decreto Ordenanza nº 8 de 29 de septiembre de 1992, que crea el Comité local para el Medio ambiente y desastres naturales en Acajutla.
- Decreto nº 5 de 5 de junio de 1992, sobre control de desarrollo urbano en los municipios que conforman el área metropolitana de Sonsonate
- Ordenanza por la cual se declara " Zona de Reserva Ecológica " los terrenos del área comprendida por las fincas El Tikal y la Danta, sobre la carretera que conduce a los Planes de Renderos (San Salvador)
- Decreto Municipico ° 5 de 12 de mayo de 1989, para la protección y preservación de los recursos naturales renovables en la ciudad de Nueva San Salvador.

El Código de Salud, contiene una sección referida al Saneamiento del Ambiente Urbano y Rural, que autoriza al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social a que reglamente lo relacionado con los botaderos públicos de basura y a que tome las medidas pertinentes para proteger a la población de contaminantes tales como: humo, ruidos y vibraciones, olores desagradables y gases tóxicos.

La Ley sobre Gestión Integrada de los Recursos Hídricos de 1981 y su reglamento de 1982, señala que era el Ministerio de Planificación y Coordinación del Desarrollo Económico y social, que ya no existe, el responsable por la gestión integrada de los recursos hídricos, responsabilidad que ahora ha pasado a los Ministerios de Agricultura y Ganadería, Obras Públicas, Salud Pública y Asistencia Social, Economía y del Interior, en lo que les compete.

La Ley General de Actividades Pesqueras de El Salvador de 1981, tiene por objeto fomentar y regular la pesca y la acuicultura para un mayor aprovechamiento de los recursos y productos pesqueros, incluye disposiciones en su artículo 56, que prohíben verter directa o indirectamente, en zonas jurisdiccionales del mar y en los cuerpos de agua continentales, ya sean naturales o artificiales, sustancias químicas y aguas residuales que las contaminen.

Las áreas naturales identificadas durante el proceso de reforma agraria en El Salvador, con potencial para integrar el Sistema de Áreas Naturales Protegidas, fueron reservadas con base en el Decreto 761 de 1981, que establece en el artículo 1 que cuando el Poder Ejecutivo en Consejo de Ministerios así lo determine, el Instituto Salvadoreño de Reforma Agraria, ISTA, deberá reservar en los inmuebles que haya adquirido o adquiera en el futuro de conformidad a la Ley Básica de la Reforma Agraria, las áreas que sean necesarias para el establecimiento de centros de investigación agropecuaria, piscícolas, servicios públicos vitales como salud, educación y otros; tanto nacionales como municipales.

La Ley de Generación de Electricidad norma las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica. Sus disposiciones son aplicables a todas las entidades que desarrollen las Actividades mencionadas, sean éstas de naturaleza pública, mixta o privada, independientemente de su grado de autonomía y régimen de constitución.

La Ley General de Creación de la Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET), Decreto Legislativo nº 808 de 1996, estipula que es la entidad competente para aplicar las normas contenidas en tratados internacionales sobre electricidad y telecomunicaciones vigentes en El Salvador; en las leyes que rigen los sectores de Electricidad y de Telecomunicaciones; y sus reglamentos; así como para conocer del incumplimiento de las mismas. En su artículo 19, se crea el Registro de Electricidad y Telecomunicaciones, el cual estará adscrito a la SIGET. Otra normativa importante a esta Superintendencia es el Acuerdo nº29-E-2000 que establece las normas de diseño, seguridad y operación de las instalaciones de distribución eléctrica.

Decreto Legislativo nº 354 que crea el Fondo de Inversión en Electricidad y Telefonía, (FINET), que tendrá personería jurídica y patrimonio propio. Será administrado por el Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local de El Salvador y se relacionará con los Órganos del Estado a través del Ministerio de Economía. Se establece: "El Fondo recibirá solicitudes a fin de otorgar subsidios para la construcción y mejoramiento de infraestructura, para el suministro de energía eléctrica y la prestación de servicios de telefonía, así como también para el consumo en áreas rurales y de bajos ingresos."

De forma adicional, se menciona que El Salvador ha ratificado una serie de Convenios Internacionales relativos a la protección de los recursos naturales renovables y el medio ambiente mediante los siguientes:

- Decreto Ley nº 110 de 20 de diciembre de 1940 sobre la Convención para la protección de la flora de la fauna y de las bellezas naturales de los países de América
- Decreto Ley nº 444 de 8 de febrero de 1990 por el cual se instaura la Comisión Centro América de Ambiente y Desarrollo (C.C.A.D)
- En 1994, mediante Decreto Ordenanza nº 92, la República de El Salvador se suscribió al Convenio sobre la Diversidad Biológica.
- Igualmente ese mismo año, se suscribió al Convenio Regional para el manejo y conservación de los ecosistemas naturales forestales mediante el Decreto Ley nº 67 de 14 de julio.

3	CONSIDERACIONES JURÍDICAS Y NORMATIVA AMBIENTAL.....	119
3.1	MARCO POLÍTICO, LEGAL Y ADMINISTRATIVO	120
3.2	CONSIDERACIONES POLÍTICAS Y DE NORMATIVA AMBIENTAL.....	121
3.3	MARCO POLÍTICO AMBIENTAL Y LEGISLACIÓN AMBIENTAL.....	122

4. IDENTIFICACIÓN DE TRAMOS HOMOGÉNEOS

La definición de tramos homogéneos se basa en aquellas características más relevantes de los diversos componentes del medio físico, biológico y social que se ven involucrados a lo largo del recorrido del Proyecto, mediante una descripción que permita establecer los parámetros para una adecuada ponderación y jerarquización de los impactos.

4.1 DEFINICION Y DESCRIPCION DE TRAMOS HOMOGÉNEOS

En el presente apartado se procede a identificar de forma pormenorizada los elementos que pueden verse afectados por el trazo propuesto.

Para ello, se han dividido a efectos prácticos el trazado, en tramos de características homogéneas, en los que se precise la incidencia que cada una de las actividades previstas en el desarrollo del Proyecto puedan suponer. Asimismo, esta estructura será utilizada posteriormente en el capítulo de identificación y valoración de impactos.

Los criterios con los que se determinó esta división en tramos, se basan en las características naturales y sociales de las áreas atravesadas por la línea, teniendo en cuenta aspectos como el relieve morfológico, la existencia o ausencia de amenazas naturales en las proximidades, la presencia de accesos, la red hidrográfica, la cubierta vegetal, la fauna, los espacios naturales protegidos, la presencia de mayor o menor población, las infraestructuras, el patrimonio, etc., intentando asignarlos a las diversas zonas o unidades naturales presentes en el área de influencia directa.

Debido a esto, las longitudes de los tramos son muy diferentes entre sí. El objetivo de localizar tramos en los que la respuesta ante los posibles impactos generados por la línea sea homogénea.

Se ha de señalar que en el interior de estos tramos se encuentran subtramos de escasa longitud, que pueden poseer una característica diferente frente a una actividad; sin embargo, la

reducida dimensión del mismo, desaconseje la definición como tramo independiente, en un intento de simplificar el análisis, evitando la determinación de un número demasiado abultado de tramos, lo que podría suponer una dificultad añadida en el manejo de la información y unas descripciones demasiado reiterativas.

Las condiciones ambientales en los sitios de emplazamiento de las torres serán definidas luego de realizarse los estudios geotécnicos correspondientes y que actualmente deben estar en fase de ejecución para culminar el 15 de abril de 2004.

A continuación, se describen los principales parámetros que definen el territorio atravesado, como son relieve, ríos, usos de suelo, asentamientos, infraestructuras, enclaves de patrimonio artístico, etc.

Esta definición en tramos permite realizar una mejor descripción de las zonas que atraviesa la línea, con una caracterización de los impactos a producirse en el entorno, siempre considerando que la existencia y magnitud de las medidas de preservación y mitigación dependen de la selección de la ruta, aspecto que tuvo una importancia relevante durante la fase de estudio.

Se presenta una breve descripción de los tramos homogéneos que comprende el trazo:

Tramo ES-1 (Río Paz- Hacienda Tecolocoy)

Tramo ES-2 (Hacienda Tecolocoy-Estación Ahuachapán-Río Zunca)

Tramo ES-3 Río Zunca- Río Santa Gertrudis. (entre Cerro Cimarrón y Cerro Las Mesas).

Tramo ES-4 Río Santa Gertrudis- Cantón El Angel Talcualuya (Carretera al Norte de San Juan Opico y al Sur de San Pablo Tacachico)

Tramo ES-5 Cantón El Ángel Talcualuya - (Cantón Barranca Honda-Caserío Galera Quemada).

Tramo ES-6 Cantón Galera Quemada- Sub-Estación Nejapa.

Tramo ES7- Cantón Galera Quemada- Cantón Tecoluca.

Tramo ES-8 Cantón Tecoluca- Finca El Tasajo (Río Titihuapa).

Tramo ES-9 Finca El Tasajo-Cantón Rosario (al sur del río Titihuapa)

Tramo ES-10 Cantón El Rosario- Sub-Estación 15 de Septiembre

Tramo ES-11 Quebrada El Trilladero-Piedras Blancas, sobre la carretera CA7.

Tramo ES-12 Piedras Blancas- Hacienda Panamá. (Entre Los Cerros El Zapatón y El Camote)

Tramo ES-13 Hacienda Panamá- Río Goascorán- Frontera con Honduras.

□ **Tramo ES-1 (Río Paz- Hacienda Tecolocoy)**

Este tramo tiene una longitud de 7,7 km en donde se estima la construcción de 25 torres. Se inicia en la margen Este del río Paz y termina en las inmediaciones de la Hacienda Tecolocoy, a 1 Km, al Este de la Laguna de Morán, y al SO se localiza la ciudad de San Lorenzo.

Desde sitio El Guayacán donde el trazo discurre en dirección 30° SE y pasa por el área protegida de Rancho Grande; hay una distancia de 8,10 km hasta llegar al primer punto de inflexión en las coordenadas 408,275 E y 322,801 N; y con una longitud de 5,0 km, luego sigue dirección Este hasta la Hacienda Tecolocoy entre las coordenadas 411,450 E y 320,100 N.

El nivel más bajo del tramo lo constituye el cauce del río Paz, con 310 msnm, la parte más alta del cañón del río está a 487 msnm y es el punto de interconexión con Guatemala. La altitud promedio de este tramo es de 535 msnm, con una pendiente media de 55%, definiendo una zona topográfica muy abrupta, con una red de drenaje compuesta por ríos de cañones muy profundos; los principales cursos presentes en este tramo son los ríos Tahuapa, Frío, pero el alineamiento solo atraviesa al río Frío y la parte alta de la Quebrada El Limón, afluente del río Tahuapa.

En El Salvador hay aproximadamente 360 ríos, en su mayoría de longitud muy corta y de caudal inferior a 1 m³/s, siendo la mayoría de ellos estacionales, es decir, con agua durante la estación lluviosa. La zona de influencia del Proyecto SIEPAC atraviesa o está próxima a 31 ríos principales, entre los que destacan el río Paz y que se ubica en este tramo, que es una de las cuencas más importantes del país.

El río Paz tiene un área de drenaje de 1.991 Km², con un caudal máximo de 73 m³/s y uno mínimo de 10,4 m³/s con una relación de caudales Min/Max de 14,30%. La calidad de las aguas superficiales es de 80 a 630 mg/l de TSD y pH de 7,1 a 8,9 (SNET, 2003).

Es un área totalmente rural, con escasa población, entre las cuales podemos mencionar: Sitio Guayacán, San Miguel Tahuapa, Escalante, Finca Tahuapa, Cantón y Caserío La Danta, Hacienda Rancho Grande San Martín y Cantón y Caserío El Junquillo.

Después de recorrer los primeros 5,0 km sobre el trazo, al NE y SE del eje central se localiza la Hacienda Rancho Grande, la cual tiene una extensión de 402 ha, ubicada en el Cantón El Junquillo del Municipio de Ahuachapán en el Departamento del mismo nombre. Su estatus legal es de área transferida al Estado y asignada al MARN para su administración. No hay decreto de declaratoria de área natural protegida; sin embargo, bajo este estatus no puede ser tocada según ley de Medio Ambiente. Sin embargo, para compensar el paso por el área protegida de Rancho Grande se ha propuesto al MARN el replanteo de los mojones del área.

En el recorrido del tramo, se pudo apreciar en los inicios de la zona, grandes siembras de Jocote, manchas de bosques definidos por cafetales de sombra, disperso por toda el área; si bien mayoritariamente vinculadas a las márgenes de los ríos presentes. La principal zona cafetalera se localiza en las márgenes del río Frío, y otras, localizadas en los fondos de los valles.

Después del primer punto de inflexión, al Sur de este tramo se localiza, aproximadamente, a 3 km otra área protegida conocida como Tahuapa, quedando dentro de los 2 km de área de influencia indirecta del Proyecto.

Podemos señalar que de acuerdo a las características agrológicas de los suelos, en este tramo se puede observar suelos que comprenden las Clases IV ; V y VI. Según esta clasificación, los suelos son descritos como de origen volcánico, son suelos moderadamente profundos. La textura de los suelos varía entre franco arcillosos a arcillosos. Presentan suelos friables o muy firmes, de fertilidad natural media a baja.

El relieve de este tramo varía entre áreas con pendientes moderadas o complejas y áreas relativamente planas, presentado una alta susceptibilidad a la erosión hídrica en las partes inclinadas, mientras que en las partes planas generalmente soportan inundaciones periódicas ligeras.

En gran parte de este tramo, se observa que los suelos presentan una fertilidad natural baja, sin embargo estos suelos pueden ser utilizados para diferentes cultivos (maíz, frijol, arroz, caña de azúcar, otros), además de pastos, árboles frutales nativos y cultivos permanentes. El paisaje está dominado por la configuración del terreno, que define unas cuencas visuales restringidas, delimitadas por las divisorias más próximas, y a las que la presencia de árboles naturales o cultivados les proporciona un valor estético apreciable.

Las zonas de vida presentes en este tramo están integradas por Bosque seco tropical, Bosque húmedo subtropical y Bosque húmedo subtropical, transición a subhúmedo. Las formaciones vegetales de este tramo están compuestas en su mayoría por Vegetación abierta arbustiva predominantemente decidua en época seca (matorral y arbustoa), Zonas de cultivos o mezclas de sistemas productivos y Vegetación cerrada principalmente bosque de galería.

Se pueden encontrar especies vegetales tales como: *Anacardium occidentales*, *Gliricida sepium*, *Byrsonima crassifolia*, *Gmelina arborea*, *Castilla elastica*, *Hirtella racemosa*, *Cedrela fisilis*, *Cedrela odorata*, *Hymenaea courbaril*, *Ceiba pentandra*, *Mangifera indica*, *Cordia alliodora*, *Mimosa tenuiflora*, *Crescentia alata*, *Myroxylon balsamun*, *Crescentia cujete* y *Enterolobium cyclocarpum*; especies en peligro de extinción: *Mazama americana*, *Canis latrans dickeyi*, *Iguana iguana*, *Agamia agami*, *Leptodon cayanensis* y especies amenazadas de extinción: *Boa constrictor*, *Buteo brachyurus fuliginosus*, *Buteo swainsoni*

□ **Tramo ES-2 (Hacienda Tecolocoy-Estación Ahuachapán-Río Zunca)**

Este tramo comienza en la Hacienda Tecolocoy, manteniendo una dirección Sur hasta Loma La Coyotera, en Cantón La Coyotera, siguiendo una dirección 45° al SE, atravesando a los ríos El Autal, Las Canoas, hasta llegar al sur de las inmediaciones de la Hacienda El Obrajuelo (antiguo ingenio azucarero), luego en dirección sur, paralelo al río Escalante, atravesando el río

Los Ausoles y la carretera que comunica a Ahuachapán y Turín, pasando al Este del Cantón Llano de Doña María, en dirección SO, hasta llegar a la subestación Ahuachapán.

Aproximadamente, a 3 km de la Sub estación de Ahuachapán se localiza el área protegida, de La Labor que actualmente mantiene un estado de No Prioritaria de acuerdo a datos del Sistema de Áreas Protegidas del MARN.

Este tramo continúa en el punto que está al sur de la Hda. El Obrajuelo en dirección NE, cruzando el río Escalante, la carretera de material selecto que comunica a la ciudad de Atiquizaya con la CA8 en dirección hacia el puesto fronterizo con Guatemala, siguiendo en la misma dirección hasta cruzar el río San Antonio y la carretera que comunica a Atiquizaya y San Lorenzo, hasta llegar en las inmediaciones del río Zunca, 2 km al norte de la ciudad de Atiquizaya.

Este tramo tiene una longitud de 16,1 Km, con una altitud promedio de 626 msnm., Con relación al primer tramo, es básicamente llano con pendientes promedio de 28%. Se estima la instalación de 53 torres para el Proyecto.

A lo largo de este tramo se ubica un número apreciable de núcleos poblados, y en las inmediaciones de la zona de influencia indirecta se localizan las ciudades de Ahuachapán, Turín y Atiquizaya; entre los cantones por los cuales atravesará la línea, tenemos: Cantón Coyotera (900 m), Llano de Doña María (600 m), Los Magueyes (900 m), Santa Rosa Acacalco (400 m), Chipilapa (1.500 m), Loma de Alarcón (650m), Zunca (1.000m).

La zona tiene una excelente accesibilidad. Gracias a la gran cantidad de haciendas que se ubican en la región y a toda la red vial vinculada a los cultivos, los mismos son transitables en toda la época del año.

Se presentan suelos que se enmarcan en las Clases III y IV, . Según las características generales de estos suelos, los mismos son por lo general de origen volcánico, profundos a moderadamente profundos, y presentan un relieve plano a ligeramente inclinado. Estos suelos

presentan una textura que corresponde a franco, franco arenosos y franco arcillosos. Presentan suelos friables o muy firmes.

Los suelos de este tramo pueden presentar problemas de humedad o condiciones de sobre saturación que continua después del drenaje, además de alta susceptibilidad a la erosión causada por el agua, viento o efectos severos de pasadas erosiones

En general, estos suelos presentan una fertilidad natural media, y los mismos pueden ser utilizados para varios cultivos (hortalizas, café, maíz, sorgo, caña de azúcar, otros), además de pastos y frutales nativos.

Entre las zonas de vida de este tramo, figuran, Bosque seco tropical, Bosque húmedo subtropical y Bosque húmedo subtropical, transición a subhúmedo. La vegetación característica de este tramo esta integrada por Vegetación abierta arbustiva predominantemente decidua en época seca (matorral y arbustal), Zonas de cultivos o mezclas de sistemas productivos y Vegetación cerrada principalmente riparia.

Entre las especies vegetales características se encuentran: *Caesalpinia eriostachys*, *Cordia dentata*, *Cupressus lusitanica*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Gliricida sepium*, *Gmelina arborea*, *Sapindus saponaria*, *Sida acuta*, *Sideroxylon tempisque*, *Spondias mombin*, *Sterculia apetala*, *Swietenia macrophylla*, *Swietenia humilis*, *Tabebuia guayacán*, *Tabebuia rosea*, *Tectona grandis* y *Terminalia oblonga*. Se pueden distinguir especies animales en peligro de extinción: *Agouti paca*, *Nyctibius jamaicensis*, *Oxybelis fulgidus*, *Iguana iguana* y especies amenazadas de extinción: *Odecoileus virginianus nelsoni*, *Conepatus mesoleucus*, *Dendrocygna bicolor*, *Egretta thula*, *Boa constrictor* y *Ctenosaura quinquecarinatus*.

□ **Tramo ES-3 Río Zunca- Río Santa Gertrudis. (Entre Cerro Cimarrón y Cerro Las Mesas).**

El tramo Es-3, tiene una longitud de 21,2 Km, se caracteriza por tener un promedio de elevaciones de 733 msnm, con valores mínimos de 618 msnm y valores máximos de 940 msnm, es una zona bastante plana, con cierta población en su recorrido inicial y en las

inmediaciones de los cruces de carretera. Se estima la construcción de 70 torres para el Proyecto.

En su recorrido atraviesa los ríos, Galeno y El Brujo, además de la Qda. La Presa. Además de varias carreteras y caminos de acceso, principalmente la que comunica a la ciudad de Chalchuapa, con el punto de aduana, frontera con Guatemala (Hda. El Coco) y la carretera Panamericana CA1

Cabe señalar que en este tramo se localiza la Subestación Eléctrica Singuil (2,2 Km al sur de la línea, al pasar entre el Río Brujo y Qda. La Presa), por lo que la línea SIEPAC intercepta en tres puntos diferentes las Líneas de alta Tensión que salen de esta Subestación.

Entre las poblaciones principales, en esta tramo, tenemos a la ciudad de Chalchuapa (3,3 Km al SE) y Candelaria De La Frontera (4,5 Km) al norte del punto donde la línea intercepta la carretera Panamericana.

La geomorfología en este tramo se caracteriza por los siguientes aspectos relevantes:

- La zona de esfuerzos del Valle de Santa Ana que limita con la Sierra de Tacaba al sur y la Depresión de Ipala al NO.
- Tierras geomorfológicamente muy planas y bajas

Se caracteriza por la presencia de suelos ubicados en las Clases III ; IV y V, atendiendo la clasificación de uso potencial de los suelos. Algunos de los suelos de este tramo, presentan características que los ubican en la Clase III. Son suelos profundos a moderadamente profundos, presentan un relieve bastante plano, con características de textura franco arenosos a franco arcillosos, de fertilidad natural media a baja y de adecuada capacidad de retención hídrica. Estos suelos pueden ser utilizados para cultivos de maíz, sorgo, café, caña de azúcar, musáceas, frutales nativos y pastos.

Avanzando en este tramo, se ubica un segmento en el cual presenta suelos que se enmarcan en las Clases IV y V. Los suelos de este segmento son de relieve plano o ligeramente

inclinados. La textura de los suelos es de tipo franco arcillosa y presentan cierto grado de pedregosidad superficial. Los suelos están afectados por la lenta permeabilidad y drenaje imperfecto.

Estos suelos presentan una fertilidad natural baja a media, en algunas partes se pueden presentar limitaciones para los cultivos intensivos, para lo cual se requiere prácticas y obras especiales de conservación. Dentro de la zona del trazo se pueden observar plantaciones de café de sombra, en las inmediaciones del caserío Medrano, Valle San Luis, Las Aradas en las cercanías del río El Brujo y Santa Gertrudis.

Dentro de este tramo en el área de influencia directa se localiza el área protegida de La Palma, la cual actualmente tiene un estado de No Prioritaria, de acuerdo al MARN.

En este tramo se destacan la zona de vida Bosque húmedo subtropical, transición a subhúmedo, Bosque húmedo subtropical, Bosque húmedo subtropical, transición a tropical y Bosque seco tropical. Se distinguen cinco formaciones vegetales; Zonas de cultivos o mezclas de sistemas productivos, Vegetación abierta arbustiva predominantemente decidua en época seca (matorral y vegetación cerrada tropical ombrófila semidecídua de tierras bajas, Zonas de cultivos permanentes (cafetales) y Sistema productivo con vegetación leñosa natural o espontánea.

Se puede encontrar especies vegetales tales como: *Tabebuia rosea* (maquilishuat), *Cedrela odorata* (cedro), *Calycophyllum candidissimum* (salamo), *Cordia alliodora* (laurel), *Simarouba glauca* (aceituno), *Crescentia alata* (morro), *Carica mexicana*, *Omphalea oleiphera*, *Cnidioscolus* sp., *Talisia olivaeformis*, *Clorophora tinctoria*, *Plumeria rubra*, *Calycophyllum candidissimum*, *Tonduzia longifolia*, entre otras.

Cabe mencionar que existen especies animales amenazadas de extinción: *Coendou mexicanus*, *Ortalis leucogastra*, *Penelopina nigra*, *Boa constrictor*, y especies en peligro de extinción: *Canis latrans dickeyi*, *Agouti paca*, *Nyctibius jamaicensis*, *Crax rubra rubra*, *Crotalus durissus* y *Celestus atitlanencis*.

□ **Tramo ES-4 Río Santa Gertrudis- Hacienda San Diego (Carretera al Norte de San Juan Opico y Pablo Tacachico)**

El tramo Es-4 es el segundo en longitud, mide 33 km; se instalarán aproximadamente 110 torres.

Este tramo se extiende desde las inmediaciones del nacimiento del río Santa Gertrudis, en dirección Este, hasta el cerro San Jacinto al sur del río Mayo, cambiando la dirección hacia el SE, al cruzar la carretera CA12, 6,5 km al sur de la ciudad Texistepeque; a 1 km se mantiene hacia el Este, luego al pasar al norte del Cantón Cutuntay Camones, cambia la dirección hacia el NE, en cerro El Sillón o El Sapo. De este sector se dirige hacia el SE, manteniendo esta dirección, pero con varios puntos de inflexión, hasta interceptar la carretera que comunica a San Juan Opico y San Pablo Tacachico, en las inmediaciones del Cantón El Ángel Talcualuya. Dentro de este tramo se localizan las áreas protegidas de San Jerónimo, El Chaparrón y al final Talcualuya, todas dentro del área de influencia directa (4 Km), ésta última, era afectada por el trazo que CEL había propuesto, por lo que la empresa consultora propone un cambio de ruta, pasando al norte del área protegida, entre la colonia El Ángel y la Colonia La Ceiba.

El promedio de altitud para este tramo es de 738 msnm. Con altitudes mínimas de 313 y máxima de 999 msnm. Este tramo se caracteriza por poseer una mayor concentración de población en la parte media y final, aún así no se afectan directamente por el trazo.

Entre las poblaciones más importantes, pero que están fuera de la zona de influencia directa, y que se localizan al final del tramo, tenemos a San Pablo Tacachico, San Juan Opico y San Matías.

Los Cantones que se localizan en esta zona son: Cantón Chilcuyo, Cutumay Camones, Cutuntay Camones, Hda. Los Apoyos, Cantón Los Apoyos, Nancintepeque, San Felipe, Mogotes, Moncagua, San José La Cueva, Buena Vista y Colonia Las Mercedes.

La línea intercepta varios caminos vecinales a lo largo de su trayectoria, carreteras secundarias y la carretera CA12.

Al inicio atraviesa la parte alta de la cuenca del río El Golfo, manteniéndose paralela al río Amayito o Chilcuyo, pasando por el río Gaviria, en la Hda. Los Apoyos, localizada en el Cantón del mismo nombre, cruza al río Pepesca a 700 m de la unión de este río con el Lempa, para después cruzar el río Suquiapa, río Tepemicho, río Copinula, río Pacayán y río María Seca.

Es un tramo muy irregular en su topografía, se localizan en esta zona ciertos cultivos de café de sombra, sobre todo en las inmediaciones del río Pepesca, Lempa y al final del tramo, donde se aprovechan los pequeños Valles y depresiones para el cultivo de maíz, frijoles, entre otras variedades de subsistencia.

Además la línea SIEPAC intercepta la ruta que sigue la línea de Ferrocarriles Internacionales de Centro América, en la zona que dista 2,7 Km antes de cruzar la carretera CA12, muy cerca de esta carretera e su punto de intercepción con la línea SIEPAC, pasa la trayectoria de la línea de Alta Tensión que va hacia la ciudad de Texistepeque. Al igual, en las inmediaciones de la Hda. San Diego la línea SIEPAC cruza la línea de Alta Tensión que une a la subestación eléctrica de San Pablo Tacachico con San Juan Opico.

Es un tramo se observa suelos que se ubican en las Clases IV; V y VI.

Como ya hemos señalado, los suelos de la clase IV y VI son suelos que van de moderadamente profundos a superficiales, presentando pendientes que van de un grado moderado a complejas. Presentan suelos de textura franco arcillosos a arcillosos y, además, son muy susceptibles a la erosión hídrica, por lo cual se hace necesario utilizar, en algunos casos, prácticas de conservación de suelos. Estos suelos, por lo general presentan una fertilidad natural baja, y pueden ser utilizados para el cultivo de frutales, así como también para cultivos perennes (café) o anuales (maíz y caña de azúcar).

Los suelos de la Clase V, corresponden a suelos planos con micro - depresiones, presentan textura arcillosa y están afectados en su mayoría por lenta permeabilidad y drenaje imperfecto.

Se puede decir que los suelos de esta clase tienen limitaciones muy severas, que hacen inadecuado su uso para cultivos intensivos y lo limitan para cultivos permanentes como frutales y explotación ganadera.

Considerando las características de los suelos de este tramo, podemos señalar que requiere de cuidadosas prácticas de conservación y manejo de los mismos, a objeto de disminuir la susceptibilidad que tienen estos suelos a la erosión hídrica.

En el tramo se nombran las zonas de vida, Bosque húmedo subtropical, transición a subhúmedo, Bosque húmedo subtropical, Bosque húmedo subtropical, transición a tropical y Bosque seco tropical.

Entre la vegetación presente en este tramo se distinguen: Zonas de cultivos o mezclas de sistemas productivos, Vegetación abierta arbustiva predominantemente decidua en época seca (matorral y arbustal), Vegetación cerrada tropical ombrófila semidecídua de tierras bajas, Zonas de cultivos permanentes (cafetales) y Sistema productivo con vegetación leñosa natural o espontánea.

Se pueden encontrar especies vegetales tales como: *Tabebuia rosea* (maquilishuat), *Cedrela odorata* (cedro), *Alvaradoa amorphoides* (plumajillo), *Trichilia glabra* (jocotillo), *Guazuma ulmifolia* (caulote), *Switenia humilis* (caoba), *Gliricidia sepium* (madrecacao), *Simarouba glauca* (aceituno), *Crescentia alata* (morro), *Carica mexicana*, *Plumeria rubra*, *Calycophyllum candidissimum*, *Tonduzia longifolia*, entre otras.

En este tramo se presentan especies en peligro de extinción: *Marmosa Mexicana*, *Bubo virginianus*, *Crax rubra rubra*, *Iguana iguana*, *Ctenosaura quinquecarinatus* y especies amenazadas de extinción: *Coendou mexicanus*, *Porzana carolina*, *Passer domesticus*, *Boa constrictor*

□ **Tramo Es-5 Hacienda San Diego (Cantón Barranca Honda-Caserío Galera Quemada).**

Este se inicia en la carretera que une a San Juan Opico y San Pablo Tacachico, en las inmediaciones del Cantón El Ángel Talcualuya, Al sur (450m) de la confluencia de los ríos Tehuicho y Talcualuya, después pasa el río Zanjón Mudo, hasta encontrarse con el trazo de CEL en las inmediaciones de la Hacienda Santa Rosa, en las coordenadas (467950 m E y 308400 m N), sigue dirección SE hasta el Cantón Galera Quemada en las inmediaciones del Cerro Nejapa. Tiene una longitud de 18,2 km en donde se proyecta la instalación de 61 torres.

A diferencia del tramo anterior, es una zona más plana en la cual el promedio de la altitud es de 468 msnm.

A traviesa en su inicio el río Talcualuya, río Sucio, Tehuicho y río Zanjón Mudo, así como también varias carreteras mejoradas y caminos transitables de terracería.

En esta región, se localiza en las proximidades de la zona de influencia indirecta las ciudades de San Juan Opico, San Matías, Quezaltepeque, y dentro del área de influencia directa tenemos los siguientes Cantones: Cantón La Loma, Santa Rosa, Sitio de Los Nejapa, Tacachico, Las Mercedes, en las márgenes del río Sucio, Girón, Platanillos y finalmente Galera Quemada.

Al sur de este tramo se localizan las áreas protegidas de La Isla, La Argentina, 14 de Marzo, Los Abriles y Chanmico, todas fuera del área de influencia directa del proyecto

En forma general los suelos de este tramo, se ubican principalmente en las clases IV y VI, lo cual corresponde a suelos que van de moderadamente profundos a superficiales, presentando pendientes que van de un grado moderado a complejas.

Al igual que el tramo anterior los suelos de este tramo, requieren de cuidadosas prácticas de conservación y manejo de los mismos, a objeto de disminuir la susceptibilidad que tienen estos suelos a la erosión hídrica, cuando los mismos son utilizados inadecuadamente.

Desde el punto de vista agronómico se puede decir que estos suelos presentan una fertilidad natural media a baja y los mismos pueden ser utilizados para cultivos permanentes, especies nativas de árboles frutales y de sombra, además de ciertos cultivos anuales (caña de azúcar, maíz). Los terrenos de pendientes más bajas pueden adecuarse a la explotación ganadera, utilizando gramíneas forrajeras.

La extensión del tramo atraviesa las zonas de vida Bosque húmedo subtropical y Bosque húmedo subtropical, transición a tropical. Las formaciones vegetales existentes están conformadas por: Zonas de cultivos forestales o frutales, Zonas de cultivos o mezclas de sistemas productivos y Sistemas productivos mixtos.

Las especies vegetales características de este tramo son: *Swietenia macrophylla*, *Cedrela salvadorensis*, *Ceiba pentandra*, *Myroxylon balsamun*, *Hymenaea courbaril*, *Tabebuia guayacán*, *Tabebuia rosea* (maquilishuat), *Cedrela odorata* (cedro), *Trichilia glabra* (jocotillo), *Guazuma ulmifolia* (caulote), *Switenia humilis* (caoba), *Gliricidia sepium* (madrecacao), *Simarouba glauca* (aceituno), *Crescentia alata* (morro), entre otras. Existen especies animales amenazadas de extinción: *Canis latrans dickeyi*, *Icterus chrysater*, *Tyto alba*, *Micrurus nigrocinctus zunilensis*, y especies en peligro de extinción: *Marmosa Mexicana*, *Amazona albifrons ana*, *Pharomachrus mocinno mocinno* e *Iguana iguana*

□ **Tramo Es-6 Cantón Galera Quemada- Sub-Estación Nejapa.**

El sexto tramo se caracteriza por tener el mayor número de trazo vial, aproximadamente la línea SIEPAC atraviesa en su recorrido 19 tramos de carreteras o vías de acceso, que se entrelazan con la carretera Troncal del Norte en las inmediaciones de las faldas del Volcán San Salvador. Tiene una longitud de 9,3 km donde se levantarán 32 torres, aproximadamente.

Desde el Cantón Galera Quemada mantiene una dirección sur, hasta el Cantón Conacaste, de este punto se dirige al SE hasta llegar a la Sub-Estación Nejapa (CEL).

Se localiza en su recorrido varios drenajes naturales y quebradas que tienen origen en las faldas del volcán San Salvador.

En su recorrido inicial, la línea pasa al oeste de la ciudad de Nejapa (1.000 m), cruzando la carretera Troncal Del Norte y la línea de Ferrocarriles Nacionales de El Salvador. En sus proximidades se localizan las instalaciones del Ingenio Azucarero El Castaño, lo que hace que la región se caracterice como área Cañera.

El Tramo pasa entre los Cerros Nejapa y el Volcán San Salvador, quedando este, fuera de los 2 km marcados como área de influencia directa. La altitud promedio en este tramo es de 500 msnm.

Al estar en las inmediaciones del Volcán, este tramo se considera como de alto riesgo, e incluyendo la Sub-Estación Nejapa.

Se observan suelos con características agrológicas que los ubican en las clases IV y VI. Al igual que otros tramos con clasificación similar, estos suelos son moderadamente profundos, con textura franco arcillosos a arcillosos. Presentan relieve inclinado y son susceptibles a la erosión hídrica. Estos suelos presentan fertilidad natural baja y los mismos pueden ser usados para especies frutales y otros cultivos como maíz, frijol, caña de azúcar, pastos, otros. De igual forma, los terrenos con pendientes más planas pueden adecuarse a la explotación ganadera.

Los suelos de este tramo, también se ubican en la necesidad de utilizar prácticas de conservación y manejo, a objeto de disminuir la susceptibilidad que tienen estos suelos a la erosión hídrica.

Al NO de la Subestación de Nejapa se localiza la ciudad de Nejapa y al NE la de Opopa, entre los Cantones que serán afectados directamente por el trazo de la línea, tenemos los siguientes: El Salitre, Conacaste, Aldea Mercedes, Suchinango, Las Delicias, Guadalupe y varias Fincas.

En este tramo, al Oeste, igual que el anterior se localizan las áreas protegidas de La Isla, La Argentina, 14 de Marzo, Los Abriles y Chanmico, y al Sur se localiza el área protegida de Las Mercedes o Santa María; todas fuera del área de influencia directa del proyecto

El tramo pasa por las zonas de vida Bosque húmedo subtropical y Bosque húmedo subtropical, transición a tropical. La vegetación de este tramo es característica de Zonas de cultivos forestales o frutales, Zonas de cultivos o mezclas de sistemas productivos y Sistemas productivos mixtos.

Entre las especies vegetales presentes en el tramo se pueden encontrar: *Cedrela salvadorensis*, *Ceiba pentandra*, *Tabebuia guayacán*, *Tabebuia rosea* (maquilishuat), *Calycophyllum candidissimum* (salamo), *Cordia alliodora* (laurel), *Sapium macrocarpum* (chilamate), *Guazuma ulmifolia* (caulote), *Switenia humilis* (caoba), *Simarouba glauca* (aceituno), *Crescentia alata* (morro), entre otras.

Se encuentran especies en peligro de extinción: *Agouti paca*, *Marmosa Mexicana*, *Nyctibius jamaicensis*, *Amazona albifrons ana*, *Boa constrictor*, y especies amenazadas de extinción: *Buteo swainsoni*, *Falco peregrinus*, *Celestus atitlanencis* y *Ctenosaura quinquecarinatus*.

□ **Tramo ES7- Cantón Galera Quemada- Cantón Tecoluca.**

Con 28 km de longitud el tramo ES7, discurre al norte del Departamento San Salvador y del Volcán Ilopango, que realmente es un gran lago (10 km de distancia con respecto a la Línea SIEPAC), y al sur del Volcán Guazapa, lo que hace que este tramo, como el anterior estén dentro de un corredor sísmico, aunque hay que señalar que en su totalidad El Salvador por su superficie y gran concentración de volcanes es un país de alta sismicidad. Se estima la instalación de 94 torres para el Proyecto SIEPAC.

El promedio de altitud de la zona es de 616 msnsm, con una topografía bastante regular y sobre la cual existe una excelente accesibilidad por el gran número de carretera y caminos vecinales con los cuales se cuenta. Se atraviesa en este tramo la carretera CA 4, la carretera que comunica a las ciudades de Tonacatepeque y San José Guayabal, San José Guayabal y San Martín, la carretera que comunica a San Bartolomé Peralapia y Oratorio de Concepción.

Los Cantones que son interceptados por la línea en este tramo son: Cantón Tres Ceibas, Joya Grande, Santa Barbara, Animas, Las Lomas, El Triunfo, Istaque, El Roble, La Esperanza, Santa

Anita y por último Tecoluca, donde se encuentra el punto final de este tramo (4.7 Km NE de San Pedro Perulapán).

Los principales cursos de agua por los que la línea atraviesa son: río Acelhuate, Las Cañas, Guaycume, Chamulapa (pasa en 5 puntos diferentes en la parte alta de la cuenca), El Sillero, Acuitayo, Chunchucuyo, Changuiste, Acunia, Achiguillo y Limón. Además, la línea de Alta Tensión atraviesa el punto localizado entre las coordenadas geográficas 486,050 Este y 300,200 Norte, al norte de la Hacienda San José Arrazola.

El relieve de estos suelos varía entre suelos planos con micro - depresiones a suelos con pendientes complejas y pronunciadas.

Los suelos de este tramo son propicios para el cultivo de frutales, pastos y la explotación ganadera. Sin embargo, es recomendable establecer cuidadosas medidas de conservación y manejo.

Al inicio del tramo en dirección Norte se localiza el área protegida conocida como Bolívar, en el área de influencia indirecta.

En el tramo se distinguen las zonas de vida Bosque húmedo subtropical y Bosque húmedo subtropical, transición a tropical. Las formaciones vegetales existentes en este tramo son: Zonas de cultivos forestales o frutales, Zonas de cultivos o mezclas de sistemas productivos, Sistemas productivos mixtos, Sistema productivo con vegetación leñosa natural o espontánea.

En este tramo pueden encontrarse especies vegetales tales como: *Swietenia macrophylla*, *Cedrela salvadorensis*, *Ceiba pentandra*, *Hymenaea courbaril*, *Tabebuia guayacán*, *Tabebuia rosea* (maquilishuat), *Calycophyllum candidissimum* (salamo), *Cordia alliodora* (laurel), *Alvaradoa amorphoides* (plumajillo), *Trichilia glabra* (jocotillo), *Guazuma ulmifolia* (caulote), *Swietenia humilis* (caoba), *Simarouba glauca* (aceituno), *Crescentia alata* (morro), entre otras. Es importante destacar que en este tramo existen especies amenazadas de extinción: *Conepatus mesoleucus*, *Coendou mexicanus*, *Campylorhynchus zonatus*, *Colaptes auratus*, *Boa*

constrictor, y especies en peligro de extinción: *Marmosa Mexicana*, *Agamia agami*, *Celestus atitlanencis*, *Ctenosaura quinquecarinatus*.

□ **Tramo ES-8 Cantón Tecoluca- Finca El Tasajo (Río Titihuapa).**

Comprende una longitud de 23,8 km en los que se espera construir 80 torres; posee una altitud promedio de 566 msnm, se caracteriza por mantener una topografía regular en la cual existen muchas fincas dedicadas al cultivo de café, maíz y frijoles. Es una zona que presenta una buena accesibilidad al trazo de la línea, por la cual se cruzan dos importantes carreteras, como lo son: carretera que comunica a Santa Cruz Michapa con Tenacingo, la carretera que comunica a San Rafael Cedros con Ilobasco y entre otras carreteras secundarias, al Norte; al inicio del tramo se localiza el área protegida conocida como Cinquera, también en el área de influencia indirecta.

Al sur del trazo y fuera de la zona de influencia directa se localizan las ciudades de Santa Cruz Michapa (6 Km), Monte San Juan (3,8 Km), la ciudad de Cojutepeque (6 Km), El Rosario (2,5 Km), El Carmen (7,5 Km), San Rafael Cedros (6,5 Km) y San Sebastián (7 Km). Las comunidades que se encuentran dentro del área de influencia directa son: Cantón Huiziltepeque, Corral Viejo, El Rosario, San Martín, Soledad, La Esperanza, entre otros caseríos.

La red hidrográfica se compone por los ríos Chuchata, El Rosario, San Juan, Camalote, Tizapa, Las Lajas, Los Horcones, El Gavilán y El Titihuapa.

En cuanto a la edafología se repiten las mismas condiciones que el tramo anterior. Los suelos son clasificados en las clases V y VI. Se ubican como suelos superficiales a moderadamente profundos, los cuales presentan características de textura franco arcillosos a arcillosos. Afectados en su mayoría por lenta permeabilidad y drenaje imperfecto. Son muy susceptibles a la erosión hídrica y presentan una fertilidad natural generalmente baja.

El relieve de estos suelos varía entre suelos planos con micro - depresiones a suelos con pendientes complejas y pronunciadas.

Los suelos de este tramo presentan condiciones adecuadas para el cultivo de frutales, pastos y la explotación ganadera. Para estos suelos es recomendable establecer cuidadosas medidas de conservación y manejo, y de esta forma establecer un uso racional de los mismos.

Cabe señalar, que se encuentran en este tramo las zonas de vida bosque húmedo subtropical y bosque húmedo subtropical, transición a tropical. La cobertura vegetal del tramo esta caracterizada por: Zonas de cultivos o mezclas de sistemas productivos, Sistemas productivos mixtos y Sistema productivo con vegetación leñosa natural o espontánea.

Las especies vegetales que tipifican estos sitios son: *Swietenia macrophylla*, *Cedrela salvadorensis*, *Myroxylon balsamun*, *Hymenaea courbaril*, *Tabebuia guayacán*, *Tabebuia rosea* (maquilishuat), *Cedrela odorata* (cedro), *Cordia alliodora* (laurel), *Alvaradoa amorphoides* (plumajillo), *Guazuma ulmifolia* (caulote), *Gliricidia sepium* (madrecacao), entre otras. Se pueden distinguir especies animales en peligro de extinción: *Leptodon cayanensis*, *Cyrtonyx ocellatus*, *Oxybelis fulgidus*, *Iguana iguana*, y especies amenazadas de extinción: *Canis latrans dickeyi*, *Conepatus mesoleucus*, *Egretta thula*, *Falco peregrinus*, *Micrurus nigrocinctus zunilensis*.

□ **Tramo ES-9 Finca El Tasajo-Cantón Rosario (AL sur del río Titihuapa)**

La altitud en este tramo tiende a disminuir, tiene como promedio 258 msnm. Buena accesibilidad al trazo de la línea, zona escarpada, con ciertas manchas verdes producto de los cultivos de café, se mantiene casi paralelo al curso del río Titihuapa, manteniendo una dirección al Este en su inicio, pasando en las inmediaciones del cerro Sapo, sobre la carretera que comunica Santa Clara con San Isidro, toma después una dirección SE, hasta llegar al punto final del tramo en el Cantón El Rosario, a 6,8 Km al NO de la ciudad de San Ildefonso. Tiene una longitud de 20,1 km en los cuales se instalarán 66 torres, aproximadamente.

Los cantones por los cuales el alineamiento del proyecto SIEPAC estará pasando en este tramo son los siguientes: Cantón La Esperanza, Cerros de Don Pedro, El Carao, San Jerónimo y por último Cantón El Rosario

Observamos que se repiten las mismas condiciones que el tramo anterior. Los suelos son clasificados en las clases V y VI. Se ubican como suelos superficiales a moderadamente profundos, los cuales presentan características de textura franco arcillosos a arcillosos. Afectados en su mayoría por lenta permeabilidad y drenaje imperfecto. Son muy susceptibles a la erosión hídrica y presentan una fertilidad natural generalmente baja.

El relieve de estos suelos varía entre suelos planos con micro - depresiones a suelos con pendientes complejas y pronunciadas.

Los suelos de este tramo presentan condiciones adecuadas para el cultivo de frutales, pastos y la explotación ganadera. Para estos suelos es recomendable establecer cuidadosas medidas de conservación y manejo, y de esta forma establecer un uso racional de los mismos.

En este tramo se distinguen las zonas de vida Bosque húmedo subtropical, Bosque húmedo subtropical, transición a tropical, Bosque seco tropical, transición a subtropical, Bosque seco tropical y Bosque húmedo subtropical, transición a subhúmedo. Podemos encontrar formaciones vegetales, tales como: Zonas de cultivos o mezclas de sistemas productivos, Vegetación abierta arbustiva predominantemente decidua en época seca (matorral y arbustal), Vegetación cerrada principalmente riparia y Vegetación abierta, sabanas, campos y pastizales similares de tierras bajas y submontañas (morral.)

En esta zona pueden encontrarse especies vegetales, entre las cuales se encuentran: *Cedrela odorata* (cedro), *Carica mexicana*, *Tonduzia longifolia*, *Ceiba aesculifolia*, *Hura crepitans*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Calycophyllum candidissimum* (salamo), *Cordia alliodora* (laurel), *Albizia adinocephala*, *Cecropia peltata*, *Sapium macrocarpum* (chilamate), *Clorophora tinctoria*, *Plumeria rubra*, *Switenia humilis* (caoba), *Gliricidia sepium* (madrecacao), *Simarouba glauca* (aceituno), *Lonchocarpus rugosus*, *Genipa caruto*, *Sapindus saponaria*, entre otras. Cabe mencionar que existen especies en peligro de extinción: *Mazama americana*, *Marmosa Mexicana*, *Bubo virginianus*, *Oxybelis fulgidus*, *Crotalus durissus*, y especies amenazadas de extinción: *Odecoileus virginianus* Nelson, *Canis latrans dickeyi*, *Penelopina nigra*, *Tyto alba*, *Boa constrictor*, *Micrurus nigrocinctus zunilensis*.

□ **Tramo ES-10 Cantón El Rosario- Sub-Estación 15 de Septiembre**

Es un tramo que se caracteriza por una topografía plana, con promedio de altitud de 240 msnm, donde se observan fincas ganaderas y cafetales de sombra. Mantiene una dirección al SE en su inicio, para luego cambiar totalmente en dirección sur hasta la Sub-Estación 15 de septiembre . Tiene una longitud de 16 km y se estima la construcción de 53 torres.

La carretera principal que cruza es la que comunica a San Ildefonso con Santa Clara, el resto son caminos vecinales.

La población que se encuentra en las inmediaciones del trazo de la línea corresponde a: Cantón El Carmen, Los Almendros, San Lorenzo, varias haciendas y sitios. Cruza el río San Juan, Qda. Las Canoas, Qda. El Trilladero.

Se mantienen las mismas condiciones que el tramo anterior. Los suelos son clasificados en las clases V y VI. Se ubican como suelos superficiales a moderadamente profundos, los cuales presentan características de textura franco arcillosos a arcillosos. Afectados en su mayoría por lenta permeabilidad y drenaje imperfecto. Son muy susceptibles a la erosión hídrica y presentan una fertilidad natural generalmente baja.

El relieve de estos suelos varía entre suelos planos con micro - depresiones a suelos con pendientes complejas y pronunciadas.

Los suelos de este tramo presentan condiciones adecuadas para el cultivo de frutales, pastos y la explotación ganadera. Para estos suelos es recomendable establecer cuidadosas medidas de conservación y manejo, y de esta forma establecer un uso racional de los mismos.

Las zonas de vida de este tramo son: Bosque húmedo subtropical, Bosque húmedo subtropical, transición a tropical, Bosque seco tropical, transición a subtropical, Bosque seco tropical y Bosque húmedo subtropical, transición a subhúmedo. La vegetación se encuentra distribuida en Zonas de cultivos o mezclas de sistemas productivos, Vegetación abierta arbustiva

predominantemente decidua en época seca (matorral y arbustal), Vegetación cerrada principalmente riparia y Vegetación abierta, sabanas, campos y pastizales similares de tierras bajas y submontañas (morral.)

En esta zona pueden encontrarse especies tales como: *Ceiba pentandra*, *Tabebuia rosea* (maquilishuat), *Cedrela odorata* (cedro), *Tonduzia longifolia*, *Ceiba aesculifolia*, *Hura crepitans*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Calycophyllum candidissimum* (salamo), *Cecropia peltata*, *Sapium macrocarpum* (chilamate), *Omphalea oleiphera*, *Clorophora tinctoria*, *Plumeria rubra*, *Calycophyllum candidissimum*, *Trichilia glabra* (jocotillo), *Guazuma ulmifolia* (caulote), *Switenia humilis* (caoba), *Gliricidia sepium* (madrecacao), *Lonchocarpus rugosus*, *Genipa caruto*, *Andira inermis*, entre otras. Existen especies amenazadas de extinción: *Conepatus mesoleucus*, *Coendou mexicanus*, *Buteo brachyurus fuliginosus*, *Botaurus lentiginosus*, *Boa constrictor*, y especies en peligro de extinción: *Agouti paca*, *Cairina moschata*, *Pharomachrus mocinno mocinno*, *Crotalus durissus* y *Celestus atitlanencis*.

□ **Tramo ES-11 Quebrada El Trilladero-Piedras Blancas, sobre la carretera CA7.**

Es el tramo de mayor longitud, con 51,2 k en los que se construirán 170 torres, aproximadamente. Posee una topografía uniforme en un 80%, después del Km-20, presenta cierta irregularidad en la topografía, a través de 14 km.

Inicia en las inmediaciones del Embalse de la Hidroeléctrica 15 de Septiembre en dirección NE, hasta el sitio conocido como El Potrero, atraviesa el Embalse en el punto con coordenadas Lambert 551,300 E y 282,150 N y nuevamente sobre el río Melancolo, pasando al norte de la ciudad Estanzuela (500 m), y al sur de las áreas protegidas El Tecomatal (600 m) y El Tamarindo (150 m), que anteriormente el trazo de CEL atravesaba las dos áreas, por lo que SOLUZIONA propone realizar cambios en este sector del tramo; cambiando la dirección desde el punto con coordenadas (552,000 E y 282,200 N) siguiendo el recorrido hasta el punto con coordenadas (554,350 E y 281,150 N) al norte de la ciudad de Estanzuelas (500 m), siguiendo una dirección NE al norte del Cantón Sitio de San Antonio, hasta encontrarse con el trazo de CEL en el punto con coordenadas (358,450 E y 282,250 N), luego se mantiene en dirección Este, en la intercepción con la carretera que comunica a El Triunfo con Sesori, toma una

dirección SE, pasándola sur de Chapeltique (650 m), hasta llegar a la intercepción con la carretera CA7 en Piedras Blancas.

Es una zona que se caracteriza por sus áreas verdes conformada los cultivos de café, caña y fincas ganaderas. Su altitud promedio es de 251 msnm. A través de su recorrido se localizan grandes núcleos poblados, las dos ciudades más cercanas al trazo son Estanzuela y Chapeltique, mantiene una gran accesibilidad en toda la región.

Podemos observar que las condiciones son las mismas que los tres tramos anteriores. Los suelos son clasificados en las clases V y VI y se ubican como suelos superficiales a moderadamente profundos, los cuales presentan características de textura franco arcillosos a arcillosos. Afectados en su mayoría por lenta permeabilidad y drenaje imperfecto. Son muy susceptibles a la erosión hídrica y presentan una fertilidad natural generalmente baja.

El relieve de estos suelos varía entre suelos planos con micro - depresiones a suelos con pendientes complejas y pronunciadas.

Los suelos de este tramo presentan condiciones adecuadas para el cultivo de frutales, pastos y la explotación ganadera. Para estos suelos es recomendable establecer cuidadosas medidas de conservación y manejo, y de esta forma establecer un uso racional de los mismos.

Los Cantones que la línea cruzará son: Cantón San Antonio, Potrero de Joco, Azacualpia de Joco, Santa Bárbara, La Trinidad, San Jacinto, Altamiro; San Antonio Chavéz y San Pedro.

Entre las zonas de vida características del tramo se concuerdan con Bosque húmedo subtropical, Bosque húmedo subtropical, transición a subhúmedo, Bosque húmedo subtropical, transición a tropical y Bosque seco tropical, transición a subtropical. Las formaciones vegetales presentes en este tramo están constituidas por: Zonas de cultivos o mezclas de sistemas productivos, Vegetación abierta arbustiva predominantemente decidua en época seca (matorral y arbustal), Vegetación cerrada principalmente riparia y Vegetación abierta, sabanas, campos y pastizales similares de tierras bajas y submontañas (morral.)

Especies vegetales características de este tramo: *Plumeria rubra*, *Calycophyllum candidissimum*, *Swietenia macrophylla*, *Carica mexicana*, *Omphalea oleiphora*, *Cedrela salvadorensis*, *Ceiba pentandra*, *Talisia olivaeformis*, *Myroxylon balsamun*, *Hymenaea courbaril*, *Myriospermum frutescens*, *Tabebuia guayacán*, *Clorophora tinctoria*, *Tonduzia longifolia*, *Ceiba aesculifolia*, entre otras. Encontramos especies animales en peligro de extinción: *Agouti paca*, *Marmosa Mexicana*, *Cairina moschata*, *Nyctibius jamaicensis*, *Celestus atitlanencis* e *Iguana iguana*, y especies amenazadas de extinción: *Canis latrans dickeyi*, *Passer domesticus*, *Egretta thula*, *Micrurus nigrocinctus zunilensis*.

□ **Tramo Es-12 Piedras Blancas- Hacienda Panamá. (Entre Los Cerros El Zapatón y El Camote)**

El tramo se inicia sobre la carretera CA7 (593,500 E y 268, 450 N), manteniendo una dirección SE, después al pasar las inmediaciones del Cerro Gavilán, continúa en dirección NE, pasando entre Comacarán (450 m) y Uluazapa (2 Km), hasta llegar a la intercepción con la carretera que comunica a Uluazapa con Yucuaiquín (607,600 E y 268,300 N), siguiendo hacia el este para cruzar la carretera que une a Cantón El Tizate con el Municipio Bolívar, continuando en la misma dirección hasta cruzar el río Sirama, llegando a la Hacienda Panamá. La longitud del tramo es de 28,8 km en las que se estima construir 96 torres. El promedio de la altitud está en el orden de los 270 msnm.

Este tramo está dentro de la cuenca superficial de los ríos Grande de San Miguel, que incluye los ríos Villerías, San Francisco, Estaban, Sirama, Pasaquina y El Sauce y sus diferentes afluentes. La característica fundamental de estos drenajes son sus paredes muy abruptas que forman cañones debido a la erosión imperante por lo de los suelos deleznable. El río Grande de San Miguel tiene un caudal de 149.200 l/min y en la confluencia con el río San Esteban tiene un caudal de 43.500 l/min. El río Goascarán por su parte tiene un caudal de 59.400 l/min. El río Pasaquina tiene un caudal máximo de 600 l/min, el río Sirama tiene un caudal máximo de 3.800 l/min. El río Esteban tiene un caudal de 2.800 l/min. El pH de estas aguas están entre 6,9 y 8,6 mientras que los TSD están entre 40 y 800 mg/l (SNET, 2003).

Se observamos que este tramo transcurre a través de suelos que se clasifican según su uso potencial, en suelos de las Clases VI y VII.

Los suelos de este tramo son superficiales de profundidad efectiva limitada. Pueden presentar rocosidad o pedregosidad superficial y su relieve puede variar de áreas muy empinadas a suelos planos con micro - depresiones. Son suelos pobremente drenados, susceptibles a la erosión hídrica y presentan textura arcillosa. Adicionalmente, presentan una fertilidad natural baja.

En lo que respecta al uso de estos suelos, se debe utilizar racionalmente los mismos y restringir su uso para la vegetación permanente, específicamente para la siembra de especies de frutales y en las partes más bajas puede adecuarse a la explotación ganadera. En términos generales, se recomienda utilizar medidas de conservación y manejo, lo cual debe complementarse con un programa racional de fertilización, Se observaron en este tramo varias plantaciones de café, maíz, caña de azúcar y fincas ganaderas.

Las zonas pobladas que se localizan en esta región por la cual se proyectará la línea del SIEPAC son: Comacarán, Uluazapa, Cantón Lacañada, El Tránsito, El Sombrerito.

Las zonas de vida que se destacan en este tramo están constituidas por: Bosque húmedo subtropical, Bosque húmedo subtropical, transición a subhúmedo, Bosque húmedo subtropical, transición a tropical y Bosque seco tropical, transición a subtropical. La vegetación característica esta formada por: Zonas de cultivos o mezclas de sistemas productivos, Vegetación abierta arbustiva predominantemente decidua en época seca (matorral y arbustal) y Vegetación abierta, sabanas, campos y pastizales similares de tierras bajas y submontañas (morrall.)

Las especies vegetales que tipifican estos sitios son: *Plumeria rubra*, *Calycophyllum candidissimum*, *Swietenia macrophylla*, *Carica mexicana*, *Omphalea oleiphera*, *Cedrela salvadorensis*, *Ceiba pentandra*, *Talisia olivaeformis*, *Myroxylon balsamun*, *Hymenaea courbaril*, *Myriospermum frutescens*, *Tabebuia guayacán*, *Clorophora tinctoria*, *Tonduzia longifolia*, *Ceiba aesculifolia*, entre otras. Se pueden distinguir especies animales amenazadas de extinción: *Odecoileus virginianus* Nelson, *Conepatus mesoleucus*, *Dendrocygna bicolor*, *Campylorhynchus zonatus*, *Boa constrictor*, *Micrurus nigrocinctus zunilensis*, y en peligro de extinción: *Marmosa*

Mexicana, Agouti paca, Amazona albifrons ana, Bubo virginianus, Celestus atitlanencis, Ctenosaura quinquecarinatus e Iguana iguana.

□ **Tramo ES-13 Hacienda Panamá- Río Goascorán- Frontera con Honduras.**

Es el tramo con la topografía más plana, en el cual la altitud promedio está en los alrededores de los 65 msnm, con una longitud de 11 km en donde se instalarán 37 torres. Es una zona ganadera y con algunos sectores donde se pueden observar cultivos de maíz.

Se extiende desde la Hacienda Panamá, en dirección Este, cruzando la carretera Panamericana CA1 y la línea de Alta Tensión que se mantiene paralela a la CA1, a la altura del poblado El Nance, sigue hasta el sector conocido como Los Encuentros en las márgenes del río Goascorán, donde está el punto de interconexión con Honduras. Al igual que el resto de los tramos, este tiene buenos acceso a la ruta de la línea.

Al igual que en el tramo N°12, los suelos de este tramo se ubican en forma general en las Clases VI y VII. Como ya fue descrito en el tramo anterior, estos suelos son superficiales de profundidad efectiva limitada. Pueden presentar rocosidad o pedregosidad superficial y su relieve puede variar de áreas muy empinadas a suelos planos con micro - depresiones. Son suelos pobremente drenados, susceptibles a la erosión hídrica y presentan textura arcillosa. Adicionalmente, presentan una fertilidad natural baja.

El uso de estos suelos debe ser racional y restringir su utilización para la vegetación permanente, específicamente para la siembra de especies de frutales y en las partes más bajas puede adecuarse a la explotación ganadera. Se recomienda utilizar medidas de conservación y manejo, lo cual debe complementarse con un programa racional de fertilización.

Este tramo pasa al sur de la ciudad de Pasaquina (5 Km), atraviesa lugares poblados como El Castaño, La Estrechura, Peñitas, El Nance y Los Encuentro. Al inicio de este tramo se localiza el área protegida Morrales de Pasaquina, fuera del área de influencia directa.

Se pueden encontrar áreas con zonas de vida dentro de las categorías de Bosque húmedo subtropical, Bosque húmedo subtropical, transición a subhúmedo, Bosque húmedo subtropical, transición a tropical y Bosque seco tropical, transición a subtropical. Las formaciones vegetales del tramo son: Zonas de cultivos o mezclas de sistemas productivos, Vegetación abierta arbustiva predominantemente decidua en época seca (matorral y arbustal) y Vegetación abierta, sabanas, campos y pastizales similares de tierras bajas y submontañas (morral.)

En este tramo pueden encontrarse especies tales como: *Plumeria rubra*, *Calycophyllum candidissimum*, *Swietenia macrophylla*, *Carica mexicana*, *Omphalea oleiphora*, *Cedrela salvadorensis*, *Ceiba pentandra*, *Talisia olivaeformis*, *Myroxylon balsamun*, *Hymenaea courbaril*, *Myriospermum frutescens*, *Tabebuia guayacán*, *Clorophora tinctoria*, *Tonduzia longifolia*, *Ceiba aesculifolia*, entre otras. Cabe mencionar que existen especies animales en peligro de extinción: *Mazama americana*, *Cairina moschata*, *Crax rubra rubra*, *Oxybelis fulgidus*, *Celestus atitlanencis*, *Iguana iguana*, y amenazadas de extinción: *Canis latrans dickeyi*, *Pteroglossus torquatus*, *Tyto alba*, *Micrurus nigrocinctus zunilensis* y *Boa constrictor*.

4. IDENTIFICACIÓN de Tramos Homogéneos	132
4.1 Definición Y descripción DE TRAMOS HOMOGÉNEOS	132

5 DESCRIPCIÓN, CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE ACTUAL EN EL SITIO DEL PROYECTO Y SU ÁREA DE INFLUENCIA

Se describe en este apartado las características del medio ambiente, sin proyecto, dentro del área de influencia de la línea en forma general, e incluyendo un detalle por tramos para cada uno de los componentes ambientales estudiados.

5.1 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

La zona correspondiente a la línea de transmisión del Proyecto SIEPAC se caracteriza por poseer rocas pertenecientes a tres formaciones, compuestas principalmente por Volcanitas Plio-Pleistocénicas y Holocénicas y las Volcánicas Mio-Pliocénicas.

De acuerdo a Baxter (2001), el territorio Salvadoreño se divide geomorfológicamente en cuatro unidades que se resumen de la siguiente forma:

1. *Sierras y Mesetas del Norte*: se localiza en la parte norte de la depresión central y está constituida por una cadena de volcanes antiguos pertenecientes al Terciario inferior al Pleistoceno medio. Los mismos se encuentran inactivos desde ese período. Esta cadena es muy importante por el hecho que la mayoría de las presas hidroeléctricas actualmente en operación se ubican en esta unidad.

El proceso erosivo en esta área es extendido, intenso y profundo; en este “País de Erosión” (Rode, 1975) el movimiento de masa ocurre a manera de reptación, deslizamientos y hundimientos (Baxter, 1977, 2000b). Los flancos de las montañas suelen reflejar el tipo litológico, siendo las rocas más duras, como las calizas, los intrusitos ígneos y lavas félsicas, las que destacan los ángulos más inclinados y agudos superando localmente los 45°. Los piroclásticos y lavas máficas meteorizadas, la tendencia es al redondeamiento.

2. *Depresión Central o Graben Central*: Es una alargada zona central que se extiende transversalmente a lo largo del país de unos 50 km de ancho, constituida por una gran depresión a lo largo de todo el territorio con dirección este-oeste. Se reconocen dos unidades mayores:

2.1 **Entre país montañoso**. Comparte un tipo de subsuelo geológico básicamente similar al de las Sierras y Mesetas del Norte, afectado por el fallamiento que ha causado el hundimiento de estos terrenos; yace sobretodo, inmediato a las Sierras del Norte en un fuerte contraste geomorfológico.

2.2 **La región de Relieves Volcánicos del Cuaternario Superior**. Es un elemento morfotectónico reciente, es la parte más joven del arco magmático, en fuerte contraste fisiográfico con respecto a la Sierra de la Costa, al sur. La Cadena volcánica Sur: se ha desarrollado a lo largo del borde sur de la depresión central y son el resultado de una serie de eventos eruptivos explosivos y efusivos predominantemente de composición andesítica que van desde el Holoceno hasta erupciones históricas. Se conoce como cinturón de volcanes jóvenes. La rocas predominantes en el graben son volcanitas de edad terciaria.

El movimiento de masa es menos severo que el observado en las Sierras y Mesetas del Norte, pero ocurren deslizamientos en terrenos de pendiente pronunciada como en los edificios volcánicos.

3. *Sierra de la Costa*: Las montañas que constituyen la sierra, debido a su origen, han sido calificadas como “Montañas de bloque costero” según Williams y Meyer-Abich (1955). Son más jóvenes, de menor altura y extensión que las del norte y forman una cadena discontinua a lo largo de la costa. Son el límite sur del arco magmático cuya edad es del Plioceno. Las sierras de Jucuarán y Bálsamo tienen las siguientes características comunes (Gierloff-Emden, 1976):

- El borde norte desciende en forma abrupta con escalones de falla.
- Una transición paulatina hacia las planicies costeras hacia el sur.
- Una incidencia pequeña de los estratos hacia el sur.

Además, las tres sierras tienen un diseño de avenamiento que sugiere una historia tectónica similar, aún cuando no de la misma intensidad.

4. *La Planicie Costera del Pacífico:* En El Salvador se reconocen, por su geomorfología, dos tipos de costas: las llanas y las de acantilados y constituyen la zona limítrofe entre tierra firme y el mar; es de anchura variable.

5.2 EDAFOLOGÍA

La mayoría de los países de América Central no disponen de estudios generalizados de los suelos; razón por la cual se ha realizado una descripción basadas en la capacidad agrológica o uso potencial de los suelos. Para este fin, hemos utilizando la clasificación elaborada por el servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica (USDA Soil Taxonomy), considerada la oficial del país y se ha adaptado en algunos detalles técnicos, a condiciones locales. De esta forma, se busca que la descripción sea lo más homogénea en todo el área de estudio del Proyecto.

Según el sistema de clasificación utilizado, los suelos se clasifican en ocho clases. Aquellos con características óptimas para la producción agropecuaria se clasifican en Clase I, y aquellos donde existen limitaciones, se asignan a clases designadas con números romanos progresivamente mayores a medida que empeoran las condiciones. Así los suelos de ínfima calidad se ubican en la clase VIII.

De acuerdo a esta clasificación el área de estudio para el trazado de la línea eléctrica del Proyecto SIEPAC, transcurre por suelos ubicados en la siguiente clasificación agrológica o uso potencial:

Cuadro 5.1 Clasificación de los suelos

USO GENERAL DE LOS SUELOS	Clases de capacidad de uso
TIERRAS APROPIADAS PARA CULTIVOS INTENSIVOS Y OTROS USOS	II III

	IV
TIERRAS APROPIADAS PARA CULTIVOS PERMANENTES, PASTOS Y APROVECHAMIENTO FORESTAL	V VI
TIERRAS MARGINALES PARA USO AGROPECUARIO APTAS PARA EL APROVECHAMIENTO FORESTAL	VII

Fuente: Elaboración propia basada en USDA Soil Taxonomy

5.3 AGUA

La ruta trazada del proyecto atraviesa cinco cuencas hidrológicas principales, entre las cuales están: cuenca del río Lempa, del río Paz, del río Jibia, del río Grande de San Miguel y del río Goascarán. Tres de ellas son cuencas internacionales, siendo la más importante la del río Lempa que es compartida con Guatemala y Honduras con un área de drenaje de 18.240 km² de los cuales 10.255 km² corresponden a El Salvador (SNET, 2003).

Muchas de las actividades agropecuarias e industriales, así como algunas de las ciudades más importantes incluyendo San Salvador que se localizan dentro de esta cuenca hidrográfica.

Las siguientes tablas resumen los caudales promedios de los ríos más importantes de El Salvador así como la disponibilidad anual de agua, precipitación y relación de caudales de los ríos más importantes del país.

Cuadro 5.2 Caudales promedio de los ríos más importantes de El Salvador (M³/S)

Río	Estación	Período	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	Anual
Sucio	San Andrés	1999-2000	3,36	4,85	8,13	17,71	20,36	9,92	9,59	2,03	1,98	1,73	1,18	1,55	6,87
Acelhuate	Guazapa	1979-1980	4,10	8,69	7,09	8,17	11,74	8,24	3,40	3,29	4,05	2,58	2,91	3,08	5,61
Jiboa	San Ramón	1981-1982	0,16	0,27	0,64	0,37	0,88	1,36	0,35	0,14	0,15	0,14	0,14	0,12	0,39
Grande San Miguel	Moscoso	1980-1981	18,11	58,10	18,25	40,8	56,42	63,27	11,87	5,67	4,38	2,91	2,69	2,54	23,75

Fuente: Adaptado de SNET, 2003

Cuadro 5.3 Relación de caudales de los ríos más importantes de El Salvador.

Río	Estación	Área Drenada en km ²	Caudal Máximo m ³ /s	Caudal Mínimo m ³ /s	Relación Caudales (min./max.)
Tamulasco	La Sierpe	74	18,80	0,01	0,05%
Agua Caliente	ENA	98	16,60	1,13	6,80%
Sucio	San Andrés	379	60,30	0,87	1,40%
Suquiapa	Las Pavas	458	67,60	1,19	1,80%
Sucio	El Jocote	724	140,00	3,73	2,70%
Lempa	Citalá	914	178,00	1,29	0,70%
Lempa	Paso del Oso	4.531	1.250,00	7,52	0,60%
San Pedro	Atalaya	102	42,70	0,78	1,80%
Ceniza	Conacaste Herrado	168	10,90	0,21	1,90%
Paz	Tachadura	1.991	72,80	10,40	14,30%

Fuente: Adaptado de SNET, 2003

Considerando la zona de influencia del Proyecto SIEPAC, los ríos que intercepta la línea de transmisión, desde el Oeste, frontera con Guatemala, hasta el Este, frontera con Honduras, son los ríos Tahuapa, Frío, Agua Caliente, San Antonio y El Pampe. Este último forma frontera entre Guatemala y el Salvador. Los ríos San Antonio, Agua Caliente y Frío son afluentes del Pampe. El río Tahuapa se une al Pampe 500 m al sur y se incorporan al río Paz que nace en Guatemala. Todos estos ríos con excepción del río Paz, drenan hacia el Oeste y la mayor parte de su cauce se localiza dentro del área de estudio.

En el Departamento de la Libertad, se localiza el río Sucio que se caracteriza por tener un cauce sinuoso y es el resultado de la unión de varios pequeños drenajes. Todos estos drenajes irrigan la zona agrícola de Zapotitán al sur de la zona de influencia. Este río fluye hacia el norte y es afluente del río Lempa. Los ríos Acelhuate y Las Cañas se localizan en la parte alta de la cuenca fluyendo de sur a norte y desembocan en el embalse hidroeléctrico del Cerrón Grande. Estos dos ríos se localizan en el departamento de San Salvador. Los residuos sólidos y líquidos de San Salvador son vertidos en estos dos ríos, por lo que se consideran los dos ríos más contaminados del país. Hacia el este, en el departamento de Cuscatlán, se localizan los ríos Sucio, Michapa y Quezalpa. La zona de influencia del Proyecto los atraviesa en su cuenca

alta en donde son muy ramificados y de poco caudal. Éstos desembocan, también, en el embalse de Cerrón Grande. Próximo a estos ríos está el Machaca.

Las Lagunas de Chalchuapán, Apastepeque y Ciega se localizan muy próximas a los ríos anteriores; son pequeñas con un diámetro medio de 600 m. En la misma dirección, el trazado intercepta el embalse de la Central Hidroeléctrica 15 de Septiembre, situado en la cuenca baja del río Lempa. A continuación encontramos un ramal de drenajes de cauce corto como son el Mercedes Umaña, San Pedro, San José, Jerusalén, Sucio y San Francisco que drenan hacia el noroeste y desembocan en la parte baja del embalse mencionado anteriormente. Casi todos estos ríos son de carácter estacional. En el departamento de San Miguel el Proyecto atraviesa los ríos Amate, Guayabal y el Taisihuat, que por su situación topográfica drenan hacia el sur y al unirse forman el río Grande de San Miguel que toma este nombre 6 km al sur de la zona de influencia del Proyecto. Los ríos Amatillo y el Pasaquina, que se unen al río Goascarán, se ubican al final del trazado del Proyecto en el Departamento de La Unión. El río Goascarán es el límite fronterizo sureste con Honduras. Estos ríos desembocan en el Golfo de Fonseca.

El territorio salvadoreño está dotado de altos niveles de agua lluvia; sin embargo, la escasez de agua es un problema sentido por toda la población. Esa escasez se explica por la pérdida de la capacidad del territorio para regular y almacenar el agua lluvia.

La pérdida de capacidad de regulación de las aguas, resulta en una gran variabilidad en los caudales de los ríos. Mientras que en la época lluviosa se eleva considerablemente el caudal de los ríos, provocándose desbordamientos e inundaciones, en la época seca, el caudal en muchos casos se reduce a cero. La pérdida de capacidad de almacenamiento se refleja por la disminución de la capacidad de recarga de las fuentes subterráneas de agua o acuíferos.

La creciente escasez del agua está siendo acompañada por una disminución de su calidad por la contaminación de las aguas superficiales (ríos y lagos) y de las aguas subterráneas (acuíferos). Ello es el resultado de utilizar los cuerpos de agua y el suelo como receptores de una creciente cantidad de desechos domésticos, municipales, industriales y agroindustriales. El resultado neto es una disminución aún mayor en la disponibilidad del agua para el consumo directo y para la producción.

5.4 CLIMA

El Salvador se encuentra en el límite norte de la zona ecuatorial, y como tal está comprendido dentro del área de climas tropicales. Se producen calentamientos considerables debido a la poca o ninguna inclinación de los rayos solares, lo que causa una deformación de la superficie isobárica y provoca, en consecuencia, la circulación de los vientos alisios, que soplan constantemente hacia los trópicos.

Los datos sobre lluvias y temperaturas, vientos dominantes, altitud sobre el nivel del mar, etc., han permitido distinguir tres zonas de climas en El Salvador y un desfase climático en oriente con respecto a occidente.

- *Sabanas Tropicales Calientes* que corresponde a las zonas calurosas de El Salvador. Se encuentran en la llanura costera, entre alturas de 0 a 800 m, y en las terrazas del interior situadas también a las mismas alturas, con lluvias promedio de 1.700 y 1.800 mm en el oriente. La temperatura oscila entre 22° C y 27° C en la costa, y en el interior entre 22° C y 28° C.
- *Sabanas Tropicales Calurosas*: Situada entre 800 y 1.200 m de altitud, varía de 20° C a 22° C en las planicies, y de 19° a 21° en las faldas de los cerros; el nivel pluviométrico registrado se acerca a los 1.900 mm anuales.
- *Clima Templado Tropical de Altura*: Se encuentra entre 1.200 y 1.800 m; el clima se presenta con temperaturas que varían de 16° C a 20° C en los valles altos y en las altiplanicies, con posibles heladas en diciembre, enero y febrero, y de 16° C a 19° C en las faldas de las montañas.
- *Clima Frío Tropical de Altura*: Se encuentra entre 1.800 y 2.700 m. Las temperaturas anuales varían de 10° C a 16° C, según la altura, produciéndose escarchas y heladas. El período de la estación seca se reduce a 3 ó 4 meses en la cordillera fronteriza.

La dirección predominante de los vientos es hacia el Norte y Noreste con velocidades entre 5,5 km/h y 9,6 km/h con promedios de 7,5 km/h. En la época de lluvias se puede llegar a tener vientos huracanados y tormentas eléctricas.

5.5 VEGETACIÓN

Se han identificado seis zonas de vida presentes en el área del trazado:

- *Bosque Seco Tropical (bs-T)*, localizado al Norte del Departamento de Ahuachapán, en el Departamento de San Vicente y en La Unión. En esta área existe un remanente de bosque natural debido a que se desarrollo sobre lava volcánica. Se pueden encontrar especies vegetales tales como: *Carica mexicana*, *Omphalea oleiphera*, *Cnidocolus sp.*, *Talisia olivaeformis*, *Myriospermum frutescens*, *Clorophora tinctoria*, *Plumeria rubra*, *Calycophyllum candidissimum*, *Tonduzia longifolia*, *Ceiba aesculifolia*.
- *Bosque Húmedo Tropical (bh-T)*, 450-700 msnm. Dos áreas: una entre Sonsonate y La Libertad; y otra al Norte de San Francisco Gotera en la cuenca del río Torola. Zonas con pendientes pronunciadas. Especies vegetales características: *Swietenia macrophylla*, *Cedrela salvadorensis*, *Ceiba pentandra*, *Myroxylon balsamun*, *Hymenaea courbaril*, *Tabebuia guayacán*.
- *Bosque Húmedo Subtropical (bh-ST)*, 500-700 msnm. El Bosque húmedo subtropical (bh-ST) es la principal zona de vida de El Salvador, con un área de 1.811.880 ha que equivale al 85,6% de la superficie del territorio y comprende zonas desde 0 hasta 1.700 msnm

Se caracteriza por una temperatura media anual en la zona costera superior a los 24 °C y en las partes altas de 22° C. La precipitación anual varía desde los 1.400 mm a 2.000 mm, el patrón es de 6 meses de lluvia continua y seis meses de sequía. Vegetación clímax disturbada en Nancuchiname, Parque Deininger, orillas del Río Lempa, asociación edáfica-húmedo de manglares en la Bahía de Jiquilisco. En esta zona pueden encontrarse especies tales como: *Tabebuia rosea* (maquilishuat), *Cedrela odorata* (cedro), *Calycophyllum candidissimum* (salamo), *Cordia alliodora* (laurel), *Sapium macrocarpum* (chilamate),

Alvaradoa amorphoides (plumajillo), *Trichilia glabra* (jocotillo), *Guazuma ulmifolia* (caulote), *Switenia humilis* (caoba), *Gliricidia sepium* (madrecacao), *Simarouba glauca* (aceituno), *Crescentia alata* (morro), *Ceiba pentandra*, *Cedrela fisilis*, *Lonchocarpus rugosus*, *Genipa caruto*, *Sapindus saponaria*, *Hura crepitans*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Albizia adinocephala*, *Cecropia peltata*, *Acrocomia vinifera*, *Andira inermis*, entre otras. En general son especies de bosque tropical caducifolio.

- *Bosque muy Húmedo Subtropical (bmh-ST)*, 1.000-1.200 msnm. Zona inmediata superior al (bh-T). Se encuentra tanto en la cadena volcánica central y en la cordillera del norte. En la práctica sustituida por cultivo de café. *Corton reflexifolius*, *Piscidia grandifolia* y *Alchornia latifolia*. Las especies vegetales que tipifican estos sitios son “robles” (*Quercus spp.*), “pino” (*Pinus spp.*) “Cipres” (*Cupressus lusitanica*) y “liquidambar” (*Lyquidambar styraciflua*); aunque son frecuentes otras especies como “alais” (*Saurauia kegeliana*), “estoraque” (*Styrax argenteus*), “aceitunillo” (*Hirtella racemosa*), “asta de costa”, (*Sapranthus violaceus*) y “palo de yegua” (*Matayba glaberrima*). Se observa un marcado epifitismo de diversas especies de Orquídeas, Bromelias, Piperáceas, Cactáceas y helechos principalmente.
- *Bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB)*, 2.000 msnm. Zona de Sabanetas, La Palma, Montecristo, El Pital, las partes altas de los volcanes de San Miguel, San Vicente, San Salvador y Santa Ana. Especies vegetales encontradas: *Cornus densiflora*, *Quercus sp.*, *Podocarpus oleifolius*, *Beilschmedia sp.*, *Brunellia sp.*, *Drymis sp.*, helechos arborescentes. Presencia de muchas epifitas.
- *Bosque muy húmedo montano (bmh-M)*. Se considera la zona más pequeña, restringida a la parte más alta del Cerro El Pital. Se encuentra entre los 2.500 a 2.700 msnm. Topografía muy accidentada y suelos de alta pendiente; temperatura media, comprendida entre 6 y 12 °C, y precipitación de 1.000 a 2.000 mm anuales.

5.6 FAUNA

La zona de influencia del trazado se ubica en un área sumamente intervenida por el ser humano, por lo que la fauna terrestre presente es escasa.

Las principales especies, referidas por la población de los sitios visitados durante las giras de campo para los diferentes tramos del trazado de la línea, fueron las siguientes:

- *Reptiles*: garrobo, iguana, lagartijas, culebras, víbora castellana, cascabel, *Boa constrictor* (masacuata), *Oxybelis fulgidus* (bejuquilla), coral, mecasala, equis, coral y bejuquilla.

- *Avifauna*: *Buteo brachyurus* (gavilán), *Ortalis leucogastra* (chacha), búhos, *Zenaida asiatica* (palomita ala blanca), *Icterus gularis* (chiltota), robadora, *Columbina passerina* (tortolita), *Columbina minuta* (tortolita), pajarito carpintero, *Pteroglossus torquatus* (pico de navaja), *Melanerpes aurifrons* (cheje), *Turdus grayi* (chonta), guajolote, *Progne chalybea* (golondrina), oropendula, rodadora, *Crotophaga sulcirostris* (pijuyo), *Passer domesticus* (gorrión), *Colinus cristatus* (codorniz), llaneras, arrocero, pirili, guí, *Tyto alba* (lechuza), senate y tijul.

- *Mamíferos*: roedores (ratas y ratones), tepezcuintle, tacuazín, zorrillo, conejo, gato zonto, venado, cusuco o armadillo, mapache, zorra y tepisquintle.

5.6.1 Zonas de migración y nidificación de aves.

En El Salvador se distinguen tres rutas migratorias: una por la Planicie Costera, en donde se observan aves acuáticas como patos, garzas y pelícanos; y otra ruta por la Cordillera del Norte, en la frontera con Honduras, en donde transitan aves de menor tamaño, pájaros en general, los cuales se desplazan por las cimas de las montañas. En esta ruta se observan azacuanes, aves rapaces y pájaros pequeños.

La tercera ruta se localiza en los valles interiores donde es frecuente observar aves migratorias. Frecuentada por pequeños pájaros, que en su ruta hacia el sur suelen aprovechar las condiciones favorables en el país durante la época seca. Es en esta ruta donde la zona de influencia del trazado se traslapa.

Cabe destacar que la zona de influencia del trazado, se sitúa paralelamente a las dos principales rutas migratorias, la del Norte y la del Sur, a una distancia que hace que los riesgos de colisión de las aves que utilizan estas rutas sean poco frecuentes o inexistentes.

La Laguna El Jocotal, Laguna de Olomega y el Delta del Río Lempa, localizados al Sur de la zona oriental del país se reconocen como a sitios de descanso o parada de las aves.

Existen 219 especies de aves que son migratorias, que representan el 41%. De las especies totales, 209 vienen de Norte América, llegan al país de septiembre a mayo de cada año, mientras que tres son de Sur América y llegan de febrero a septiembre, siete mas son migratorias de los otros países centroamericanos.

Las especies migratorias se distinguen por llegar en altas concentraciones, bandadas de cientos y miles de individuos se observan principalmente en octubre y noviembre migrando de Norte a Sur, conocidos localmente como azacuanes incluyen principalmente rapaces (*Cathartes*, *Buteo*, *Falco*), cigüeñas (*Mycteria americana*) y palomas de mar (*Sterna*, *Larus*), pero también ocurren bandadas de zarcetas (*Anas*), pelicano blanco (*Pelecanus erythrorhynchus*), golondrinas (*Progne*, *Hirundo*, *Petrochelidon*), tijeretas (*Tyrannus*), arroceros (*Passerina*, *Spiza*) y palomas (*Zenaida asiatica* y *Z. macroura*); en abril y mayo ocurre el fenómeno en dirección inversa de sur a norte, pero este se desarrolla en menor magnitud.

Dentro del grupo de aves migratorias destacan especies que se distribuyen en los humedales continentales y costero marinos, prefiriendo aguas lénticas poco profundas como los Anatidos (*Anas clypeata*, *A. americana*, *A. acuta*, *A. discors*, *A. crecca*, *A. cyanoptera*, *A. platyrhynchos*, *Aythya affinis*, *A. collaris*, *Oxyura jamaicensis* y *Chen caerulescens*), las cuales se caracterizan por su conducta gregaria, forman grupos de varios cientos o concentraciones de miles, en determinados sitios que reúnen las condiciones para su permanencia, alimentación y seguridad, preferiblemente alejados de población humana. Por su tamaño y sabor de su carne, son consideradas especies de caza, tanto para subsistencia como cacería deportiva.

Las tres especies visitantes de Sur América anidan en el país, *Ictinia plumbea*, *Myiodynastes luteiventris* y *Vireo flavoviridis*.

Las aves migratorias procedentes de países vecinos o intratropicales incluyen *Columba flavirostris*, *Anthracothorax prevostii*, *Contopus cinereus*, *Turdus grayi*, *Cyanerpes cyaneus* y *Aratinga holochlora rubritoques* (Dickey & Van Rossem 1938, Howell & Webb 1995)

5.7 PROTECCIÓN DEL MEDIO BIOLÓGICO

En las proximidades del Proyecto se encuentran 13 áreas de menor significación con potencial de manejo, constituidas por bosque mixto caducifolio y fincas de café. De lo cuales el trazado atraviesa parte de un complejo de 8 situadas en el departamento de La Libertad, cuya importancia principal radica en que por ser espacios cubiertos con lava que favorecen la recarga de los mantos acuíferos y el especial valor ecológico en algunas de ellas debido al proceso de sucesión vegetal que se produce en éstas.

Estas áreas próximas son: en el Departamento de Ahuachapán el sitio Rancho Grande.; en el Departamento de Santa Ana el área de La Palma; en el departamento de La Libertad: Los Tablones, La Isla, La Argentina, Colombia, 14 y 15 de Marzo, Los Abriles, El Jabalí y Las Granadillas; y en el Departamento de San Miguel, el área denominada La Estancia.

En el área de influencia del Proyecto, el trazado atraviesa de forma directa, área de influencia directa, las zonas protegidas de Rancho Grande en el Municipio de Ahuachapán. En el área de influencia indirecta, 2 km a ambos lado del eje central de la línea, quedan dentro las áreas los sitios de Tahuapa en el Municipio de Chalchuapa, Las Tablas en el Municipio de El Porvenir, San Jerónimo en el Municipio de Candelaria de la Frontera, El Chaparrón en el Municipio de Santa Ana, Talcualhuya en el Municipio de San Juan Opico, El Tecomatal y El Tamarindo en el Municipio de Nueva Granada.

En el recorrido de la línea se atraviesan partes del Corredor Biológico Mesoamericano, del cual actualmente se tiene la propuesta oficial de la Dirección General de Recursos Naturales Renovables (DGRNR), la Secretaria Ejecutiva del Medio Ambiente (SEMA) y la Vicepresidencia de la República. Estos corredores se conocen como:

- *Corredor APANECA.* Corredor altitudinal, que incluye los complejos de áreas protegidas Barra de Santiago, El Imposible, Los Volcanes y San Marcelino, al occidente del país, con su eje físico principal sobre la Sierra Apaneca-Lamatepec.
- *Corredor MONTECRISTO.* Corredor altitudinal y longitudinal montañoso, único establecido en la zona norte del país, incluyendo una pequeña porción de Chalatenango, propuesto para interconectar el bosque seco de San Diego, los humedales del lago de Güija y Laguna de Metapán, el macizo montañoso de Montecristo y el Cerro El Pital, a través de pinares y robledales de Chalatenango, en particular de la zona Citalá - Metapán.
- *Corredor JOYA DE CEREN o EL PLAYÓN.* Corredor longitudinal, de los valles interiores y montañas de la cordillera central del país, que incluye principalmente las Areas Protegidas del Complejo Joya de Cerén, El Espino, y remanentes boscosos del volcán de San Salvador en las Haciendas Santa María y Las Mercedes.
- *Corredor OMEGA.* Corredor longitudinal y altitudinal costero-marino, asentado sobre la base de interconexión entre manglares, franja costera y área marina desde el centro sur hacia el oriente sur del país, que incluye las siguientes áreas naturales prioritarias: Santa Clara, Estero de Jaltepeque, Nancuchiname, Complejo El Jocotal, Bahía de Jiquilisco, Complejo Conchagua, Bahía de La Unión e Islas del Golfo de Fonseca.

5.8 MEDIO SOCIOECONÓMICO

5.8.1 Situación

El Salvador es un Estado libre, independiente y soberano. Su sistema de gobierno es republicano, democrático y representativo, estando constituidos los organismos Ejecutivo, Legislativo y Judicial siendo la subordinación entre éstos prohibitiva (Constitución Política de la República).

La República del Salvador que se divide en regiones, se conforma de 14 departamentos los cuales se subdividen en ciudades o municipios y estos en cantones y caseríos. La capital y a la

vez ciudad más importante es la Ciudad de San Salvador. Los municipios según departamento y la superficie de los departamentos se presentan en el Cuadro 5.4.

Cuadro 5.4: Municipios por Departamento

Departamentos	Superficie (km ²)	Municipios	Cabecera
Zona Occidente			
Ahuachapán	1.239,06	Ahuachapán, Atiquizaya, San Francisco Méndez, Tacuba, Concepción de Ataco, Jutitla, Guaymango, Apaneca, San Pedro Puxtla, San Lorenzo, Turín, El Refugio	Ahuachapán
Santa Ana	2.023,17	Santa Ana, Chalchuapa, Metapán, Coatepeque, El Congo, Texistepeque, Candelaria de La Frontera, San Sebastián Salitrillo, Santa Rosa Guachipilín, Santiago de la Frontera, El Porvenir, Masahuat, San Antonio Pajonal	Santa Ana
Sonsonate	1.225,77	Sonsonate, Izalco, Acajutla, Armenia, Nahuizalco, Juayúa, San Julián, Sonzacate, San Antonio del Monte, Nahuilingo, Cuisnahuat, Santa Catarina Masahuat, Caluco, Santa Isabel Ishuatán, Salcoatitán, Sto. Domingo de Guzmán	Sonsonate
Zona Centro			
Cuscatlán	756,19	Cojutepeque, Suchitoto, San Pedro Perulapán, San José Guayabal, Tenancingo, San Rafael Cedros, Candelaria, El Carmen, Monte San Juan, San Cristóbal, Santa Cruz Michapa, San Bartolomé Perulapia, San Ramón, El Rosario, Oratorio de Concepción, Santa Cruz Analquito	Cojutepeque
Chalatenango	2.016,58	Chalatenango, Nueva Concepción, La Palma, Tejutla, La Reina, Arcatao, San Ignacio, Dulce Nombre de María, Citalá, Agua Caliente, Concepción Quezaltepeque, Nueva Trinidad, Las Vueltas, Comalapa, San Rafael, San José Las Flores, Ojos de Agua, Nombre de Jesús, Potonico, San Francisco Morazán, Santa Rita, Laguna, San Isidro Labrador, San Antonio de la Cruz, El Paraíso, San Miguel de Mercedes, San Luis del Carmen, San José Cancasque, San Antonio Los Ranchos, El Carrizal, San Fernando, Azacualpa, San Francisco Lempa	Chalatenango
La Libertad	1.625,88	Nueva San Salvador Quezaltepeque, Ciudad Arce, Opico, Colón, Puerto de La Libertad, Antiguo Cuzcatlán, Comasagua, Jayaque, San Pablo Tacachico, Huizúcar, Tepecoyo, Teotepeque, Chiltiupán, Nuevo Cuzcatlán, Tamanique, Sacacoyo, San José Villa Nueva, Zaragoza, Talnique, San Matías, Jicalapa	Nueva San Salvador
La Paz	2.074,34	Zacatecoluca Santiago Nonualco, San Juan Nonualco, San Pedro Masahuat, Olocuilta, San Pedro Nonualco, San Francisco Chinameca, San Juan Talpa, El Rosario, San Rafael Obrajuelo, Santa María Ostuma, San Luis Talpa, San Antonio Masahuat, San Miguel Tepezontes, San Juan Tepezontes, Tapalhuaca, Cuyultitán, Paraíso de Osorio, San Emigdio, Jerusalén, Mercedes La Ceiba, San Luis La Herradura	Zacatecoluca
San Salvador	886,15	San Salvador, Ciudad Delgado, Mejicanos, Soyapango, Cuscatancingo, San Marcos, Ilopango, Nejapa, Apopa, San Martín, Panchimalco, Aguilares, Tonacatepeque, Santo Tomás, Santiago Texacuangos, El Paisnal, Guazapa, Ayutuxtepeque, Rosario de Mora	San Salvador
San Vicente	1,184.02	San Vicente, Tecoluca, San Sebastián, Apastepeque, San Esteban Catarina, San Ildefonso, Santa Clara, San Lorenzo, Verapaz, Guadalupe, Santo Domingo, San Cayetano Istepeque, Nuevo Tepetitán	San Vicente

Departamentos	Superficie (km ²)	Municipios	Cabecera
Cabañas	1,103.51	Sensuntepeque, Ilobasco, Villa Victoria, San Isidro, Jutiapa, Tejutepeque, Villa Dolores, Cinquera, Guacotecti	Sensuntepeque
Zona Oriente			
La Unión	2.074,34	La Unión, Santa Rosa de Lima, Pasaquina, San Alejo, Anamorós, El Carmen, Conchagua, El Sauce, Lislique, Yucuyquín, Nueva Esparta, Polorós, Bolívar, Concepción de Oriente, Intipucá, San José La Fuente, Yayantique, Meanguera del Golfo	La Unión
Morazán	1.447,43	San Francisco Gotera, Jocoro, Corinto, Sociedad, Cacaoopera, Guatajiagua, El Divisadero, Jocoaitique, Osicala, Chilanga, Meanguera, Torola, San Simón, Delicias de Concepción, Joateca, Arambala, Lolotiquillo, Yamabal, Yoloaiquín, San Carlos, El Rosario, Perquín, Sensembra, Gualococti, San Fernando, San Isidro	San Francisco Gotera
San Miguel	2.077,10	San Miguel, Chinameca, El Tránsito, Ciudad Barrios, Chirilagua, Sesorí, San Rafael Oriente, Moncagua, Lolotique, San Jorge, Chapeltique, San Gerardo, Carolina, Quelepa, San Luis de la Reina, Nuevo Edén de San Juan, Nueva Guadalupe, Uluazapa, Comacarán, San Antonio del Mosco	San Miguel
Usulután	2,130.44	Usulután, Jiquilisco, Berlín, Santiago de María, Jucuapa, Santa Elena, Jucuarán, Santa Elena, San Agustín, Ozatlán, Estanzuelas, Mercedes Umaña, Alegría, Concepción, Batres, San Francisco, Javier, Puerto El Triunfo, Tecapán, San Dionisio, Erequayquín, Santa María, Nueva Granada, Villa El Triunfo, San Buenaventura, California	Usulután

Fuente: <http://www.cipotes.com/ElSalvador/Espanol/Departamentos.asp>, consultado en sept. 2003.

Los departamentos por los la cuales pasará el tendido eléctrico a ser construido son diez y los municipios suman 42. De acuerdo al Censo de Población de 1992, la población total de estas ciudades alcanza a los 1.212.150 habitantes; 652.172 de estos representa un 53,8%, en el área rural. Cabe resaltar, que el trazado evita los centros poblados y en muchos de los municipios incluidos en la ruta, este cruza extensiones muy limitadas de su territorio.

Según género, la población es en su mayoría femenina, como se puede observar en el Cuadro 5.5, que da cuenta de la cantidad de habitantes de cada uno de los municipios por los cuales pasará el tendido y su distribución en cuanto a género y sector de vivienda.

Cuadro. 5.5: Población según género y sector de vivienda de los municipios y departamentos por los cuales pasará la ruta.

Departamento / Ciudad	Habitantes	Densidad Hab/km ²	Urbano	Mujeres	Hombres
Ahuachapán	261.188	210,8		131.994	129.194
Ahuachapán	85.460	348,8	43.940	43.940	41.520
Atiquizaya	28.213	421,1	7.498	14.571	13.642
Turin	5.473	260,6	2.830	2.841	2.632
San Lorenzo	7.163	149,2	937	3.522	3.641
Santa Ana	458.587	226,7		235.025	223.562

Departamento / Ciudad	Habitantes	Densidad Hab/km ²	Urbano	Mujeres	Hombres
Chalchuapa	64.828	390,5	25.545	32.975	31.853
Coatepeque	38.198	300,8	4.568	19.160	19.038
Texistepeque	18.143	101,4	2.010	9.121	9.022
Santa Ana	210.970	527,4	139.389	109.955	101.015
El Porvenir	6.253	118,0	965	3.087	3.166
Candelaria de la Frontera	21.951	241,2	4.896	11.032	10.919
La Libertad	513.866	316,1		263.339	250.527
San Pablo Tacachico	18.707	145,0	2.799	9.131	9.576
Quezaltepeque	46.693	373,5	22.859	23.821	22.872
San Matías	7.358	138,8	1.840	3.619	3.739
Opico ¹	51.701	236,1	5.640	25.614	26.087
San Salvador	1.512.125	1.706,4		793.026	719.099
Nejapa	23.891	287,8	4.269	11.917	11.974
Apopa	109.179	2.099,6	88.827	56.528	52.651
Guazapa	18.780	293,4	8.708	9.480	9.300
Tonacatepeque	27.342	402,1	4.946	13.648	13.694
Cuscatlán	178.502	236,1		91.946	86.556
El Rosario	3.679	262,8	1.045	1.849	1.830
Monte San Juan	8.251	305,6	900	4.305	3.946
San Bartolomé Perulapia	5.658	471,5	3.183	2.953	2.705
San Pedro Perulapán	26.047	289,4	1.257	13.236	12.811
Tenancingo	5.333	140,3	859	2.572	2.761
San José Guayabal	9.915	230,6	3.675	4.880	5.035
Oratorio de Concepción	2.368	98,7	881	1.180	1.188
Cabañas	138.426	451,9		70.146	68.280
Ilobaso	53.513	214,1	18.092	27.258	26.255
San Vicente	143.003	120,8		72.929	70.074
San Sebastián	12.988	209,5	5.802	6.552	6.436
San Esteban Catarina	3.275	42,0	2.513	1.702	1.573
Santa Clara	4.216	34,0	1.080	2.071	2.145
San Ildefonso	8.704	64,0	1.807	4.438	4.266
Usulután	310.362	145,7		159.270	151.092
Estanzuelas	9.194	127,7	2.963	4.720	4.474
Nueva Granada	7.382	82,0	1.581	3.801	3.581
El Triunfo	5.891	120,2	3.464	2.982	2.909
San Miguel	403.411	194,2		207.095	196.316
Chapeltique	10.445	100,4	2.805	5.136	5.309
San Miguel	191.116	321,7	127.696	100.051	91.065
Comacarán	3.523	100,7	760	1.795	1.728
Sesori	11.142	54,9	1.318	5.558	5.584
La Unión	255.565	123,2		130.372	125.193
Bolívar	5.029	96,7	1.101	2.563	2.466
San José	3.975	88,3	1.224	2.052	1.923
Yucuaiquin	8.694	158,1	1.400	4.066	4.628
Pasaquina	21.509	72,9	2.106	11.232	10.277
Total	1.212.150	-	559.978	620.914	591.236

Fuente: Censo de Población y Vivienda, 1992.

¹ También se encuentra con el nombre de San Juan Opico

Administrativamente, los municipios de El Salvador se dividen en cantones y caseríos, siendo la cantidad total de cantones de los 42 municipios incluidos en la ruta, 536, pasando el tendido y el área de influencia por 243 de estos.

La cantidad de cantones por municipio, la cantidad de estos incluidos en la ruta se presentan en los Cuadros 5.6. Es importante mencionar que los datos del Censo de 1992 no hay protección la cantidad de habitantes que habita en los caseríos y que tampoco las proyecciones de crecimiento de la población salvadoreña elaboradas por la DIGESTYC en 1996, estiman datos a esta escala, siendo la menor de estas, el municipio.

Otro punto a mencionar dice relación con la cantidad de cantones incluidos en la ruta y la relación de estos con los municipios, datos que se pueden observar en el Cuadro 5.6. A saber, en todos los municipios el tendido pasa por cantones y/ o caseríos, y mayoritariamente por zonas rurales o por las cabeceras municipales en sectores escasamente habitados.

Cuadro 5.6: Cantidad total de cantones según municipios de la ruta y cantidad de cantones y caseríos incluidos en la ruta y municipio respectivo

Departamento / Municipio	Total Cantones	Cantones y/o Caseríos incluidos en la ruta
Ahuachapán		
Ahuachapán	28	3
Atiquizaya	14	4
Turin	2	1
San Lorenzo	6	1
Santa Ana		
Chalchuapa	19	3
Coatepeque	16	1
Texistepeque	6	2
Santa Ana	32	5
El Porvenir	4	2
Candelaria de la Frontera	11	2
La Libertad		
San Pablo Tacachico	8	2
Quezaltepeque	12	4
San Matías	8	4
Opico	28	2
San Salvador		
Nejapa	8	5

Departamento / Municipio	Total Cantones	Cantones y/o Caseríos incluidos en la ruta
Apopa	8	5
Guazapa	7	1
Tonacatepque	8	2
San Martín	8	2
Cuscatlán		
El Rosario	4	1
Monte San Juan	10	3
San Bartolomé Perulapia	2	2
San Pedro Perulapán	17	5
Tenancingo	8	2
San José Guayabal	8	2
Oratorio de Concepción	2	1
Cabañas		
Ilobasco	17	4
San Vicente		
San Sebastián	9	3
San Esteban Catarina	5	2
Santa Clara	6	3
San Ildefonso	6	6
Usulután		
Estanzuelas	8	2
Nueva Granada	11	3
El Triunfo	4	1
San Miguel		
Chapeltique	6	2
San Miguel	31	6
Comacarán	5	3
Sesori	9	4
La Unión		
Bolívar	8	5
San José	4	3
Yucuaiquin	9	3
Pasaquina	9	3
Total	431	120

Fuente: Censo de Población, 1992.

5.8.2 Población

La población de los 41 municipios incluidos en la ruta por la cual pasará el tendido eléctrico, alcanza a un total cercano a los 1,1 millones de personas, siendo los municipios con la mayor

cantidad de habitantes el de Santa Ana (210 mil), el de Apopa (110 mil) y Ahuachapán (85 mil), localizados en los departamentos de Santa Ana, San Salvador y Ahuachapán respectivamente.

Con relación a los departamentos por los cuales pasará la ruta, el que se proyecta crecerá con mayor intensidad, es el de San Salvador, en el cual la densidad poblacional se incrementaría de los actuales 1.700hab/km² a 2.700hab/km² en el año 2010.

Cuadro 5.7.: Densidad poblacional al año 1992 y proyectada al año 2010 y proporción de analfabetos.

Departamento / Ciudad	Densidad Hab/km ²		1992			Analfabetismo ² %
	1992	2010	Urbano	Mujeres	Hombres	
Ahuachapán	210,8	316,7		131.994	129.194	26
Ahuachapán	348,8	555,0	43.940	43.940	41.520	25
Atiquizaya	421,1	503,1	7.498	14.571	13.642	25
Turin	260,6	366,4	2.830	2.841	2.632	22
San Lorenzo	149,2	210,8	937	3.522	3.641	26
Santa Ana	226,7	329,9		235.025	223.562	23
Chalchuapa	390,5	610,3	25.545	32.975	31.853	22
Coatepeque	300,8	435,0	4.568	19.160	19.038	33
Texistepeque	101,4	124,7	2.010	9.121	9.022	35
Santa Ana	527,4	732,3	139.389	109.955	101.015	20
El Porvenir	118,0	166,1	965	3.087	3.166	32
Candelaria de la Frontera	241,2	473,2	4.896	11.032	10.919	32
La Libertad	316,1	541,3		263.339	250.527	20
San Pablo Tacachico	145,0	194,1	2.799	9.131	9.576	42
Quezaltepeque	373,5	532,1	22.859	23.821	22.872	24
San Matías	138,8	193,3	1.840	3.619	3.739	40
Opico	236,1	330,2	5.640	25.614	26.087	33
Chalatenango	87,9	102,6		87.757	89.563	29
Nueva Concepción	106,3	117,1	7.903	13.557	13.764	39
San Salvador	1.706,4	2.660,7		793.026	719.099	10
Nejapa	287,8	444,2	4.269	11.917	11.974	30
Apopa	2.099,6	4.531,0	88.827	56.528	52.651	12
Guazapa	293,4	508,7	8.708	9.480	9.300	31
Tonacatepeque	402,1	760,8	4.946	13.648	13.694	19
San Martín	1.009,5	2.874,1	31.173	29.015	27.515	18
Cuscatlán	236,1	294,0		91.946	86.556	20
El Rosario	262,8	340,5	1.045	1.849	1.830	34
Monte San Juan	305,6	338,6	900	4.305	3.946	34
San Bartolomé Perulapia	471,5	551,2	3.183	2.953	2.705	14

² La proporción de analfabetos está referida a la encontrada en la página <http://www.fisd.l.gob.sv/> consultada en oct. 2003.

Departamento / Ciudad	Densidad Hab/km ²		1992			Analfabetismo ² %
	1992	2010	Urbano	Mujeres	Hombres	
San Pedro Perulapán	289,4	306,5	1.257	13.236	12.811	30
Tenancingo	140,3	163,1	859	2.572	2.761	39
San José Guayabal	230,6	250,1	3.675	4.880	5.035	28
Oratorio de Concepción	98,7	108,2	881	1.180	1.188	30
Cabañas	451,9	525,1		70.146	68.280	37
Ilobaso	214,1	274,9	18.092	27.258	26.255	34
San Vicente	120,8	152,7		72.929	70.074	30
San Sebastián	209,5	263,0	5.802	6.552	6.436	19
San Esteban Catarina	42,0	57,1	2.513	1.702	1.573	24
Santa Clara	34,0	44,5	1.080	2.071	2.145	42
San Ildefonso	64,0	79,0	1.807	4.438	4.266	47
Usulután	145,7	168,0		159.270	151.092	31
Estanzuelas	127,7	136,8	2.963	4.720	4.474	53
Nueva Granada	82,0	97,4	1.581	3.801	3.581	34
El Triunfo	120,2	144,9	3.464	2.982	2.909	38
San Miguel	194,2	288,5		207.095	196.316	26
Chapeltique	100,4	117,4	2.805	5.136	5.309	36
San Miguel	321,7	534,0	127.696	100.051	91.065	21
Comacarán	100,7	118,5	760	1.795	1.728	34
Sesori	54,9	66,1	1.318	5.558	5.584	53
La Unión	123,2	152,7		130.372	125.193	41
Bolívar	96,7	106,1	1.101	2.563	2.466	30
San José	88,3	108,7	1.224	2.052	1.923	36
Yucuaiquin	158,1	196,4	1.400	4.066	4.628	33
Pasaquina	72,9	85,8	2.106	11.232	10.277	35
Total	-		546.062	1.412.572	1.351.614	

Fuente: Elaboración propia con base en el Censo de 1992, proyecciones de DIGESTYC de 1996.

La población de los municipios de la ruta es mayoritariamente rural (54%) y femenina (51,2%), con un grado de analfabetismo promedio cercano a los 30%, en la población mayor de 10 años. Respecto a esta última variable, de los municipios incluidos en la ruta, el de Nueva Granada y Estanzuelas, del Departamento de Usulután, Sesorí, del Departamento de San Miguel, San Ildefonso y Santa Clara, del Departamento de San Vicente y San Pablo Tacachico y San Matías del Departamento de La Libertad, presenten índices de analfabetismo mayores a 40% con un máximo de 53% en Nueva Granada y Sesorí.

La información relativa a la condición de alfabetización de la población sólo permite conocer la condición de los municipios, no así de los cantones y caseríos.

Los datos anteriores reflejan una condición de analfabetismo bastante grave y coincidente con la realidad nacional, que según datos del IDH de 1997, llegaban, en aquella fecha a un 21,5%,

factor que afecta en gran medida el proceso de desarrollo general del país y en particular de los departamentos y municipios, por los cuales pasará el tendido de alta tensión a ser construido, cuyos índices son mucho mayores que los valores encontrados a escala nacional.

a. Crecimiento y Migración

La población de los 10 departamentos incluidos en la ruta del proyecto de interconexión se presenta en el siguiente cuadro (Cuadro 5.8), así como su proyección de crecimiento al año 2002 y 2010.

Cuadro 5.8: Proyección de crecimiento de la población de los 10 departamentos incluidos en la ruta y variación intercensal (%).

Departamentos	Años			Variación (%)	
	1992	2002	2010	1992-2002	2002-2010
País	5.118.599	6.517.798	7.440.662	27,3	14,2
Ahuachapán	261.188	333.359	392.446	27,6	17,7
Cabañas	138.426	154.532	160.850	11,6	4,1
Cuscatlán	178.502	206.851	222.290	15,9	7,5
La Libertad	513.866	722.991	880.107	40,7	21,7
La Unión	255.565	294.424	316.715	15,2	7,6
San Miguel	403.411	500.084	599.173	24,0	19,8
San Salvador	1.512.125	2.076.460	2.357.761	37,3	13,5
San Vicente	143.003	164.966	180.793	15,4	9,6
Santa Ana	458.587	572.625	667.392	24,9	16,5
Usulután	310.362	342.053	357.942	10,2	4,6

Fuente: Censo de Población 1992 y Proyección de Población de las Naciones Unidas y DIGESTYC.

Según el informe de Desarrollo Humano El Salvador 2001, del PNUD, para el año 2000, la migración nacional fue de 21 por mil personas con una tasa neta de migración de 10,5. La migración a escala internacional fue de 3,5 habitantes por mil. (Cuadro 5.9).

Cuadro 5.9: Migraciones nacionales e internacionales

Concepto	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Migración nacional	-22,5	-21,7	-21,2	-20,7	-20,4	-21,0
Urbano	21,7	22,3	22,7	23	23,2	22,4
Rural	-44,2	-44	-43,9	-43,7	-43,6	-43,4
Tasa neta de migración	-11,2	-10,9	-10,8	-10,6	-10,4	-10,5

Concepto	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Urbano	6,8	6,8	6,7	6,6	6,5	6,1
Rural	-18	-17,7	-17,5	-17,2	-16,9	-16,6
Migración Internacional						
Hombres	-3,7	-3,6	-3,7	-3,6	-3,5	-3,5
Mujeres	-4	-4	-4,1	-4	-3,9	-3,9
Tasa neta de migración	-1,4	-1,3	-1,3	-1,3	-1,2	-1,2

Fuente: Informe de Desarrollo Humana de El Salvador, 2001.

La información relativa al proceso migratorio que vive el país, aunque está cuantificada a escala departamental, incapacita un entendimiento más detallado de la misma toda vez que los números que refleja el Censo de 1992 a este respecto, permiten conocer la cantidad de personas que se mueve de un departamento a otro, no así las tasas de migración, elemento esencial a la hora de analizar las tendencias de crecimiento de la población. A raíz de lo expuesto, para fines del presente estudio, se utilizarán como referencia, las proyecciones de crecimiento de la población que reflejan una desaceleración de este entre 1992 y el año 2010.

La tendencia observada, puede explicarse tanto en la disminución de la tasa de fertilidad, que se reduciría según dichas proyecciones desde los 3,4 hijos/mujer en 1995 a 2,6 hijos/mujer al año 2010 y a la migración, que aunque muestre una tendencia a la baja, seguirá como un proceso plenamente vigente en el mediano plazo, tanto dentro del país como hacia el exterior.

La tendencia al crecimiento de las ciudades por las cuales pasará el tendido eléctrico, es, igualmente al crecimiento, pero con marcadas diferencias entre estas, como se puede apreciar en el Cuadro 5.10.

Cuadro 5.10 Tendencia de crecimiento poblacional de los departamentos y de las ciudades por las cuales pasará el tendido.

Departamento / Ciudad	Habitantes		Variación %
	1992	2010	
Ahuachapán	261.188	392.446	50,3
Ahuachapán	85.460	135.970	59,1

Departamento / Ciudad	Habitantes		Variación %
	1992	2010	
Atiquizaya	28.213	33.706	19,5
Turin	5.473	7.695	40,6
San Lorenzo	7.163	10.119	41,3
Santa Ana	458.587	667.392	45,5
Chalchuapa	64.828	101.302	56,3
Coatepeque	38.198	55.245	44,6
Texistepeque	18.143	22.319	23,0
Santa Ana	210.970	292.920	38,8
El Porvenir	6.253	8.805	40,8
Candelaria de la Frontera	21.951	43.057	96,2
La Libertad	513.866	880.107	71,3
San Pablo Tacachico	18.707	25.041	33,9
Quezaltepeque	46.693	66.508	42,4
San Matías	7.358	10.247	39,3
Opico	51.701	72.304	39,9
San Salvador	1.512.125	2.357.761	55,9
Nejapa	23.891	36.866	54,3
Apopa	109.179	235.614	115,8
Guazapa	18.780	32.558	73,4
Tonacatepeque	27.342	51.733	89,2
San Martín	56.530	160.949	184,7
Cuscatlán	178.502	222.290	24,5
El Rosario	3.679	4.767	29,6
Monte San Juan	8.251	9.141	10,8
San Bartolomé Perulapia	5.658	6.614	16,9
San Pedro Perulapán	26.047	27.587	5,9
Tenancingo	5.333	6.197	16,2
San José Guayabal	9.915	10.754	8,5
Oratorio de Concepción	2.368	2.596	9,6
Cabañas	138.426	160.850	16,2
Ilobaso	53.513	68.715	28,4
San Vicente	143.003	180.793	26,4
San Sebastián	12.988	16.306	25,5
San Esteban Catarina	3.275	4.451	35,9
Santa Clara	4.216	5.522	31,0
San Ildefonso	8.704	10.749	23,5
Usulután	310.362	357.942	15,3
Estanzuelas	9.194	9.847	7,1
Nueva Granada	7.382	8.767	18,8
El Triunfo	5.891	7.102	20,6
San Miguel	403.411	599.173	48,5
Chapeltique	10.445	12.205	16,9
San Miguel	191.116	317.190	66,0

Departamento / Ciudad	Habitantes		Variación %
	1992	2010	
Comacarán	3.523	4.148	17,7
Sesori	11.142	13.412	20,4
La Unión	255.565	316.715	23,9
Bolívar	5.029	5.518	9,7
San José	3.975	4.892	23,1
Yucuaiquin	8.694	10.803	24,3
Pasaquina	21.509	25.320	17,7

Fuente: Elaboración propia basada en Censo de Población de 1992 y Dirección General de Estadística y Censos. DIGESTYC. 1996

La tendencia de crecimiento de la población de los municipios por los cuales pasará el tendido, tal cual la totalidad del país, y según las proyecciones de DIGESTYC, ha propendido al alza, tendencia que, al ser cruzada con la capacidad de estos municipios de proveer servicios básicos a la población, permite establecer una relación entre ambos indicadores, es decir, mientras mayor es la cobertura de estos, mayor es su crecimiento relativo.

En lo tocante a la distribución de la población de acuerdo a grupos de edad, a escala nacional, se observa una tendencia a la disminución de los tramos correspondientes a las personas cuyas edades fluctúan entre los 0 y los 24 años. Y un crecimiento, de los tramos siguientes hasta llegar a duplicarse entre las personas mayores de 80 años, lo que significa que la población nacional tiende a envejecer en el período censado.

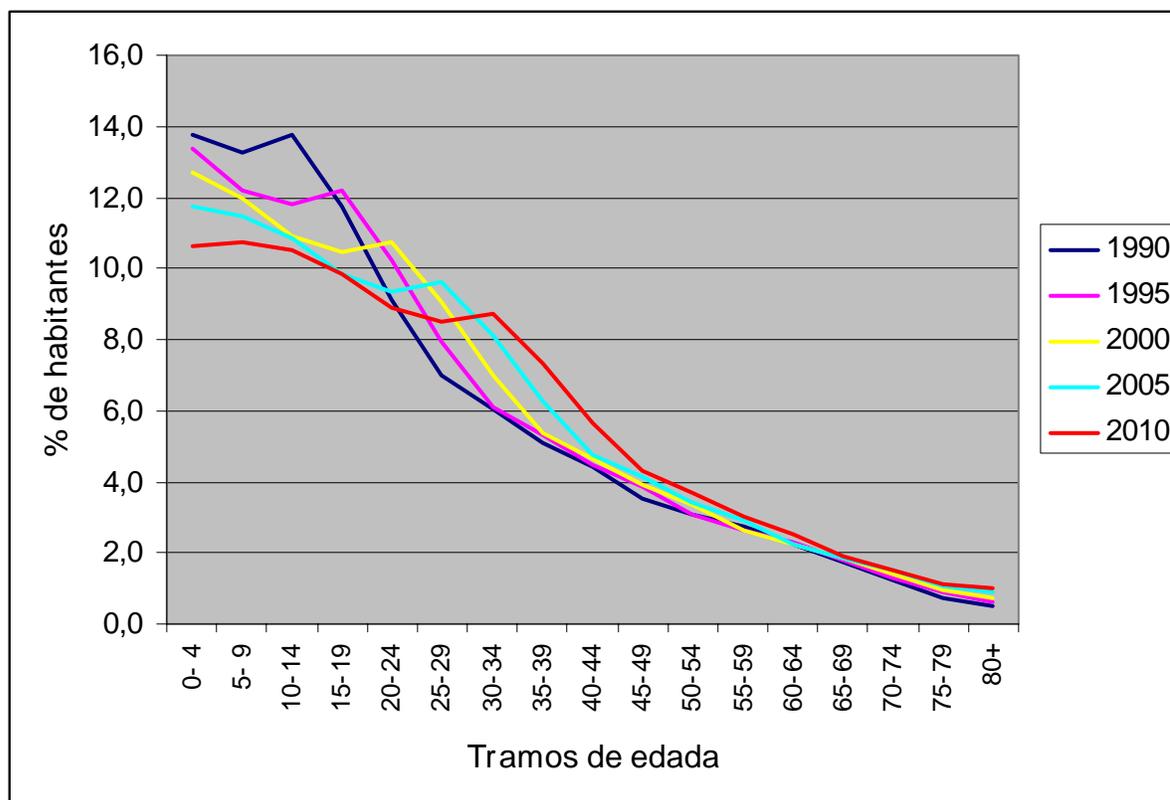
Cuadro 5.11: distribución de la población nacional según tramos de edad, entre 1990 y 2010.

Grupos de edad	1990		1995		2000		2005		2010	
	Habitantes	%								
0- 4	703.242	13,8	759.425	13,4	797.160	12,7	806.048	11,7	790.770	10,6
5- 9	677.083	13,2	692.697	12,2	750.980	12,0	788.959	11,5	798.290	10,7
10-14	704.194	13,8	667.673	11,8	685.981	10,9	744.245	10,8	782.294	10,5
15-19	599.472	11,7	690.485	12,2	657.838	10,5	676.296	9,8	734.542	9,9
20-24	464.794	9,1	581.034	10,3	675.749	10,8	643.743	9,4	662.434	8,9
25-29	356.017	7,0	449.746	7,9	568.713	9,1	662.841	9,6	631.685	8,5
30-34	310.156	6,1	344.261	6,1	439.544	7,0	557.232	8,1	650.659	8,7
35-39	260.772	5,1	300.235	5,3	335.969	5,4	430.025	6,3	546.275	7,3
40-44	226.609	4,4	252.140	4,4	292.475	4,7	327.925	4,8	420.594	5,7
45-49	181.261	3,5	218.272	3,9	244.556	3,9	284.326	4,1	319.418	4,3

50-54	157.521	3,1	173.382	3,1	210.268	3,4	236.145	3,4	275.203	3,7
55-59	139.374	2,7	148.890	2,6	165.099	2,6	200.804	2,9	226.132	3,0
60-64	114.216	2,2	129.248	2,3	139.257	2,2	154.946	2,3	189.105	2,5
65-69	87.469	1,7	102.600	1,8	117.414	1,9	127.093	1,8	142.046	1,9
70-74	64.106	1,3	74.479	1,3	887.76	1,4	102.291	1,5	111.446	1,5
75-79	38.393	0,8	49.708	0,9	592.15	0,9	71.358	1,0	83.082	1,1
80+	25.498	0,5	34.330	0,6	470.43	0,7	60.649	0,9	76.687	1,0
Total	5.110.177	100,0	5.668.605	100,0	6.276.037	100	6.874.926	100,0	7.440.662	100,0

Fuente: Dirección General de Estadística y Censos. DIGESTYC 1996.

Gráfico 5.1. Distribución porcentual de la población según tramo de edad entre 1995 y 2010.



En los departamentos que conforman el país, según datos del Censo de 1992, la mayor concentración de población se observa entre los tramos de edad comprendidos entre los 0 y los 19 años. Dentro de este, la mayor cantidad de habitantes se ubica en los tramos de 0 a 4 años y de 10 a 14 años, situación que, ya pasados más de diez años desde el citado Censo debe haberse modificado, y si los departamentos siguen la misma tendencia que se prevé a escala nacional, la edad de la población es, a la fecha, proporcionalmente mayor que hace diez años.

En los Cuadros 5.12 y 5.13, se presentan la cantidad y proporción de habitantes respectivamente, existentes en todos los departamentos del país.

Cuadro 5.12: Población según grupos de edad

Tramos de edad	Ahuachapán	Santa Ana	La Libertad	San Salvador	Cuscatlán	Cabañas	San Vicente	Usulután	San Miguel	La Unión
TOTAL	261.188	458.587	513.866	1.512.125	178.502	138.426	143.003	310.362	403.411	255.565
(0 - 4)	37.085	54.908	67.298	177.457	25.095	21.126	19.735	39.567	49.807	33.275
(5 - 9)	36.694	55.749	65.410	165.800	23.781	20.530	19.442	41.646	51.612	35.522
(10 - 14)	37.393	60.664	66.917	174.802	24.208	20.195	20.457	42.468	56.480	38.252
(15 - 19)	30.295	53.168	57.634	164.579	20.090	15.801	17.468	37.730	50.543	32.105
(20 - 24)	22.024	42.470	49.608	161.744	16.264	11.254	12.170	27.651	36.584	21.186
(25 - 29)	17.312	34.841	40.422	142.934	13.579	8.989	9.099	21.579	27.439	15.555
(30 - 34)	14.844	28.969	34.192	113.610	10.583	7.447	7.820	18.417	23.902	13.159
(35 - 39)	13.199	24.047	27.833	89.170	8.226	6.288	6.283	15.113	19.285	11.410
(40 - 44)	11.284	21.476	23.396	73.709	7.182	5.535	5.701	13.161	17.566	10.822
(45 - 49)	9.195	17.336	18.193	56.098	6.058	4.452	4.977	11.157	14.366	9.298
(50 - 54)	8.362	16.056	15.656	47.752	5.704	4.071	4.388	9.870	13.097	8.653
(55 - 59)	5.912	12.017	11.795	35.978	4.382	3.168	3.608	7.844	10.611	6.954
(60 - 64)	5.915	11.656	11.294	35.930	4.345	3.159	3.675	7.660	10.340	6.291
(65 - 69)	4.129	8.333	8.296	25.024	3.162	2.145	2.632	5.260	7.140	4.461
(70 - 74)	3.313	7.004	6.557	19.044	2.224	1.796	2.126	4.564	5.973	3.663
(75 - 79)	1.891	4.420	4.320	12.300	1.644	1.140	1.437	2.864	3.750	2.284
(80 - 84)	1.323	3.075	2.804	8.723	1.061	799	1.029	1.992	2.551	1.487
(85 - 89)	634	1.585	1.423	4.796	610	330	568	1.113	1.414	749
(90 - 94)	223	584	546	1846	211	130	272	458	609	290
(95 y M s)	161	229	272	829	93	71	116	248	342	149

Fuente: Censo de Población, 1992.

Cuadro 5.13. Proporción de habitantes, de los departamentos incluidos en la ruta, en los tramos de edades más significativos (%).

Tramos etareos	Ahuachapán	Santa Ana	La Libertad	San Salvador	Cuscatlán	Cabañas	San Vicente	Usulután	San Miguel	La Unión
0-19	54,2	49,0	50,1	45,1	52,2	56,1	53,9	52,0	51,7	54,4
20-39	25,8	28,4	29,6	33,6	27,3	24,5	24,7	26,7	26,6	24,0
40-60	15,6	17,1	15,6	16,5	15,5	14,7	15,6	16,0	16,4	16,4
Más de 60	4,5	5,5	4,7	4,8	5,0	4,6	5,7	5,3	5,4	5,1

Fuente: Censo de Población, 1992

Analizando los datos del Cuadro 5.13, se observa que la mayoría de la población se concentra en el tramo etéreo entre los 0 y 19 años, en los diez departamentos que conforman la ruta, siendo los que concentran la mayor proporción de jóvenes, el de Cabañas con un 56,1%, Ahuacahapán 54,2% y La Unión, con un 55,5%. El Departamento de San Salvador concentra la menor proporción de jóvenes, con sólo un 45%, y al mismo tiempo la mayor proporción de adultos jóvenes, un 33,6%, cantidad cuatro puntos mayor que el Departamento que le sigue, La Libertad, donde la cantidad de personas que conforman dicho grupo etéreo alcanza menos del 30%.

b. Población Económicamente Activa

En el año 1992, según el cuadro 5.14, un 54% de la PEA estaba desocupada, a escala nacional. Entre los departamentos, el de Ahuachapán, incluido en la ruta del proyecto de interconexión eléctrica, era él que presentaba los índices más elevados y alejados en más de cinco puntos del total nacional. Los demás departamentos de la ruta, presentaban cantidades que equivalían desde un 52% (San Salvador y la Libertad) hasta un extremo, como Ahuachapán de 59,2%.

Cuando se analiza a la población ocupada, se observa que sobre el 90% había trabajado anteriormente. En el caso más extremo, la proporción alcanzó cerca de un 96%, lo que significaría dos cosas principalmente, una baja rotatividad de trabajadores y una reducida entrada de nuevos actores al ámbito laboral.

Cuadro 5.14: Población Económicamente Activa nacional y según departamentos

	Total	%	Ocupada	%	Ocupada que trabajó antes	%	Desocupada	%
País	3.814.014	100	1.762.002	46,2	1.658.678	94,1	2.052.012	53,8
Departamentos								
Ahuachapán	187.409	4,9	76.378	40,8	70.136	91,8	111.031	59,2
Santa Ana	347.930	9,1	157.454	45,3	144.288	91,6	190.476	54,7
La Libertad	381.158	10,0	182.719	47,9	170.099	93,1	198.439	52,1
San Salvador	1.168.868	30,6	594.618	47,9	567.766	95,5	574.250	52,1
Cuscatlán	129.626	3,4	57.703	44,5	53.564	92,8	71.923	55,5
Cabañas	96.770	2,5	42.984	44,4	41.094	95,6	53.786	55,6
San Vicente	103.826	2,7	43537	41,9	41.387	95,1	60.289	58,1
Usulután	229.149	6,0	99.079	41,9	93.811	94,7	130.070	58,1
San Miguel	301.992	7,9	133.142	41,9	125.858	94,5	168.850	58,1
La Unión	186.768	4,9	78.048	43,6	73.947	94,7	108.720	56,4

Fuente: Censo de Población, 1992.

El caso de la PEA debe, tal como ya se mencionó anteriormente para otros fenómenos demográficos, ser analizado, para fines del presente estudio, con cuidado, toda vez que los datos usados como referencia, son del año 1992, y su menor escala es el Departamento. Por otro lado, cuando se comparan estos, a escala nacional con las proyecciones de DIGESTYC, elaboradas en 1996, se perciben claras diferencias entre estas y los datos del Censo, aunque los años calendario sean diferentes, 1992, para el Censo y 1995 para DIGESTYC. A saber, el Censo menciona que la PEA total nacional, en el año 1992 alcanzaba a 3,8 millones de personas, mientras que el DIGESTYC establece que esta cantidad, al año 1995 alcanzaba a sólo 2,1 millones. En este contexto, aunque se presentan ambos datos, para fines del presente estudio se han utilizado los datos del Censo.

Con relación a sector en el cual se desenvuelve la PEA, este es mayoritariamente urbano, a escala nacional, alcanzando a un 53% del total. En los departamentos, en San Salvador esta proporción alcanza un 82%, monto que representa la más alta del país, y Ahuachapán y La

Unión, la más baja, con un 24,3% y 24,2% respectivamente. Todos estos departamentos son parte de la ruta del tendido eléctrico. (Cuadro 5.15).

Cuadro 5.15. Conformación de la Población Económicamente Activa según género y zona de residencia

	Total	Hombres	%	Mujeres	%	Urbano	%	Rural	%
País	3.814.014	1.820.669	47,7	1.993.345	52,3	2.009.167	52,7	1.804.847	47,3
Departamentos									
Ahuachapán	187.409	91.636	48,9	95.773	51,1	45.590	24,3	141.819	75,7
Santa Ana	347.930	167.351	48,1	180.579	51,9	163.789	47,1	184.141	52,9
La Libertad	381.158	183.467	48,1	197.691	51,9	172.169	45,2	208.989	54,8
San Salvador	1.168.868	544.213	46,6	624.655	53,4	958.421	82,0	210.447	18,0
Cuscatlán	129.626	61.422	47,4	68.204	52,6	51.438	39,7	78.188	60,3
Cabañas	96.770	46.902	48,5	49.868	51,5	31.831	32,9	64.939	67,1
San Vicente	103.826	49.878	48,0	53.948	52,0	46.031	44,3	57.795	55,7
Usulután	229.149	109.905	48,0	119.244	52,0	94.747	41,3	134.402	58,7
San Miguel	301.992	143.932	47,7	158.060	52,3	144.624	47,9	157.368	52,1
La Unión	186.768	89.835	48,1	96.933	51,9	45.283	24,2	141.485	75,8

Fuente: Censo de Población, 1992.

Cuadro 5.16.: Cantidad de personas ocupadas según género y zona de residencia

PEA	Hombres	Ocupados	Mujeres	Ocupados	Urbano	Ocupados	Rural	Ocupados
País	1.820.669	1.262.519	1.993.345	499.483	2.009.167	977.242	1.804.847	784.760
Departamentos								
Ahuachapán	91.636	63.696	95.773	12.682	45.590	18.919	141.819	57.459
Santa Ana	167.351	117.895	180.579	39.559	163.789	77.737	184.141	79.717
La Libertad	183.467	126.480	197.691	56.239	172.169	87.629	208.989	95.090
San Salvador	544.213	360.745	624.655	233.873	958.421	496.257	210.447	98.361
Cuscatlán	61.422	43.610	68.204	14.093	51.438	23.161	78.188	34.542
Cabañas	46.902	35.666	49.868	7.318	31.831	14.100	64.939	28.884
San Vicente	49.878	34.732	53.948	8.805	46.031	19.333	57.795	24.204
Usulután	109.905	78.999	119.244	20.080	94.747	40.966	134.402	58.113
San Miguel	143.932	100.343	158.060	32.799	144.624	65.929	157.368	67.213
La Unión	89.835	65.843	96.933	12.205	45.283	19.392	141.485	58.656

Fuente: Censo de Población, 1992.

Entre los departamentos, él que presenta la mayor cantidad de mujeres ocupadas es el Departamento de San Salvador, con una proporción cercana al 40%. Entre los demás, esta cantidad no supera a los 20% de la PEA femenina respectiva, siendo los en los cuales la mujer

trabajadora presenta mayores índices de desempleo, La Unión, Morazán, Ahuachapán y Cabañas cuyas cantidades respectivas de mujeres empleadas alcanzan un 12,6%, un 13,1%, un 13,2% y 14,7%. Los cuatro departamentos mencionados están incluidos en la ruta del trazado.

De lo anteriormente expuesto se puede concluir entonces, que la economía de las familias salvadoreñas, medida de acuerdo al sexo de la persona que trabaja, es todavía mayoritariamente manejada, y en algunos departamentos casi exclusivamente, por los hombres, puesto que son ellos los que perciben ingresos extrahogar, o predial en el caso de las familias rurales, estando las mujeres dedicadas al servicios doméstico y a la educación de los hijos, principalmente.

b.1. PEA según rama de actividad

Si se compara, a escala nacional, la proporción de personas ocupadas según actividad, entre los censos de 1961 y 1992, se observa que el perfil productivo del país cambió significativamente, pasando, la PEA a ocupar diferentes sectores de la economía. Su participación en el sector agrícola y en la pesca se redujo, de un 60% en la década de los sesenta a 36% en los noventa. Por otro lado, la industria manufacturera creció dos puntos y el comercio, 8,5 puntos porcentuales entre 1961 y 1992. (Cuadros 5.17)

Cuadro 5.17: Población económicamente activa por ramas de actividad (1961)

Ramas de actividad	Personas activas	%
Agricultura, silvicultura y pesca	486.210	60,2
Minas y canteras	750	0,1
Industria manufacturera	103.480	12,8
Construcción	32.970	4,1
Electricidad, gas, agua y servicios sanitarios	1.720	0,2
Comercio	51.750	6,5
Transporte, almacenaje y comunicaciones	17.440	2,2
Servicios	105.190	13,0
Actividades no especificadas	7.580	0,9
Total	807.090	100,0

Fuente: Censo de Población, 1961

Entre los departamentos de la ruta, la PEA está dedicada principalmente a la agricultura, con excepción del Departamento de San Salvador, en el cual ésta está concentrada fuertemente en la industria manufacturera y en el comercio.

Cuadro 5.18 PEA ocupada según actividad productiva (%)

Actividad productiva	Departamentos									
	Ahuachapán	Santa Ana	La libertad	San Salvador	Cuscatlán	Cabañas	San Vicente	Usulután	San miguel	La uJón
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Agricultura	65,1	41,7	34,2	6,5	45,6	68,2	59,6	57,3	46,6	66,7
Pesca	0,6	0,1	0,3	0,1	0,6	0,0	0,0	3,2	0,2	3,9
Explotación de Minas y Canteras	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
Industria Manufacturera	7,3	13,9	14,3	23,0	14,6	6,4	8,2	8,1	9,6	6,3
Suministros de Electricidad. Gas. Vapor y Agua	0,7	0,5	0,6	1,0	0,4	0,4	0,3	0,2	0,3	0,1
Construcción	3,2	4,3	5,2	7,2	5,4	2,6	2,9	2,5	4,3	2,4
Comercio al por Mayor y Menor	8,0	15,8	12,9	21,3	12,8	7,2	9,4	11,9	14,6	7,8
Hoteles y Restaurantes	0,4	1,1	1,5	2,9	1,1	0,5	0,9	0,7	0,9	0,3
Transporte. Almacenamiento y Comunicaciones	2,1	3,4	3,7	5,5	3,3	1,9	2,1	2,2	3,2	1,9
Intermediación Financiera	0,4	0,7	1,5	2,1	0,5	0,3	0,3	0,4	0,6	0,3
Actividades Inmobiliarias. Empresariales y Alquiler	0,6	1,5	2,5	3,3	1,3	0,5	0,9	1,0	1,8	0,4
Administración Pública y Defensa	3,0	4,6	6,1	8,5	5,1	4,1	5,4	3,3	4,8	2,9
Enseñanza	1,8	2,6	2,7	3,3	1,7	1,8	2,9	2,4	3,5	1,3
Actividades de Servicios Sociales y de Salud	1,0	1,7	1,5	2,7	0,9	0,6	1,4	0,9	1,6	0,5
Otras Actividades Comunitarias	0,8	1,4	1,9	3,0	2,0	2,0	2,4	2,0	2,4	1,4
Servicio Doméstico	3,1	5,5	7,3	7,1	3,5	2,6	2,4	2,7	3,6	2,5
Organizaciones y Órganos	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Extraterritoriales no especificadas	1,8	1,2	3,7	2,4	0,9	0,9	0,9	1,0	1,6	1,3

Fuente: Censo de Población, 1992.

Con relación a la población mayor de 60 años, es el Departamento de San Vicente el que concentra la mayor proporción de personas en este rango de edades (5,7%). Le siguen La Paz, con un 5,6%, Santa Ana, con un 5,5%, San Miguel con un 5,4% y Usulután con un 5,3%.

Ahora bien, hay que tomar en cuenta, a la hora de concluir respecto a la conformación etárea y los alcances de esta en el país, a partir de los datos expuestos, que la proporción entre las diferentes franjas de edades debe haber cambiado su estructura, toda vez que los datos usados

representan la realidad nacional relativa al año 1992, y que entre aquél año y la actualidad, ha cambiado la conformación de las familias, siendo estas menores, y ha disminuido la intensidad migratoria que caracterizó el país en décadas pasadas. Pese a lo anterior, sin embargo, los datos presentados permiten reconocer la existencia de una enorme cantidad de personas que al día de hoy estarían en edad de conformar la Población Económicamente Activa, PEA, del país.

c. Educación

En el Salvador, el sistema educativo se clasifica en los siguientes niveles:

- **Educación Inicial**, hasta los 4 años de edad.
- **Educación Parvularia**, de 4 a 6 años.
- **Educación Básica**, comprende 9 años de estudio, finalizando a los 15 años.
- **Educación Media**, ofrece la formación en dos modalidades educativas: general y técnico vocacional.
- **Educación Superior**, es la formación posterior a la enseñanza media y comprende la Educación Tecnológica y la Educación Universitaria.
- **Educación de Adultos**, pretende suplir niveles de escolaridad que no fueron alcanzados en su oportunidad.
- **Educación Especial**, el aprendizaje se ofrece a través de metodología específicas a todas aquellas personas con necesidades especiales.

La tasa de escolaridad al nivel de Educación Básica se ha incrementado, a escala nacional, a partir de 1992, según informaciones de Naciones Unidas, al igual que la tasa de educación parvularia.

Cuando la proporción de tasa bruta de educación parvulario y básica, se compara entre los departamentos, Usulután es el Departamento que presenta las mayores, como se puede apreciar en el Cuadro 5.19.

Cuadro 5.19: Tasa bruta de educación parvularia y básica según Departamento, en los años 1992 a 1998

Concepto	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Tasa bruta de escolaridad según nivel educativo	%	%	%	%	%	%	%
Nacional							

Concepto	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Parvularia	23,7	27,2	27,9	31,3	38,2	40,2	40,1
Básica	84,4	86,2	86,1	89,1	94,5	97,7	96,2
Departamental							
Ahuachapán	71,3	70,2	70,2	71,7	82,1	88,0	86,5
Cabañas	82,9	83,9	84,6	85,8	96,8	101,0	100,4
Cuscatlán	85,0	89,1	88,6	97,3	100,6	107,5	102,7
La Libertad	87,2	85,7	82,4	89,4	94,4	96,0	93,1
La Unión	75,4	85,3	84,9	86,2	94,4	101,1	99,8
San Miguel	89,2	87,2	91,0	93,8	100,7	106,6	105,5
San Salvador	88,3	89,5	88,3	89,5	89,8	90,1	88,5
San Vicente	88,0	92,6	91,4	95,4	103,7	111,0	108,6
Santa Ana	79,4	84,9	85,5	89,1	93,4	96,3	94,0
Usulután	96,0	92,5	98,5	102,1	107,0	112,3	113,5

Fuente: Informe de Desarrollo Humano El Salvador 2001. PNUD.

Como se puede observar en el Cuadro anterior, entre los departamentos cuyos municipios están incluidos en el trazado de la ruta, todos, a excepción de La Libertad y Ahuachapán, han percibido significativos progresos en el ámbito educacional entre 1992 y 1998, siendo él, en el cual el avance fue más significativo, el Departamento de Chalatenango. Pese a lo anterior, dicho Departamento presenta todavía una gran proporción de analfabetos (30%), lo que obliga a una mayor atención hacia este sector.

Aunque se presentan cifras oficiales de una tasa promedio de alfabetización cercana al 80%, al final de la década de los noventa, estudios a escala departamental, dan cuenta de diferencias importantes entre los mismos. San Salvador, presenta la tasa de alfabetización más alta (90%); mientras que La Unión y Cabañas presentan tasas entre un 55% y un 60%. San Salvador y San Miguel presentan los mejores niveles de matrícula escolar un 72,7% y un 65%, respectivamente; en cambio, La Unión y Cabañas presentan los menores niveles de matrícula escolar (54%), en promedio.

Entre los diez departamentos incluidos en la ruta del tendido eléctrico a ser construido, sólo los departamentos de La Libertad, Cuscatlán y San Salvador presentan una proporción de analfabetos menor al promedio nacional. (Cuadro 5.20)

Cuando se comparan los municipios incluidos en la ruta (Cuadro 5.20), los pertenecientes al Departamento de La Unión presentan una cantidad de analfabetos que varía desde un 30% hasta un 36%, siendo el promedio del Departamento, de 41%) como el más atrasados en la ruta del Proyecto.

Entre los 42 municipios de la ruta, los que presentan los peores índices de alfabetismo son los municipios de Sesorí, perteneciente al Departamento de San Miguel, con un 53%, Estandzuelas, del Departamento de Usulután, también con un 53% y San Ildefonso, del Departamento de San Vicente con un 47%.

Cuadro 5.20: % de Analfabetismo en los departamentos y municipios de la ruta y a escala nacional

Departamento / Ciudad	Analfabetismo ³ %
Ahuachapán	26
Ahuachapán	25
Atiquizaya	25
Turin	22
San Lorenzo	26
Santa Ana	23
Chalchuapa	22
Coatepeque	33
Texistepeque	35
Santa Ana	20
El Porvenir	32
Candelaria de la Frontera	32
La Libertad	20
San Pablo Tacachico	42
Quezaltepeque	24
San Matías	40
Opico	33
Chalatenango	29
Nueva Concepción	39
San Salvador	10
Nejapa	30
Apopa	12
Guazapa	31
Tonacatepque	19
San Martín	18
Cuscatlán	20
El Rosario	34
Monte San Juan	34
San Bartolomé Perulapia	14

³ La proporción de analfabetos está referida a la encontrada en la página <http://www.fisd.l.gob.sv/> consultada en oct. 2003.

Departamento / Ciudad	Analfabetismo ³ %
San Pedro Perulapán	30
Tenancingo	39
San José Guayabal	28
Oratorio de Concepción	30
Cabañas	37
Ilobaso	34
San Vicente	30
San Sebastián	19
San Esteban Catarina	24
Santa Clara	42
San Ildefonso	47
Usulután	31
Estanzuelas	53
Nueva Granada	34
El Triunfo	38
San Miguel	26
Chapeltique	36
San Miguel	21
Comacarán	34
Sesori	53
La Unión	41
Bolívar	30
San José	36
Yucuaiquin	33
Pasaquina	35
Nacional	21

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la página <http://www.fisd.l.gob.sv/> y Informe sobre Índice de Desarrollo Humano de El Salvador de 1997.

Las diferencias en alfabetización y matrícula escolar se profundizan cuando se hacen estimaciones según sector de vivienda. Así se tiene que el porcentaje de personas alfabetizadas en las áreas rurales es de 65,7% frente al 87,5% de las áreas urbanas, habiendo una diferencia de más de veinte puntos. Situación similar se observa entre el índice de matrícula escolar del área rural respecto al correspondiente en el área urbana. Así mismo, la alfabetización entre mujeres y hombres presenta una brecha, también muy significativa. En 1999, el 12,9%, las mujeres de las áreas urbanas eran analfabetas mientras que los hombres registraron el 8,1%. En las áreas rurales, el 32,2% de las mujeres se reporta analfabeta, frente al 25,8% de los hombres.

La relación de las cifras anteriores muestra que la situación de la educación presenta diferencias notables entre departamentos y sector de residencia. No obstante, en los años 1997 y siguientes, se amplió la cobertura educativa en el área rural a través del programa

EDUCO, Aulas Alternativas, Educación a Distancia, mantenimiento y rehabilitación de la infraestructura escolar.

La disminución del analfabetismo y la ampliación de la cobertura de los servicios educativos ha sido lograda en parte, debido al aumento del gasto público en la educación. En 1994, el gasto público dirigido a este sector presentó el 1,9% del Producto Interno Bruto (PIB), en el año 2000, alcanzó el 3% del PIB. Sin embargo, este gasto es inferior al nivel del ingreso per cápita del país. Dado el nivel de crecimiento económico, El Salvador debería invertir en este ámbito, un gasto igual o superior al 4,2% del PIB. (PNUD, 2002).

Aunque el total de la matriculas ha aumentado en un 22% en 5 años (1997-2001), esta tendencia no caracteriza a la Educación Media. Echo explicado tanto por razones económicas (falta de recursos para estudiar, necesidad de trabajar para contribuir a la economía familiar) como por la falta de perspectivas con respecto a la importancia de terminar los estudios en Educación Media. Otro aspecto fundamental es el incremento demográfico que desde 1992, año en que se realizó el último censo, no se ha podido cuantificar dado la ausencia del mismo y por supuesto, la imposibilidad de conocer el universo de niños que han nacido desde 1992 y ya asisten a la escuela.

Según las conclusiones de los estudios de evaluación realizados por el Ministerio de Educación, se puede afirmar que las características de los centros de mayor rendimiento en educación media son más o menos comunes y poseen como generalidad la capacidad de desarrollar organizaciones eficientes, capaces de promover gestiones educativas efectivas con un clima escolar apto para el aprendizaje.

d. Salud

La cobertura del Sistema Oficial de Salud en El Salvador se divide en dos subsistemas: El Sistema Nacional de Salud cuya institución rectora es el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, y el Régimen del Seguro Social que responde a las posibilidades económicas de la población activa.

El primero concreta eminentemente a la responsabilidad de la prestación de servicios de salud tanto preventivos como curativos a la población salvadoreña. Tiene a su cargo una red de 29 sistemas básicos de atención integral de salud en desarrollo y está conformado por 30 hospitales, 363 unidades de salud, 169 casas de salud y 48 centros rurales de salud y nutrición distribuidos a nivel nacional de acuerdo a la accesibilidad geográfica y poblacional.

El SIBASI es la estructura básica operativa del Sistema Nacional de Salud fundamentada en la atención primaria de salud mediante la provisión de servicios integrales articulados del primer y segundo nivel de atención.

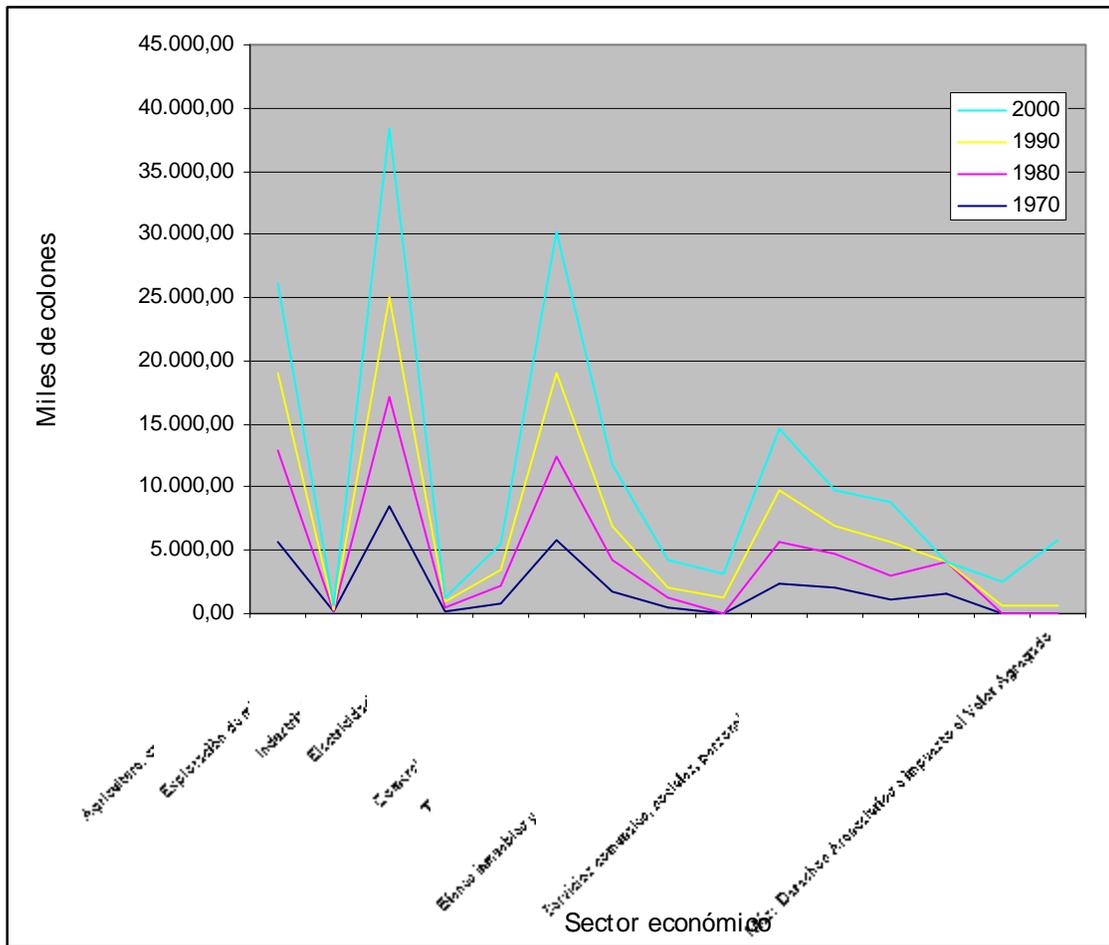
La atención sanitaria en el país se estructura territorialmente en 29 Sistemas Básicos de Salud Integral (SIBASI), con la siguientes distribución por departamentos: seis departamentos con un sólo SIBASI, centralizados en un hospital radicado en la respectiva ciudad capital: son los casos de los departamentos de Ahucachapán, Sensonate, La Libertad, San Vicente, La Paz y Morazán. Cuatro departamentos con dos SIBASI cada uno, centralizados en los hospitales radicados en la respectiva ciudad capital y en una segunda ciudad: son los casos de los departamentos de Cuscatlán, Chalatenango, Cabañas y La Unión. Las segundas ciudades aludidas son, respectivamente, Suchitoto, Nueva Concepción, Ilobasco y Santa Rosa de Lima. Tres departamentos con tres SIBASIs cada uno, centralizados en los hospitales radicados en la respectiva ciudad capital y en segundas y terceras ciudades del departamento: son los casos de los departamentos de Santa Ana, San Miguel y Usulután. Las segundas y terceras ciudades aludidas son respectivamente, Metapán y Chalchuapa; Ciudad de Barrios y Nueva Guadalupe; Santiago de María y Jiquilisco. El Departamento de San Salvador se distribuye entre seis SIBASIs, centralizados en siete hospitales de los cuales uno cumple funciones de cabecera nacional. De los siete hospitales, tres se localizan en San Salvador y los restantes en Soyapango, San Bartola /Llopango, Zacamil/Ayutuxtepeque y los Planes de Renderos/Panchimalco.

e. Economía

Como se puede observar en el Cuadro 5.30 y el Gráfico 5.2. presentados en las siguientes páginas, el Producto Interno Bruto de El Salvador ha percibido un incremento significativo entre los años 1970 y el 2000, siendo el sector que más fuertemente aumenta su participación, el de

la industria manufacturera, el comercio, los restaurantes y hoteles, los transportes y almacenamiento y los establecimientos financieros. El sector que más pierde importancia en el período estudiado es la agricultura y los servicios sociales, comunales, personales y domésticos, lo que indicaría, por un lado una creciente urbanización de los habitantes y de la fuerza laboral, situación reflejada en los datos censales de 1992, y por otro, una mayor profesionalización de esta, puesto que se amplía enormemente el uso de mano de obra en los sectores industriales y en los servicios.

Grafico 5.2: Variación del PIB entre 1970 y el 2000, a escala nacional



Cuadro 5.21: Composición histórica del Producto Interno Bruto de El Salvador, entre 1970 y 2000. (Valores a precios constantes de 1990, en millones de colones).

CONCEPTO	Años														
	1970	1975	1980	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Agricultura, caza, silvicultura y pesca	5.663,2	7.010,2	7.201,5	6.134,1	6.240,0	6.222,7	6.722,8	6.549,6	6.394,0	6.683,1	6.767,1	6.791,0	3.743,3	7.179,2	6.961,2
Explotación de minas y canteras	102,3	128,9	110,2	108,0	137,8	151,0	158,9	175,7	194,9	208,0	210,1	223,7	235,5	236,5	243,6
Industria Manufacturera	8.495,2	9.757,7	8.673,7	6.818,8	7.923,1	8.391,5	9.219,4	9.078,8	9.748,9	10.416,9	10.598,1	11.445,2	12.204,1	12.658,6	13.222,1
Electricidad. Gas y Agua	149,6	234,5	351,4	375,7	425,6	210,1	221,0	241,8	253,2	265,9	311,3	324,4	344,2	353,3	357,4
Construcción	799,0	1.602,0	1.394,7	1.137,8	1.268,0	1.398,4	1.488,5	1.541,6	1.719,0	1.823,2	1.872,8	1.988,2	2.156,4	2.173,1	2.123,1
Comercio, Restaurantes y Hoteles	5.890,2	7.385,4	6.509,1	6.062,4	6.620,8	7.086,7	7.900,1	8.409,1	9.128,8	10.033,2	10.075,6	10.366,4	10.785,4	11.006,7	11.189,4
Transporte, almacenamiento y com.	1.704,0	2.303,5	2.580,4	2.381,9	2.677,6	2.804,1	3.068,1	3.271,6	3.466,9	3.658,4	3.726,3	4.013,6	4.183,3	4.543,5	4.858,7
Establecimiento Financieros y Seguros	402,6	613,3	808,9	810,7	793,3	764,0	957,5	1.031,8	1.240,0	1.442,9	1.482,3	1.669,2	1.829,2	2.071,9	2.177,4
Bienes inmuebles y servicios prestados a las empresas	0,0	0,0	0,0	0,0	1.278,6	1.385,3	1.436,1	1.448,7	1.532,0	1.622,7	1.676,5	1.749,7	1.798,8	1.804,4	1.835,1
Alquileres de vivienda	2.326,3	2.841,0	3.345,4	3.715,9	4.125,1	4.165,5	4.228,3	4.292,2	4.369,1	4.447,8	4.522,5	4.603,9	4.695,3	4.718,5	4.789,3
Servicios comunales, sociales, personales y domésticos	2.067,2	2.511,2	2.589,5	2.096,5	2.240,6	2.305,9	2.378,8	2.445,6	2.561,7	2.713,2	2.726,8	2.809,5	2.867,6	2.877,0	2.915,4
Servicios de Gobierno	1.059,4	1.413,1	1.980,7	2.384,8	2.693,0	2.709,6	2.615,1	2.624,4	2.692,7	2.808,1	2.926,7	3.037,6	3.048,2	3.080,5	3.111,3
Otros Servicios	1.650,1	2.175,1	2.383,1	919,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Menos: Servicios Bancarios Imputados	0,0	0,0	0,0	0,0	608,8	596,7	735,7	949,2	1.007,6	1.247,9	1.345,4	1.535,6	1.654,7	1.778,3	1.840,5
Más: Derechos Arancelarios e impuesto al Valor Agregado	0,0	0,0	0,0	0,0	672,2	793,3	1.013,8	3.476,3	3.984,6	4.362,4	4.527,2	4.717,2	4.925,2	5.054,8	5.155,7
TOTAL	30.309,1	37.975,9	37.929,6	32.946,3	36.486,9	37.791,4	40.642,7	43.638,0	46.278,2	49.237,9	50.077,9	52.204,0	54.191,8	55.979,7	57.099,2

(p) Cifras Preliminares

Fuente: Departamento de Cuentas Macroeconómicas - Banco Central de Reserva de El Salvador

Cuadro 5.22.: Crecimiento histórico del Producto Interno Bruto en El Salvador Período: 1970 - 2000 (Precios constantes de 1990)

CONCEPTO	1970-75	1975-80	1980-85	1985-90	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999 (p)	2000 (p)
Agricultura, casa, silvicultura y pesca	4,4	0,5	-3,2	0,3	19,9	-0,3	8,0	-2,6	-2,4	4,5	1,3	0,4	-0,7	6,5	-3,0
Explotación de minas y canteras	4,7	-3,1	-0,4	5,0	12,4	9,6	5,2	10,6	10,9	6,7	1,0	6,5	5,3	0,4	3,0
Industria manufacturera	2,8	-2,3	-4,7	3,0	33,8	5,9	9,9	-1,5	7,4	6,9	1,7	8,0	6,6	3,7	4,5
Electricidad, gas y agua	9,4	8,4	1,3	2,5	30,9	50,6	5,2	9,4	4,7	5,0	17,1	4,2	6,1	2,6	1,2
Construcción	14,9	-2,7	-4,0	2,2	8,9	10,3	6,4	3,6	11,5	6,1	2,7	6,2	8,5	0,8	-2,3
Comercio, restaurantes y hoteles	4,6	-2,5	-1,4	1,8	29,1	7,0	11,5	6,4	8,6	9,9	0,4	2,9	4,0	2,1	1,7
Transporte Almacenamiento y comunicaciones	6,2	2,3	-1,6	2,4	34,0	4,7	9,4	6,6	6,0	5,5	1,9	7,7	4,2	8,6	6,9
Establecimiento financiero y seguros	8,8	5,7	0,0	-0,4	16,2	-3,7	21,4	11,2	20,2	16,4	2,7	12,6	9,6	13,3	5,1
Bienes inmuebles y servicios prestados a las empresas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	3,7	0,9	5,7	5,9	3,3	4,4	2,8	0,3	1,7
Alquileres de vivienda	4,1	3,3	2,1	2,1	25,0	1,0	1,5	1,5	1,8	1,8	1,7	1,8	2,0	0,5	1,5
Servicios comunales, sociales, personales y domésticos	4,0	0,6	-4,1	1,3	28,4	2,9	3,2	2,8	4,7	5,9	0,5	3,0	2,1	0,3	1,3
Servicios de Gobierno	5,9	7,0	3,8	2,5	19,1	0,6	-3,5	0,4	2,6	4,3	4,2	3,8	0,3	1,1	1,0
Otros servicios	5,7	1,8	-17,3	-100,0	-100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Menos: Servicios Bancarios Imputados	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-2,0	23,3	29,0	6,2	23,8	7,8	14,1	7,8	7,5	3,5
Más: Derechos arancelarios e impuesto al valor agregado	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,0	27,8	242,9	14,6	9,5	3,8	4,2	4,4	2,6	2,0
TOTAL	4,6	-0,02	-2,8	2,1	4,8	3,6	7,5	7,4	6,1	6,4	1,7	4,2	3,8	3,4	2,0

(p) Cifras Preliminares.

Fuente: Departamento de Cuentas Macroeconómicas - Banco Central de Reserva de El Salvador.

Cuando se analiza, según sector, su comportamiento en la constitución del PIB, se observa que la agricultura viene perdiendo importancia desde 1990, cuando atingió un crecimiento del orden del 20%. El sector repunta en 1999, para volver a reducirse correspondió en el año 2000. Entre los demás sectores, la industria manufacturera, que en la década de los setenta y ochenta mostraba signos de debilitamiento, repunta en los noventa, aunque de manera desacelerada, como se puede observar en el Cuadro anterior (Cuadro 5.22) representando a la fecha el sector que más impacta el PIB, seguido del comercio, hoteles y restaurantes y la agricultura. Dichos sectores representan un 23%, un 19% y un 12% respectivamente del PIB total nacional.

e.1 Sector Agropecuario

Como se ha podido observar, y aunque El Salvador es un país que depende, y dependerá también en el futuro, del sector agropecuario como sostén a su población, así como una forma de obtener divisas debidas a la exportación de algunos de sus productos, la participación de este sector en la constitución del PIB ha ido decreciendo en detrimento de otros sectores. En efecto, el maíz, el frijol, el arroz y el maicillo, constituyen los granos básicos para la alimentación de gran parte de sus pobladores mientras que el café, la caña de azúcar y antes también el algodón, son exportados y nivelan en gran medida la balanza de pagos a escala nacional, productos que han perdido importancia en el conjunto de la economía del país.

La contribución del sector agropecuario al Producto Interior Bruto (PIB) en los últimos decenios pone de manifiesto la evolución negativa que ha caracterizado la actividad agropecuaria. Se evidencia que, en la actualidad, y a pesar de los años transcurridos, el nivel de actividad apenas es menor que en la década de los 70. En 1970 el sector representaba un 19% del PIB nacional y su participación era sólo menor a la industria manufacturera, cuyo impacto en el PIB era de casi un 30%. Al año 2000, su participación se reduce a sólo un 12%.

Con relación a las exportaciones e importaciones del sector, las primeras disminuyen progresivamente, tanto en valores absolutos como relativos mientras que las importaciones aumentaron y no sólo de aquellos productos en los que El Salvador es comercialmente dependiente.

Por otro lado, el incremento en las importaciones en el sector y, especialmente de granos básicos, frutas, verduras, leche y carne evidencia que el sector carece de competitividad

internacional. Se observa, además, que este incremento ha llevado a que su valor supere, en el 2001, al valor de las exportaciones del sector que tradicionalmente eran una fuente de ingresos importante en la economía nacional.

Estos datos, ponen de manifiesto la crisis existente en el sector. Crisis que, además, se está agudizando con el tiempo resultado de la ineficacia de las políticas llevadas a cabo en el sector ya que, tras el cese del conflicto armado, se esperaba una recuperación paulatina de la actividad tal y como se ha producido en otros sectores productivos del país.

Pero si este fenómeno tiene consecuencias económicas importantes a nivel nacional hay por otro lado que subrayar la importancia que tiene para una gran proporción de la población nacional que vive en el medio rural y obtiene sus ingresos, principalmente, del sector primario. Ello está condicionando, entre otros, con las masivas emigraciones de población hacia los núcleos urbanos y hacia el extranjero como única vía de salida a las condiciones de pobreza en la que permanecen.

Las actividades agrícolas según regiones agroclimáticas se presentan en el Cuadro 5.23. y los principales cultivos, sus respectivas superficies y producción, se presentan en el Cuadro 5.24.

Cuadro 5.23: Principales actividades Agrícolas por Región Climática.

REGIONES	PRINCIPALES ACTIVIDADES
I	Granos básicos, café y ganadería.
II	Granos básicos, café y caña.
III	Granos básicos, café y ganadería.
IV	Granos básicos y ganado subsistencia.

De los cuatro productos básicos que son cultivados en El Salvador, la mayor superficie plantada corresponde al maíz. Le siguen el sorgo, los frijoles y en menor escala, el arroz.

Con relación a las regiones agroclimáticas, la IV región concentra la mayor superficie de maíz y de sorgo.

El frijol es cultivado principalmente en las regiones I y II; el arroz en la II y el sorgo en la IV y en la I respectivamente.

En lo mapas que se presentan a continuación se puede observar las zonas en las cuales se cultivan cada una de las especies mencionadas, además del café, cultivo que representa el mayor aporte al PIB nacional.

Cuadro 5.24.: Producción Agrícola - Ciclo 1999-2000, por Cultivo y Región (cuadro resumen)

REGIÓN Y DEPARTAMENTO	CULTIVO							
	Maiz		Frijol		Arroz		Sorgo	
	Superficie (Mzs)	Producción (QQ)	Superficie (Mzs)	Producción (QQ)	Superficie (Mzs)	Producción (QQ Granza)	Superficie (Mzs)	Producción (QQ)
REGION I	80.200	3.473.000	35.250	387.500	1.700	130.150	45.500	741.700
REGION II	89.000	3.850.650	36.500	591.600	7.200	602.600	30.450	715.900
REGION III	49.000	2.066.600	20.650	323.100	1.800	115.000	29.100	636.400
REGION IV	152.100	4.784.350	11.900	119.100	3.400	249.300	46.900	937.600
TOTAL PAIS	376.300	14.342.600	106.300	1.445.300	15.600	1.247.050	151.950	3.031.600

Fuente: <http://gisweb.ciat.cgiar.org/avmaps/salvador/>

El maíz se produce principalmente en la Región IV, que contempla a los departamentos de Usulután, San Miguel, Morazán y La Unión.

Los frijoles se producen principalmente en los departamentos de Santa Ana, La Libertad y Cabañas, siendo sin embargo, el Departamento en el cual el rendimiento es el más alto, el de San Vicente.

El Salvador es un país cuyo arroz es importado en gran escala, siendo su producción interna insuficiente para atender las necesidades del mercado local. Los departamentos con la mayor superficie sembrada son La Libertad, Usulután y Chalatenango, este último con el rendimiento más elevado del país.

El sorgo se siembra, en mayor escala, en los departamentos de Ahuachapán, Cabañas, Santa Ana y Chalatenango. Los rendimientos más elevados se obtienen en los departamentos que conforman las regiones II y III.

Cuadro 5.25: Producción Agrícola - Ciclo 1999-2000, por Cultivo y Departamento

REGIÓN Y DEPARTAMENTO	CULTIVO											
	Maiz			Frijol			Arroz			Sorgo		
	Superficie (Mzs)	Producción (QQ)	Rendim. (QQ./Mz.)	Superficie (Mzs)	Producción (QQ)	Rendim. (QQ./Mz.)	Superficie (Mzs)	Producción (QQ Granza)	Rendim. (QQ.Granza/Mz.)	Superficie (Mzs)	Producción (QQ)	Rendim. (QQ./Mz.)
REGION I	80.200	3.473.000	43,3	35.250	387.500	11,0	1.700	130.150	76,6	45.500	741.700	16,3
01 Ahuachapán	35.800	1.516.500	42,4	7.150	92.200	12,9	1.100	82.100	74,6	19.950	286.100	14,3
02 Santa Ana	31.800	1.381.800	43,5	20.700	234.900	11,3	100	8.000	80,0	15.400	286.200	18,6
03 Sonsonate	12.600	574.700	45,6	7.400	60.400	8,2	500	40.050	80,1	10.150	169.400	16,7
REGION II	89.000	3.850.650	43,3	36.500	591.600	16,2	7.200	602.600	83,7	30.450	715.900	23,5
04 Chalatenango	25.500	1.067.500	41,9	6.000	121.400	20,2	2.600	280.800	108,0	14.000	323.500	23,1
05 La Libertad	25.600	1.139.650	44,5	14.000	222.000	15,9	4.000	278.400	69,6	9.000	220.100	24,5
06 San Salvador	21.200	941.400	44,4	5.900	84.000	14,2	100	7.500	75,0	5.100	120.900	23,7
07 Cuscatlán	16.700	702.100	42,0	10.600	164.200	15,5	500	35.900	71,8	2.350	51.400	21,9
REGION III	49.000	2.066.600	42,2	20.650	323.100		1.800	115.000	63,9	29.100	636.400	21,9
08 La Paz	16.300	707.100	43,4	1.350	18.000	13,3	500	30.400	60,8	4.200	91.500	21,8
09 Cabañas	14.200	599.500	42,2	11.000	156.700	14,2	200	10.000	50,0	18.700	395.700	21,2
10 San Vicente	18.500	760.000	41,1	8.300	148.400	17,9	1.100	74.600	67,8	6.200	149.200	24,1
REGION IV	152.100	4.784.350	31,5	11.900	119.100	10,0	3.400	249.300	73,3	46.900	937.600	20,0
11 Usulután	53.200	2.015.700	37,9	5.050	50.600	10,0	2.700	203.200	75,3	9.100	188.500	20,7
12 San Miguel	36.000	990.050	27,5	3.600	37.100	10,3	600	38.900	64,8	14.800	293.700	19,8
13 Morazán	25.400	666.000	26,2	1.450	13.200	9,1	0	0	0,0	8.500	168.500	19,8
14 La Unión	37.500	1.112.600	29,7	1.800	18.200	10,1	100	7.200	72,0	14.500	286.900	19,8
TOTAL PAIS	376.300	14.342.600	38,1	106.300	1.445.300	13,6	15.600	1.247.050	79,9	151.950	3.031.600	20,0
Primera Cosecha	310.300	12.836.600	41,4	17.800	240.200	13,5	14.100	1.097.050	77,8	36.150	781.100	21,6
Segunda Cosecha	60.000	1.338.000	22,3	86.500	1.181.100	13,7	1.500	150.000	100,0	115.800	2.250.500	19,4
Tercera Cosecha	6.000	168.000	28,0	2.000	24.000	12,0	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Fuente: <http://gisweb.ciat.cgiar.org/avmaps/salvador/>

e.2 Café

El sector cafetalero tiene gran relevancia en la vida económica y social de los países centroamericanos. En todos ellos (con la sola excepción de Panamá) este producto representa fracciones del PIB que se ubican entre 2% y 6% (Cuadro 5.26). Entre los cultivos tradicionales de exportación que se producen de manera generalizada en la región, sólo el café acredita estos niveles de participación. A mediados de los años ochenta este producto llegó a generar cerca de 10% del PIB de El Salvador. Esta elevada tasa de participación disminuyó en los años posteriores y ahora se encuentra en un rango similar al de Guatemala, Honduras y Nicaragua. El sector cafetalero de estos tres países ha mantenido desde 1985 una tasa de participación en la economía que en términos generales es homogénea. En Costa Rica, en cambio, disminuyó en los noventa y en Panamá tiene poca importancia.

Con relación al peso relativo de la economía cafetalera en el contexto del sector agrícola de El Salvador, la producción de café representa una fracción promedio equivalente a 40% del valor agregado que se genera en el conjunto del sector agrícola. Aunque la participación de la actividad cafetalera en el PIB nacional disminuyó desde 1985, su peso en el producto agrícola sigue siendo de gran importancia (lo que denota, a un tiempo, la diversificación del aparato productivo del sector no agrícola de la economía y cierta rigidez o “permanencia” de la estructura del producto agrícola de este país).

Cuadro 5.26.: Centroamérica: participación de la producción de café en la economía (%)

	Participación del café en el PIB agropecuario			Participación del café en el PIB			Participación de las exportaciones de café en las exportaciones de bienes		
	1990	1995	2000	1990	1995	2000	1990	1995	2000
Costa Rica	12.6	15.1	12.1	2.0	1.7	1.3	18.1	12.0	4.7
El Salvador	26.6	23.1	19.6	4.5	3.1	2.5	37.9	21.6	10.5
Guatemala	19.1	18.4	18.1	4.9	4.4	4.2	25.9	25.0	18.8
Honduras	26.9	30.1	33.3	7.4	8.3	8.2	20.2	23.9	16.6
Nicaragua	17.7	17.0	24.4	4.4	4.6	7.2	20.4	24.0	23.3

Fuente: http://www.camagro.com/noticias/Not_2003/Descargables/Consolidado23_26.pdf consultada en oct 2003.

La exportación cafetalera es una de las más importantes fuentes de ingreso de divisas en la economía centroamericana. En El Salvador, la contribución del café representa una quinta parte del valor de la exportación de bienes, pero pese a lo anterior, la cantidad de café exportado ha

experimentado un fuerte descenso entre 1990 y el año 2001, como se puede observar en el Cuadro 5.27.

Cuadro 5.27: Exportaciones de café entre 1990 y el 2001.

	1990	1997	1998	1999	2000	2001 (a)
Exportaciones (Miles de quintales)	3.026	3.712	2.474	2.389	3.258	2.235
(a) cifras estimadas						

Fuente: elaboración propia con base en

http://www.camagro.com/noticias/Not_2003/Descargables/Consolidado23_26.pdf, consultada en oct 2003.

Las exportaciones de café equivalentes al año 2001/02, alcanzaron 1,7 millones de quintales. Los principales compradores son los EEUU y Alemania, con 728.000 y 410.000 quintales respectivamente, en la cosecha 2002/03

La actividad es, además, generadora neta de empleo en las economías de la región, como se puede observar en el Cuadro 5.28. Llegando, en El Salvador, a representar el 40% de la PEA rural.

Cuadro 5.28.: PEA centroamericana, 2000.

	PEA rural (miles de personas)	PEA rural/PEA total (%)	Empleo en la producción de café (miles de personas)	Numero de Productores
Centroamérica	5,771	47.8%	1,426	243,869
Costa Rica	725	48.2%	200	70,000
El Salvador	936	40.3%	135	18,245
Guatemala	2,286	56.8%	700	61,521
Honduras	1,152	47.8%	111	63,703
Nicaragua	672	37.1%	280	30,400

Fuente: http://www.camagro.com/noticias/Not_2003/Descargables/Consolidado23_26.pdf consultada en oct 2003.

Al analizarse los datos relativos a la década del 90, se observa que la producción de café en El Salvador ha percibido una reducción, tanto en la superficie plantada como en la producción anual, condición que puede observarse en el Cuadro 5.29.

Cuadro 5.29: Evolución de la caficultura en El Salvador, entre 1990 y el 2001.

	1990	1995	2000 (a)	2001 (b)
Producción (Miles de quintales)	3.132	3.040	2.798	2.091
Tasa de crecimiento (%)	18,2	-1,2	-6,8	-25,3
Superficie (Miles de ha)	164	162	161	161
Rendimiento (Quintales/ha)	19,1	18,7	17,4	13,0

(a) cifras preliminares

(b) cifras estimadas

Fuente: elaboración propia con base en

http://www.camagro.com/noticias/Not_2003/Descargables/Consolidado23_26.pdf, consultada en oct. 2003.

El Consejo Salvadoreño del Café [CSC] prevé que la cosecha del grano en el período 2003-2004, producirá alrededor de 1,25 millones de sacos de 60 kg, la producción más baja en los últimos 40 años en este país. El parque cafetero nacional, en este período productivo está conformado por 160.784 hectáreas y extendidas en la mayoría de los 14 departamentos del país.

Estadísticas del CSC indican que en la cosecha 2002-2003 se recolectó 1,3 millones de sacos de 60 kilogramos. En el 2001-2002, fueron 1,68 millones. La principal razón por la reducción de la cosecha es el bajo nivel de mantenimiento de las fincas, derivada de los bajos precios internacionales. Igualmente inciden en esta tendencia los fenómenos climáticos del Niño y el Huracán Mitch.

Se prevé que la recolección del grano, cosecha 2003-2004, empleará a unos 50.000 campesinos.

En la década de los 80 y 90 cuando la producción del café era la principal fuente de divisas del país, este generaba más de 150.000 empleos.

Con relación a las zonas productoras, el 61,5% de la capacidad de producción total la representa la zona occidental. Dicha zona cafetera está ubicada en el macizo montañoso Santa

Departamento	Recepción (qq oro wa)	Participación
Ahuachapán	360,401	15.5
Santa Ana	828,452	35.7
Sonsonate	240,323	10.3
Región Occidental	1,429,176	61.5
Chalatenango	7,980	0.3
La Libertad	411,890	17.7
San Salvador	31,395	1.4
La Paz	8,822	0.4
San Vicente	94,758	4.1
Región Central	554,845	23.9
Usulután	108,779	4.7
San Miguel	212,026	9.1
Morazán	17,218	0.7
Región Oriental	338,023	14.6
Total País	2,322,044	100.0

Fuente: CSC, Informe de Beneficiarios, al 16 de noviembre del 2001

Ana-Apaneca, que abarca los departamentos de Santa Ana, Ahuachapán y Sonsonate, y comprende una extensión de 119.963 manzanas. Estos cafetales representan el 51,8% del área cafetera nacional.

El 24% lo compone la zona central, la cual tiene su mayor extensión en el área del Volcán

Chinchontepec. Está constituida por los departamentos de La Libertad, La Paz y San Salvador. En menor cantidad siguen los departamentos de San Vicente, Cuscatlán, Cabañas y Chalatenango. Esta zona representa 67.500 manzanas que equivalen al 29,1 % del área cafetera nacional.

El 14,6% restante lo conforma la zona oriental. Esta zona cafetera está dividida en dos grandes subregiones. Una la constituye el macizo montañoso Tecapa-Chinameca entre los departamentos de Usulután y San Miguel, y la otra el Cerro Cacahuatique al norte de los departamentos de San Miguel y al occidente de Morazán. Su extensión alcanza a las 44.288 manzanas, que equivalen al 19,1% del total del área cafetera nacional.

Debido a la inexistencia de información a escala municipal, ha sido imposible establecer la presencia de este tipo de cultivos en la zona por la cual transcurrirá el tendido eléctrico a ser construido, sin embargo, es de suponer que gran parte de las tierras, de los municipios que componen la zona occidente del país, están actualmente cubiertas con este cultivo.

e.3 Otros cultivos

Cuadro 5.30.: Superficie, producción y rendimiento de diferentes cultivos en el año agrícola 2000 – 2001.

Cultivo	Superficie (mz)	Producción		Rendimiento
Cultivos agroindustriales				
Caña de azúcar	* 107.517	5.590.100	T. Corta	52,0
Algodón(rama)	2.300	69.000	Quintal	330,0
Café	** 23.700	2.500.920	Quintal oro	10,8
Cultivos no tradicionales de exportación				
Ajonjolí	12,000	138000	Quintal	11,5
Chile dulce	650	1.332.500	Cientos	2050,0
Papa	1.000	352.000	Quintal	352,0
Repollo	1.000	352.000	Quintal	352,0
Tomate	1.200	464.400	Quintal	387,0
Yuca	2.000	376.000	Quintal	188,0
Sandía	5.350	1.712.000	Quintal	320,0
Limón	1.000	146.000	Cientos	1460,0
Naranja	7.400	2.464.200	Cientos	333,0
Piña	400	49.600	Cientos	124,0
Plátano	3.000	1.446.000	Quintal	482,0
Cocotero (fruto)	10.000	3.520.000	Quintal	352,0
Marañón (semilla)	5.000	52.500	Quintal	11,0

Henequén	5.000	52.500	Quintal	10,5
Kenaff (fibra)	500	15.000	Quintal	30,0

Fuente: Dirección General de Estadísticas Agropecuarias del Ministerio de Agricultura y Ganadería.

e.4 Ganadería, porcicultura y aves

En el período de julio a diciembre de 1998, El Salvador fue escenario de hechos cuyos efectos en el sector agropecuario nacional se hacen, todavía a la fecha, notar. El principal de estos sin duda, fue la incidencia del huracán MITCH, que en su momento afectó de forma importante la producción de granos básicos, la producción pecuaria, dada la muerte de animales y en general la agricultura a nivel nacional. En cuanto al sector ganadero, los principales daños fueron pérdidas en el número de cabezas, las que fueron cuantificadas por la Dirección General de Sanidad Animal y Vegetal del MAG, sumando 2.057 reses muertas.

A escala nacional, al año 2000, la cantidad de bovinos existentes en el país, alcanzaba un millón de cabezas, y su explotación se da en el ámbito comercial. Los demás rubros pecuarios se explotan más bien en un contexto familiar, existiendo, al año 2000, casi 200 mil porcinos y 3 millones de aves⁴.

El país importa carne de vacuno, y las cantidades en kilos, alcanzaron 18 millones en 1997 y 9 millones en 1998. La importación de ganado en pie percibió en estos años un incremento del orden del 90%, creciendo desde 9.000 unidades a 17.000.

En el contexto de los departamentos que conforman el país, el hato ganadero nacional se concentra principalmente en los que conforman a la Región IV, que en conjunto, suman más de 400 mil cabezas, lo que representa más del 40% del total de animales existentes en el país.

De los cuatro departamentos que conforman dicha región, el de San Miguel, integrante de la ruta por la cual se proyecta pasará el tendido eléctrico, alberga a casi 200 mil cabezas, lo que representa un 20% del total nacional.

⁴ Fuente: http://www.mag.gob.sv/html/Publicaciones/Economica/Anuario_2000-2001/ANUARIO2000-2001.pdf

En el Cuadro 5.31. se puede observar la conformación del hato ganadero a escala departamental, según datos del año 2000.

Con relación a la porcicultura, uno de los principales problemas argumentados por los productores se refiere a la disminución en la demanda por parte de los procesadores de embutidos y el incremento en las importaciones por parte de estos últimos, quienes a su vez argumentan la falta de condiciones higiénicas en el proceso de matanza de los cerdos. En función de ello, el Ministerio de Agricultura y Ganadería, inició un proceso de concertación entre la Asociación Salvadoreña de Porcinocultores (ASPORC) y la Asociación Salvadoreña de Industriales Cárnicos (ASICARNE), en representación de los productores y procesadores de productos cárnicos respectivamente, determinándose la necesidad de trabajar de forma conjunta con el fin de proponer e implementar una nueva forma de gestión, en donde el MAG actúa como ente facilitador.

Cuadro 5.31. Estructura del hato bovino según sexo y edad, en los departamentos

REGION, DEPARTAMENTO	SEXO Y EDAD									
	TOTAL		MACHOS				HEMBRAS			
	MACHOS	HEMBRAS	Menores de 1 año	De 1 a menos de 2	De 2 a menos de 3	De 3 y mas años	Menores de 1 año	De 1 a menos de 2	De 2 a menos de 3	De 3 y mas años
REGION I	40,300	116,150	14,750	9,850	8,750	6,950	20,750	20,200	19,150	56,050
Ahuachapán	7,950	16,900	2,550	1,600	1,000	2,800	3,800	2,000	2,800	8,300
Santa Ana	12,250	38,750	5,200	2,650	1,750	2,650	7,300	9,500	4,650	17,300
Sonsonate	20,100	60,500	7,000	5,600	6,000	1,500	9,650	8,700	11,700	30,450
REGION II	59,950	183,350	27,250	8,500	10,800	13,400	31,350	18,600	33,250	100,150
Chalatenango	32,300	95,200	17,100	4,000	4,300	6,900	17,900	7,400	15,400	54,500
La libertad	17,200	53,300	6,200	2,500	4,800	3,700	8,950	6,250	7,800	30,300
San Salvador	3,050	10,300	1,200	400	250	1,200	1,600	1,550	2,550	4,600
Cuscatlán	7,400	24,550	2,750	1,600	1,450	1,600	2,900	3,400	7,500	10,750
REGION III	31,700	146,850	8,100	7,150	6,750	9,700	19,750	33,000	22,150	71,950
La paz	7,150	82,150	600	300	1,150	5,100	10,250	22,000	9,000	40,900
Cabañas	16,300	35,750	4,800	3,700	5,300	2,500	6,500	5,600	5,300	18,350
San Vicente	8,250	28,950	2,700.00	3,150.00	300.00	2,100.00	3,000.00	5,400.00	7,850.00	12,700.00
REGION IV	113,050	358,650	43,200	17,150	9,800	42,900	58,900	37,700	86,700	175,350
Usulután	19,900	92,000	6,700.00	4,750.00	3,850.00	4,600.00	14,850.00	8,250.00	20,900.00	48,000.00
San Miguel	47,700	128,400	13,100.00	7,500.00	3,800.00	23,300.00	15,900.00	16,000.00	47,200.00	49,300.00
Morazán	22,500	59,600	10,300.00	3,600.00	1,600.00	7,000.00	11,700.00	4,950.00	9,150.00	33,800.00
La unión	22,950	78,650	13,100.00	1,300.00	550.00	8,000.00	16,450.00	8,500.00	9,450.00	44,250.00
TOTAL PAIS	245,000	805,000	93,300	42,650	36,100	72,950	130,750	109,500	161,250	403,500

Fuente: http://www.mag.gob.sv/html/Publicaciones/Economica/Anuario_2000-2001/ANUARIO2000-2001.pdf

No se ha podido determinar la cantidad de animales existentes en los departamentos sino sólo la cantidad de superficies en los rastros municipales de cada uno de estos, información que permite esbozar un perfil de la situación imperante.

Desde esta perspectiva, el Departamento en el cual más se abaten cerdos es el de San Salvador, que concentra el 30% del total nacional. Le siguen La Libertad y en menor escala, el Departamento de La Paz, con un 24% y un 13,5% del total nacional respectivamente.

Cuadro 5.32.: Sacrificio de porcinos según departamentos en rastros municipales

Departamentos	Cantidad	%
Ahuachapán	6.236	3,9
Santa Ana	7.371	4,6
La Libertad	38.017	23,7
San Salvador	50.219	31,3
Cuscatlán	1.056	0,7
Cabañas	914	0,6
San Vicente	3.871	2,4
Usulután	8.990	5,6
San Miguel	10.941	6,8
La Unión	1.604	1,0

Fuente: elaboración propia con base en http://www.mag.gob.sv/html/Publicaciones/Economica/Anuario_2000-2001/ANUARIO2000-2001.pdf, consultado en oct. 2003.

La industria avícola se considera relevante en la economía nacional por dos factores: la producción es suficiente para abastecer el consumo interno y las exportaciones contribuyen a la balanza comercial del país. La avicultura salvadoreña es uno de los sectores más estables de la agricultura debido a que los fenómenos climatológicos no son causantes de pérdidas a su producción, a pesar de que dichos fenómeno pudieron afectar el normal suministro de los insumos necesarios al desarrollo del sector.

La producción total de huevos no creció durante 1998, logrando mantener su stock, alcanzando, a nivel regional, el mayor consumo per-cápita de huevos, condición debida a las inversiones en tecnología de punta llevadas a cabo por este sector.

La producción de carne, logró un crecimiento positivo lo que le permitió un mejor punto de equilibrio. El consumo de este tipo de carne es alto, debido a la diversificación de la oferta, ya que se ofrece tanto como pollo entero y como en piezas, lo que ha ampliado su mercado.

La avicultura se desarrolla principalmente en los departamentos que conforman a la Región II, con un total nacional de un poco más de 3 millones de picos. Dichos departamentos concentran el 30% del total nacional, siendo los con la mayor cantidad de animales el de La Libertad y Chalatenango. Le siguen los departamentos de San Miguel, Santa Ana, y San Vicente.

Cuadro 5.33.: existencia de aves según departamento

Departamentos	Cantidad	%
Región I		
Ahuachapán	234.273	7,4
Santa Ana	289.880	9,2
Sonsonate	153.691	4,9
Región II		
Chalatenango	315.742	10,0
La Libertad	468.579	14,8
San Salvador	102.292	3,2
Cuscatlán	107.444	3,4
Región III		
La Paz	182.833	5,8
Cabañas	248.839	7,9
San Vicente	283.444	9,0
Región IV		
Usulután	195.255	6,2
San Miguel	296.370	9,4
Morazán	155.308	4,9
La Unión	128.246	4,1
Total	3.162.196	100,0

Fuente: elaboración propia con base en http://www.mag.gob.sv/html/Publicaciones/Economica/Anuario_2000-2001/ANUARIO2000-2001.pdf, consultado en oct. 2003.

e.6 Silvicultura y Madera

De las masas forestales se extrae un gran número de productos además de bienes y servicios derivados.

En cuanto a la actividad forestal en su conjunto se puede concluir, a partir de la evolución del Producto Interior Bruto de la Silvicultura y de la Madera y sus Productos que, desde 1992, la silvicultura se mantiene entre 350 y 400 millones de colones (a precios constantes de 1990) observándose un pequeño retroceso en 1994 y una progresiva recuperación posterior. Esta tendencia positiva se ha mantenido en los últimos años, lo cual indica un progresivo aumento de la actividad en este sector aunque, este haya sido más bien, de escasa magnitud.

En relación con la madera y sus productos, entre 1992 y 1995 se observó un incremento relativamente importante del sector que creció de 115 a 168 millones de colones (a precios

constantes de 1990). A partir de esta fecha, la actividad se mantuvo más o menos constante y siempre por encima de los 150 millones de colones sin que se aprecie una tendencia positiva manifiesta.

e.7 Actividad minera

La actividad más tradicional del sector es quizás la extracción de minerales metálicos y, especialmente de oro y de plata (Silvio A. Ticay Aguirre. Diagnóstico de la Minería en El Salvador, s/f). Pero, la producción aurífera cesó completamente en 1985 aunque se planeó reactivar la mina de San Sebastián en 1988 por la empresa norteamericana Commerce Group Corp.

Por otro lado es importante mencionar que la explotación de minerales no metálicos, especialmente la explotación de canteras de calizas, arcillas, bentonita, arcillas caoliníticas, puzolana, rocas macizas y de agregados para la construcción (arena, grava, areniscas y rodados de río), han sido uno de los motores principales de desarrollo de la actividad minera del país, donde el capital nacional ha tenido, además, gran influencia.

El aporte de la producción minera a la economía nacional en términos de contribución al PIB es relativamente bajo (28,7 millones de USD en 2000). No obstante hay que señalar que los datos que, a nivel nacional se presentan, no incluyen los minerales metálicos así como una parte del subsector de las canteras debido a que, según Silvio A. Ticay Aguirre en su Diagnóstico de la Minería en El Salvador (1998), su aporte se ha considerado de poca relevancia en el sector. Con la salvedad mencionada, el Departamento de Cuentas Macroeconómicas del Banco Central de Reserva de El Salvador reporta los siguientes datos en su informe del tercer trimestre del 2000⁵.

Desde 1970 la actividad ha crecido a ritmo más o menos constante aunque sus niveles siguen siendo poco importantes en el conjunto de la actividad económica del país (0,4 %). En efecto, el porcentaje de representación del sector se mantiene más o menos constante desde 1991,

⁵ Departamento de Cuentas Macroeconómicas del Banco Central de Reserva de El Salvador 1999 y 2000 cifras preliminares.

existiendo únicamente un incremento significativo en la segunda mitad de la década de los 80, tras un pequeño retroceso en el quinquenio anterior.

Esta escasa participación histórica del sector en la economía del país se debe, en parte, a la falta de una política minera adecuada (Ticay, s/f, El Diagnóstico de la Minería en El Salvador), así como a la aplicación de un marco legislativo anticuado. El Antiguo Código de la Minería que data de 1922 y que ha permanecido vigente hasta 1996, año en el cual se aprueba la nueva Ley de Minería. Según los últimos datos disponibles (2001), la Dirección de Hidrocarburos y Minas del Ministerio de Economía ha otorgado 29 Licencias de Exploración para Minerales Metálicos y se encuentra en proceso de adecuación a la nueva Ley de la Concesión de Explotación de la Mina San Sebastián que fue otorgada bajo el antiguo Código de Minería (Ticay, Diagnóstico de la Minería en El Salvador). La mayor parte del capital invertido en esta actividad es extranjero existiendo únicamente dos proyectos de exploración financiados con capital salvadoreño. por el momento.

En relación con las Concesiones de Explotación de Minerales Metálicos, únicamente se tiene información en relación al Proyecto San Sebastián de la empresa Commerce Group Corp.

En El Salvador, la producción de cemento es sin duda el rubro más importante dentro del subsector de los minerales procesados; le sigue la extracción de agregados para la construcción (arena, grava y rodados), después la explotación de depósitos de rocas macizas, luego la obtención de sal marina, en menor proporción la explotación del caolín y de las arcillas y. por último, la producción de cal viva que tiene un marcado carácter artesanal.

En relación a la extracción y el procesamiento de los minerales metálicos hay que señalar que en la actualidad, estas actividades son muy limitadas. La mayoría de las minas de estos materiales se encuentran localizadas en el centro y este del país, confinadas principalmente, en los departamentos de La Unión, Morazán, San Miguel y Cabañas. Entre ellas, las más importantes son las de San Sebastián, El Divisadero, Montecristo, El Potosí, El Hormiguero y El Dorado.

La reducida producción actual de oro en el país es producto del bajo nivel tecnológico en la extracción, resultado de la adopción de tecnologías foráneas que no responden a los estándares internacionales (Diagnóstico de la Minería en El Salvador).

En cuanto a otros minerales que se han explotado pero en menor cuantía que el oro y la plata destacan el plomo, el cobre y el zinc. Las minas de donde proceden son pequeñas y de producción reducida, localizándose principalmente en el Departamento de Santa Ana.

Así, la actividad minera del país se centra, principalmente, en la producción de cemento, seguido de la explotación de agregados para la construcción obtenidos de la explotación de macizos rocosos, depósitos vulcano-sedimentarios y aluviales (canteras y graveras), la producción de sal marina y, en menor proporción, de caolín y de arcillas, siendo también destacable la industria de la cal viva que se produce artesanalmente.

Con estas nuevas libertades, la pequeña producción de minerales metálicos, que está en manos de compañías extranjeras, se destina casi exclusivamente al mercado internacional (Estados Unidos, principalmente).

En cuanto a la explotación y comercialización de los minerales no metálicos o de sus productos derivados hay que poner de manifiesto su notable aumento en los últimos años.

No se tienen datos precisos sobre la situación de este subsector pero se presume que el mercado local es abastecido en un 90 % siendo necesaria la importación del 10 % restante de los países vecinos: Guatemala y Honduras. De Guatemala se importa principalmente mármol blanco, bentonita, talco, yeso, caolín y vidrio, entre otros. Mientras que desde Honduras se importa principalmente, yeso y hematita (Diagnóstico de la Minería en El Salvador)

e.8 Actividad pesquera

A partir de la década de los 90, las capturas se han reducido sistemáticamente y, en particular, los pésimos resultados obtenidos en el año 2000, han alertado a los diferentes actores del sector quienes reclaman acciones para mejorar la gestión de los recursos.

En El Salvador, los recursos marinos se distinguen una riqueza considerable y variedad faunística, observándose abundancia de ciertas especies comerciales como camarones, camaroncillos y algunos grandes pelágicos.

En términos generales, la situación de los recursos camaroneros están sobre explotados, debido entre otros factores, a una inadecuada gestión y educación ambiental a pesar de que se han implementado ya algunas medidas en este sentido, como la prohibición transitoria de captura con embarcaciones de arrastre. Algo similar podría ocurrir con algunas de las especies comerciales aunque no hay datos concluyentes al respecto.

En este contexto cuando se habla del potencial de desarrollo de la actividad pesquera marítima se hace referencia a la explotación de recursos todavía poco o nada aprovechados, liberando en parte la presión ejercida sobre la banda de costa de los 100 primeros metros de profundidad y aumentando las capturas de especies que aparecen en aguas más profundas. Se habla así de incrementar las capturas de langostino y, en relación con los peces pelágicos de las siguientes

especies: atunes, sardinas, arenques, anchoas, calamar y camarones de profundidad.⁶

e.9 La acuicultura

En la actualidad, esta actividad se basa en el cultivo extensivo de camarones marinos pero existiría también un cierto potencial asociado a áreas aptas para la maricultura (4.000 ha). En ellas se podrían obtener buenos rendimientos haciendo uso de tecnologías de cultivo apropiadas y produciendo especies de alto valor siempre y cuando se impongan los límites oportunos para mantener la calidad ambiental de los estuarios.

⁶ Net Consultants. Inc. y System Science Consultants. Inc. El Estudio Sobre el Desarrollo de la Pesca Artesanal en El Salvador. Borrador de Informe Final.

Por último, cabe destacar que en El Salvador la extensión de las masas de agua dulce es relativamente elevada siendo factible la explotación de especies de agua dulce así como el establecimiento de unidades de producción acuícola tanto de camarones de agua dulce como de otras especies. Sin embargo, hay que poner de manifiesto la elevada contaminación de algunas de estas masas que condiciona la viabilidad de estas explotaciones en algunos puntos del país si no se adoptan las medidas de prevención o de descontaminación pertinentes. Durante el 2000, la actividad del sector pesquero generó un total de 9.755.157 kg⁷. Estos datos incluyen tanto la actividad marítima y continental como la acuicultura.

En general, se observa una disminución generalizada de la actividad del sector en términos de cantidad de producción que, sin embargo, es inferior al decremento del año anterior (3% frente al 10% del 1999).

Si se observan los resultados de la Evolución del Producto Interior Bruto de la caza y la pesca entre 1993 y 2000, se aprecia un fuerte incremento del valor de la actividad durante los años 1993 y 1994 mientras que, tras este periodo de gran auge, el valor de la producción de este rubro aumenta lenta y uniformemente hasta el 2000. De cualquier forma, el monto total de la actividad no supera los 400 millones de dolares al momento a precios constantes de 1990.

Los principales actores de la explotación del recurso pesquero son los industriales pesqueros, pescadores artesanales, exportadores, operadores de barcos camaroneros, procesadores, acuicultores, comerciantes, morralleros y pescadores deportivos. Se agrupan en diferentes tipos de comunidades entre las que destacan:

1. Comunidades pesqueras de tipo urbano como el Puerto de Acajutla. Puerto La Libertad. La Herradura y La Unión.
2. Comunidades mixtas combinación de pesca y agricultura como las comunidades pesqueras continentales que se localizan alrededor de los principales embalses, lagos y

⁷ Estadísticas Pesqueras. 2000

- lagunas así como un gran número de comunidades costeras como Bola de Monte, Garita Palmera, Metalio, Metayo, Pimental, Isla de Méndez y Puerto Triunfo, entre otros⁸.
3. Comunidades pesqueras exclusivamente comerciales cuya principal actividad económica es la captura de peces y de camarón con barcos pesqueros como El Cuco, Playa Torola, El Maculis, Isla Conchaguita, Barra de Santiago, Los Cóbanos, Barra Salada. San Marcelino, Isla Zacatillo e Isla Meanguera.
 4. Comunidades pesqueras con explotación mixta en barcos de pesca y con extracción de moluscos que se concentran en el Estero de Jaltepeque y en la Bahía de Jiquilisco.
 5. Comunidades pesqueras con explotación exclusiva de moluscos cuya esencia es más importante en la Bahía de Jiquilisco y en la Bahía de Fonseca.

En cuanto a los ingresos de estas comunidades pesqueras, las encuestas realizadas en el 2001 por el equipo redactor de El Estudio Sobre el Desarrollo de la Pesca Artesanal en El Salvador, ponen de manifiesto que la brecha de ingresos entre los dueños de los barcos y los pescadores contratados es muy grande. Normalmente, las familias de los estratos intermedios son los gestores de negocios ya sea en la extracción de la producción como en su comercialización, almacenamiento y venta, para lo cual han tenido que invertir cierto capital en equipamiento. Por otro lado, el nivel de ingresos de los pescadores asalariados está muy por debajo del índice de pobreza, y el de los recolectores de moluscos es todavía más bajo. Las infraestructuras utilizadas por las comunidades pesqueras en El Salvador son muy limitadas. En la mayoría de los casos, no existen muelles, ni ancladeros calmados en el mar. Existen, sin embargo, algunos puertos en las bahías y comunidades portuarias dotadas de muelles u otras instalaciones que permiten el atraque de los barcos incluso durante las mareas bajas porque suelen tener suficiente profundidad de agua. Dentro de este grupo se pueden citar las instalaciones de Isla Méndez, Puerto El Triunfo, Puerto de La Herradura, Puerto Parada y El Tamarindo. Estos puertos están, dotados de menos instalaciones que los tres principales puertos pesqueros del país: el Puerto Pesquero de de Acajutla, el Puerto de La Libertad y el Puerto de La Unión.

⁸ Estadísticas Pesqueras. 2000

La organización del sector pesquero es todavía muy limitada. En efecto, a finales del 2000 el MAG tenía registradas 95 cooperativas pesqueras con actividad en el mar, los esteros y las aguas continentales⁹.

Su número es relativamente superior en aquellos departamentos con borde costero y de entre ellos Usulután y La Paz son sin duda los que más cooperativas registran. Las cooperativas pesqueras generan ganancias a través de la venta de las capturas, el alquiler de embarcaciones y la venta de hielo y combustible. Su principal actividad consiste en comprar la pesca realizada por los socios con embarcaciones y aparejos de la organización y comercializarla. Pero la reducción de las capturas en los últimos años se ha traducido también en una disminución sustancial de sus beneficios y muchas de ellas se enfrentan actualmente a una situación económica muy desfavorable. En las cooperativas dotadas de hielo o gasolinera, la venta de estos productos constituye, ahora, la fuente principal de ingresos que supera las ganancias obtenidas por la venta del pescado. En este contexto, algunas de ellas se han visto obligadas a suspender sus operaciones.

No obstante lo expuesto, la mayoría de los pescadores no están asociados en cooperativas. Se reportan únicamente un total de 325 pescadores artesanales asociados que apenas representan el 2,5 % del total de los pescadores de este tipo en el país.

En relación a la producción en el año 2000, el total del sub-sector pesquero alcanzó, los 9.755.157 kg.

5.8.3 Uso del suelo¹⁰

El Salvador se divide en siete regiones fisiográficas distintas:

Llanura costera

⁹ IC Net Consultants. Inc. y System Science Consultants. Inc.

¹⁰ El Salvador-Zonificación Agrícola- Fase I Estudio realizado por el Departamento de Desarrollo Regional con la colaboración del Consejo Nacional de Planificación y Coordinación Económica (CONAPLAN) del Gobierno de El Salvador, 1974

Esta región divide en cuatro zonas: Ahuachapán, Sonsonate, Zacatecoluca y Usulután.

AHUACHAPÁN

Esta zona agrícola comprende suelos de productividad variable, que depende, principalmente, de sus aptitudes para el riego. La clasificación climática de Köppen de "Sabana Tropical Caliente" indica claramente la necesidad de aplicar el regadío para la utilización agrícola de la zona. La topografía general de la zona es llana, y los materiales que la componen son sedimentos costeros que dan lugar a varios grupos de suelos con caracteres diversos.

En función del nivel de productividad de los suelos, la zona se ha dividido en dos subzonas, de alta y de baja productividad respectivamente.

- Suelos

Corresponden a los Grandes Grupos de los Regosoles Aluviales, Regosoles y Latosoles Arcillo Rojizos.

- a. Regosoles Aluviales

Predominan en la parte oriental de esta zona y varían considerablemente de un lugar a otro debido al espesor de los diversos estratos que componen el perfil del suelo. La textura predominante varía de franco a franco limoso sobre arenas pumiceas. Debido a la baja posición y a su proximidad a los ríos y esteros, gran parte de estos suelos sufren inundaciones periódicas o se mantienen en condiciones de mal drenaje.

- b. Regosoles

Predominan también en la parte oriental; son planicies costeras sin disección y a nivel, con ligeras ondulaciones o bancos paralelos al mar. Las capas inferiores están compuestas de depósitos marinos arenosos. El drenaje varía de bueno a excesivo. Son suelos secos en la estación no lluviosa, profundos y moderadamente arenosos. Tienen horizontes superficiales de 30 a 50 cm de espesor, franco arenosos finos, muy friables, pulverulentos y de color pardo

grisáceo muy oscuro. Los subsuelos, de igual espesor, son de textura franco arenosa fina a arena franca fina muy friable, de color pardo amarillento. Más abajo se encuentran estratos de origen marino de arena franca y arena fina, sueltos y de color pardo grisáceo. Hay ciertas inclusiones adyacentes a los esteros y canales con suelos muy húmedos, de textura franca y franco limosa hasta una profundidad de 75 cm sobre subsuelo de arena fina. Tienen baja capacidad de retención de agua y son de moderada fertilidad.

c. Latosoles Arcillo Rojizos

Se encuentran al norte de la zona, en planicies de piedemonte, ligeramente onduladas y disectadas. Las capas inferiores de los suelos están compuestas por tobas y conglomerados cementados y poco intemperizados. El drenaje de estos campos es de moderado a bueno. Durante la época lluviosa permanecen húmedos, y en la época de sequía son muy secos. Cuando están húmedos son ligeramente cohesivos, y cuando se hallan secos son duros. Son suelos poco y moderadamente profundos y de fuerte desarrollo. Las capas superficiales son de textura franco arcillosa, de color variable entre marrón oscuro y muy oscuro, hasta unos 10 cm de profundidad. El subsuelo es de profundidad no mayor de 75 cm, de textura arcillosa, de color marrón rojizo oscuro y de estructura que varía de moderada a fuerte, en bloques medianos. Las capas inferiores se presentan con un horizonte transnacional de poco espesor, y están constituidos por tobas y conglomerados que se encuentran ligeramente fracturados e intemperizados. Las capas más profundas son más cementadas y sin fracturas. Por lo general todas estas capas inferiores tienen un color pardo grisáceo a amarillo rojizo, y presentan moteados oscuros en forma más superficial. Son suelos de moderada permeabilidad y fertilidad.

Los terrenos mejor drenados se utilizan para la producción de algodón, cereales y hortalizas, y los que tienen problemas de drenaje generalmente son utilizados en pastos naturales o en plantaciones de bananos. Estos terrenos, que se mantienen inundados, conservan buena humedad durante los primeros meses de la época seca; se usan para los cultivos de frijol, sandía, melón y ajonjolí.

- Capacidad productiva de la tierra

De acuerdo con la capacidad productiva de la tierra, en esta zona existen tres categorías: tierras aptas para la labranza intensiva; tierras de aptitud limitada para la labranza intensiva, y tierras únicamente aptas para pastos y bosques.

a. Tierras aptas para la labranza intensiva

Existen 10.114 ha de estas tierras, localizadas principalmente en la planicie aluvial costera y en menor proporción en la planicie de piedemonte. Entre los cultivos que se adaptan a esta zona están el algodón, el maíz, el maicillo, el arroz, el maní, la soya, las hortalizas y los frijoles. Estos cultivos son potencialmente adaptables, pero el cultivo continuado del algodón en algunas plantaciones de esta área tiene un efecto inmunizante en el control de plagas, y limita grandemente el rendimiento de los demás cultivos.

Son tierras de buena a moderada calidad y en su mayoría los cultivos sólo necesitan fertilizantes nitrogenados. Puede emplearse maquinaria agrícola, pero requiere medidas precautorias al utilizarla. En lo posible debe evitarse arar, rastrar y cultivar a una misma profundidad, y nunca hay que hacerlo inmediatamente después de las lluvias para que no se formen estratos compactos. Estos estratos compactos llamados también "pisos de arado", imposibilitan el buen desarrollo radical de los cultivos para la absorción de nutrientes, lo que da como resultado una notable reducción en los rendimientos de las cosechas.

Es importante destacar la necesidad de emprender una campaña para la conservación de los suelos de esta región, ya que incluso las tierras de la Clase I están sufriendo procesos de erosión laminar y de escorrentía.

b. Tierras de aptitud limitada para la labranza intensiva

Tienen una extensión de 3.991 ha que comprenden el 19,8 % de la superficie total de la zona, Estas tierras están situadas principalmente en la planicie inclinada de piedemonte. El maíz y el maicillo son los cultivos que mejor se adaptan a estas tierras.

c. Tierras únicamente aptas para pastos y bosques naturales

Comprenden las Clases Va, Vas, Vías, Viles y Villas. Las Clases Va y Vas tienen limitaciones a causa del mal drenaje o porque presentan muy grave de erosión. Por medio del avenamiento podrían ser recuperadas para la Clase III. Su extensión es de 2.968 ha.

Las clases Vías y Villas son tierras bastante limitadas en su uso como consecuencia del drenaje muy pobre y por las características desfavorables del suelo; comprenden una extensión de 3.318 ha.

Las tierras de Clase Viles son de uso restringido. Presentan peligro de erosión y tienen características desfavorables que las hacen aptas únicamente para la vegetación natural. Tienen una extensión de 624 ha.

Cuadro 5.34: Clases productivas y usos de la tierra

Clase productiva	ha
Tierras aptas para la labranza intensiva I-III	10.039
Tierras de aptitud limitada para la labranza intensiva IV	3.991
Tierras únicamente aptas para pastos y bosques V-VII	14.272
Total	

SONSONATE (Río Grande - Río Banderas)

Esta zona tiene su mayor desarrollo lejos de la costa. Sus tierras son una consecuencia de la deposición aluvial de los numerosos ríos originados en las montañas, arriba de Sonsonate. La longitud es de aproximadamente 15 km, si se toman en cuenta las franjas del plan costero que se extienden al este de la zona.

La parte más conocida de esta sección es el abanico aluvial y casi a nivel situado entre el Río Grande de Sonsonate y el Río Ceniza. La topografía es plana, con pendientes menores del 2 %, Las capas inferiores están compuestas por aluviones con textura franca de varios metros de profundidad, sobre conglomerados y tobas. El drenaje es de pobre a bueno. Hay áreas menores que se inundan durante la estación lluviosa.

Los suelos pertenecen a los Grandes Grupos de Regosoles y Regosoles Aluviales. Son suelos de textura moderadamente franca a franco limosa hasta unos 25 cm, de color pardo muy oscuro a pardo grisáceo muy oscuro.

Los subsuelos son comúnmente de franco a franco arcillosos hasta 1m de profundidad. Algunas áreas pequeñas tienen suelos franco arenosos. Son suelos permeables y de alta fertilidad.

Al este del río Ceniza, el abanico aluvial está interrumpido por cerros esparcidos en forma de pirámide, formándose una sucesión de valles y bajíos.

Las pendientes son variables, y por lo general son menores del 5 % en los valles y bajíos, pero pasan del 30 % en las partes alomadas. Las capas inferiores están constituidas por estratos conglomerados, tobas y lavas poco intemperizadas y duras.

El drenaje varía de bueno a algo pobre de acuerdo con la topografía y el tipo de suelo.

- Suelos

Corresponden a los Grandes Grupos de Latosoles Arcillo Rojizos y Grumosoles. Los primeros son los más extensos; se hallan en su mayoría en las lomas y faldas, y son de topografía convexa.

Son suelos que varían de superficiales a profundos, con fuerte desarrollo. Las capas superficiales llegan hasta una profundidad de 20 cm; son franco arcillosos, de color pardo grisáceo muy oscuro a pardo muy oscuro, y de estructura moderada granular o en bloques subangulares finos, Los subsuelos son franco-arcillosos, de color pardo rojizo, de estructura fuerte en bloques subangulares, que presentan algunas películas de arcilla. Generalmente los subsuelos tienen espesuras menores a 75 cm. Muchas veces reposan directamente sobre las capas inferiores duras formadas por tobas y conglomerados poco intemperizados. A veces, cuando no presentan una meteorización aparente, alcanzan profundidades mayores de dos metros. Estas capas presentan un color pardo amarillento y muestran muchos moteados amarillentos y grisáceos.

Los Grumosoles se encuentran en las cañadas y depresiones cóncavas; son muy arcillosos y plásticos, pegajosos y de color negro acromático; al secarse se contraen y agrietan; son suelos poco permeables, con alta capacidad de retención de agua y de difícil laboreo.

- Capacidad productiva de la tierra

De acuerdo con la capacidad productiva de la tierra, en esta zona existen también tres categorías: tierras aptas para la labranza intensiva; tierras de aptitud limitada para la labranza intensiva, y tierras aptas únicamente para pastos y bosques.

Cuadro 5.35: Agrupación de las clases productivas según uso de la tierra

Clases productivas según uso de la tierra	ha	%
Tierras aptas para la labranza intensiva I-III	19.422	53,6
Tierras de aptitud limitada para la labranza intensiva IV	9.568	26,4
Tierras únicamente aptas para pastos y bosques V-VII	7.242	19,9
Total	36.232	100,0

a. Tierras aptas para la labranza intensiva

Existen 18.915 ha localizadas en el abanico aluvial de los ríos Sensunapán y Banderas. Entre los cultivos aptos a estas tierras figuran la caña de azúcar, el algodón, el maíz, la soya, las hortalizas y los frijoles.

b. Tierras de aptitud limitada para la labranza intensiva

Son las áreas de mayor pendiente y con riesgos altos de erosión. En estas tierras sólo es posible producir cultivos intensivos anuales por medio de prácticas de conservación de suelos. Debido a que son terrenos muy pedregosos y de pendiente pronunciada, es casi imposible el empleo de maquinaria agrícola. Es más aconsejable el fomento de cultivos permanentes, especialmente pastos, frutales y forestales adaptados a la zona. Entre los cultivos anuales más aconsejables figura el maíz. Estas tierras necesitan prácticas muy intensivas de conservación de suelos.

El uso de riego está muy restringido, tanto por la pendiente como por el peligro de erosión.

c. Tierras aptas únicamente para pastos y bosques

Esta categoría está comprendida por las Clases Vs, Ves, Villas, Viles, y VIIs.

Los suelos de la Clase Vs son por lo general muy pesados, y en invierno se inundan fácilmente. En su estado actual pueden dedicarse solamente para pastos y bosques. Las actuales condiciones agrícolas y sus rendimientos mejorarían grandemente con prácticas muy intensivas de control de agua. Los pastos responderían muy bien al riego.

Las características desfavorables de los suelos dificultan su laboreo, y el uso actual de maquinaria está limitado. Comprenden una extensión de 5.942 ha.

Los suelos Clase Ves tienen las pendientes más pronunciadas y, a veces son muy pedregosos. Por ello es aconsejable utilizarlos con cultivos permanentes, como pastos y frutales, mediante métodos sencillos de conservación. Tienen una extensión de 6.567 ha.

La Clase VII as se encuentra en áreas bajas y adyacentes al mar; son áreas inundables por las mareas altas y cubiertas en su mayoría por mangle. Se incluyen canales estrechos y pequeñas áreas secas de playas arenosas de mar. Sus tierras son aptas únicamente para la producción de bosques salados. Lo más recomendable es evitar la tala irracional de los bosques existentes y aplicar un plan adecuado para el desarrollo de éstos. Comprenden una extensión de 435 ha.

La Clase Viles son suelos muy pedregosos con pendientes muy pronunciadas, aptos únicamente para vegetación permanente, como pastos y bosques, empleando prácticas adecuadas de conservación de suelos. Las áreas de quebradas y de pendiente muy abruptas se pueden dedicar únicamente para vegetación natural. Esas tierras tienen una extensión de 165 ha.

Los suelos Clase VIIs son muy pedregosos, muy pesados o superficiales. Por ello es aconsejable dejarlas para pastos u otros cultivos que soporten esas condiciones limitantes. Tienen una extensión de 75 ha.

ZACATECOLUCA (La Libertad-San Marcos)

Desde el punto de vista fisiográfico pueden distinguirse tres características principales: las planicies inclinadas y disectadas; las planicies aluviales costeras sin disección, y los esteros, islas y penínsulas.

- Suelos

A continuación se clasifican los suelos de acuerdo con las anteriores divisiones fisiográficas:

- a. Planicies inclinadas y disectadas

Estas planicies se encuentran en el piedemonte, en la parte sur de la zona. Son áreas ligeramente disectadas, y las pendientes varían entre el 5 y el 15 %. El relieve es muy bajo. Las capas inferiores están constituidas por cenizas y polvos volcánicos moderadamente intemperizados, a veces mezclados con conglomerados piroclásticos, medianos y finos. En menor cantidad se encuentran áreas con capas inferiores del mismo material, pero depositados en forma de aluviones locales.

El drenaje interno es de bueno a ligeramente rápido, y el externo es bueno; como consecuencia de la variación de las pendientes, los peligros de erosión son de moderados a muy graves. Los suelos corresponden a los Grandes Grupos de los Regosoles, de los Latosoles Arcillo Rojizos y de los Grumosoles.

Los Regosoles son los más importantes; están desarrollados en cenizas blancas y permiceas, depositadas por el aire, y tienen el mismo origen que las "tierras blancas". En menor porcentaje están los Regosoles Aluviales desarrollados en estratos de textura franca, de materiales volcánicos de color marrón.

Los Latosoles Arcillo Rojizos se encuentran en algunas áreas enterrados bajo los Regosoles, y en otras se ven solamente en las partes más accidentadas o erosionadas. Son suelos arcillosos y a veces pedregosos, de color rojizo, desarrollados en polvo y conglomerados volcánicos

bastante intemperizados, y en menor cantidad en tobas y lavas moderadamente intemperizadas,

Los Grumosoles sólo se encuentran en la parte nordeste en antiguas planicies rebajadas de su nivel original; a veces forman complejos con los Latosoles; son suelos muy arcillosos, de color grisáceo oscuro, a veces pedregosos, desarrollados en aluviones arcillosos sobre capas impermeables de tobas y talpetates (suelos arenosos calcáreo usado para pavimento). Son muy difíciles de trabajar y se agrietan en el verano.

b. Planicies aluviales costeras

Estas planicies han sido formadas por las sucesivas deposiciones de los materiales arrastrados por los ríos. Son áreas casi planas, sin disección ni relieve; las pendientes, por lo general, son menores al 3 %. A su formación han contribuido en forma predominante los ríos Lempa en la parte este, y el Jiboa en la parte oeste. En menor escala, y muy especialmente en la parte central, contribuyeron también a su formación los ríos Comapa, Jalponga, Sapuyo, Ulapa, Amayo, El Espino, El Amate, Agua Caliente, y otros de menor importancia.

Los suelos corresponden a los Grandes Grupos de los Regosoles y de los Aluviales. Los Regosoles predominan en el oeste; son franco arenosos y profundos, desarrollados principalmente en cenizas y arenas pomecíticas; tienen estratos superiores franco y franco arenosos, de color café grisáceo muy oscuro sobre estratos franco arenosos, y areno-gravillosos, de color café claro. En su mayor parte están constituidos por material pumíceo y en menor cantidad por arenas basáltico-andesíticas.

Los Aluviales son suelos más variables, tanto en la textura como en el espesor de los estratos que componen el perfil y en el material originario. Los estratos superiores más comunes son los franco limosos y franco arcillo limosos, de color café grisáceo muy oscuro. Los estratos inferiores son arcillo limosos, franco arcillosos y limosos; en menor cantidad, o predominando a profundidades mayores de un metro, se encuentran los franco arenosos finos, los francos y los arenosos. Los colores más comunes son los de café grisáceo claro, a veces con tonalidades oliváceas. Por lo general se encuentran moteados pardos o negros, aumentando en tamaño y

abundancia con las profundidades. Estos suelos están desarrollados, principalmente, sobre materiales arrastrados de las áreas con cenizas blancas pomecíticas en zonas de suelos Arcillo Rojizos, y en menor escala sobre otros materiales que también se encuentran en las Cuencas de los ríos anteriormente citados. Principalmente por la baja posición que ocupan y su cercanía a los ríos, gran parte de estos suelos sufren de inundaciones periódicas o se mantienen en condiciones de mal drenaje.

c. Esteros, islas y penínsulas

En la formación de estas áreas ha tenido influencia predominante la acción del mar. En la actualidad hay áreas que han quedado fuera de esa influencia, como las islas; en los manglares todavía es notable la influencia marina.

Los suelos corresponden a los Grandes Grupos de los Regosoles, Aluviales y Halomórficos, siendo los Regosoles franco o franco arenosos sobre estratos arenosos, en parte de origen marino. Los Aluviales se encuentran en forma de complejos franco y franco limosos, especialmente sobre arenas pomecíticas, en condiciones de mal drenaje, y los Halomórficos, propios de áreas de manglares, son, franco limosos o arcillo limosos sobre estratos de origen marino con texturas variables.

- Capacidad productiva de la tierra

Los suelos de esta área presentan, en mayor o menor grado, problemas de erosión, avenamiento, textura y pedregosidad. Estas condiciones obligan a realizar su explotación de acuerdo con normas y cuidados especiales para que puedan ser mejor aprovechados.

De acuerdo con la capacidad productiva de la tierra, en esta zona existen cuatro categorías: tierras aptas para la labranza intensiva; tierras de aptitud limitada para la labranza intensiva; tierras aptas para cultivos permanentes y tierras aptas para pastos y bosques.

a. Tierras aptas para la labranza intensiva

Existen 71.650 ha localizadas principalmente en la planicie aluvial costera, y en menor proporción en la planicie de piedemonte; comprenden las Clases I, II y III. Es de suma importancia hacer notar el alto porcentaje de tierras que pueden dedicarse a cultivos intensivos

propios de la zona. Entre los cultivos que pueden plantarse figuran algodón, maíz, maicillo, arroz, maní, soya, hortalizas y frijoles. Estos cultivos son potencialmente adaptables, pero la plantación continuada del algodón durante muchos años los limita grandemente debido a que las plagas han aumentado su resistencia a los insecticidas más comunes; esa es la razón por la cual cada vez es más necesario aplicar mayores concentraciones de insecticidas. Estas condiciones hacen difícil el control de plagas en esta zona, porque además de elevar los costos de producción del cultivo del algodón, han restringido la diversificación y el incremento de la producción hortícola, frutícola y de productos básicos como el frijol y el maíz.

Las características de estos suelos obligan observar las siguientes prácticas de conservación y medidas de corrección y prevención de drenaje; bordes de drenaje; barreras vegetativas; preparación de tierras en contorno, y cultivos en contorno.

b. Tierras de aptitud limitada para la labranza intensiva

Estas tierras tienen una extensión de 8.425 ha y comprenden el 8 % de la superficie total de la zona; están situadas, en su mayor parte, en las planicies inclinadas de piedemonte.

Los suelos de esta categoría tienen limitaciones muy severas, las cuales restringen la elección de cultivos y requieren un manejo muy cuidadoso.

Las restricciones en el uso para los suelos de la Clase IV son mayores que para las Clases I, II y III; asimismo, las especies que pueden cultivarse son mucho más limitadas. Cuando estos suelos son cultivados requieren cuidadosas prácticas de manejo y de conservación, que son muy difíciles de aplicar y de mantener. Los suelos de la Clase IV pueden usarse para cultivos anuales y cultivos permanentes, así como para la ganadería. Los suelos de la Clase IV pueden ser adecuados para el maíz y el maicillo, pero sus rendimientos no se sostienen por largos períodos. Los rendimientos en este tipo de suelo están condicionados a las lluvias.

Estas tierras necesitan el empleo de prácticas de conservación muy intensivas, y prácticas y tratamientos especiales para prevenir la voladura de los suelos. El uso de maquinaria se dificulta en la mayoría de los casos. La preparación de la tierra, la siembra y escarda se hacen

con mayor facilidad por medio de tracción animal. Las prácticas más recomendables en orden prioritario son: labranza en contorno; bordas de drenaje; barreras vegetativas, y cultivos en contorno. En algunos casos será recomendable considerar diversas alternativas de rotación de cultivos.

c. Tierras aptas para cultivos permanentes

Comprenden los suelos de la Clase VI, localizados entre las estribaciones del macizo montañoso y la planicie inclinada de piedemonte. Las severas limitaciones que tienen estas tierras las limita para uso con cultivos anuales, y principalmente para cultivos permanentes. Los suelos de la Clase VI presentan limitaciones continuas que no pueden ser corregidas; por ejemplo, tienen pendientes muy pronunciadas, son susceptibles de erosión y mantienen efectos de erosión pasada y pedregosidad. Debido a una o más limitaciones, en general estos suelos no son adecuados para cultivos anuales pero pueden ser utilizados para pastos y cultivos permanentes para la actividad forestal.

Las prácticas recomendables para mantener la productividad del suelo son las siguientes: cajuleado en los cultivos permanentes; barreras vegetativas y de piedra; terrazas de banco, y uso de materia orgánica.

d. Tierras aptas para pastos y bosques

Esta agrupación comprende las Clases V y VII. En esta zona, los suelos de la Clase V no tienen problemas de erosión, y si los tienen son muy pequeños. Sin embargo, adolecen de otras limitaciones como consecuencia del drenaje pobre o del peligro muy grave de inundaciones. Los suelos de la Clase Vs son arcillosos, de color gris muy oscuro a negro en la superficie. Son muy plásticos y pegajosos cuando están húmedos, y duros cuando secos. Sufren procesos de erosión y contracción produciendo profundas grietas que forman grandes bloques, propiedad característica de los Grumosoles. La profundidad de estos suelos puede llegar hasta un metro sobre el material originario; su permeabilidad es muy lenta y la capacidad de retención de agua es alta. En estas condiciones, su uso está orientado únicamente a pastos, bosques o vida silvestre. Sin embargo, con prácticas adecuadas de manejo podrían mejorarse sus condiciones y dedicarlos a otros cultivos, como maíz, maicillo y arroz.

Las prácticas que se recomiendan son las siguientes: drenaje intenso; incorporación de materia orgánica, y prácticas culturales a tiempo.

Las tierras de la Clase V están situadas principalmente en la planicie aluvial costera. Abarcan una extensión de 11.431 ha y comprenden el 10,9 % de la superficie de esta zona.

Los suelos de la Clase VII tienen limitaciones que los hacen inadecuados para cultivos, restringiendo su uso fundamentalmente para bosques y vegetación natural. Las condiciones físicas de los suelos de la Clase VII son de naturaleza tal que resulta impracticable aplicar las mismas medidas que fueron mencionadas para los suelos de la Clase VI, ya que las restricciones son más severas debido a una o más limitaciones continuas, que no pueden ser corregidas.

Estos suelos presentan limitaciones asociadas a factores como un muy pobre drenaje o peligro muy grave de inundaciones y malas características del suelo (VIIas); tierras de utilidad restringida a causa del peligro muy grave de erosión (Viles); y limitaciones a causa del peligro de erosión y características desfavorables del suelo (Viles y VIIs).

La Clase VIIas está localizada en la planicie aluvial costera y comprende una extensión de 6.265 ha; son tierras aptas únicamente para la vegetación natural. Las Clases VIIe, Viles y VIIs tienen una extensión de 1.064 hectáreas. Están localizadas en las áreas colinosas de la planicie de piedemonte y son aptas únicamente para vegetación natural.

Debido a que en las tierras de las Clases VIIe y Viles se inician los procesos erosivos, es de urgente necesidad reforestar estas tierras y aplicar siembras en contorno, barreras vegetativas, y de piedra.

En la Clase VIIas, con prácticas intensivas de avenamiento, se pueden recuperar tierras para dedicarlas al pastoreo y al cultivo de palmáceas, aprovechamiento de bosques salados y refugio

de la fauna costera. Por lo tanto, es necesario preservarlas mediante una explotación racional adecuada.

Cuadro 5.36: Capacidad productiva de la tierra, zona La Libertad-San Marcos Lempa

Capacidad productiva de la tierra	ha	%
Tierras aptas para la labranza intensiva I-III	71.650	68,2
Tierras de aptitud limitada para la labranza intensiva IV	8.425	8,0
Tierras no aptas para la labranza intensiva aptas para cultivos permanentes VI	6.159	5,9
Tierras únicamente aptas para pastos y bosques naturales V-VII	18.760	17,9
Total	104.994	100,0

USULUTÁN (San Marcos Lempa-Usulután)

Los paisajes fisiográficos comprendidos en esta zona son: planicies inclinadas de piedemonte, planicies aluviales sin disección y casi a nivel, e islas, cordones litorales y penínsulas.

- Suelos

Se clasifican estos suelos según las divisiones fisiográficas que han sido presentadas anteriormente.

a. Planicies inclinadas de piedemonte

Al sur del macizo volcánico se encuentran las faldas bajas y planicies de piedemonte, que forman parte de la famosa zona algodонера del departamento de Usulután. Estas áreas son ligera y moderadamente disectadas y de relieve local bajo. Las capas inferiores están formadas por varios estratos de cenizas pomecíticas volcánicas, a veces con suelos enterrados de mucho desarrollo. En ciertas áreas se encuentran capas de talpetate duro a poca o mediana profundidad. Estos terrenos están situados entre 20 y 350 msnm. La mayoría de los suelos corresponde al Grande Grupo de Latosol Arcillo Rojizo. pero muchos tienen un desarrollo mínimo para este grupo.

b. Planicies aluviales sin disección y casi a nivel

Comprenden las planicies de inundación y terrazas del Bajo Lempa, las de Jiquilisco, entre Puerto Parada y Usulután, la laguna del Jocotal y el Río Grande de San Miguel.

La topografía es casi plana y las pendientes, por lo general, son menores del 3 %. Los suelos predominantes son los Regosoles Aluviales, los Latosoles Arcillo Rojizos y los Litosoles. La principal característica distintiva de estas planicies es que tienen problemas de excesiva humedad, y esto puede ocurrir por diversas razones, entre las cuales merecen destacarse las siguientes: por estar sujetas a inundaciones; por tener una baja posición en el paisaje, o por tener capas impermeables a poca profundidad.

Si se corrigen estos factores adversos, estos suelos podrían incluirse entre los terrenos con alta capacidad productiva.

Cuadro 5.37: Capacidad productiva de la tierra, zona San Marcos Lempa - Usulután

Capacidad productiva de la tierra	ha	%
Tierras aptas para la labranza intensiva I-III	53.891	89,8
Tierras de aptitud limitada para la labranza intensiva IV	574	1,0
Tierras no aptas para la labranza intensiva aptas para cultivos permanentes (Ve-VIe)	3.252	5,4
Tierras únicamente aptas para pastos y bosques naturales	2.262	3,8
Total	59.979	100,0

c. Islas, cordones litorales y penínsulas

Son áreas cubiertas por una vegetación característica de bosques salados, y se hallan sujetas a inundaciones periódicas debido al movimiento de las mareas.

Los Grandes Grupos predominantes de suelos son los Latosoles Arcillo Rojizos, los Regosoles, los Regosoles Aluviales, los Grumosoles, los Litosoles y los Halomórficos.

Los Latosoles Arcillo Rojizos forman un grupo de suelos zonales muy característico. Son suelos cuyo desarrollo varía de mínimo a bueno, con capas superficiales franco arcillosas o arcillosas y de color pardo oscuro, sobre subsuelo arcilloso plástico, con estructura en bloques fuertes de color pardo rojizo. Las capas inferiores pueden ser de cualquier material originario y se

encuentran usualmente algo intemperizadas hasta varios metros. La calidad de estos suelos varía de pobre a moderadamente alta de acuerdo con la roca madre, la cantidad de piedra, la profundidad superficial y la pendiente. Son suelos sujetos a mayores daños por la erosión. Tanto el drenaje interno como el externo son moderados. Tienen una humedad normal durante la época lluviosa y son moderadamente secos en la época de sequía; tienen alta capacidad de retención de agua y predominan en las planicies inclinadas.

Los Regosoles y los Regosoles Aluviales son suelos francos, friables y de muy buena calidad, con material originario de ceniza y polvo volcánicos ligeramente intemperizados. A veces tienen capas de talpetate duro a profundidades entre 0,8 m y 1,5 m. Los Regosoles Aluviales son muy variables. Predominan los suelos superficiales francos, franco limosos, franco arenosos y franco arcillo limosos. Las capas inferiores están constituidas por depósitos aluviales estratificados y varían desde arenosos hasta arcillo limosos. Por lo general son suelos friables, permeables y profundos, aunque a veces hay una capa de talpetate impermeable a menos de 1,5 m. La principal característica de estos suelos es que tienen problemas de excesiva humedad, ya sea porque están sujetos a inundaciones, por la baja posición que tienen en el paisaje o porque presentan capas impermeables a poca profundidad. Si se corrigen estos factores adversos, los suelos pueden catalogarse como de muy buena calidad. Estos suelos predominan en las planicies casi a nivel y sin disección. Los Regosoles se encuentran principalmente en las planicies inclinadas y disectadas al oeste y sudoeste de Usulután.

Los Grumosoles comprenden pequeñas áreas localizadas cerca de la zona costera. Son suelos muy arcillosos, compactos, plásticos, pegajosos y de color grisáceo muy oscuro o negro, sobre estratos arcillosos y franco arcillo arenosos, también plásticos. La característica especial de estos suelos es que se agrietan mucho cuando están secos. Son muy poco permeables o casi impermeables, muy plásticos y muy pegajosos cuando están mojados, duros cuando están secos y con muy alta capacidad de retención de agua. El drenaje externo es de lento a moderado, y el interno es muy lento o prácticamente nulo. Generalmente no se puede trabajar en ellos durante la época lluviosa porque permanecen muy mojados, y tampoco en la época seca por la dureza que presentan.

Los Litosoles están representados por afloramientos rocosos o por suelos superficiales sobre estratos de rocas duras, poco intemperizadas. La calidad de estos suelos es baja.

Los suelos Halomórficos presentan estratificaciones y son de textura franco arenosa y limosa, de color superficial gris oscuro; los estratos inferiores tienen un color oliváceo, son muy moteados, y varían de claro a oscuro. Estos suelos contienen una gran cantidad de sales debido a la influencia marina. Son áreas bajas y planas, adyacentes al mar y a los esteros inundados por las altas mareas; se incluyen también algunas playas de mar y áreas secas, y por lo general se hallan cubiertas de mangle. Los estratos inferiores están compuestos de arenas de origen marino. El drenaje en general es muy pobre; son áreas inundadas diariamente por las mareas altas, y permanecen mojadas durante todo el año.

La conservación de los suelos de esta zona la efectúan los propietarios con la asistencia técnica de oficinas gubernamentales.

Las labores más generalizadas de conservación que en la actualidad se realizan son la construcción de bordas y cultivos en curvas a nivel. Se han construido 83.860 m lineales de bordas que protegen las tierras bajas de las grandes avenidas que anualmente se suceden, las que a la vez ensanchan y profundizan las quebradas y caminos.

La erosión laminar y la formación del "piso de arado" a profundidades promedio de 0,4 m pueden constituir en el futuro un serio problema.

- Capacidad productiva de la tierra

Según la capacidad productiva de la tierra, existen cuatro categorías: tierras aptas para la labranza intensiva; tierras de aptitud limitada para la labranza intensiva; tierras no aptas para la labranza intensiva, aptas para cultivos permanentes, y tierras aptas únicamente para pastos y bosques naturales.

- a. Tierras aptas para la labranza intensiva

Se encuentran ubicadas principalmente en la planicie aluvial costera, y en menor proporción en la planicie de piedemonte. Comprenden las Clases I, II y III.

Esta zona tiene uno de los más altos potenciales de producción del país debido al alto porcentaje de tierras aptas para la labranza intensiva.

Casi todas estas tierras se pueden dedicar a cultivos intensivos bajo riego, aunque es preciso hacer algunas ligeras mejoras en el drenaje externo e interno, así como en la topografía. Estas tierras tienen una alta capacidad de producción y puede emplearse maquinaria agrícola. Su extensión es de 53.891 ha, que representan casi el 90 % del total.

7.840 ha casi no tienen limitaciones a la labranza intensiva. Las limitaciones existentes en 13.303 ha se deben al avenamiento y varían de ligeras a moderadas. La erosión es de ligera a moderada en 33.248 ha. Las limitaciones, debido a la naturaleza intrínseca del suelo, se encuentran en 3.106 ha.

b. Tierras de aptitud limitada para la labranza intensiva

Comprenden las tierras de la Clase IVe; su mayor limitación es el peligro muy grave de erosión cuando se dedican a la labranza intensiva. Se recomiendan mayormente para cultivos permanentes. Tienen una extensión de 574 ha.

c. Tierras no aptas para la labranza intensiva, aptas para cultivos permanentes

Comprenden las Clases Ve y VIe, y abarcan una extensión aproximada de 3.212 ha. Tienen severas limitaciones que las hacen inadecuadas para los cultivos anuales, limitando su uso, principalmente, para los cultivos permanentes. Las pendientes muy pronunciadas hacen que estas tierras sean susceptibles a la erosión, y son la causa principal de las degradaciones pasadas. Debido a esta limitación sólo pueden dedicarse a pastos y cultivos permanentes y también para la actividad forestal.

d. Tierras aptas únicamente para pastos y bosques naturales

Comprenden las Clases Vs, VIIe, Viles y VIIa. Las tierras de la Clase Vs se encuentran en la desembocadura del río Lempa. La característica de esta área es la presencia de sal en el perfil, A veces, en época seca se nota en la superficie concreciones de sal. Son suelos algo friables,

de permeabilidad algo lenta, con buena capacidad de retención de humedad. La capacidad de productividad agrícola está limitada por el mal drenaje y la presencia de sal.

Son áreas impropias para cultivos anuales, por lo cual es preferible dejarlas como bosques naturales. Con adecuadas medidas de drenaje, control de inundaciones y lavado de los suelos, estas tierras podrían incorporarse a la labranza. Tienen una extensión de 696 ha. Las Clases VIIe y Viles son tierras bastante limitadas en su uso por el grave peligro de erosión y por las características desfavorables del suelo. Son aptas únicamente para pastos y bosques naturales, Estas tierras comprenden cerros antiguos de altura media, moderadamente disectados por quebradas, con capas inferiores de lavas, tobas y lodo en diversos grados de intemperización. Se encuentran como cerros aislados en la planicie de la zona baja y en la planicie del piedemonte. Tienen una extensión de 167 ha. La Clase VIIa son planicies bajas encharcadas. Se trata de campos irregulares, que debido a su posición permanecen inundados la mayor parte del año. Las pendientes son menores del 2 %. Las capas inferiores son aluviones estratificados que varían de franco limosos a franco arcillosos. Actualmente, las áreas que permanecen inundadas la mayor parte del año pueden usarse para pastos en la época seca, a fin de aprovecharlas en la época lluviosa; además, habría que emplear medidas de protección contra inundaciones y un adecuado sistema de drenaje. Comprenden una extensión de 1.399 ha.

Meseta Central

Esta región se divide en cinco zonas: Santa Ana, Zapotitán, San Salvador, San Vicente y Pequeños Valles y San Miguel.

SANTA ANA

Esta zona agrícola, clasificada según Köppen de "Sabana Tropical Caliente", al igual que en el caso de casi toda la Llanura Costera, requiere el empleo del riego para un desarrollo agrícola racional. Los suelos son variables en su nivel de productividad, principalmente en función de sus condiciones de adaptación al riego. La topografía es generalmente llana, pero en algunas porciones llega a ondulada limitando las posibilidades de regadío.

En función del nivel de productividad de los suelos, la zona se ha dividido en dos subzonas, de alta y de baja productividad respectivamente.

- Suelos

Corresponden a los Grandes Grupos de Latosoles Arcillo Rojizos y Grumosoles, y a integraciones de complejos de Grumosoles con Latosoles y con Regosoles Aluviales.

a. Latosoles Arcillo Rojizos

Los horizontes superiores de los Latosoles Arcillo Rojizos son de textura franca a franco arcillosa, de color café muy oscuro y con estructura granular. Los subsuelos son arcillosos con estructura en bloques fuertes y con películas de arcilla, de color café oscuro a café rojizo oscuro, bastante desarrollados y profundos. Las capas inferiores están constituidas por pómez medianamente grueso de textura arenosa y de cenizas volcánicas a distintas profundidades, y de intemperización variable. En general, varían de medianamente profundos a profundos; sin embargo, en las quebradas se encuentran suelos muy poco profundos y mezclados con Latosoles. Su capacidad productiva varía de moderada a alta. Responden a los fertilizantes a base de nitrógeno y fósforo. Los Latosoles predominan sobre los Grumosoles en una relación de 70 y 30 % respectivamente.

b. Grumosoles y complejos de Grumosoles

Son suelos de topografía un poco disectada que varía de ondulada a plana. Son altamente cohesivos, con un color negro acromático muy típico. Los horizontes superficiales son arcillas plásticas compactas y de color negro. Por lo general no varían hasta una profundidad de 75 cm. Estas capas se agrietan cuando están secas. Los subsuelos son arcillosos, plásticos, de color gris claro a oscuro y usualmente con moteados. Las capas de toba o talpetate se encuentran a profundidades que varían de 1 a 2 m. En áreas muy pequeñas se presenta una delgada capa superficial de textura franca y de mejores características para cultivar. Son suelos poco permeables, con alta capacidad de retención de agua, y dificultan el laboreo y las comunicaciones durante la estación lluviosa. Debido a las pobres condiciones físicas de los

suelos se requieren prácticas especiales de cultivo y el empleo de fertilizantes nitrogenados y fosforados.

Los complejos de Grumosoles con Latosoles y con Regosoles Aluviales tienen características intermedias entre los Grandes Grupos, aunque generalmente dominan los Grumosoles. El potencial agrícola varía de moderado a altamente restringido. La mayoría de estos complejos pueden ser capaces de producir altos rendimientos de forraje y arroz durante todo el año. Algunas áreas pueden ser moderadamente apropiadas para cultivos, tales como maíz y maicillo. Necesitan la incorporación de fertilizantes nitrogenados y fosforados, particularmente en la producción de gramíneas como el arroz, el millo u otros cultivos similares,

- Capacidad productiva de la tierra

Conforme al reconocimiento de los suelos, existen en esta zona las siguientes categorías: tierras aptas para la labranza intensiva; tierras poco apropiadas para la labranza intensiva; tierras apropiadas mayormente para pastos y bosques, y tierras apropiadas mayormente para Cultivos permanentes. Tienen una extensión de 3.323 ha.

- a. Tierras aptas para la labranza intensiva

Son suelos de Clase III. Son tierras de moderada a buena calidad, que pueden usarse en cultivos anuales empleando métodos de corrección y conservación. En estas tierras puede emplearse maquinaria agrícola.

- b. Tierras poco apropiadas para la labranza intensiva

Con 17.043 ha de extensión. Son tierras de regular a buena calidad y poco aptas para la labranza intensiva. A causa de la pendiente, el peligro de erosión y las características desfavorables del suelo, tienen una selección de cultivos y métodos de labranza bastante restringidos. Estas tierras necesitan el empleo de prácticas de conservación y corrección muy intensivas.

- c. Tierras apropiadas mayormente para pastos y bosques

Comprenden las siguientes Clases: Va, Vas, Vs, VIIe y Viles, y su extensión abarca 9.604 ha.

Las clases Va, Vas y Vs son tierras que en su estado actual sirven sólo para vegetación natural o para arroz. Esto es consecuencia del drenaje sumamente pobre, el peligro de inundaciones y las características muy desfavorables del suelo.

Las Clases Vlle y Viles son tierras de utilidad restringida, aptas únicamente para la vegetación natural debido al peligro de erosión y a las características desfavorables del suelo.

d. Tierras apropiadas mayormente para cultivos permanentes

Pertenecen a las Clases Vle y Vles; aptas para cultivos permanentes, pero no aptas para cultivos intensivos a causa de la pendiente, al peligro muy grave de erosión y a las características muy desfavorables del suelo. Cuando se dedican a cultivos permanentes necesitan prácticas adecuadas de conservación y corrección.

El estudio de la DGOR clasifica las tierras para fines de riego. Las agrupa en cinco clases de acuerdo con las normas del Bureau of Reclamation de los Estados Unidos. Dentro de un buen marco de seguridad, este estudio establece la capacidad de pago, y por tanto la factibilidad del riego y drenaje de los grupos de tierras del 1 al 4. El Grupo 5 requiere un estudio más detallado para determinar si puede ser económicamente incorporado dentro del Proyecto. El Cuadro 5.48 muestra la clasificación por capacidad de uso para fines de riego.

Como se ha señalado anteriormente, las condiciones restrictivas de la selectividad y rendimientos de los cultivos constituyen principalmente las condiciones físicas de los suelos. Para corregir esta situación se necesita la incorporación de materia orgánica por medio de rastros, abonos orgánicos, abonos verdes y prácticas culturales a su debido tiempo; además deben usarse adecuadamente la fertilización, el control de plagas, las semillas mejoradas y otras prácticas que eleven la productividad. Los rendimientos y costos proyectados se fijaron en el estudio de la DGOR en base a un nivel alto de tecnificación, aumentados por los incrementos esperados con las obras de riego y drenaje.

Cuadro 5.38: Capacidad productiva

Grupo de clasificación	Zonas de Localización					
	I	II	III	IV	Ha	%
1	1.305	---	---	---	1.305	9,8
2	2.026	1.738	---	319	4.083	31,0
3	422	---	292	515	1.230	9,4
4	1.695	---	---	---	1.695	12,8
5	---	3.981	---	895	4.876	37,0
Total					13.189	100,0
Zona I Santa Ana-Candelaria-Chalchuapa Zona II Chalchuapa-Atiquizaya-San Lorenzo Zona III Río Güeveapa Zona IV La Labor-El Salitre						

El peligro de erosión puede considerarse como moderado en la Clase III, con pendientes que oscilan entre el 2 y el 8 %. Estas tierras necesitan medidas conservacionistas que consistirán especialmente en la construcción de terrazas y cultivo en fajas, siguiendo las curvas de nivel.

El drenaje superficial de las tierras altas es bueno debido a la presencia de numerosos canales naturales. En las planicies aluviales el nivel freático asciende hasta la superficie durante buena parte de la estación lluviosa, limitando así el desarrollo de los cultivos. Debido al drenaje inadecuado provocado por la baja permeabilidad de los suelos, la selección de cultivos se encuentra restringida. En los suelos Grumosoles, principalmente, sólo pueden cultivarse el arroz y los pastizales.

Es necesario llevar a cabo obras de drenaje en los suelos Grumosoles, a fin de poder sembrar el inicio de la estación lluviosa y realizar, de esa manera, una segunda siembra. El drenaje tiene que estar acompañado de un diseño adecuado de terrazas, y de un mejoramiento progresivo de las condiciones físicas de los suelos mediante las prácticas agronómicas antes mencionadas.

ZAPOTITÁN

Los paisajes principales de esta zona son las planicies aluviales y las planicies de piedemonte.

- Suelos

Se clasifican los suelos de acuerdo con las divisiones fisiográficas antes mencionadas, de planicies aluviales y planicies de piedemonte, con particular énfasis en las segundas, que constituyen la característica fisiográfica predominante.

a. Planicies aluviales

Son terrazas de los ríos río y abanicos aluviales disectados por el sistema de drenaje. El relieve local es bajo y la topografía varía de plana a ligeramente ondulada, con pendientes del 1 al 8 %, predominando del 2 al 3 %, aunque hay áreas con pendientes menores al 1 %. El drenaje varía de pobre a bueno; las áreas de drenaje pobre se empantanando guardando humedad en la época seca; cuando el drenaje es bueno los suelos permanecen húmedos, pero se secan rápidamente cuando cesan las lluvias. La erosión varía de suave a moderada. Las capas inferiores están constituidas por aluviones arenosos de materiales piroclásticos y coluviones arcillosos con diferentes estados de cementación.

b. Planicies de piedemonte

Son terrenos ondulados en zonas de piedemonte, moderadamente disectados por los extremos superiores de los abanicos aluviales. Las pendientes predominantes varían del 5 al 10 %, pero existen pendientes mayores del 20 % en las áreas más disectadas y aledañas a las quebradas. Las capas inferiores están formadas por estratificaciones de talpetate y otros materiales de origen volcánico, como escoria y ceniza pomecítica. El drenaje externo es moderado y el interno es bueno. Los suelos pertenecen a los Grandes Grupos Regosol y Regosol Aluvial.

También existen planicies antiguas moderadamente disectadas, de topografía alomada. Los suelos pertenecen al Grande Grupo Latosol Arcillo Rojizo.

Los suelos predominantes son los Grandes Grupos Regosol y Regosol Aluvial y en menor grado, Latosol Arcillo Rojizo y Gley Húmico.

Los suelos del valle de Zapotitán han sido estudiados en forma bastante detallada y según esas investigaciones, con excepción de cerca de 280 ha de pantano, estos son de textura predominantemente franca. Sin embargo, todos los perfiles muestran grandes variaciones tanto en los planos verticales como en los horizontales.

Los horizontales superficiales en algunas áreas están sobre capas cementadas de arena; son relativamente impermeables y se conocen con el nombre de talpetate. Los levantamientos indican que existen aproximadamente 600 ha con capas de talpetate de moderada a altamente compactas.

El talpetate es considerado como ceniza volcánica transportada por el aire, que al depositarse se endurece con el tiempo. Una característica común de los perfiles es la presencia de capas estratificadas de textura franca sobre el talpetate. Este estrato provee excelentes posibilidades para el drenaje horizontal.

Un perfil típico puede tener tres estratos compactos que varían en profundidad, pero en la mayoría de los casos sólo están presentes dos. La capa superficial es generalmente poco profunda y delgada. Es usualmente friable y puede ser roturada por el subsuelador, razón por la cual no puede ser considerado como factor limitante para la producción de las cosechas. El segundo estrato se encuentra, generalmente, entre 40 y 200 cm de profundidad. Esta capa es usualmente más dura que la capa superficial y a los 40 cm de profundidad tiende a restringir el desarrollo radical. Se estima que no más del 3 % del área es afectada por el talpetate poco profundo.

Los suelos turbosos y orgánicos, localizados en las áreas pantanosas, se han desarrollado debido a lo inadecuado del drenaje. La profundidad de la turba varía entre dos y tres metros. La rehabilitación de estos suelos por medio del drenaje creará un área altamente adecuada para la labranza intensiva de verduras, arroz y muchas otras cosechas.

Las propiedades químicas de los horizontes superficiales son variables. El pH de la pasta saturada del suelo generalmente es de alrededor de 6,3, o sea ligeramente ácido; en ciertos pastizales se registró un pH de 7,3. Los suelos orgánicos resultaron medianamente ácidos, con un pH de alrededor de 5,7.

Deben realizarse ensayos de campo para correlacionar los resultados de laboratorio y la respuesta de los cultivos a los diferentes grados de salinidad.

Los resultados de los ensayos de fertilización indican que las principales cosechas responden a la aplicación de nitrógeno. La aplicación de fósforo y potasio no tiene ninguna significación apreciable en los rendimientos debido al nivel mediano a alto que predomina en los suelos.

- Capacidad productiva de la tierra

El área cultivable comprende tierras aptas y de aptitud limitada para la labranza intensiva.

a. Tierras aptas para la labranza intensiva

Comprenden las Clases I, II y III. La Clase I son tierras de pocas limitaciones, laborables por maquinaria agrícola corriente y adecuada para la mayoría de los cultivos intensivos propios de la zona, como también de cultivos permanentes. La Clase II son tierras de moderada a buena calidad y aptas para la labranza intensiva por maquinaria agrícola corriente. A causa del drenaje algo pobre, por el peligro de inundaciones, y por las características del suelo, o debido al peligro moderado de erosión, ofrecen una selección de cultivos algo reducida. Estas tierras, además, tienen problemas de manejo y/o necesitan que se empleen prácticas de corrección sencillas. La Clase III son tierras de moderada a buena calidad y aptas para la labranza intensiva por maquinaria agrícola corriente. Como consecuencia del drenaje pobre y debido al peligro de inundaciones y de erosión, así como a las características desfavorables del suelo, tienen una selección de cultivos reducida y/o necesitan el empleo de practicas de corrección intensiva.

b. Tierras de aptitud limitada para la labranza intensiva

Son tierras de regular a buena calidad y poco aptas para la labranza intensiva. A causa de la pendiente, el peligro de erosión y las características desfavorables del suelo, tienen una selección de cultivos y métodos de labranza bastante restringidos y/o necesitan el empleo de prácticas de conservación y corrección muy intensivas. Existen tierras útiles, que en su estado actual son aptas únicamente para la vegetación natural a causa del drenaje muy pobre, el peligro de inundaciones y las características muy desfavorables del suelo. Estas tierras se están rehabilitando por medio del Proyecto de Avenamiento y Riego de Zapotitán.

Con el fin de realizar un levantamiento de clasificación de tierras se llevó a cabo un estudio en una extensión de 4.800 ha, incluyendo el área baja del proyecto. Para ello se usó como base la información edafológica, confirmada por medio de la fotointerpretación. Los suelos, la topografía y las deficiencias fueron consideradas en la determinación para las normas de la clasificación. Las clases de tierras corresponden al criterio usado por el Bureau of Reclamation de los Estados Unidos. El Cuadro 5.39 presenta un resumen de la clasificación presente y futura.

El resultado de este levantamiento muestra variaciones en la adaptabilidad para una agricultura sostenida bajo riego.

Las correcciones de las deficiencias de drenaje aumentarán la capacidad productiva de la tierra; por ejemplo, las tierras que ahora se clasifican como Clase IVd debido a las deficiencias combinadas de suelo y drenaje, se convertirán en Clase II después de las correcciones necesarias.

La clasificación mencionada muestra que con el Proyecto de drenaje se beneficiarían 3.565 ha de las Clases IV y V; el resto de las tierras también se beneficiarían, aunque en menor grado.

Cuadro 5.9, Resumen de clasificación

Clase de tierra	Condición presente (ha)	Con drenaje y recuperación (ha)
I	358	358
II	515	2.375
III	324	1.620

IV*	-	391
IV	3.115	18
V	450	-
VI	18	18
Total	4.780	4.780
* Apropriada para hortalizas.		

La tierra que ahora está en la clasificación IV y V debido a lo inadecuado del drenaje, ascenderá a las Clases II o III con la recuperación correspondiente. Se estima que en la actualidad recibe riego adecuado durante la estación seca una cantidad menor a 1.500 ha.

Las proyecciones de rendimientos se dificultan porque además de las cosechas de la estación lluviosa deben considerarse los rendimientos de la estación seca; hasta el momento falta información experimental sobre riego y aplicación de la tecnología adecuada. Las estimaciones de los rendimientos sólo puede basarse en los criterios de los técnicos.

La rehabilitación por medio del drenaje y riego adicional, ya sea separado o combinado, no es el instrumento suficiente en el incremento de los rendimientos. Los bajos rendimientos se deben a una combinación de problemas que envuelven la tierra, el agua y su manejo, y la interacción entre ellos. Obviamente, los más altos rendimientos se obtienen donde los factores de producción son aplicados en la combinación adecuada. También los altos rendimientos pueden ser de poco valor si no se proveen la elaboración y el mercadeo necesario para obtener el máximo precio de los incrementos adicionales de las mejoras realizadas.

SAN SALVADOR

Se distinguen fisiográficamente cuatro paisajes: Peniplanicies de ceniza y toba. Planicies de piedemonte. Terrenos accidentados y montañosos y Complejo de entrellanos y valles interiores, diseminados en la zona; constituyen áreas de relieve bajo, de topografía ligeramente plana a ondulada, con poca disección, No son extensos ni representan los paisajes comunes del área total. Estas formaciones contienen, como material geológico reciente, estratos de polvo volcánico pomecítico muy poco intemperizado, que es el material de origen de los suelos comúnmente llamados "Tierra Blanca".

- Suelos

Los suelos predominantes pertenecen al Grande Grupo de los Regosoles, que se caracterizan por ser profundos, friables, de buena permeabilidad, de textura franca y franco arenosa, con estratos superficiales de color pardo oscuro; tienen buen contenido de materia orgánica.

a. Peniplanicies de ceniza y toba

Este paisaje se encuentra en la parte central y nordeste de la zona. Son áreas de topografía ondulada a alomada, con moderada a fuerte disección por ríos y quebradas de paredes verticales y fondos planos. Las pendientes predominantes oscilan entre 10 y 20 %. El paisaje y los suelos están directamente relacionados con los materiales proyectados por la caldera de Ilopango y los procesos erosivos subsiguientes. Como materiales geológicos recientes se encuentran estratos profundos de polvo pomecítico ligeramente cementado y estratos de toba dura.

Los suelos son de origen volcánico, de profundidad variable, con textura franca y franco arenosa, de color gris claro. A poca profundidad se encuentran áreas con un manto de toba dura, que aflora en las partes erosionadas. Asociados con estos suelos se encuentran, en las partes más bajas, intrusiones de suelos coluviales y aluviales compuestos por los mismos materiales, pero de texturas más finas que las anteriores y con estratos franco arcillosos o arcillosos, de color gris claro, a más de un metro de profundidad.

b. Planicies de piedemonte

Este paisaje lo forman las planicies inclinadas y ligeramente onduladas al pie de la falda nordeste del volcán de San Salvador. Son áreas de ligera a moderada disección; el relieve es bajo, con pendientes predominantes del 10 %. Las capas inferiores están constituidas por gruesos depósitos de cenizas blancas pomecíticas finas. El drenaje interno varía de bueno a ligeramente rápido; el externo es bueno. En las partes más inclinadas hay peligro de erosión. En la época lluviosa son suelos moderadamente secos.

Los horizontes superiores de los suelos varían de franco a franco arenosos finos, de color café grisáceo muy oscuro, estructura débilmente granular y con espesor variable. Los estratos inferiores son franco y franco arenosos finos, de color café grisáceo claro. La estructura es de

terronosa a ligeramente granular. A profundidades mayores de 1,5 m se encuentran a veces suelos rojos arcillosos y gruesos estratos de tobas fundidas. En resumen, son suelos de textura franca, friables, permeables, no plásticos ni pegajosos y con capacidad moderada de retención de agua.

c. Terrenos accidentados y montañosos

Lo forman varios aspectos geomorfológicos, como la falda este del volcán de San Salvador, la depresión tectónica volcánica del lago de Ilopango, cerros de formación antigua, como el de San Jacinto, y Nejapa, y terrenos elevados accidentados. El relieve varía de moderado a alto, con pendientes desde 35 hasta más del 100 %. La disección de estas áreas es muy fuerte debido a los procesos de erosión geológica, levantamientos y fallas, y a la red de ríos y quebradas que han erosionado el paisaje. El material geológico de estas formaciones son estratos de polvo pomecítico, tobas y lavas andesíticas basálticas.

Este paisaje agrupa suelos de textura franca, arcillosos rojos o pedregosos, profundos a muy poco profundos; estos últimos descansan sobre toba dura, lava o un estrato arcilloso, Comprende también afloramientos de toba y lava. En resumen, comprenden suelos del Grande Grupo de los Regosoles y Litosoles.

d. Complejo de entrellanos y valles interiores

Esta fisiografía caracteriza a la región de Opico; se caracteriza como un complejo de entrellanos y terrenos elevados, en parte montañosos, constituidos por lavas oscuras, conglomerados, tobas, cenizas y aluviones. De estas formaciones se distinguen dos zonas: la primera es una extensa área montañosa bastante disectada, con grandes y fuertes pendientes. Las alturas varían desde 300 a 1000 msnm. La topografía es muy abrupta y se ha originado por fallas y levantamientos seguidos de mucha erosión. Las capas inferiores están constituidas por tobas y conglomerados volcánicos, y, además, por lavas de basaltos y andesitas. Son áreas pedregosas en su mayoría, con suelos de poca a moderada profundidad, y pertenecen a los Grandes Grupos de suelos Latosol Arcillo Rojizo, Litosol y Regosol. La segunda zona está formada por planicies de piedemonte y valles interiores, similares a los ya descritos, formados por cenizas pomecíticas claras y aluviones, que constituyen la parte dedicada a cultivos anuales intensivos. Los suelos pertenecen a los Grandes Grupos Regosol Aluvial y Grumosol.

- Capacidad productiva de la tierra

En la zona se pueden delimitar dos áreas con suelos de alta capacidad agrícola, de las Clases II a IV, separados por una franja transversal de la Clase VI, de orientación este-oeste, ubicadas al norte de la ciudad de San Salvador. El área de suelos ubicada más al norte, que corresponde a la subzona de Quezaltepeque, comprende una llanura en posición más baja que la de San Salvador, que está situada al sur. Los suelos de las Clases II y III corresponden generalmente a los Regosoles profundos, con alta fertilidad inherente. Son susceptibles de riego y de uso intensivo para la producción de cosechas de ciclo corto. Estos suelos están situados en los alrededores de San Salvador, San Martín, Nejapa, Quezaltepeque y Nueva San Salvador. Las tierras de la Clase IV, que se presentan extensas, están situadas en el piedemonte de los cerros que bordean la zona, particularmente en los terrenos que rodean al volcán Guazapa, y a lo largo de la carretera Panamericana, entre San Bartolo y San Martín.

La franja de terrenos de la Clase VI tiene topografía colinosa a poco alomada, y comprende también suelos llanos erosionados o muy disectados; están situados al norte y al este de San Salvador. Su uso estaría limitado a cultivos permanentes, preferiblemente frutales.

La capacidad de producción de los valles inferiores es alta y tienen amplia utilización agrícola, ya que son aptos para toda clase de cultivos adaptables a la zona. En estos suelos se puede usar maquinaria. Se recomienda el uso de fertilizantes nitrogenados.

La capacidad de producción de los suelos de las peniplanicies de ceniza varía de baja a moderada, y es inferior a la de los suelos de los valles interiores. La utilización agrícola está supeditada a los diferentes grados de erosión y profundidad de los suelos. Son aptos únicamente para cultivos permanentes, como café, frutales, pastos, etc. Será necesario hacer prácticas de conservación de acuerdo con el uso y condiciones locales. Las tierras de pendientes menos pronunciadas pueden dedicarse a cultivos anuales con el empleo de prácticas intensivas de conservación.

Las planicies de piedemonte tienen una capacidad de producción de moderada a alta; la intensidad de uso es un poco restringida debido al peligro de erosión. Predominan las clases aptas para los cultivos intensivos propios de las zonas bajas.

La capacidad productiva de los terrenos accidentados y montañosos varía de muy baja a moderada, y la utilización para la agricultura está restringida por la topografía, profundidad o pedregosidad, a cultivos permanentes, vegetación natural o vida silvestre. Predominan las clases agrológicas aptas para cultivos permanentes.

En el complejo de entrellanos y terrenos elevados, las tierras planas no pedregosas y de buen drenaje son las mejores para cultivos anuales e intensivos. Los suelos pesados, debido al mal drenaje, ofrecen limitaciones para cultivos. Las zonas montañosas, así como las zonas alomadas u onduladas más bajas, es conveniente dedicarlas a cultivos permanentes estableciendo medidas de control de erosión.

En esta zona se encuentra el área metropolitana de San Salvador. Comprende el 22 % de la población salvadoreña y más del 40 % de la población urbana, cifras que aumentarán a no menos de 1,8 millones de habitantes en los próximos 20 años. La excesiva concentración de la población en el área metropolitana ha deteriorado sus recursos naturales, necesarios para la vida humana. Debido a las facilidades de construcción, y tomando en cuenta relaciones de beneficio/costo en función de factores inmediatos, se han urbanizado los valles interiores, las peniplanicies de ceniza y toba, y las planicies de piedemonte. Estas urbanizaciones no han tomado en cuenta los efectos sobre la alimentación de las aguas subterráneas, porque los peniplanos y planicies son superficiales de recarga, y al excavarlas y pavimentarlas se está disminuyendo la infiltración. Además, estos valles son tierras propias para cultivos anuales, que suministrarían alimentos y materias primas. En un país agrícola, estas tierras deberían guardarse para este fin, ya que su valor será inconmensurable para las generaciones venideras. También se debe considerar la valiosa función de la cubierta vegetal. En el ciclo hidrológico, esta cubierta vegetal actúa cuando forma parte de la materia orgánica del suelo, ya que ayuda a retener grandes cantidades de agua y favorecer la infiltración.

La destrucción de los bosques en las faldas del volcán de San Salvador, San Jacinto y serranías circunvecinas ha hecho desaparecer la cubierta vegetal aumentando la escorrentía, la cual, cuando corre por los declives y pendientes sin ninguna regulación origina inundaciones en la estación lluviosa, ocasionando pérdidas materiales y aun de vidas humanas. En la estación seca se agotan los mantos acuíferos subterráneos que abastecen a la capital. El déficit actual del consumo de agua en la ciudad de San Salvador es de alrededor de 1 m³/s.

Otro de los efectos de la deforestación en la ciudad de San Salvador es la contaminación ambiental. Debido al incremento de la población y al uso de combustibles de bajo octanaje, las cantidades de anhídrido carbónico y otros gases letales presentes en el aire ha aumentado considerablemente. En parte, esta contaminación se pudiera disminuir si se contara con zonas verdes que purifiquen el aire.

San Vicente y Pequeños Valles

La fisiografía ha sido formada y modificada por las actividades de los volcanes de San Vicente, San Salvador, la Caldera de Ilopango, colados de lava, como las del cerro Siguatepeque, y por las fuerzas erosivas de su sistema de drenaje.

Los paisajes principales son: Altiplanicies de tobas y cenizas volcánicas. Planicies inclinadas de tobas, cenizas y suelos rojos, con intrusiones de cenizas, rocas, arcillas y materiales piroclásticos, Planicies aluviales de cenizas y otros materiales piroclásticos, Planicies aluviales, Planicies inclinadas del Valle de La Esperanza y de Mercedes Umaña.

- Suelos

Los suelos se clasifican de acuerdo con las divisiones fisiográficas ya antes mencionadas.

- a. Altiplanicies de tobas y cenizas volcánicas

Están constituidas en su mayoría por altiplanicies de relieve moderado a alto, con pendientes predominantes del 35 al 70 %, separadas entre sí por cuencas relativamente profundas formadas por los ríos y quebradas.

Los suelos se han originado de materiales piroclásticos recientes depositados durante las diferentes actividades volcánicas; posteriormente fueron transportados y transformados por los diferentes factores físico-químicos que actúan en la meteorización. Pertenecen a los Grandes Grupos de los Regosoles y Litosoles.

Los primeros se caracterizan por poseer un horizonte superficial de unos 30 cm de profundidad, con textura franca a franco-arenosa, fina, de color café oscuro y estructura granular, sobre estratos inferiores de ceniza volcánica blanca, fina, de textura franca. Los Litosoles se distinguen por su material originario, que es toba dura, poco intemperizada, sobre la cual se encuentra un suelo franco de poco espesor. En algunas partes hay intrusiones de un suelo de arcilla negra, muy plástica y pegajosa. El drenaje de este paisaje es bueno en su mayor parte, aunque el agua tiende a depositarse en las depresiones con suelos poco profundos y en las intrusiones de arcillas plásticas muy impermeables.

b. Planicies inclinadas de tobas, cenizas y suelos rojos

Se encuentran al norte, este y oeste del volcán de San Vicente. El relieve es bajo y la disección escasa. La topografía varía de ligeramente llana a ondulada, con pendientes menores del 10 %. Estas formaciones están relacionadas con las deposiciones de ceniza y tobas eyectadas por la Caldera de Ilopango, las erupciones del Volcán de San Vicente y los procesos erosivos subsiguientes.

Como material volcánico reciente, contienen polvo volcánico pomecítico y estratos de toba dura; en menor proporción se encuentran conglomerados y lodos volcánicos pedregosos.

En la mayoría del paisaje, los suelos corresponden a los Grandes Grupos de los Latosoles Arcillo Rojizos, Regosoles Aluviales y Regosoles. Los primeros tienen suelos superficiales franco arcillosos, de color oscuro sobre subsuelos arcillosos de color café rojizo; son moderadamente profundos y están desarrollados sobre conglomerados piroclásticos y tobas. Los Regosoles Aluviales son de textura franca, formados por materiales arrastrados del volcán de San Vicente, y son de color café, Los Regosoles son también de textura franca, pero están constituidos, mayormente, por cenizas blancas pomecíticas.

c. Planicies aluviales de cenizas y otros materiales piroclásticos

Están formadas por planicies aluviales que integran parte del Valle de la laguna de Apastepeque. Aunque no son muy extensas, se caracterizan por presentar un relieve que varía de bajo a nulo, casi sin disección. La topografía es ligeramente inclinada, con pendientes suaves.

Los suelos corresponden al Grande Grupo Regosol Aluvial, y se caracterizan por ser suelos profundos, permeables, friables y de amplia utilización agrícola. Su material geológico está constituido por aluviones de diferentes materiales depositados sobre cenizas, pómez y a veces arcilla; el espesor de las capas inferiores varía de 50 cm a 150 cm, estratificadas sobre capas aluviales de textura variable pero principalmente franca. Los horizontes superiores son de textura franca, franco arcillosa y franco arenosa, friables y granulares; el color varía de café grisáceo muy oscuro a café grisáceo. Las capas inferiores están constituidas por cenizas volcánicas, de textura franca a franco arenosa, finas, porosas, friables y color café grisáceo claro, a veces con moteados de color café y rojo. En ciertas zonas, a mayor profundidad, se encuentran capas de arcilla pardo rojizo a pardo oscuro, masivas, plásticas y pegajosas. El drenaje en algunas zonas es restringido, pero por lo general es de moderado a bueno. En resumen, son suelos profundos, friables, permeables, con buena capacidad de retención de agua y alta productividad.

d. Planicies aluviales

Forman un paisaje de llanos con relieve bajo a nulo, sin disección y casi a nivel en el valle del río Lempa. Están sujetas a inundaciones ocasionales. Las capas inferiores están constituidas por estratos aluviales de materiales volcánicos claros, como cenizas y arenas pomécíticas, Predomina la textura franca.

Los suelos corresponden al Grande Grupo de los Regosoles Aluviales. Son suelos relativamente recientes, desarrollados en aluvión estratificado de textura mediana. Tienen capas superficiales con una profundidad promedio de 30 cm, de textura franca y franco limosa, granulares y de color pardusco; usualmente son muy oscuros, pero a veces claros. Las capas subyacentes y hasta las muy profundas están bien estratificadas y son de textura franca, franco

limosa, franco arenosa fina y a veces arenosa o franco arcillosa. Tienen colores que varían de café amarillento a café grisáceo, y de oscura a muy clara. Frecuentemente presentan moteados de café rojizo. Son suelos profundos, friables, permeables, de buena capacidad de retención de agua y de alta productividad.

El drenaje es generalmente de moderado a lento. Se incluyen cañadas pequeñas de drenaje restringido. Hay suelos que guardan una humedad adecuada durante buena parte de la época seca. En períodos muy lluviosos pueden llegar a tener exceso de humedad.

e, Planicies inclinadas del valle de La Esperanza y Mercedes Umaña

Al noroeste de Chinameca se extiende un bloque de falla o levantamiento formando una serranía que abarca y pasa la población de Lolotique, escarpada al sur y en forma de bloque inclinado al norte, hasta unirse con las planicies del río Grande de San Miguel y sus tributarios principales. Un número de corrientes de lava y estratos de polvo volcánicos forman las capas inferiores. Entre esta falla y las faldas de las montañas se encuentra una depresión en forma de valle encerrado, que es el valle de La Esperanza.

Las rocas predominantes son lavas, tobas y conglomerados volcánicos del período geológico, Las lavas son andesitas y basaltos, y en escala menor riolitas. Las tobas y conglomerados son de ceniza clara, cementada, y con cantidades variables de piedras de lavas.

En estos valles se distinguen planicies aluviales sin disección de la zona baja inferior. Se encuentran en un área en forma de abanico aluvial ubicado en un valle encerrado. Las pendientes varían entre 0 y 20 %. Las capas inferiores están constituidas por aluvión reciente. También existen planicies y faldas de suave declive, moderadamente disectadas. El relieve es bajo (5 a 10 m). Las pendientes no pasan del 20 % y predominan las menores del 10 %. Las capas inferiores son de polvo volcánico estratificado y de pómez, con diversos espesores.

Los suelos predominantes son Regosoles Aluviales y Latosoles Arcillo Rojizos. Los Regosoles Aluviales predominan en el valle de La Esperanza. Son suelos friables, con textura franca, muy oscuros y con muy poco desarrollo. Los suelos superficiales son también francos, de color café muy oscuro y con una estructura granulada. En algunos perfiles se encuentran partículas de

grava y pómez fino de color rojo amarillento. Las capas inferiores son de aluvión reciente, con textura que varía de franco arenosa a arenosa franca de color pardo oscuro. Son suelos profundos, de buena permeabilidad y con moderada capacidad de retención de agua. Los Latosoles Arcillo Rojizos son firmes, plásticos y bien desarrollados. Por regla general, los perfiles presentan suelos superficiales franco-arcillosos y firmes, de color café oscuro. Los subsuelos son arcillosos, de estructura en bloques, con películas de arcilla y fuertemente desarrollados. Predominan los de color rojizo o pardo rojizo. Se advierte la presencia de manganeso en forma de moteados negros. Las capas inferiores, que empiezan de 1 a 2 m, son de ceniza y pómez volcánicos estratificados, de textura franco a franco arenosa. En las partes más accidentadas o quebradas se encuentra la capa de polvo volcánico y pómez bastante superficial. Tienen alta capacidad de retención de agua pero son de permeabilidad lenta.

- Capacidad productiva de la tierra

La zona de San Vicente tiene tierras de Clases II y III, aparentemente buenas para labranza intensiva y producción de cultivos de ciclo corto. Estos suelos se desarrollan en forma extensa en las proximidades de San Vicente, al sudoeste de Santa Clara y al nordeste de Apastepeque. Estas unidades de tierras están circundadas por terrenos colinosos de las Clases V y VI, y podrían ser aprovechados, preferentemente, en la producción de frutales y pastos. Los terrenos de la Clase IV, que se encuentran en la zona, tienen ciertas limitaciones para el cultivo intensivo; en algunos casos, dichas limitaciones se deben a la pendiente, y en otros a la poca profundidad o pedregosidad. Sin embargo, los terrenos que se encuentran próximos a los de las Clases II y III podrían constituir prolongaciones de los últimos que se desarrollan en esta zona. Los terrenos de la Clase VII ocupan, por lo general, posiciones más elevadas, y están situados en los bordes de la zona. Estos terrenos deberían mantenerse con su vegetación natural hasta que se pueda iniciar una extensa reforestación. Estas mismas consideraciones son válidas para las tierras de la zona Mercedes Umaña-San Buenaventura.

La zona Acahuapa Lempa tiene, en su mayor parte, terrenos de las Clases II y III, en los que se puede cultivar hortalizas y maíz en forma intensiva.

Las planicies aluviales tienen un buen potencial agrícola y amplia utilización por medio de maquinaria agrícola. Son propias para cultivos intensivos como maíz, algodón, arroz, caña de azúcar, frutales y hortalizas. Son de fácil laboreo; el rendimiento es de regular a alto, pero necesitan el uso de fertilizantes nitrogenados y medidas de protección contra inundaciones para producir rendimientos muy altos. Para que estos suelos puedan ser cultivados durante todo el año es preciso regarlos. La erosión es suave y se pueden trabajar con maquinaria agrícola, pero necesitan prácticas sencillas de conservación.

La capacidad productiva de las altiplanicies de tobas y cenizas volcánicas es de moderada a alta, y su utilización más recomendable sería la incrementación de cítricos y de otros frutales, y de explotaciones madereras propias de la región. Hay pocas áreas laborables con maquinaria agrícola.

Los valles de Mercedes Umaña y de La Esperanza están constituidos por tierras de regular a buena fertilidad. Son aptas para el uso de maquinaria agrícola. La aplicación de materia orgánica y el uso racional de los fertilizantes indicados por los análisis de laboratorio son muy importantes. Muchas áreas responderían a la aplicación de fertilizantes fosfatados y nitrogenados. Tomando en consideración las pendientes y su posición, estos valles no son muy aptos para el riego. Los suelos son excelentes para cultivos perennes como bosques y frutales, y también para maíz, maicillo, ajonjolí y henequén, y en áreas de la zona intermedia, café, pudiéndose obtener cosechas moderadas.

Debido a su situación geográfica, así como a la abundancia de precipitación pluvial y benignidad de su clima, la mayor parte de esta zona ofrece buenas perspectivas para desarrollar un programa agrícola intensivo con fines industriales, especialmente en cultivos de caña de azúcar, cítricos y otros frutales, y explotaciones madereras. La distribución de centros urbanos en toda la zona y las buenas condiciones de sus vías de comunicación, así como su proximidad al mercado capitalino, ponen a estos valles en una situación agrícola ventajosa.

SAN MIGUEL

La fisiografía de la zona comprende tres tipos de paisajes: cerros y montañas bastante disectados, con capas inferiores de rocas volcánicas antiguas; volcanes recientes con capas inferiores de depósitos piroclásticos sueltos, y planicies bajas, con capas de materiales piroclásticos sueltos y aluviales.

- Suelos

A continuación se agrupan los suelos de acuerdo a las anteriores divisiones fisiográficas.

a. Cerros y montañas

Los cerros y montañas disectados se encuentran en la parte norte y nordeste formando un paisaje continuo. También hay cerros aislados, bajos y estrechos en la parte central y meridional de la zona.

El paisaje actual es de cerros y montañas bajas, pedregosas y principalmente redondeadas, pero en ciertos lugares son abruptas o escarpadas. El relieve local se mide en docenas de metros.

Los suelos varían de poco a fuertemente desarrollados, y son de superficiales a moderadamente profundos. Usualmente son pedregosos. Pertenecen a los Grandes Grupos de los Latosoles Arcillo Rojizos, Litosoles y Grumosoles.

b. Volcanes recientes

En la parte oeste del valle se encuentran las faldas y "repiés" del macizo volcánico de San Miguel, que pertenece a la cadena de volcanes recientes. Son áreas ligeramente disectadas, con pendientes que varían desde más del 60 % en las faldas más altas hasta un 3 % en las partes bajas, donde se encuentran los "repiés" del volcán. Los suelos son profundos, friables y fáciles de cultivar. Pertenecen a los Grandes Grupos de los Regosoles y de los Latosoles Pardo Forestales. Existen, además, algunas corrientes de lava que son áreas de pura roca oscura, con muy poca vegetación o carente de ella. Este valle incluye también el reciente cono volcánico en donde se encuentra la laguna de Aramuaca.

El área, en general, posee capas inferiores de escoria ligeramente cementada.

c. Planicies bajas

Las planicies bajas, casi sin disección, se encuentran en su mayoría a elevaciones menores de 100 msnm. En la parte central y sudoeste de la zona forman el amplio valle del Río Grande de San Miguel y el "repié" del volcán de San Miguel. Alrededor de la laguna El Jocotal y al norte de la laguna Olomega hay extensas planicies de aluvión reciente sujetas a inundaciones. Estas tienen drenaje que varía de algo pobre a muy pobre, y permanecen húmedas durante mucho tiempo de la estación seca. Los suelos son algo pesados pero de buena calidad, y profundos en su mayoría. Pertenecen a los Grandes Grupos de los Regosoles Aluviales, Gley Húmicos y Grumosoles. Adyacentes a estas áreas hay planicies a mayor nivel y un poco más inclinadas, con suelos de buen drenaje. Son áreas secas en época de sequía, y húmedas pero nunca inundadas en época lluviosa. Generalmente, los suelos son profundos y permeables. Son de textura franca, franco arenosa y franco arcillosa. Las capas inferiores están constituidas en su mayor parte de cenizas, polvos, y gravillas volcánicas. Estos suelos pertenecen a los Grandes Grupos de los Regosoles Aluviales y Latosoles Arcillo Rojizos.

Los Latosoles están bien desarrollados, con suelos superficiales arcillosos y arcillosos francos, y subsuelos de arcilla plástica. Estas tierras son de color café rojizo y tienen estructura en forma de bloques. Los substratos están generalmente intemperizados hasta una profundidad considerable, dependiendo del tipo de material originario y de la topografía. Algunos de estos suelos descansan sobre talpetate a profundidades de menos de un metro. Este talpetate es permeable al agua sólo en forma lenta.

El drenaje interno de los Latosoles es de lento a bueno y la topografía varía generalmente de ondulada a entrecortada ondulada. Las tierras en este grupo incluyen las siguientes series, tipos y fases de suelos: Franco San Miguel, hondo, subsuelo pesado y bien drenado; Arcillo Franco Ozatlán, hondo, bien drenado y ligeramente ondulado, y Arcillo Franco Ozatlán, talpetate y ondulantes.

Los Grumosoles son suelos arcillosos, que varían en color desde negro hasta gris oscuro. Son muy plásticos y pegajosos, con permeabilidad lenta. Los subsuelos son pesados y moteados, y casi siempre descansan sobre conglomerados y tobas casi impermeables. Estos suelos son muy húmedos y cohesivos durante la estación lluviosa, y en la estación seca se agrietan profundamente.

Las arcillas Pasaquina pertenecen a este grupo de suelos.

Los Regosoles de tierra alta son suelos relativamente jóvenes, desarrollados principalmente de depósitos permeables de cenizas volcánicas y piedra pómez. El color de los suelos superficiales es café grisáceo oscuro. Los subsuelos son ligeramente más pesados que los suelos superficiales y son de color café. Están ubicados a profundidades que varían de 30 a 70 centímetros de la superficie, y descansan sobre arenas estratificadas, suelos francos y gravillas. En algunos casos se encuentra una veta de talpetate, de permeabilidad lenta, a un metro de la superficie. Los Regosoles están generalmente bien drenados pero en algunas áreas locales son de drenaje interno lento.

La práctica demuestra que estos suelos son muy productivos. Sin embargo, se requieren prácticas apropiadas de fertilización y conservación para mantener altos niveles constantes de producción en cultivos de surco. La topografía de los sitios en donde se encuentran generalmente estos suelos va desde planicies ligeramente onduladas hasta tierras con lomas de pendientes empinadas.

Los Regosoles de tierra alta de la cuenca incluyen las siguientes series: francos y francos con arena fina Batres, hondos y bien drenados; franco Usulután; hondos y bien drenados; Francos arenosos Aramuaca y talpetate; francos Usulután, hondos, bien drenados y ondulantes; francos Batres, hondos, bien drenados y ondulantes.

Los Regosoles Aluviales, en cambio, son suelos jóvenes, estratificados, que se han encontrado en las tierras planas bajas. La mayor parte de ellos están pobremente drenados y sujetos a inundaciones periódicas. Las texturas de estos suelos varían entre franco arenosa y franco

arcillosa con estratificaciones de capas ligeras y pesadas a diversas profundidades. En algunas áreas se encuentra una capa de talpetate cerca de la superficie. Los suelos superficiales son oscuros y generalmente ricos en materia orgánica.

La fertilidad de estos suelos es alta, pero su uso agrícola potencial está restringido debido a dificultades de cultivo provenientes del alto contenido de fracción arcillosa contenida en los horizontes, del perfil. En general, prevalecen en el perfil las texturas:

i, De franco arenosa a arcillosa franca, descansando generalmente sobre capas más ligeras, aunque en algunas áreas descansan sobre talpetate permeable.

Estas tierras son semihúmedas y drenan con relativa facilidad. Están sujetas a inundaciones ocasionales. Pertenecen a este grupo de suelos las siguientes series y tipos: arcillosos francos Jocotal, con drenaje lento; francos Jocotal, con talpetate, y francos Tamarindo, profundos y bien drenados.

ii, De franca a arcillosa franca, que son suelos quebradizos y estratificados. Estas tierras son húmedas durante la temporada de lluvias debido a la consistencia del suelo superficial y a la lentitud de drenaje del subsuelo. Actualmente, la mayor parte de ellos está sujeta a inundaciones anuales. En esta categoría, la mayoría de los suelos están clasificados así: arcillosos francos El Cedra con subsuelos pobremente drenados, y francos Miraflores, pobremente drenados y estratificados.

iii, Arcillosa franca, que son sueltos, hondos, pesados y plásticos, y arcillas que permanecen húmedas durante toda la estación lluviosa.

Tienen algunas de las características de los Grumosoles. El suelo de este grupo es la arcilla Chapeltique.

Existen grupos misceláneos de tierras aluviales, cuyo uso está muy restringido, situadas en las lagunas y cerca de ellas. Varían en textura y perfil. Los suelos de este grupo, que no están permanentemente cubiertos por el agua, se clasifican como arcillosos francos de pantanos.

- Capacidad productiva de la tierra

Según el levantamiento general de suelos, existen las siguientes categorías de tierras:

a. Tierras aptas y de aptitud limitada para la labranza intensiva

Tienen una extensión de 45.287 ha. La mayoría de estas tierras puede dedicarse a cultivos intensivos. Las principales cosechas que se adaptan son algodón, maíz, frijoles, arroz y verduras.

i. Algodón. La cosecha de algodón ha alcanzado éxito en la mayor parte de las áreas bien drenadas, debido, principalmente, a las prácticas modernas de cultivo. Se estima que se continuará con una sola cosecha, ya que la doble cosecha de algodón no es una buena práctica de cultivo. Es recomendable la siembra de legumbres en rotación, o en doble siembra, en lugares donde el algodón se corte temprano. Con prácticas de riego sería posible producir algodón en la estación seca, así como otras cosechas. Esto tendría la ventaja de proporcionar un mejor control de plagas e insectos que atacan al algodón.

ii. Maíz. Se siembra casi en cualquier época del año, pero generalmente sólo se produce una cosecha buena. Con el riego sería posible aumentar la producción actual.

iii. Frijol. Se puede sembrar asociado con el maíz, principalmente en las Clases II y IV, con suelos francos, sin problemas de inundación.

iv. Arroz. Debido a la presencia de suelos arcillosos que presentan problemas de drenaje, el cultivo del arroz se adapta bien. Con riego se podría obtener dos cosechas de arroz en las tierras bajas pesadas, que en la actualidad son esencialmente improductivas. Utilizando métodos de inundación controlada, sería posible obtener dos cosechas al año, y el arroz que se produce durante la estación lluviosa se podría combinar con otros cultivos de corto plazo mediante regadíos durante la estación seca.

v. Verduras. Estarían restringidas a los suelos francos. Con regadío se podrían obtener dos o tres cosechas.

b. Tierras aptas para pastos y bosques naturales

Comprenden una extensión de 1.567 ha. Son tierras de moderada a buena calidad, no apropiadas para cultivos anuales por el peligro de erosión, y aptas para cultivos permanentes mediante la aplicación de medidas de conservación. Con prácticas de fertilización y control de erosión, las áreas de pendientes moderadas y suelos algo profundos serían buenas para cultivos permanentes, especialmente frutales, café, pastos y otros cultivos apropiados de la zona intermedia.

c. Tierras aptas únicamente para pastos y bosques naturales

Comprenden las Clases VIIa, VIIe y Viles; tienen una extensión de 10.429 ha. Son tierras bastante limitadas en su uso por tener pobre drenaje, peligro de inundación, peligro de erosión a causa de las fuertes pendientes o características desfavorables del suelo. Debido a estas limitaciones, son aptas únicamente para pastos y bosques naturales.

Valle del Alto Lempa

Esta región fisiográfica comprende solamente una zona, la del Alto Lempa.

ALTO LEMPA

Se pueden distinguir en esta zona los siguientes paisajes fisiográficos: la planicie aluvial del río Acelhuate; las planicies aluviales del río Lempa; las planicies antiguas, y los cerros y montañas.

a. Planicie aluvial del río Acelhuate

Son ligeramente inclinadas, sin disección. Las pendientes, en general, son menores del 1 %. Las capas inferiores son aluviones arenosos y gravillosos, provenientes de las áreas de ceniza volcánica, pomecítica blanca. El drenaje externo es moderado. En la época lluviosa, el manto freático sube hasta cerca de la superficie. En la época no lluviosa se secan con facilidad. Los suelos pertenecen al Grande Grupo de los Regosoles Aluviales. Son profundos, de buena productividad y fáciles de trabajar.

b. Planicies aluviales del río Lempa

Se encuentran en un complejo de terrazas aluviales no muy recientes y en planicies sujetas a inundaciones esporádicas; las pendientes oscilan de 0 a 2 %. Las pendientes más pronunciadas se encuentran en los escalones entre terrazas. El relieve no excede de los 10 m. Las capas inferiores están formadas por depósitos de materiales aluviales arrastrados de la región de tierras blancas. Los suelos pertenecen al Grande Grupo de los Regosoles Aluviales.

c. Planicies antiguas

Pueden ser planicies casi a nivel, sin relieve alguno o apenas onduladas. Las pendientes varían de 0 a 6 %, pero cerca de las quebradas son más pronunciadas. Están parcialmente disectadas por redes de drenaje no muy profundas y las capas inferiores son de arcilla acromática sobre tobas cementadas. El drenaje externo es lento, y la velocidad de infiltración está limitada por horizontes arcillosos a poca profundidad. Por ello, en la época de lluvias pueden aparecer problemas de excesiva humedad. En la temporada no lluviosa son bastante secos. Predominan los suelos Grumosoles, Litosoles y en menor proporción, Gley Húmico Bajos (Low Humic Gley).

d. Cerros y montañas

Se encuentran en las esquinas sudoeste y norte de la zona. Las capas inferiores son de lava oscura de origen basáltico y en parte de lavas claras de origen félsico.

La topografía varía de ondulada a muy accidentada. Los Grandes Grupos de suelos predominantes son: Latosoles, Arcillo Rojizos, Grumosoles y Litosoles.

- Suelos

Los Grandes Grupos de suelos predominantes en la zona son los Regosoles Aluviales, Grumosoles, Latosoles Arcillo Rojizos, Litosoles y Gley Húmico Bajos.

Los Regosoles Aluviales están representados por suelos jóvenes que se encuentran formando las vegas de los ríos o en amplias planicies aluviales. Los horizontes superiores, hasta una profundidad de 30 a 40 cm, son franco a franco limosos o franco arenosos, de estructura ligeramente granular, de color café grisáceo oscuro. Los horizontes inferiores tienen textura de arenosa-franco arenosa y los colores varían de pardo amarillento o gris pálido hasta un pardo

grisáceo claro; a veces se encuentran moteados amarillentos. Poseen en parte gravilla de pómez. En resumen, son suelos profundos, permeables, friables, de baja a moderada capacidad de retención de agua. La capacidad de producción es de moderada a alta; son los mejores suelos de la zona.

Los Grumosoles se encuentran donde la topografía es plana o cóncava. En ciertas áreas se hallan enterrados por capas aluviales delgadas, de ceniza volcánica. Tienen capas superficiales de espesor variable, de textura franca y franca ligeramente arenosa, de color café grisáceo oscuro, cambiando a más claro con la profundidad. Debajo de estas hay arcillas acromáticas muy negras, plásticas y muy pegajosas, que son características de los Grumosoles. Generalmente se encuentran tobas duras a profundidades de más o menos un metro.

En las partes convexas se encuentran afloramientos de tobas y talpetates de color claro, entremezcladas con un suelo de color café claro y con aluviones gravillosos en los horizontes. El drenaje externo es lento y el interno es restringido. Durante la estación lluviosa los suelos superficiales son muy húmedos, pero en la estación seca son compactos y secos.

Debido a sus propiedades físicas deficientes y como consecuencia de los perfiles de textura pesada, son difíciles de cultivar con el equipo con que cuenta actualmente la mayoría de los agricultores.

Los Latosoles Arcillo Rojizos presentan capas superficiales de franco arcillosas a arcillosas y de color café oscuro sobre subsuelos arcillosos plásticos, con estructura en bloques fuertes y de color café rojizo. Las capas inferiores están constituidas por rocas y lavas basálticas.

La productividad de estos suelos varía de baja a moderadamente alta. Están sujetos a la erosión, por lo que es conveniente reforestarlos o utilizarlos en cultivos permanentes apropiados.

Los Litosoles son suelos muy superficiales, pedregosos y de poco o ningún desarrollo sobre roca dura. Son áreas muy difíciles de trabajar y de muy baja utilidad.

Los Gley Húmico Bajos son suelos que presentan un horizonte superficial de color café grisáceo oscuro, de textura franca o franco-arcillo-arenosa. Los subsuelos son de textura franco-arcillo arenosa, de color café rojizo claro y arcillas acromáticas. A mayor profundidad se encuentran aluviones pedregosos intemperizados, con textura franco-arcillo-gravillosa. Superficialmente se encuentran áreas con piedras pequeñas. Dentro de estos suelos están incluidas pequeñas vegas de aluviones y afloramientos de tobas.

- Capacidad productiva de la tierra

Los suelos de esta zona presentan problemas de erosión en mayor o menor grado, profundidad efectiva variable y pedregosidad. De acuerdo con su capacidad de producción, se agrupan en las siguientes categorías: tierras aptas para la labranza intensiva; tierras de aptitud limitada para la labranza intensiva; tierras aptas para cultivos permanentes, y tierras aptas solamente para pastos y bosques.

Las tierras aptas para cultivos intensivos comprenden principalmente las clases I a III de capacidad productiva. Las Clases I y II se encuentran localizadas en los flancos del Lempa y corresponden a suelos aluviales. En las proximidades de Tacachico se encuentran apreciables extensiones de tierras de las Clases I y III, y también en Las Anonas y El Jocote, en el aluvial del río Sucio y en un área situada entre los ríos Matízate y Acelhuate, a lo largo de la carretera troncal del norte. Todas estas tierras son apropiadas para el riego, con lo cual aumentarían su producción agrícola.

Las tierras de aptitud limitada para cultivos intensivos comprenden las de la Clase IV, en las cuales se presentan ciertos problemas de erosión, poca profundidad, pedregosidad o pendiente ligeramente pronunciada. En estas tierras el riego puede justificarse económicamente de acuerdo con la rentabilidad del cultivo. En algunos casos, la proximidad de áreas de esta clase de tierra a otras de mejor productividad justifica el riego, por cuanto significaría sólo una ampliación del riego provisto a las primeras. En todo caso, en las condiciones actuales estos suelos podrían producir maíz, y maicillo con la adopción de buenas prácticas de manejo, en las que estarían principalmente consideradas las prácticas de conservación.

Las tierras aptas para cultivos permanentes pertenecen a la Clase IV de capacidad productiva; se encuentran en llanuras inclinadas o que tienen susceptibilidad a la erosión. En el primer caso es posible usarlas en pastos y en ambos casos se podría emplearlas en la producción de frutales.

Las tierras aptas sólo para bosques y en forma limitada para pastos, pertenecen a la Clase VII de capacidad productiva. Estas son tierras con pendiente pronunciada, pedregosidad, poca profundidad, y en forma limitada podrían utilizarse para pastos.

En las planicies aluviales de los ríos Acelhuate y Lempa se puede producir caña de azúcar, algodón, arroz, maíz, maicillo, melón, sandía, maní, soya, frijoles y demás cultivos anuales. Los rendimientos pueden incrementarse mediante medidas de recuperación, tales como drenaje, regadío, fertilización adecuada, uso de semillas mejoradas, control de plagas y otras prácticas culturales. Estas planicies comprenden las siguientes clases: I, Ila, Ilaa, Ilae, Ilaes, Ilaee, Illa, Illaa, Illae, Illaes, Illaee, IVe, IVees, y Ivs.

Las planicies antiguas comprenden tierras que en su estado actual son aptas únicamente para vegetación natural o pastos a causa de las características desfavorables del suelo, tales como piedras sobre la superficie, encharcamiento debido al pobre drenaje y dificultades para trabajar en la época lluviosa. Tienen una selección de cultivos reducida y necesitan prácticas de corrección para mejorar la estructura. Entre las prácticas recomendadas debe mencionarse el drenaje y la incorporación de materia orgánica y cal. El manejo de la tierra tiene que hacerse oportunamente en la estación lluviosa; la aradura, el rastreado y la siembra deben realizarse antes de que el terreno se encuentre completamente saturado de agua, porque de lo contrario la germinación se retrasa y se corre el peligro que se pierda la siembra; las escardas tienen que realizarse cuando el suelo no se encuentra muy húmedo. Con estos tratamientos, y con el uso de fertilizantes nitrogenados y fosforados se pueden obtener de regulares a buenos rendimientos. Es preferible dejar muchas de estas áreas para pastos y arroz. El tipo de cultivo dependerá en general de la profundidad a que se encuentre la capa de arcilla.

Los cerros y montañas comprenden tierras de utilidad restringida a causa del peligro de erosión y a las características desfavorables del suelo, por lo que es conveniente dejarlas para vegetación natural o cultivos permanentes como pastos o bosques maderables.

Debido a las necesidades de tierras, parte de los cerros y montañas están cultivadas. Esto ha removido la vegetación permanente, permitiendo así un alto grado de escorrentía y causando erosión de avenidas, pérdidas del suelo superficial y azolvamiento de las corrientes fluviales.

En estas serranías la erosión reviste un peligro mayor porque los afluentes llegan a los lugares de embalse de la Presa 5 de Noviembre y de la Poza del Silencio. Entre mayor sea el azolvamiento debido a la erosión, menor será la vida útil de los embalses.

Valle Intramontano Fronterizo

La región del Valle Intramontano Fronterizo comprende solamente la zona del Golfo de Fonseca, y sus suelos, en general, son de producción relativamente baja.

GOLFO DE FONSECA

La Zona del Golfo de Fonseca se ha dividido en tres unidades fisiográficas: Llanuras antiguas. Llanuras aluviales y Planicies de inundación.

- Suelos

A continuación se agrupan los suelos de acuerdo con las divisiones fisiográficas antes mencionadas, o sea, las llanuras antiguas, las aluviales y las planicies de inundación.

- a. Llanuras antiguas

Los suelos corresponden al Grande Grupo de los Latosoles Arcillo Rojizos. Son suelos de textura fina, bien desarrollados y profundos. Las capas superficiales son franco arcillosas, de color café rojizo oscuro hasta los 20 cm de profundidad. Los subsuelos, hasta una profundidad de 125 cm, son arcillosos, compactos, de color café rojizo y de estructura fuerte en bloques, Los horizontes más profundos son en su mayoría arcillo-pedregosos formados por la fuerte intemperización de las capas inferiores. Estos horizontes son de colores que varían de café amarillento a rojizo, con abundancia de moteados negros que indican la presencia de

manganeso. Son suelos de lenta permeabilidad, de buena capacidad de retención de agua y moderadamente fértiles.

El drenaje externo varía de moderado a rápido, y el interno de algo lento a moderado.

b. Llanuras aluviales

Los suelos de esta zona pertenecen a los Grandes Grupos de los Regosoles Aluviales y Latosoles Arcillo Rojizos. Son áreas complejas. Predominan los suelos superficiales franco arcillosos y franco arenosos. El color de estos suelos es pardo oscuro, a veces algo rojizo. Los subsuelos y capas inferiores están constituidos por aluviones estratificados y varían de arcillosos a franco arenosos. Usualmente se hacen más arenosos con la profundidad, Predominan los colores pardo y pardo rojizo, pero en las áreas de drenaje pobre son grisáceos y con moteados variables. Particularmente en las márgenes de los valles, los subsuelos están algo desarrollados y tienen una estructura en bloques. Son suelos profundos, moderadamente permeables, fértiles y con buena capacidad de retención de agua. El drenaje varía de algo pobre a moderado. Estos suelos, en su mayoría, no tienen peligro de erosión.

c. Planicies de inundación

Los suelos de estas planicies corresponden a los Grandes Grupos de los Regosoles Aluviales y de los Grumosoles.

Los Regosoles Aluviales son suelos de textura mediana y de poco desarrollo en las planicies inundables situadas en las orillas de los ríos. Los horizontes superficiales, hasta 30 a 50 cm, son francos, de color pardo grisáceo muy oscuro y con estructura masiva a débilmente granular, Los estratos inferiores son de textura variable. Predominan los francos y franco arenosos, y a veces se encuentran estratos arenosos y franco arcillosos. Los colores varían de pardo grisáceo a oliváceo, muy a menudo con moteados variables de tono pardo rojizo. Son suelos profundos, con buena capacidad de retención de agua, friables, permeables y de alta productividad. El drenaje es de algo pobre a moderadamente bueno. Estos suelos permanecen húmedos a mojados durante la época seca. Están sujetos a inundaciones periódicas causadas por los desbordamientos de los ríos.

Los Grumosoles son suelos arcillosos y cohesivos, de áreas de matorrales. Los suelos superficiales, hasta una profundidad de 60 a 75 cm, son arcillas negras, compactas, plásticas, pegajosas y de permeabilidad muy lenta, y al secarse se agrietan en bloques muy grandes y duros. Los subsuelos son arcillas plásticas de color gris oscuro a claro, y usualmente moteados. La roca dura se encuentra a una profundidad de 1 a 2 m, La mayoría de las áreas son pedregosas. En partes muy limitadas hay *un* suelo superficial más franco y apto para ser cultivado.

El drenaje superficial es lento y el interno es nulo. Son terrenos tan mojados en la estación lluviosa que no pueden cultivarse, pero se secan rápidamente al cesar las lluvias, quedando prácticamente áridos por largo tiempo.

- Capacidad productiva de la tierra

En general, la zona comprende suelos de capacidad de producción de moderada a baja debido a las limitaciones ya citadas y a las adversas características de algunos suelos, como los Grumosoles, que a pesar de encontrarse en terrenos casi planos y de poca disección, sus condiciones físicas no se adaptan para el aprovechamiento agrícola intensivo.

A pesar de las condiciones adversas, la agricultura podría aumentar considerablemente en la mayoría de las tierras de esta zona, especialmente en los terrenos que presentan un adecuado sistema de manejo de los suelos y una fertilización racional, ya que la mayoría de estos suelos respondería bien a los fertilizantes fosfatados y nitrogenados.

En el levantamiento general de los suelos se han clasificado 28.251 ha aptas para cultivos intensivos adaptados a las zonas bajas y calientes, en las que se puede utilizar maquinaria agrícola pesada. Sin embargo, existen algunas limitaciones en su uso a causa del drenaje o de la erosión.

Cadena Costera y Cordillera Central, Montaña Fronteriza y Cadena Interior

Se ha agrupado en este punto a varias regiones del país que, aunque presentan características muy variables de suelos y de capacidad productiva, tienen en común una topografía accidentada que limita su desarrollo agrícola a cultivos permanentes, a usos forestales o, en casos extremos, a vegetación natural.

Una subclasificación agrupa las zonas cafetaleras, de importancia económica para el país; las zonas de uso forestal, que pueden llegar a alcanzar importancia mediante un programa adecuado de desarrollo forestal y, finalmente, las zonas de uso agrícola marginal con pocas posibilidades de desarrollo económico, por lo menos en las condiciones actuales.

ZONAS CAFETALERAS

En 1961 la caficultura cubría una superficie de aproximadamente 141.000 ha, las cuales representaban el 8,9 % de la superficie nacional agropecuaria trabajada. Las grandes áreas cafetaleras se encuentran ubicadas al sur de la Carretera Panamericana, formando tres grandes grupos; uno en el occidente, otro en el centro y el tercero en el oriente del país. Otras pequeñas áreas cafetaleras se encuentran al norte de dicha Carretera Panamericana.

Estas áreas se extienden sobre la Cadena Costera hacia el este, hasta alcanzar una altura de 1.400 m en el altiplano de Tacuba-Apaneca.

Las mejores y mayores plantaciones están localizadas en los cuatro grandes macizos volcánicos de la Fosa Central.

En función de su altitud, se distinguen tres zonas climáticas: Bajío, comprendida entre 400 y 800 msnm.; Media, de 800 a 1200 msnm. y Altura, de 1200 a 1600 msnm. Las diferentes alturas influyen sobre la calidad comercial del café, determinando tres tipos: Central estándar, Central altura y Central estrictamente altura. En la Zona oriental, debido al suelo y al clima, se distinguen solamente las dos calidades comerciales.

Es una región de relieve bastante alto, con alturas que varían desde 500 hasta 2,380 msnm. esta última corresponde al volcán de Santa Ana. Con menos relieve se encuentran cerros y picos como el Mala Cara, Los Naranjos, Las Cruces, Plan de Hernández y Cerro de Apaneca.

La topografía de la región en la parte central, donde se encuentran los cerros, varía desde muy accidentada a accidentada, aunque hay algunas partes alomadas. En la parte baja de estas montañas se encuentran las planicies de piedemonte, que constituyen las zonas bajas del café; también hay cultivos de café en las faldas de los cerros y volcanes, y están sin cultivar las cimas o picachos de estos últimos.

Según la altitud, se distinguen tres bandas climáticas que determinan las tres calidades comerciales de café: Central estándar, Central altura, y Central estrictamente altura.

La topografía varía de ondulada a alomada, el relieve es de bajo a moderado y las pendientes varían entre el 2 y el 15 %.

Son planicies de piedemonte y los suelos que prevalecen son arcillosos, con un porcentaje bastante bajo de materia orgánica.

Los Grandes Grupos de suelos predominantes son Latosoles Arcillo Rojizos en asociación con Litosoles y Pardo Forestales. Estos suelos comprenden los alrededores de Ciudad Arce, Coatepeque, El Congo, Santa Ana, Chalchuapa, Atiquizaya y Ahuachapán.

El drenaje interno y externo es bueno, aunque los suelos son de lenta permeabilidad. El porcentaje de humedad que guardan en la época seca varía de 13 a 14 %.

Se necesita hacer aplicaciones nitrogenadas y fosforadas, lo mismo que de compost y de pulpa de café como mejoradores del suelo y fuente de materia orgánica.

La zona alta comprende las faldas de los cerros y antiguos conos volcánicos de bastante relieve situados al oeste del volcán de Santa Ana. La topografía varía de accidentada a muy accidentada, con pendientes que van desde el 30 al 75 % y más; está bastante disectada por

quebradas que forman la red de drenaje. Los suelos son bastante sueltos y profundos, con subsuelos del mismo material y de gran profundidad. El volcán de Santa Ana, Juayúa, Ataco y Apaneca son los lugares más representativos de este piso climático. La textura es variable, y oscilan desde arenosos, franco arenosos y franco limosos, hasta suelos francos. El contenido de materia orgánica y la permeabilidad varían en relación con la textura y altura, pero en términos generales son bastante altos. Los Grandes Grupos predominantes son los Latosoles Pardo Forestales, Regosoles y Litosoles. La textura franca es muy frecuente; son muy oscuros, friables, de estructura granular, sobre subsuelos francos a franco arcillosos, igualmente friables y de color amarillento. Otros suelos importantes son los de textura franca y franco arenosa, muy oscuros sobre subsuelos con las mismas texturas y de café grisáceo o café amarillento. Son suelos profundos, permeables, de alta capacidad de retención de agua y de buena productividad. Debido a estas características presentan problemas de lixiviación de fertilizantes. Existen áreas pedregosas y antiguos conos volcánicos que pertenecen al Grande Grupo de los Litosoles. El porcentaje de humedad en la época seca varía desde 20 a 28 %.

Según el Censo de 1961, la superficie total sembrada de café alcanzaba en aquella fecha, 62.804 ha de las cuales 58.021 ha se encontraban en producción. La producción total en 1961 fue de 1.161.934 quintales oro, lo que representó un rendimiento promedio unitario de 20 quintales oro por hectárea, La superficie de café en producción (1961) representaba el 45 % de la superficie total nacional relativa, y su producción formaba el 53,5 % de la producción total nacional.

De los tres departamentos integrantes de esta zona, el más importante es Santa Ana; su producción representa el 33,1 % del total nacional, y su rendimiento promedio por hectárea es de 23,3 quintales oro. El 80 % del área cafetalera de este departamento se encuentra en la zona climática baja, lo que demuestra que la tendencia a la marginidad no depende necesariamente de la altitud.

La subzona de suelos que forman la asociación Latosol Arcillo Rojizo y Litosol tiene un potencial bajo de producción; en el grupo Latosol Arcillo Rojizo es moderada, y alta a muy alta en los complejos de suelos Regosol, Latosol y Pardo Forestal. Todos responden a fertilizantes

nitrogenados y fosforados, y también son provechosas las aplicaciones de pulpa de café. Gran parte de la zona baja de esta región, a causa de su topografía ondulada, se puede diversificar con cultivos intensivos como caña de azúcar, ajonjolí, tomate, maíz, etc., y podría dedicarse otro porcentaje a café y otros cultivos permanentes.

En la banda climática media predominan la asociación pardo forestal, de alto potencial, que es apta para cultivos permanentes. La banda alta es ideal para café; además pueden cultivarse frutales de altura como duraznos, aguacates, ciruelas y perotes, y otros frutos semipermanentes como fresas, granadillas, moras y frambuesas. También se cultivan flores.

La sequía en la estación seca influye notablemente en el estado fisiológico de los cafetales por lo que se recomienda la aplicación de mantillo. El bajío presenta poco contenido de materia orgánica y se necesita su aplicación.

Las zonas media y alta se caracterizan por su alto contenido de materia orgánica y permeabilidad, que varían en relación con la textura y altura. La permeabilidad, en general, es alta y ayuda a mantener la humedad y solubilidad de los nutrientes. Por el hecho de ser suelos sueltos, porosos, bien provistos de humus y buena cobertura en la superficie, la capacidad de infiltración es mayor que la de escorrentía. Por otra parte, presentan el inconveniente de que los fertilizantes son rápidamente lixiviados a las capas inferiores debido a la friabilidad de los suelos.

1 Santa Ana (13)

En el área delimitada de la Zona de Café de Santa Ana se encuentran suelos de las Clases VII, VI, V, IV y III, en este mismo orden de acuerdo con su extensión. Las Clases VII y VI son las más extensas y se encuentran principalmente en el flanco septentrional de la zona; corresponden al área de colinas bajas y piedemonte de la Cordillera Central. Las tierras de Clase III están ubicadas en el valle que se inicia en la ciudad de Santa Ana y continúa por Chalchuapa y Ahuachapán. También se encuentran grandes extensiones de tierras de Clase VIII, especialmente situadas en la divisoria de agua, en el límite norte del municipio de Juayúa, y en los alrededores del volcán Santa Ana.

2 San Salvador (14)

Se distinguen los macizos volcánicos de San Salvador y San Vicente. Son áreas montañosas muy accidentadas y fuertemente disectadas por quebradas con lechos rocosos. El relieve es alto. Las pendientes predominantes están comprendidas entre 30 y 80 %, pero hay mayores del 100 %. Las capas inferiores están constituidas por estratificaciones talpetatosas, polvos volcánicos e intrusiones de estratos de escorias máficas, tobas fundidas y lavas. El drenaje externo de estos macizos varía de rápido a excesivo, y el interno es restringido por el talpetate.

El bloque de la Cadena Costera son áreas montañosas en las subzonas intermedias y alta (700-1.200 m), fuertemente disectadas por quebradas profundas y abruptas. La topografía es bastante irregular y accidentada debido a fallas y levantamientos de pequeña a gran magnitud. El relieve local es alto, y las pendientes varían de 30 a más del 100 %. Las capas inferiores están constituidas por rocas y lavas piroclásticas, ceniza y pómez volcánico, conglomerados duros y toba fundida; el grado de intemperización de estos materiales es variable. En general, el drenaje externo e interno son buenos, y el peligro de erosión es fuerte. Son áreas que guardan humedad durante gran parte de la estación seca. Las planicies de piedemonte comprenden los pisos climáticos bajo y medio; lo forman las planicies inclinadas y ligeramente onduladas al pie de las faldas de los volcanes de San Vicente y San Salvador. El relieve es bajo, y las pendientes varían del 5 al 10 por ciento, aunque existen mayores del 20 % en las áreas más disectadas. En las faldas del volcán de San Salvador, las capas inferiores están formadas por estratificaciones de talpetate y otros materiales de origen volcánico, como escoria y ceniza pomecítica. El drenaje interno es de bueno a ligeramente rápido, y el externo es bueno.

a. Altiplanicies de tobas y cenizas volcánicas

Están constituidas, en su mayoría, por altiplanicies de relieve moderado a alto con pendientes predominantes del 35 al 70 %, separadas entre sí por cuencas relativamente profundas formadas por los ríos y quebradas. La mayoría de los suelos han sido originados de materiales piroclásticos recientes depositados durante las diferentes actividades volcánicas, los cuales fueron transportados y transformados por los diferentes factores físico-químicos que actúan en la meteorización.

- Suelos

En la zona alta de los macizos volcánicos de San Salvador y San Vicente se encuentran los suelos de los Grandes Grupos Regosol, Litosol y Latosol Pardo Forestal. En el volcán de San Salvador son más extensos los Regosoles, que se caracterizan por presentar horizontes superiores friables, de textura franca, franco arenosa y franco limosa, de colores que varían desde gris claro a pardo muy oscuro, con estructuras granulares, pulverulentas o terronasas, y con horizontes inferiores franco arenosos y franco gravillosos, de color gris a pardo grisáceo. Una extensa zona de estos suelos presenta capas de talpetate a profundidades variables; en otras áreas descansan sobre suelos pardo rojizos o pardo amarillentos y/o materiales piroclásticos, en especial escorias y arenas pomecíticas. En general, son suelos profundos, francos, friables, de buena permeabilidad y capaces de dar buenas cosechas. Siguen en extensión las corrientes de lava, los afloramientos rocosos y suelos muy poco profundos con afloramientos de talpetate o sobre estratos de escoria y ceniza máfica, que constituyen los suelos del grupo Litosol. En el volcán de San Vicente predominan los Latosoles Pardo Forestales; son suelos francos, franco limosos y a veces franco arenosos, con bastante materia orgánica, de color pardo muy oscuro sobre material originario también franco, pero de color pardo claro. Se encuentran áreas bastante pedregosas y otras con capas de conglomerados piroclásticos a poca profundidad. Los Regosoles están representados por capas de cenizas blancas, de textura blanca y de no mucho espesor.

En la cadena montañosa costera hay suelos de los Grandes Grupos Latosol Pardo Forestal, Latosol Arcillo Rojizo, Regosol y Litosol.

Los Latosoles Pardo Forestales son los predominantes, y se caracterizan porque presentan suelos profundos, friables, francos, de color café muy oscuro, cambiando a café amarillento con la profundidad. Son de buena capacidad de retención de humedad y tienen alta potencialidad productiva. Generalmente se han desarrollado de polvo volcánico pomecítico y otros materiales piroclásticos, moderadamente intemperizados. Los Latosoles Arcillo Rojizos son suelos moderadamente profundos, franco arcillosos a arcillosos, de color café rojizo, estructurados en bloques fuertes y con algunas películas de arcilla, desarrollados de materiales volcánicos finos

o de rocas andesítico-basálticas bastante intemperizadas. Los Regosoles son suelos francos y franco arenosos finos, profundos, friables, de colores café oscuro a café muy oscuro, desarrollados de cenizas blancas pomecíticas poco intemperizadas. Los litosoles están representados por los suelos muy superficiales y/o por los afloramientos de las capas inferiores (conglomerados, tobas, corrientes de lava). A profundidades menores de 1,5 m se encuentran capas de talpetate duras o moderadamente cementadas en forma dispersa.

En las planicies de piedemonte predominan los suelos pertenecientes al Grande Grupo de los Regosoles, de origen volcánico. Los estratos superficiales son de textura franca a franco arenosa fina, de colores que varían de gris muy oscuro a gris claro hasta unos 40 cm. Los horizontes inferiores son, por lo general, de color gris claro, de textura franco arenosa, friables, ni plásticos ni pepegajosos. Generalmente son suelos profundos. En algunos sitios, a profundidades mayores de un metro, aparece un suelo enterrado más viejo, de color café rojizo y franco arcilloso a arcilloso.

En las altiplanicies de tobas y cenizas volcánicas predominan los Regosoles. Se caracterizan por ser profundos, friables, de buena permeabilidad, con textura franco a franco arenosa. La capacidad de producción es de moderada a alta.

- Capacidad productiva de la tierra

En los macizos volcánicos y la cadena montañosa predominan las tierras aptas para café, que necesitan el empleo de prácticas adecuadas de conservación y manejo. Existen las Clases VIII y VIles, con grave peligro de erosión a causa de sus pendientes. Estas tierras son adecuadas mayormente para reservas naturales.

La capacidad productiva de las planicies de piedemonte es de moderada a alta; la intensidad de uso es un poco restringida debido al peligro de erosión. Las tierras más importantes son las de las Clases III, IV y VI. Este paisaje está formado, en parte, por pendientes suaves, que pueden diversificarse con cultivos intensivos, como caña de azúcar, siempre que se apliquen prácticas de conservación de suelos. Hay otras tierras de topografía irregular y fuertes pendientes, que son aptas únicamente para café y otros cultivos permanentes.

Las altiplanicies de tobas y cenizas volcánicas tienen una capacidad de producción de moderada a alta; existen pequeños porcentajes de tierras de la Clase II que pueden dedicarse para la labranza en forma mecanizada de cultivos intensivos como maíz, caña de azúcar, tabaco, etc., aunque necesitan medidas de conservación de suelos. Un alto porcentaje de tierras con pendientes pronunciadas son recomendables para café y otros cultivos permanentes. Las tierras con demasiada pendiente y condiciones desfavorables del suelo deben dedicarse únicamente para bosques.

La clase de capacidad productiva que predomina en la zona de café de San Salvador es la Clase VI; le sigue en orden de extensión la Clase VII, y en menor proporción tierras de las Clases V, IV y III. En la subzona oriental, particularmente, la predominancia de las Clases VI y VII es más acentuada.

3 San Miguel (15)

Es un área montañosa, de accidentada a muy accidentada. La mayor parte de ella está disectada por quebradas profundas. El relieve local tiene fluctuaciones de centenares de metros, y las altitudes varían entre 350 y 1600 msnm.. Las pendientes, en la parte baja, son del 10 al 30 %; en la parte media es de 65 a 80 %, y en la parte alta de 80 a más del 100 %. El drenaje es de bueno a excesivo.

- Suelos

Pertenecen principalmente a los Grandes Grupos de los Latosoles Pardo Forestales, Latosoles Arcillo Rojizos, Regosoles y Litosoles.

Los Latosoles Arcillo Rojizos son suelos bien desarrollados, con capas superficiales franco arcillosa o arcillosa, de color café oscuro sobre subsuelos arcillosos, plásticos, con estructuras en bloques fuertes y de color café rojizo. Las capas inferiores pueden ser de cualquier material originario, y se encuentran usualmente algo intemperizadas hasta varios metros. Son suelos de permeabilidad lenta. La calidad de estos suelos varía de pobre a moderadamente alta, de acuerdo con el material originario, la cantidad de piedras, la profundidad del suelo superficial y la pendiente. Son suelos sujetos a mayores daños por la erosión.

Los Latosoles Pardo Forestales son suelos francos, friables y permeables en todo el perfil. Los suelos superficiales son de color café o café amarillento. Se encuentran principalmente en las áreas con capas inferiores de polvo o pómez volcánico pleistocénico. Son suelos de alta a muy alta producción.

Los Regosoles son de poco desarrollo, sobre capas inferiores de depósitos permeables de polvo y pómez volcánico. El drenaje es de bueno a excesivo. Los perfiles son francos a franco arenosos, y son más oscuros en la superficie; esta característica los diferencia de los Regosoles de las otras zonas, en donde predominan los tonos claros.

Los Litosoles son suelos superficiales, pedregosos y de poco desarrollo sobre roca dura. Se encuentran principalmente en pendientes accidentadas o cimas convexas y abruptas. Son áreas de muy difícil e imposible laboreo.

- Capacidad productiva de la tierra

Las clases de tierras más frecuentes son las que muestran el Cuadro 5.40.

Cuadro 5.40: Clases predominantes de tierras

Altitud baja	Altitud media	Altitud alta
Ile	IVe	Vle
IIle	Ve	VIIe
IVe	Vle	
Vle		

4 San Francisco Gotera (16)

La Clase VII es la más extensa; comprende tanto terrenos con pendientes muy pronunciadas como terrenos poco profundos o pedregosos. Por lo general, esta clase predomina en la parte sur de la zona, que es a la vez la más alta (1000 a 1500 msnm.) y corresponde a la Clase V de producción de café, o sea la que produce un promedio que varía entre 8 y 9 quintales por hectárea.

Debido a las texturas del suelo y al clima, los cafetales presentan un aspecto deficiente en la estación seca.

Se necesita aplicar materia orgánica. En la zona baja puede cultivarse como medida diversificadora, algunos cultivos intensivos como maíz, maicillo, algodón, caña de azúcar, frijoles y ajonjolí. En otra porción de tierra, formada por las faldas de los cerros y otros lugares de topografía más irregular, es posible cultivar cítricos, mangos, guineos, aguacates, anonas, pinas y papaya.

Las áreas marginales están situadas, en su mayoría, en la banda de transición entre el área cafetalera y la no cafetalera; lindan con la frontera climática vocacional, mas allá de la cual es imposible el cultivo del café en forma rentable.

ZONAS DE USOS FORESTAL

Las tierras de estas zonas son marginales tanto para los cultivos anuales y permanentes, como para la ganadería. Comprenden áreas seriamente erosionadas, y necesitan entrar en un proceso de recuperación de vegetación y suelos. También se han tomado en cuenta la calidad del desarrollo forestal en el terreno y la perspectiva para el más pronto rendimiento en cortas selectivas. Sin embargo, en todo el territorio existen áreas esparcidas con mayor o menor grado de vocación forestal.

Las zonas cafetaleras abarcan 1.065.816 ha. Las categorías de tierras que tienen vocación forestal son las zonas de recuperación y las de reservas nacionales.

- Suelos

Los suelos pertenecen principalmente a las siguientes asociaciones: Latosoles Pardo Forestales y Arcillo Rojizos con topografía alomada a muy alomada; Latosoles Arcillo Rojizos y Litosoles; Litosoles y Rigosoles; Podsólicos Rojo-Amarillentos y Litosoles, y Pantanos.

- a. Latosoles Pardo Forestales y Arcillo Rojizos

Esta asociación ocurre en las montañas volcánicas y en terrenos altos fuertemente disectados. La topografía predominante es alomada o montañosa, y muy quebrada a lo largo de los cursos precipitados de drenaje. El material basal está formado, principalmente, por cenizas volcánicas no consolidadas, de textura mediana a gruesa con intrusiones de corrientes de lava; a mayores profundidades hay gruesos mantos de materiales piroclásticos consolidados.

b. Latosoles Arcillo Rojizos y Litosoles

Son áreas montañosas fuertemente disectadas de las zonas intermedias y altas, y están compuestas de cimas onduladas a alomadas asociadas con faldas empinadas. Los estratos inferiores son más o menos intemperizados, de formaciones piroclásticas máficas y lavas de la época del pleistoceno y del terciario. Existe un complejo de suelos profundos, moderadamente profundos y superficiales, con pedregosidad variable. Los mejores suelos tienen horizontes superficiales oscuros, friables y francos, y son relativamente altos en contenido de material orgánico. El subsuelo es franco, de color gris rojizo a pardusco, en bloques débiles a fuertes sobre materiales volcánicos intemperizados. Los suelos más pobres varían desde afloramientos rocosos hasta suelos con intemperización profunda o formaciones volcánicas de materiales sueltos con horizonte superficial de delgado a grueso y a veces con subsuelo intemperizado. Los suelos predominantes son moderadamente ácidos y algunos pueden ser fuertemente ácidos. Tienen una saturación de base de media a alta. La fertilidad es de baja a moderada. El peligro de erosión acelerada es alto, razón por la cual deberían dedicarlos a usos forestales.

c. Litosoles y Regosoles

La fisiografía está formada por montañas volcánicas y terrenos elevados, de ondulados a muy accidentados. La topografía local es muy quebrada, con relieve que varía de moderado a alto, y estratos inferiores poco intemperizados de toba consolidada, lava y escoria máfica, mezclada a menudo con cantos rodados y guijarros. Se incluyen también las malpaiseras o flujos de lavas recientes, con o sin vegetación. Los suelos son complejos, no diferenciados, de superficiales a profundos, franco arenosos a franco arenoso-gravillosos, de moderados a muy pedregosos. En la superficie se encuentran a veces suelos poco desarrollados, y en otros casos existe una acumulación de materia orgánica. En algunas áreas predominan los afloramientos rocosos,

Algunos son muy permeables y a menudo sufren de sequía, y otros son muy superficiales sobre roca impermeable. En estas áreas se incluyen algunas intrusiones de Regosoles de textura fina.

d. Podsólicos Rojo-Amarillentos y Litosoles

El paisaje fisiográfico está compuesto por montañas fuertemente disectadas con relieve alto; en las zonas templadas intermedias y altas existen capas inferiores de lavas piroclásticas endurecidas, estratificadas, plegadas y falladas. En muchos lugares estas capas están fuertemente intemperizadas o cubiertas por mantos de roca no consolidada, predominando las pendientes fuertes y muy fuertes. Las partes más altas de estos suelos tienen un ambiente continuamente húmedo, aunque existen dos estaciones que son la húmeda y la seca.

Son suelos muy variables; los más desarrollados tienen horizontes superiores de color claro; son moderada a fuertemente ácidos sobre subsuelos de textura más fina y de color rojo o gris amarillento. Los horizontes superiores son oscuros en algunos lugares, con alto contenido de materia orgánica sobre subsuelo arcilloso, pardo o pardo amarillento. Los suelos más extensos de la unidad son poco profundos, pedregosos y poco desarrollados. El peligro de erosión excesiva es grande. Algunas de las tierras más altas que no son muy accidentadas pueden ser apropiadas para cultivos perennes. La mayor parte de estos suelos deben dejarse para usos forestales. Gran parte del área es apropiada para pinares.

e. Suelos Halomórficos

Son suelos de áreas bajas, adyacentes al mar y a los esteros, inundables por las mareas altas, y cubiertas en su mayoría por mangle. Se incluyen canales estrechos y pequeñas áreas secas en playas arenosas de mar. Las capas inferiores son comúnmente arenosas o areno-limosas de origen marino.

El drenaje en general es muy pobre. Permanecen mojados durante todo el año, pero las áreas angostas de las playas son muy áridas en la estación seca. Existen zonas rehabilitadas que actualmente se encuentran motivadas de cocoteros en explotación turística. Los suelos pertenecen al Grande Grupo de suelos Halomórficos. Predominan los suelos de textura variable, desde limosos a franco arenosos. El color de los suelos superficiales es grisáceo

oscuro, y los subsuelos son oliváceos, de claro a oscuro y moteados. Por lo general las capas inferiores están formadas por estratos de arena fina de origen marino. Estos suelos tienen una gran cantidad de sales debido a la influencia marina.

En base a la "Investigación preliminar de las posibilidades de conservación del suelo y del agua en El Salvador", se han determinado zonas de reforestación. Es en extremo urgente la creación de bosques nacionales en los cuales se pongan en práctica las medidas necesarias de plantación, conservación y utilización racional de los bosques. Estas tierras tienen las siguientes características: son de baja productividad en términos de rendimientos de madera por hectárea; requieren medidas especiales de inversión para restaurar la productividad, que está lejos de lo que se puede esperar bajo la iniciativa privada, lo que incluiría obras tales como diques o terrazas para reducir la erosión y la sedimentación. El uso de prácticas impropias de manejo resulta en fuertes daños en tierras situadas en las elevaciones más bajas. Un ejemplo es la excesiva sedimentación en la Presa 5 de Noviembre, resultante del uso impropio y falta de protección de las tierras altas; la corta de madera tiene que ser modificada y en algunos casos restringida para reducir el daño de la erosión.

En la frontera norte, en parte del departamento de Chalatenango, los límites considerados siguen más o menos el curso del río Lempa, aguas abajo desde Cítala hasta un punto donde el río tiene un corto viraje hacia el sur. Dichos límites se extienden de inmediato en una vuelta tendida hacia el noroeste, hasta la línea fronteriza internacional con Guatemala.

Esta área está afectada grandemente por deslizamientos de tierra, cárcavas y erosión lateral. Los sedimentos han obstruido las cuencas aumentando el nivel de los torrentes, y los sedimentos de arrastre llenaron los cauces de los ríos ocasionando inundaciones en las partes bajas. La erosión es alarmante en toda la zona fronteriza, que actualmente se está extendiendo incluso hasta terrenos situados a alturas superiores a 1000 m.

Las elevaciones varían de 900 a 2.418 msnm. en la cumbre de Montecristo. Las vertientes son casi todas en precipicio. Los suelos predominantes son Podsólicos Rojo Amarillentos y Litosoles. Se encuentran depósitos de alto contenido calizo.

1 Cordillera Fronteriza (17)

En la Cordillera Fronteriza se encuentran varios tipos de bosques nacionales, entre los que cabe mencionar el Bosque Nacional de Ahuachapán, el Bosque Nacional de los Sisimiles y el Bosque Nacional de Torola.

a. Bosque Nacional de Ahuachapán

Hacia el occidente del Departamento de Ahuachapán, a unos siete kilómetros al noroeste de la cabecera departamental, en los nacimientos de algunos afluentes pequeños del río Paz, existen vastas extensiones formadas por varias propiedades pequeñas y esparcidas. El carácter de la región es abrupto, pedregoso e irregular y el suelo está tan erosionado que impide su cultivo. Allí hay extensas áreas cubiertas de bosques que necesitan una inmediata extensión cultural y crece una amplia variedad de árboles que abarcan prácticamente todas las especies comerciales importantes del país, así como otras de importancia solamente local.

b. Bosque Nacional de los Sisimiles

Comprende aproximadamente 40.000 ha y se localiza en la parte noroeste del Departamento de Chalatenango. Al oeste limita con el río Lempa, al norte con la frontera hondureña, al este, siguiendo un curso tortuoso, con el río Sumpul, hasta cerca de San Fernando, mientras que al sur sigue más o menos la intrincada línea de nivel de 900 m de altura de las montañas, en las cuales está el área central del bosque. Las elevaciones varían de 900 a 2700 msnm.. Los suelos predominantes son los mismos que los de Metapán-Citalá. Las especies más comunes en el área son el pino, el roble y un poco de liquidámbar.

La creación de un bosque nacional en esta área tendría el propósito fundamental de la conservación, protección y mejoramiento de la subcuenca de la Presa 5 de Noviembre, y además permitiría mantener la capacidad de generación de energía eléctrica.

De acuerdo con mediciones efectuadas por la CEL, el azolve que llega anualmente a la cuenca es de 9,8 millones de m³, de los cuales un 25 % llega hasta la presa. La vida útil de dicha presa, es de 50 años.

Como alternativa a la construcción de una nueva presa o a la práctica costosa de azolvamiento, se presentan los sistemas de conservación de suelos por medio de la reforestación.

En las áreas de mayor elevación de esta zona existe un "bosque nebuloso" natural, cuyas condiciones climáticas serían de gran atracción turística; sus características son muy semejantes a las de los bosques tropicales de tipo húmedo de las grandes alturas.

c. Bosque Nacional de Torola

En la parte norte del Departamento de Morazán hay un área de aproximadamente 15.000 ha, con condiciones ideales para la creación de un bosque nacional. La parte central de la sección de mayores posibilidades madereras está situada entre Perquín y la frontera.

Los suelos pertenecen a las asociaciones Podsólicos Rojo Amarillentos y Litosoles. La topografía es elevada y de flancos precipitados y rocosos; en su mayor parte se adapta únicamente a la reforestación. Sin embargo, dicha área está sujeta al furor irrestricto de las quemas; esto, como es natural, causa daños en los árboles grandes y destruye, año tras año, millares de árboles más pequeños.

En las áreas bajas existen algunas plantaciones de henequén. El desarrollo de este cultivo, junto con el de otros perennes, servirían mucho para resolver los problemas de las quemas y de la erosión.

Actualmente casi han desaparecido los bosques que producían una cantidad muy limitada de madera. Existen plantaciones aisladas de manzanos, lo que quiere decir que podría haber cultivo de frutales de altura en parcelas que se dedican al maíz, maicillo y frijoles.

2 Zona forestal de Metapán (12)

Grandes áreas de esta zona, comprendida en la Cordillera Fronteriza, están sujetas a peligros de inundaciones, especialmente los suelos aluviales que se encuentran bien distribuidos en la zona. Sin embargo, los suelos más extensos son los que pertenecen al Grande Grupo Latosol

Arcillo Rojizo (Ando) en sus fases poco profundas, con relieve que varía de ondulado a alomado, En algunas partes también se encuentran Litosoles.

La principal característica de los suelos de esta zona es que son calcáreos, a diferencia de la mayor parte de los suelos del país.

- Suelos

Los suelos más extensos de la zona pertenecen a los Grandes Grupos Latosol Arcillo Rojizo y Podsólico Rojo Amarillo, con relieve que varía de ondulado a alomado. En algunas partes son poco profundos y pedregosos. También se encuentran, en forma bastante bien distribuida, suelos Aluviales, relativamente profundos y con topografía que varía de llana a ondulada. En las partes más altas y colinosas se encuentran los Litosoles.

- Capacidad productiva de la tierra

En general, la capacidad productiva actual es baja debido principalmente a los peligros de inundación. Las partes llanas permanecen inundadas por grandes períodos de tiempo. Sin embargo, con adecuados trabajos de recuperación, estos terrenos podrían aumentar su capacidad productiva, especialmente en las Clases III, IV y V, que se encuentran distribuidas en la zona. Por razones de pedregosidad y poca profundidad, se han clasificado algunas tierras en las Clases V y VI; sin embargo, con manejo adecuado, estos terrenos podrían producir frutales, especialmente cítricos.

3 Cadena Costera (18)

La Cadena Costera cubre prácticamente la misma área territorial que la planicie costera. Es un bloque que empieza en el mar, debajo de la planicie costera, con una longitud de 250 km, subiendo hacia el norte hasta elevaciones de 1.200 msnm.. Es un bloque levantado de la corteza terrestre por las fuerzas orogénicas, y luego fracturado por numerosas fallas y fuertemente disectado por los procesos erosivos que tuvieron lugar durante milenios. En la actualidad se presenta como una región muy accidentada, con pocos remanentes del bloque original, pendientes muy fuertes, cimas largas y estrechas y valles en forma de "V", que corren desde las alturas y llegan hasta el mar.

Existen muchos afloramientos rocosos. Los suelos en sí varían de medianamente profundos a superficiales, y son de moderada a baja calidad. En su mayor parte pertenecen a tipos pedregosos de los Grandes Grupos Litosoles y Latosoles Arcillo Rojizos. La vegetación original en esta zona estaba formada por bosques semihúmedos caducifolios y montes secos, y son muy escasos los bosques perennifolios en las orillas de los ríos. En la actualidad, los pocos remanentes de esta vegetación están localizados en algunas laderas altas de las montañas. La mayor parte de estas tierras están cubiertas por montes secos y pastos naturales; tienen una potencialidad agrícola bastante limitada, y su mejor utilización es como zonas de reservas forestales en combinación con pastos limitados a las áreas menos accidentadas.

4 Otras áreas forestales

Además de las anteriores, existen en el país otras áreas forestales determinadas por características geográficas especiales o por determinación oficial. como en el caso de los bosques municipales.

a. Bosques de los lagos, volcanes y playas

Se pueden localizar extensiones de tierras no arables en los alrededores de los lagos de Ilopango, Olomega, Coatepeque y Güija, en las cercanías de los volcanes de San Salvador, San Miguel, Santa Ana e Izalco, y en las playas de Conchalío, La Libertad, El Cuco y El Tamarindo, Estas áreas, incluyendo la extensión del agua circundante, abarca un total de 90.000 ha. Sus bellezas panorámicas justifican adecuar la zona para incrementar la recreación y el turismo. Cuando la iniciativa privada no asegure la adecuada preservación de las bellezas naturales y su acceso, el estado debería tomar la iniciativa correspondiente.

b. Bosques salados

Comprenden las tierras de Clase VIIa y VIIas con una extensión de 30.000 ha aproximadamente; los suelos pertenecen al grupo halomórfico.

Las tres principales especies botánicas que forman la arboleda de los bosques salados son: el mangle (*Rhizophora mangle* L.) familia Rizoforáceas; el Ishtate o árbol de sal (*Avicennia nítida*.

Jacquín) familia Verbenáceas, y el Cincahuite (*Laguncularia Racemosa* [L.] Gaertner), familia de las Combretáceas.

Los bosques salados suministran madera rolliza de construcción. La madera de Ishtate se estima como la de mejor calidad; la goma exudada por el tallo de este árbol tiene cualidades curativas. La corteza del mangle contiene de 25 a 30 % de tanino, y constituye un importante material de curtiente. La leña que suministran los bosques salados es el combustible generalmente usado en la industria salinera. A este consumo hay que agregarle la leña del mismo origen, usada por otras industrias, y específicamente como combustible en los hornos de quemar ladrillos y tejas.

Los bosques salados constituyen los únicos recursos forestales de alguna importancia pertenecientes al estado; debido a su intensa explotación, se necesita tomar las medidas necesarias para asegurar un rendimiento continuo, económico y progresivo sin menoscabo de su conservación, y evitar la desaparición progresiva del mangle por ser la especie de árbol más valiosa de estas extensiones boscosas.

c. Bosques municipales

Para lograr el control de inundaciones, la protección contra la contaminación del medio ambiente y la protección de las fuentes de abastecimiento, se necesita la creación de bosques que estén en función del urbanismo y al cuidado de las municipalidades.

San Salvador necesita bosques en los flancos y cimas del cerro de San Jacinto; en las faldas muy precipitadas al este, e inmediatamente debajo de los Planes de Renderos, o bien en los flancos más elevados del volcán de San Salvador.

Así como se establezca un bosque municipal en San Salvador, podrían establecerse también en las subcuencas de las principales ciudades.

d. Bosques de la Fosa Central

Comprenden las faldas de los cuatro grandes macizos (macizos volcánicos de la Fosa Central) que han sido deforestados y no se encuentran cultivados de café. Tiene gran importancia por su relación directa con el desarrollo agrícola de las tierras dedicadas a la labranza intensiva. El desarrollo de esta área forestal tendrá éxito solamente si al mismo tiempo se realizan obras de reforestación y ordenamiento integral de las cuencas, que permitan mantener un nivel freático adecuado y eviten problemas de erosión y sedimentación..

ZONAS DE USOS AGRÍCOLA MARGINAL

En esta clasificación se incluyen zonas aisladas, particularmente de la Cadena Interior, cuyas posibilidades de utilización agrícola son remotas salvo para una agricultura de subsistencia. El desarrollo de estas zonas podrá ser necesario como consecuencia de una presión demográfica futura, pero en las condiciones actuales este desarrollo es apenas marginal.

1 Cadena Interior (19)

La Cadena Interior abarca un 20 % aproximadamente del territorio nacional. En su parte occidental, donde forma una faja estrecha e irregular, la Cadena Interior separa la fosa o Meseta Central de la fosa interior. Debido a que la cadena no se prolonga hacia la parte oriental del país, hacia el este tiende a unirse a la Cadena Fronteriza.

Las elevaciones de la Cadena Interior varían entre 700 y 1000 msnm. , presentando pendientes muy pronunciadas que dan lugar a una erosión muy intensa.

Los terrenos que predominan corresponden a las Clases VIIe y Viles, con productividad muy limitada, y por lo general son aptas solamente para una utilización forestal restringida; sin embargo, en casos de pendientes extremas o erosión muy intensa pueden dejarse para vegetación natural.

5.8.4 Comunidades indígenas

En El Salvador, actualmente, entre las ciudades que pueden considerarse representativas en cuanto comunidades indígenas se encuentran, Atiquizaya, en el Departamento de

Achuachapán. Izalco y Nahuizalco en Sonsonate, Panchimalco en San Salvador, Guatajiagua y Cacaoopera, en Morazán y Conchaaga en La Unión.

En comunidades como las mencionadas se conserva parte de las tradiciones de los pueblos nativos, y si bien es cierto que existen movimientos y organizaciones nacionales que trabajan por la preservación de la cultura autóctona, puede asegurarse que la población estrictamente indígena es inexistente. Por tal razón en la zona de influencia del Proyecto no se encuentra ninguna comunidad o grupo que pueda considerarse indígena.

5.8.5 Paisaje

a. Estructura del paisaje

Cuando se quiere identificar correctamente y apreciar un determinado paisaje es importante contar con algunos parámetros que la definen. El paisaje puede considerarse como “la percepción multisensorial de un sistema de relaciones ecológicas”. Se conforma por un conjunto de elementos naturales y humanos que imprimen carácter al territorio: topografía, cuerpos de agua, vegetación, actividades y construcciones humanas; la interrelación de éstos constituyen unidades homogéneas que son percibidas por el espectador.

Los elementos o atributos constitutivos del paisaje se agrupan en lo que se llaman “unidades de paisaje”, que son porciones del territorio cuya respuesta visual es homogénea, tanto en sus componentes paisajísticos (topografía, vegetación, presencia de láminas de agua, existencias de construcciones humanas, etc), como en su respuesta visual ante posibles actuaciones antrópicas.

No se pueden improvisar apreciaciones o juicios subjetivos si ya existen parámetros y criterios suficientemente justificados en este sentido. Para identificar las distintas unidades de paisaje se requiere de trabajo secuencial que partiendo de un parámetro básico se le van sumando otros parámetros complementarios hasta llegar a identificar con precisión, todas y cada una de las unidades de paisajes existentes en el país. La variable de partida que se ha utilizado es el componente morfoestructural del territorio, elemento abiótico que permite una primera

aproximación a los grandes paisajes del país. El componente morfoestructural tiene su plasmación en el “Mapa de Sistemas y Unidades Morfoestructural”, para cuya identificación se tomaron como parámetros básicos las características geológicas y topográficas del país, complementados con el mapa edafológico para ciertas unidades morfoestructural complejas.

El resultado ha sido la obtención de 60 Unidades Morfoestructural y 37 subunidades identificadas para los seis Sistemas Morfoestructurales definidos.

1 Sistemas Morfoestructurales

1.1. Planicie Costeras

- a) Transición entre la sierra de Apaneca y la llanura aluvial.
- b) Llanura aluvial oriental.
- c) Bahías y esteros occidentales.
 - 1) Garita Palmera.
 - 2) El Zapote.
- d) Llanura aluvial de Sonsonete.
- e) Llanura aluvial de la Libertad - La Paz.
- f) Complejo de esteros de la Libertad – La Paz.
- g) Bahías y esteros de Jaltepeque.
- h) Llanura aluvial de Usulután.
- i) Bahías y esteros de Jiquilisco.
- j) Fondo del valle bajo del río Grande de San Miguel.
- k) El Tamarindo-Punta de Amapala.
- l) Esteros de El Tamarindo-Punta de Amapala.
 - 1) Estero del Icacal.
 - 2) Estero de las Tunas.
 - 3) Estero de El Tamarindo.
- m) Llanura aluvial del Golfo de Fonseca (valle de Sirama).
- n) Esteros del Golfo de Fonseca.

1.2. Cadena Costera

- a) Sierra de Tacuba.
 - 1) Sierra de Tacaba
 - 2) Etribaciones meridionales de la sierra de Tacuba.
- b) Sierra del Bálsamo
- c) Sierra e Jucuarán.

1.3. Cadena Volcánica Reciente

1.3.1. Volcánico reciente activo

- a) Sistema volcánico de Apaneca-Lamatepec.
- b) Caldera de Coatepeque.
- c) Orla meridional del sistema Apaneca-Lamatepec.
 - 1) Juayúa-Nahuizalco.
 - 2) Izalco.
 - 3) San José Las Flores- Armenia.
- d) Volcn de San Salvador
- e) Caldera de Ilopango
- f) Sistema volcánico de San Vicente.
 - 1) Volcán de San Vicente.
 - 2) Orla meridional del Volcán de San Vicente
 - 3) Etribaciones orientales del Volcán de San Vicente.
- g) Sistema volcánico Tecapa-San Miguel
 - 1) Volcán Tecapa
 - 2) Volcán de San Miguel.
 - 3) Orla meridional del Sistema Tecapa-San Miguel
- h) Volcán de Conchagua

1.3.2. Volcánico reciente no activo

- a) Depresión del Lago Güija y Cerro de San Diego
- b) Volcán Chingo

1.4. Gran Depresión central con Volcanes Extintos

1.4.1. Grandes Valles interiores

- a) Valle alto del Río Lempa
- b) Valle medio del Río Lempa
- c) Valle del Lempa-Acahuapa
- d) Valle Medio del Río Grande de San Miguel

1.4.2. Pequeños valles y cuencas adosadas a la cadena volcánica reciente

- a) Meseta de santa Ana-Ahuachapán y Valle del Río paz
- b) Zapotitán-Valle de San Andrés
- c) Valle de san Salvador
- d) Escalón de Cojutepeque
 - 1) Escalón de Cojutepeque
 - 2) Conjunto alomado de Apastepeque
- e) Valle de San Vicente

1.4.3. Complejo interior muy erosionado de depresiones y relieves bajos

- a) Valle de Candelaria de la Frontera
- b) Relieves de texistepeque
 - 1) Sierra de san Jerónimo-Guajoyo
 - 2) Valle superior del río Lempa
 - 3) Relieves de Masahuat
- c) Cuencas de Suquiapa-Sucio
 - 1) Cuenca del río Suquiapa
 - 2) Cuenca del río Sucio
- d) Cuencas de Titihuapa-Quezalapa
 - 1) Cuenca del río Quezalapa
 - 2) Cuenca del río Titihuapa
- e) Transición Lomas de Cacahuatique Oeste-Valle Medio del Lempa
- f) Lomas de cacahuatique Oeste
- g) Piedemonte Norte del Macizo de Tecapa
- h) Depresión de la cuenca alta del río Grande de San Miguel
- i) Llanuras y lomas de santa Rosa de Lima

- j) Llanuras y lomas de Yayantique-San Alejo
- k) Cuenca del río Goascorán

1.4.4. Estructuras volcánicas extintas

- a) Volcanes de Guazapa y Tecomatepeque
- b) Volcán Siguatepeque
- c) Volcán Cacahuatique.

1.5. Cordillera Fronteriza

- a) Montecristo
 - 1) Valles y relieves intermedios de metapán
- b) Alotepeque
 - 1) Los Esesmiles
 - 2) Estribaciones de los Esesmiles
- c) Chalatenago
 - 1) Montañas de Chalatenago
 - 2) Estribaciones de Chalatenago
- d) Montañas de Cabañas
 - 1) Relieves occidentales
 - 2) Relieves Orientales
- e) Nahuaterique-Perquín
 - 1) Cerro del Mono
 - 2) Montañas de Nahuaterique-Perquín
- f) Nahuaterique oriental
 - 1) Sitio Los Ranchos
 - 2) Montañas de Nahuaterique-poloros
- g) Valle de los ríos corola y Sapo

1.6. Islas del Golfo de Fonseca

- a) Meanguera
- b) Conchagüita

c) Zacatillo-Martín Pérez

2. SISTEMAS DE PAISAJES

En El Salvador existen algunas publicaciones y estudios sobre el paisaje que deben ser considerados ya que aportan valiosa información que ayuda a identificar los grandes sistemas y unidades de paisaje. El primer estudio de paisaje que se ha consultado es la publicación “Geografía de El Salvador”. En este estudio se identifican cuatro grandes sistemas de paisaje: Planicies costeras, montañas costeras, fosa central o graven, cadena volcánica reciente, complejo de valles interiores y dispersos, complejo interior de montañas y cerros, cadena volcánica antigua y cordillera Norte.

Se trata de un estudio en el cual, para identificar los grandes sistemas de paisaje, se utilizan criterios geológicos, topográficos y edafológicos, no habiendo sin embargo, parámetros complementarios como la vegetación y los usos humanos del territorio. El estudio contiene una descripción pormenorizada de los grandes sistemas paisajísticos, y aporta un plano a escala 1:500.000 en donde se identifican los sistemas y unidades de paisaje de El Salvador.

La segunda fuente informativa que se ha tenido en cuenta es la descripción de las “Áreas naturales y Propuesta de Corredor Biológico” del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en donde se identifican las unidades de conservación que se considera deben integrar el Sistema de Áreas Naturales Protegidas Prioritarias del país.

En la descripción de las características básicas de cada unidad de conservación se hace referencia al sistema paisajístico del que forma parte cada una de las unidades analizadas, que coincide plenamente con el sistema establecido en la publicación titulada “Geografía de El Salvador”

En cada unidad de conservación se analizaron, de forma breve, los diversos componentes bióticos, abióticos, e, incluso, antrópicos, que forman parte de la unidad de conservación, con el factor limitante de que no se trata la información con criterios paisajísticos, aunque aporta datos

genéricos que ayudan a caracterizar el gran sistema paisajístico del que forma parte cada unidad de conservación.

2.1. Sistemas, subsistemas y unidades de paisaje

Tradicionalmente se han identificado en el territorio salvadoreño, ocho grandes sistemas paisajísticos que se ciñen de forma precisa con los ocho grandes sistemas morfoestructurales que, también de forma tradicional, han venido identificándose en el territorio nacional:

- Planicies costeras.
- Montañas costeras.
- Fosa central o graven.
- Cadena volcánica reciente.
- Complejo de valles interiores dispersos.
- Complejo interior de montañas y cerros.
- Cadena volcánica antigua.
- Cordillera del Norte

Sin embargo, para llegar a definir con precisión las unidades de paisaje, son necesarias dos tareas fundamentales: En primer lugar reorganizar los grandes sistemas paisajísticos que tradicionalmente se definieron en el país, en los que la componente morfoestructural es dominante; y, en segundo lugar, identificar los nuevos sistemas paisajísticos que no han sido tenidos en cuenta en los estudios de paisaje realizados anteriormente.

En resumen, los ocho grandes sistemas de paisaje de El Salvador, que posteriormente serán individualizados en unidades de paisaje, son los siguientes:

- I Planicie Costera
- II Cadena Costera
- III Cadena volcánica reciente
- III.1. Volcánico activo

III.2. Volcánico no activo

IV Gran Depresión Central con Volcanes extintos

IV.1. Grandes Valles Interiores

IV.2. Pequeños valles y cuencas adosadas a las cadena volcánica reciente

IV.3. Complejo interior muy erosionado de depresiones y relieves bajos

IV.4. Estructuras volcánicas extintas

V Cordillera Fronteriza

VI Islas del Golfo de Fonseca

VII Humedales

VIII Sistema de paisaje antrópico.

3. SISTEMA ANTRÓPICO

Existe en el territorio nacional un último sistema de paisaje que nace de actuaciones humanas sobre el territorio, las cuales han provocado una intensa y extensa transformación de las características de los paisajes naturales, convirtiéndolas en nuevas unidades de paisaje altamente intervenidas por el hombre.

En ocasiones, estos nuevos sistemas y unidades de paisaje ha roto la continuidad de los sistemas de paisaje de características más naturales, haciéndose notar de forma contundente en el territorio.

Nos estamos refiriendo a los cascos urbanos de mayor entidad del país, así como a potentes infraestructuras para el transporte, caso de aeropuerto internacional de El Salvador (Comalapa)

4. SISTEMAS DE UNIDADES

Entre las unidades de paisajes más importantes e impactantes en ese sentido se citan:

- 1 Área Metropolitana de San Salvador
- 2 Casco urbano de San Miguel
- 3 Casco urbano de Santa Ana
- 4 Casco urbano de Sonsonete
- 5 Casco urbano de Acajutla
- 6 Casco urbano de Zacatecoluca
- 7 Casco urbano de la Unión-Cutuco
- 8 Aeropuerto Internacional de El Salvador (Comalapa)
- 9 Casco urbano de Ahuachapán
- 10 Complejo urbano Artiquizaya-El refugio-Chalchuapa

Considerando que este Sistema de Unidades Paisajísticas han sido seleccionado previamente no queda más nada que agregar, sino corregir y seguir las indicaciones que nos dictan trabajos casi científicos que se han elaborados al respecto.

5.8.6 Patrimonio histórico cultural

El territorio de El Salvador forma parte de la gran área cultural denominada como Mesoamérica. A manera de una breve introducción al tema, las investigaciones indican que las primeras aldeas agrícolas fueron establecidos por 1500 a.C. o antes, tal como fue el caso en regiones vecinas. Es probable que la población del centro y occidente haya sido maya durante varios siglos, culminando para tiempos de Cristo (el período Preclásico Tardío) con la formación de señoríos significativos en Chalchuapa y otros lugares. La prehistoria de El Salvador está marcado por una de las erupciones volcánicas más grandes del Holoceno, ocurrido entre 200 y 400 d.C., y originándose en la caldera de Ilopango. Este evento eliminó las poblaciones humanas en gran parte del centro y occidente, tardándose uno o dos siglos para recuperarse. El período Clásico Tardío (600-900 d.C.) vio la evolución de varios centros políticos los cuales luego fueron abandonados en la manifestación local del fenómeno enigmático llamado como el “Colapso Maya”. El período siguiente (el Postclásico, 900 d.C. hasta la Conquista) fue marcado por la inmigración de grupos fuertemente vinculados con el centro de México, incluyendo el grupo étnico más sobresaliente de esa época, los pipiles.

Existen varias reseñas de la arqueología salvadoreña, incluyendo las de Casasola (1975), Sheets (1984) y Cobos (1992).

Un aspecto de la arqueología salvadoreña que ha recibido menos atención de lo que amerita es el proceso de inventario y registro de sitios arqueológicos. Se puede decir que el proceso de registro arqueológico empezó en a principios del siglo XX, cuando se publicaron dos listados de sitios arqueológicos elaborados por Jorge Lardé (1926) y Samuel Lothrop (1926). Luego, en 1944, se publicaron los resultados de los primeros reconocimientos sistemáticos llevados a cabo por John Longyear (1944) y Stanley Boggs. El método empleado en sus reconocimientos puede describirse como casual, tal como era normal en esa época, basándose sobre todo en datos proporcionados por personas locales. Con la construcción de la presa Cerrón Grande en los años setenta, Boggs dio inició a un proyecto de reconocimiento y rescate arqueológico en los 125 kilómetros cuadrados afectados por ese proyecto. El trabajo de campo fue llevado a cabo por estudiantes de postgrado bajo fuertes limitantes de presupuesto y solo se dispone de información preliminar sobre los resultados.

El primer proyecto que logró un reconocimiento arqueológico sistemático en El Salvador fue dirigido por Payson Sheets. En 1978, se llevó a cabo el reconocimiento arqueológico del 15% del valle de Zapotitán (de acuerdo a un muestreo aleatorio). Casi 60 sitios fueron registrados en esa fracción de valle (Sheets 1983). Dentro de las zonas de muestreo, se hizo reconocimiento intensivo, el cual significa caminar transectos paralelos para revisar la superficie y detectar la existencia de materiales o rasgos culturales. Los transectos normalmente se separan por, idealmente, unos 20 metros.

En la misma época, pero en una escala mucho menor, Amaroli (1979) hizo un reconocimiento sistemático en la zona del lago de Güija.

La construcción de otra presa, la de San Lorenzo, dio lugar a otro proyecto de reconocimiento y rescate iniciado por Boggs en 1980. Lamentablemente, debido en gran parte al conflicto armado, este esfuerzo se vio troncado después de haber obtenido resultados muy parciales.

Fue hasta 20 años después, en 1998, que se reportó otro reconocimiento arqueológico sistemático. Gregorio Bello Suazo hizo un reconocimiento lineal de 132 km en el río Torola, como parte de un estudio de prefactibilidad para posibles presas (Bello Suazo 1998).

Más recientemente, es importante notar que el Departamento de Arqueología de CONCULTURA ha hecho varios reconocimientos de parcelas propuestas para lotificación y situaciones similares.

Debido a la falta de reconocimiento arqueológico, ha relativamente pocos sitios arqueológicos registrados en El Salvador. CONCULTURA custodia el Registro Nacional de Sitios Arqueológicos (RNSA), con fichas para aproximadamente 800 sitios. En realidad, muchos de los formularios carecen de datos elementales sobre la ubicación y descripción de los sitios, por lo cual no pueden ser considerados como registros en el sentido estricto de la palabra. En otros casos, se ha comprobado errores de ubicación mayor de 2 km. Tomando en cuenta sólo aquellas fichas que contienen suficiente información para localizar un sitio razonablemente, el número de sitios registrados sería entre 300 y 400. La gran mayoría de este número fue registrado casualmente, y no como parte de un reconocimiento sistemático de alguna región. Todavía más escasas son las fichas que cumplen con las normas actuales como registros completos, con información adecuada sobre ubicación, límites del sitio, rasgos visibles y descripción de materiales culturales.

Es por estas razones que el RNSA no tiene utilidad para determinar si existe o no un sitio arqueológico en una zona determinada. Para verificar la existencia o ausencia de sitios arqueológicos en una zona, es necesario hacer reconocimiento de campo. El reconocimiento se basa en observaciones de superficie y no puede detectar la existencia de sitios profundamente enterrados, como Joya de Cerén y otros asentamientos cubiertos por erupciones volcánicas. Aunque existen algunos métodos de prospección remota (como georadar), ninguno de ellos es factible aplicar en las extensiones grandes que deber ser recorridas en un reconocimiento típico.

Lo anterior también se aplica al caso del Proyecto SIEPAC. El RNSA no puede ser empleado para determinar la existencia o ausencia de sitios arqueológicos en el área de estudio. Sin embargo, sus datos pueden aportar una apreciación muy preliminar del potencial arqueológico, el cual tendría que ser establecido mediante un reconcomiendo intensivo.

Para la evaluación de recursos arqueológicos en el área de estudio del Proyecto SIEPAC, se siguieron los pasos siguientes:

1. La ruta SIEPAC fue ingresada al programa “Fugawi” que permite integrar lecturas de geoposicionador (GPS), coordenadas de interés, planos y otra información. Una vez ingresada la ruta, se pudo utilizar Fugawi para relacionarla con las coordenadas de sitios arqueológicos.
2. También se utilizó Fugawi para escoger puntos donde se tomó algunas fotografías representativas de la ruta.
3. Se consultó el Registro Nacional de Sitios Arqueológicos (RNSA), seleccionando como relevantes aquellos sitios con coordenadas correspondientes al área de estudio (es decir, el corredor de cuatro kilómetros de ancho). Considerando que se ha comprobado errores de ubicación de hasta dos kilómetros para sitios en el RNSA, también se incluyeron aquellos que se reportaron dentro de esa distancia del área de estudio. Un total de 48 sitios fueron seleccionados.
4. Las coordenadas de los sitios fueron ingresadas a Fugawi y se dibujaron planos basados en los resultados.
5. Se resumió la evaluación de los sitios en la tabla que se presenta a continuación. Tal como se puede apreciar, los 48 sitios incluyen: 18 con arquitectura monumental, 9 con cerámica, o cerámica y obsidiana y 7 con petrograbados. En 11 casos, no hay información útil sobre el sitio. Un total de 5 sitios podrían haber sido inundados por la presa San Lorenzo. En un total de 11 de los sitios con arquitectura monumental, el eje

central de la ruta SIEPAC aparentemente pasa muy cerca o encima, al igual que para 3 de los sitios con petrograbados. Es de tener muy en cuenta que las ubicaciones de los sitios tendrían que ser verificadas antes de llegar a conclusiones firmes sobre su relación con el área de estudio.

Como conclusión preliminar, se puede afirmar que las fichas para los sitios registrados en el RNSA comparten los mismos problemas generales descritos para el RNSA en general, con datos muchas veces imprecisas y, aún en el mejor de los casos, con necesidad de ser actualizadas y ampliadas. No obstante, dentro de las circunstancias, es muy notable la presencia de un número significativo de sitios en el área de estudio, lo cual puede ser interpretado como evidencia de un potencial arqueológico sobresaliente. (Ver anexo 8).

5 DESCRIPCIÓN, CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE ACTUAL EN EL SITIO DEL PROYECTO Y SU ÁREA DE INFLUENCIA	161
5.1 geología y geomorfología.....	161
5.2 edafología.....	163
5.3 agua	164
5.4 Clima	168
5.5 vegetación	169
5.6 fauna	170
5.6.1 Zonas de migración y nidificación de aves.	171
5.7 protección del medio biológico.....	173
5.8 medio socioeconómico.....	174
5.8.1 Situación	174
5.8.2 Población	179
5.8.3 Uso del suelo	222
5.8.4 Comunidades indígenas	292
5.8.5 Paisaje	293
5.8.6 Patrimonio histórico cultural	301

5.9 DESCRIPCIÓN DEL MEDIO POR TRAMOS

Se describe a continuación cada uno de los componentes estudiados en los tramos homogéneos identificados en el área del Proyecto, dentro del área de influencia directa. El área de influencia directa es aquella en la cual se sitúa el trazado de la línea y que se verá afectada directamente por su construcción y operación.

TRAMO ES-1 (RÍO PAZ- HACIENDA TECOLOCOY)

GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

La geología de este tramo se caracteriza por los siguientes materiales de acuerdo a su formación en el tiempo geológico:

- *Materiales Volcánicos del Cuaternario:* Estos materiales se caracterizan por poseer aluviones con intercalaciones de piroclastitas. Desde el Pleistoceno medio hasta el Holoceno se dieron actividades volcánicas explosivas de tipo efusiva de carácter ácido y básico y que se manifiestan en la Formación San Salvador. Estos materiales pudieron verificarse en el campo y coinciden con los mapas geológicos elaborados por otros autores (ver Bibliografía).
- *Materiales volcánicos pertenecientes a la formación San Salvador.* Ésta es la más joven de todas las unidades geológicas de El Salvador y se originó comenzando en el Pleistoceno superior a recientes. La constituyen diferentes materiales volcánicos que consiste en capas piroclásticas con lavas félsicas a máficas entre ellas. La mayor parte de las rocas están pobremente consolidadas a no consolidadas y rellenan la Depresión Central que tiene rumbo oeste-noroeste, limitado al norte con las formaciones del mesozoico-Terciario inferior y al sur con la formación Bálsamo.

Afloran, rocas volcánicas efusivas e intermedias de composición ácida que son más antiguas a las anteriores pero que no se ha definido su nombre litológico.

Estructuralmente se presentan fallas, en su mayoría normales, con dirección predominantemente N-S y NO-SE con longitudes que van desde los 5 km hasta los 15 km.

La erosión muy severa que presenta se da en forma de cárcavas muy profundas que han socavado y están socavando las laderas existentes permitiendo que éstas se vuelvan menos estables. Sin embargo, no se presenta ninguna amenaza por deslizamientos por sus pendientes son menor que el 15%, salvo en la frontera con Guatemala donde las pendientes están entre el 15% y 30%.

La geomorfología se caracteriza por La Depresión de Jaltapagua, la cual inicia en la frontera con Guatemala con un ancho de 20 km y se extiende por varios kilómetros.

EDAFOLOGÍA

Se puede señalar que de acuerdo a las características agrológicas de los suelos del USDA Soli Taxonomy, en este tramo los suelos se enmarcan en las Clases III; IV y V.

Según esta clasificación, los suelos son descritos como de origen volcánico, son suelos profundos a moderadamente profundos. Su textura varía entre franco arenosos y franco arcillosos. Presentan suelos friables o muy firmes, de fertilidad natural media a baja.

El relieve varía entre plano y moderadamente inclinados, presentado una alta susceptibilidad a la erosión hídrica en las partes inclinadas, mientras que en las partes planas generalmente soportan inundaciones periódicas ligeras.

Estos suelos pueden ser usados para diferentes cultivos agronómicos (hortalizas, maíz, frijol, arroz, caña de azúcar, otros), además de pastos, árboles frutales nativos y cultivos permanentes.

Se han observado en comunidades como La Danta, pequeñas plantaciones comerciales de jocote, el cual es cultivado en pequeñas parcelas cercanas a las viviendas del área.

Avanzando en el recorrido de campo, en el área próxima al Río Frío, se observa un patrón continuo en cuanto a la presencia de pequeñas parcelas de caña de azúcar y restos de parcelas de maíz ya cosechado.

Es importante señalar, que en este tramo no se observa plantaciones agrícolas de importancia comercial ni una actividad ganadera significativa. La actividad agrícola correspondía a una agricultura de subsistencia, con pequeñas parcelas de maíz, probablemente alternada con cultivo de frijol; además de yuca, plátano y algunos frutales sembrados en los patios de las casas.

AGUA

En El Salvador hay aproximadamente 360 ríos, en su mayoría de longitud muy corta y de caudal inferior a $1 \text{ m}^3/\text{s}$, siendo la mayoría de ellos estacionales, es decir, con agua durante la estación lluviosa. La zona de influencia del Proyecto SIEPAC atraviesa o está próxima a 31 ríos principales, entre los que destacan el río Paz y que se ubica en este tramo; este que es una de las cuencas más importantes del país.

El río Paz tiene un área de drenaje de 1.991 km^2 , con un caudal máximo de $73 \text{ m}^3/\text{s}$ y un caudal mínimo de $10,4 \text{ m}^3/\text{s}$; con una relación de caudales Min/Max de 14,0%.

La calidad de las aguas superficiales es de 80 a 630 mg/l de TSD y pH de 7,1 a 8,9 (SNET, 2003).

Por su tamaño, El Salvador, podemos dividirlo en cuatro zonas hidrogeológicas. En este tramo encontramos una de ellas.

- *Acuífero San Salvador.* Se compone de rocas piroclásticas y lavas pertenecientes al período cuaternario. La profundidad del nivel freático es variable considerándose que en la parte central tienen un nivel entre 47-50 m, el cual aumenta gradualmente hacia la parte sur de la Colonia Monserrat en San Salvador y especialmente hacia la parte este del volcán

San Salvador teniendo una profundidad de 200 m en las Colonias de San Benito y San Antonio Abad.

En su mayoría los acuíferos volcánicos se desarrollan en rocas de la Era Pleistocena Superior a la Era Reciente; casi todas entran dentro de la Formación San Salvador. Las volcánicas consisten de lavas basálticas a andesíticas, fracturadas a brechiformes, interestratificadas con polvo suelto a moderadamente compacto a piroclásticos de tamaño lapilli. Capas de aluvión intercaudal mayoritariamente grueso y pobremente disperso están presentes entre las capas volcánicas. Existen escorias basal extremadamente permeables que se encuentran presentes localmente en las laderas de los volcanes. Generalmente los acuíferos se encuentran funcionando hidráulicamente en condiciones libres.

Estudios de detalle realizados en materiales de algunas regiones en este tramo indican que tienen muy baja conductividad hidráulica (Rivera, 2003) y que la misma aumenta como consecuencia de fracturaciones recientes a causa del tectonismo de tipo distensivo.

La producción de aguas subterráneas de estos sedimentos varía entre moderadas a grandes cantidades, entre 400 a 40.000 l/s. La primera se da en medio poroso fracturado en los flujos lávicos mientras que las grandes cantidades de aguas se obtienen de las rocas piroclásticas sueltas e intercaladas con aluviones sueltos.

Generalmente los acuíferos se comportan hidráulicamente bajo condiciones de no confinamiento o libres. Las profundidades de los niveles freáticos estáticos varían entre 10 a 100 m. Durante la estación seca los niveles pueden disminuir entre 1 m a 8 m. La mayoría de los flujos de lava tienen transmisibilidad entre 100 m²/día y 500 m²/día. La escoria de basalto tiene transmisibilidad de hasta 10.000 m²/día y los piroclastos poseen transmisibilidades menores a los 100 m²/día.

CLIMA

La precipitación media anual en este tramo es de 1.500 mm (SNET, 2003) y la temperatura media anual es de 24° C. Las temperaturas mínimas y máximas son 15,9 °C y 33,4° C. La humedad relativa máxima es de 81%.

VEGETACIÓN

Las zonas de vida presentes, de acuerdo a la clasificación de Holdridge, están integradas por Bosque Seco Tropical, Bosque Húmedo Subtropical y Bosque Húmedo Subtropical, transición a Subhúmedo. Las formaciones vegetales están compuestas en su mayoría por vegetación abierta arbustiva predominantemente decidua en época seca (matorral y arbustal), zonas de cultivos o mezclas de sistemas productivos y vegetación cerrada principalmente riparia.

En área correspondiente a este tramo se pueden encontrar especies vegetales tales como: *Anacardium occidentales*, *Gliricida sepium*, *Byrsonima crassifolia*, *Gmelina arborea*, *Castilla elastica*, *Hirtella racemosa*, *Cedrela fissilis*, *Cedrela odorata*, *Hymenaea courbaril*, *Ceiba pentandra*, *Mangifera indica*, *Cordia alliodora*, *Mimosa tenuiflora*, *Crescentia alata*, *Myroxylon balsamun*, *Crescentia cujete*, *Enterolobium cyclocarpum*, entre otras.

FAUNA

Entre las especies faunísticas reportadas se encuentran: *Sterna antillarum*, *Eudocimus albus*, *Boa constrictor*, *Ctenosaura quinquecarinatus*, entre otras.

Cabe destacar, la presencia de especies animales en peligro de extinción, tales como: *Mazama americana*, *Canis latrans dickeyi*, *Iguana iguana*, *Agamia agami*, *Leptodon cayanensis*, *Boa constrictor*, *Buteo brachyurus fuliginosus*, *Buteo swainsoni*

PROTECCIÓN DEL MEDIO BIOLÓGICO

Dentro del área de influencia directa del Proyecto se atraviesa la zona protegida de Rancho Grande por el Sistema de Áreas Naturales Protegidas del MARN la cual tiene una extensión de 402 ha, ubicada en el Cantón El Junquillo del Municipio de Ahuachapán en el Departamento del mismo nombre. Su estatus legal es de área transferida al Estado y asignada al MARN para su administración. No hay decreto de declaratoria de área natural protegida, sin embargo bajo

este estatus no puede ser intervenida según la Ley de Medio Ambiente. Sin embargo, para compensar el paso por el área protegida de Rancho Grande se emplearán mecanismos compensatorios como fideicomiso o similar para capacitación y vigilancia de las áreas.

MEDIO SOCIOECONÓMICO

a. Situación socioeconómica

Este tramo cruza en su parte norte, al Municipio de Ahuachapán, localizado en el Departamento de Ahuachapán. Está ubicado a 100 km de la Capital San Salvador, siendo su extensión territorial de 245 km².

La población del Municipio es de 85.460 habitantes de los cuáles el 69% vive en el sector rural.

Los cantones incluidos en el proyecto son La Danta, la Coyotera, Llano de Doña María, Los Magueyes y Santa Rosa Acacalco con una población total cercana a los 6.000 habitantes, además del caserío El Jobo.

Cuadro 5.41. Población de los cantones por los cuales pasará el tendido ES-1

Cantón	Población
La Danta	923
El Junquillo	4.961
Río Frío	2.725

Fuente: Censo de Población. 1992.

En este Municipio la mortalidad infantil alcanza a una proporción de 24 niños por mil. El analfabetismo entre la población de 10 años y más es de un 25%. El 60% de las viviendas tienen piso de tierra; el 64% de la población no cuenta con agua potable; el 21% no dispone de

servicios sanitario y el 37% no cuenta con energía eléctrica. El 24% de los hogares viven en situación de pobreza extrema y el 25% de estos, en situación de pobreza.

Cuadro 5.42: Datos Socioeconómicos del Municipio de Ahuachapán. Tramo Es-1

Indicadores de pobreza (%)	
Decil de pobreza:	5
MORTALIDAD INFANTIL (Por millar):	24
Analfabetismo 10 años y más:	25
Hacinamiento:	29
Viviendas piso y tierra:	60
Rancho chozas y viviendas improvisadas:	4
Sin servicio de agua potable:	64
Sin servicio sanitario:	21
Sin servicio de drenaje:	75
Sin energía eléctrica:	37
Tasa neta de escolaridad 1-6:	50
Tasa neta de escolaridad 7-9:	21
Extra edad 1-6:	42
Extra edad 7-9:	33
Población rural municipio:	69
Hogares en pobreza extrema:	24
Hogares en situación de pobreza:	25

Fuente: FIS / Salvador, 2000.

b. Población:

Aunque El Salvador se caracterice por ser un país de alta densidad poblacional este fenómeno no se refleja en este tramo. Por el contrario, el paisaje se divide en pequeñas parcelas en las cuales se produce maíz, frijoles y el jocote en casi un 95 % de ellas. La exigua cantidad de habitantes de la zona, se debería a diferentes factores y necesidades de la población que no son posibles de satisfacerse en su entorno inmediato, lo que los induce a emigrar a otros lugares, incluyendo el exterior y a las cabeceras departamentales.

c. Economía

La población, en casi toda su totalidad, tiene como principal fuente de ingresos, la agricultura, los hombres dedicados al cultivo de maíz, frijoles, jocote, arreglo o mejoras a las viviendas construidas con adobe. Las mujeres están dedicadas a las labores domésticos y al cuidado de los más jóvenes. En estos cantones existen fincas de tamaños medianas que utilizan mano de obra local, también para su administración.

d. Uso del suelo

Todo el suelo está cultivado desde hace muchas generaciones por lo tanto está sobre explotado ya que no produce lo suficiente para mantener satisfactoriamente las familias de los agricultores.

e. Comunidades indígenas

No existen evidencias de haber existido, ni grupos indígenas que actualmente vivan ahí.

f. Patrimonio histórico –cultural

De acuerdo al informe arqueológico, se encuentran dentro de este tramo los sitios : 3-5 El Tonel, 3-2 El Copinol, 3-1 La Danta, 3-3 Escalante, 4-1 San Venancio.

TRAMO ES-2 (HACIENDA TECOLOCOY-SUB ESTACIÓN AHUACHAPÁN-RÍO ZUNCA)

GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

Dada la distancia entre el tramo ES-1 y este, las características geológicas y geomorfológicas son muy similares al anterior. El mismo se caracteriza por los siguientes materiales:

- *Materiales y sedimentos Volcánicos del Cuaternario u holoceno reciente:* Estos materiales se caracterizan por poseer aluviones con intercalaciones de piroclastitas. Desde el Pleistoceno medio hasta el Holoceno se dieron actividades volcánicas explosivas de tipo efusiva de carácter ácido y básico y que se manifiestan en la Formación San Salvador.

Las rocas y materiales pertenecen a la Formación San Salvador que se considera la más joven de las unidades geológicas de El Salvador y cuya secuencia varia del Pleistoceno superior al holoceno reciente son rocas y materiales volcánicos consistentes en capas piroclásticas con lavas félsicas de color claro ácidas a máficas de coloración oscuras o básicas entre ellas. La mayor parte de las rocas tienen poca consolidación a poca o ninguna consolidación. Estos materiales, además, constituyen el relleno de la Depresión Central que presenta un rumbo oeste-noroeste, limitado al norte con las formaciones del mesozoico-Terciario inferior y al sur con la formación El Bálsamo de mayor edad geológica.

Afloran rocas volcánicas efusivas o volcánicas como son los aglomerados basálticos y rocas intermedias de composición ácida tipo andesitas. Además, piroclastitas ácidas, epiclastitas volcánicas o tobas de color café que en el campo se presentan meteorizadas por efectos del agua.

Específicamente las rocas volcánicas o efusivas básicas o máficas que afloran en este tramo son las andesitas y basaltos conocidas como piroclastitas; las mismas son de coloración oscuras a gris oscuras con poco o ningún contenido de sílice y cuarzo.

Desde el punto de vista estructural existen fallas normales con dirección predominantemente NO-SE y N-S y que tienen longitudes medidas en campo y mapas que van desde los 10 km hasta los 15 km las primeras y menores a 10 km las segundas.

El proceso erosivo en esta área es extendido, intenso y profundo; en este "País de Erosión" (Rode, 1975) el movimiento de masa ocurre a manera de reptación, deslizamientos y hundimientos (Baxter, 1977, 2000b). Las características poco cohesivas de los piroclásticos y lavas máficas meteorizadas, producen en las mismas tendencias a su redondeamiento.

Los aspectos más relevantes de la geomorfología lo constituye la zona del Valle de Izalco y la zona de esfuerzos del Valle de Santa Ana que limitan con la Sierra de Tacaba al Sur y la Depresión Central de El Salvador que son muy claros en los mapas consultados y en la visita de campo.

La calidad de las aguas es, principalmente, dulce pero puede variar a salobre en las cercanías de las áreas geotermales y cuyas temperaturas oscilan entre los 30° C y 40° C

EDAFOLOGÍA

Se presentan suelos que se enmarcan en las Clases III y IV, según la clasificación del uso potencial de los suelos.

Según las características generales de estos suelos, los mismos son por lo general de origen volcánico, profundos a moderadamente profundos, y presentan un relieve plano a inclinado.

Presentan una textura que corresponde a franco, franco arenosos y franco arcillosos; son suelos friables y firmes, de fertilidad natural media.

Los suelos de este tramo pueden presentar problemas de humedad o condiciones de sobre saturación que continua después del drenaje, además de alta susceptibilidad a la erosión causada por el agua, viento o efectos severos de pasadas erosiones

Estos suelos pueden ser utilizados para varios cultivos agronómicos (maíz, sorgo, caña de azúcar, otros), además de pastos y frutales nativos.

Este tramo mantiene características similares al tramo ES-1, de acuerdo a las observaciones en el recorrido de campo, se da el cultivo de pequeñas parcelas de caña de azúcar y maíz ya cosechado.

No se observan plantaciones agrícolas de importancia comercial ni una actividad ganadera significativa. Sin embargo, se pudo verificar que anteriormente en este tramo se ubicaba un ingenio azucarero, del cual todavía se observan algunas estructuras físicas en el área.

En términos generales, la actividad agrícola principal se circunscribe a las actividades agrícolas en pequeña escala y de subsistencia, con pequeñas parcelas de caña de azúcar, maíz, frijol y café en las laderas de las partes más altas.

AGUA

El tramo ES-2 está dentro de la cuenca superficial del río Paz; este tiene un área de drenaje de 1.991 km², con un caudal máximo de 73 m³/s y uno mínimo de 10,4 m³/s con una relación de caudales Min/Max de 14,30%.

La calidad de las aguas superficiales es de 80 a 630 mg/l de TSD y pH de 7,1 a 8,9 (SNET, 2003).

El tramo se encuentra en una de las zonas hidrogeológicas de El Salvador y que incluye:

- *Acuífero San Salvador.* Se desarrolla en rocas piroclásticas y lavas pertenecientes al período cuaternario. La profundidad del nivel freático es variable considerándose que en la parte central tienen un nivel entre 47-50 m, el cual aumenta gradualmente hacia la parte sur de la Colonia Monserrat en San Salvador y especialmente hacia la parte este del volcán San Salvador teniendo una profundidad de 200 m en las Colonias de San Benito y San Antonio Abad.

En su mayoría los acuíferos volcánicos son de la Era Pleistocena Superior a la Era Reciente; casi todas entran dentro de la Formación San Salvador. Las volcánicas consisten de lavas basálticas relativamente no gastadas a andesíticas, fracturadas a brachiformes, interestratificadas con polvo suelto a moderadamente compacto a piroclásticos de tamaño lapilli. Capas de aluvión intercaudal mayoritariamente grueso y pobremente disperso están presentes entre las capas volcánicas. Existen basaltos de escoria extremadamente permeables se encuentran presentes localmente en las laderas de los volcanes.

La producción de aguas subterráneas de estos materiales varía entre moderadas a grandes cantidades. La primera se da en medio poroso fracturado en los flujos lávicos mientras que las grandes cantidades de aguas se obtienen de las rocas piroclásticas sueltas e intercaladas con aluviones sueltos.

Generalmente los acuíferos se comportan hidráulicamente bajo condiciones de no confinamiento o libres. Las profundidades de los niveles freáticos estáticos varían entre 10 metros y 100 metros. Durante la estación seca los niveles pueden disminuir entre 1 m a 8 m. La mayoría de los flujos de lava tienen transmisibilidad entre 100 m²/día y 500 m²/día; la escoria de basalto tiene transmisibilidad de hasta 10.000 m²/día y los piroclastos poseen transmisibilidades menores a los 100 m²/día.

CLIMA

La precipitación media anual en este tramo es de 3.000 mm (SNET, 2003) y la temperatura media anual es de 24,6° C. Las temperaturas mínimas y máximas son 33,3° C y 16,6 ° C. La humedad relativa máxima es de 81%.

VEGETACIÓN

Entre las zonas de vida de este tramo, figuran Bosque Seco Tropical, Bosque Húmedo Subtropical y Bosque Húmedo Subtropical, transición a Sub Húmedo. La vegetación característica está integrada por vegetación abierta arbustiva predominantemente decidua en época seca (matorral y arbustal), zonas de cultivos o mezclas de sistemas productivos y vegetación cerrada principalmente riparia.

Entre las especies vegetales presentes en el Tramo ES-2, se encuentran: *Caesalpinia eriostachys*, *Cordia dentata*, *Cupressus lusitanica*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Gliricida sepium*, *Gmelina arborea*, *Sapindus saponaria*, *Sida acuta*, *Sideroxylon tempisque*, *Spondias mombin*, *Sterculia apetala*, *Swietenia macrophylla*, *Swietenia humilis*, *Tabebuia guayacán*, *Tabebuia rosea*, *Tectona grandis* y *Terminalia oblonga*.

FAUNA

En el Tramo ES-2 se distinguen diferentes especies faunísticas, entre las cuales se encuentran: *Odecoileus virginianus nelsoni*, *Conepatus mesoleucus*, *Cairina moschata*, *Dendrocygna bicolor*, *Oxybelis fulgidus*, *Iguana iguana*, entre otras. Ver anexo, Tabla No. 8. En este tramo se pueden reconocer especies animales en peligro de extinción: *Agouti paca*, *Nyctibius jamaicensis*, *Oxybelis fulgidus*, *Iguana iguana* y especies amenazadas de extinción: *Odecoileus virginianus nelsoni*, *Conepatus mesoleucus*, *Dendrocygna bicolor*, *Egretta thula*, *Boa constrictor* y *Ctenosaura quinquecarinatus*.

PROTECCIÓN DEL MEDIO BIOLÓGICO

En el área de influencia indirecta del Proyecto en el Tramo 2 se encuentra localizada el área protegida de Tahuapa, en el Municipio de Chalchuapa, Departamento de Santa Ana; que al igual que la anterior es zona protegida por el MARN en estado de área No Prioritaria con un área de 76,34 ha.

MEDIO SOCIOECONÓMICO

a. Situación socioeconómica

Este tramo incluye parte del territorio de los municipios de Ahuachapán, Atiquizaya, Turin y San Lorenzo, todos pertenecientes al Departamento de Ahuachapán.

El municipio de Turín ubicado a 116.00 km de San Salvador, en el departamento de Ahuachapán, posee una extensión territorial de 21.00 Km² y cuenta con 5.473 habitantes, de los cuales 48% es población rural y el 52% población urbana.

El Municipio de Atiquizaya, con una extensión territorial de 67 km² y una población de 28.213 habitantes, está ubicado a 113 km de San Salvador.

A su vez, el Municipio de San Lorenzo está a 115 km de San Salvador, tiene una extensión territorial de 48 km² y una población de 7.163 habitantes.

El Municipio de Ahuachapán, fue descrito en el tramo anterior.

La mortalidad infantil varía desde 24 por mil, hasta 45 por mil en los municipios, siendo San Lorenzo el que presente el indicador más elevado, condición que coincide con la inexistencia de servicios básicos que en este municipio es más extrema que en los otros dos, como se puede observar en el Cuadro 5.43. También la proporción de analfabetos es más alta en aquél municipio.

Cuadro 5.43: Datos Socioeconómicos Básicos del Tramo Es-2

Indicadores de Pobreza	Ahuachapán	Atiquizaya	Turin	San Lorenzo
Decil Pobreza	5	6	6	4
Mortalidad Infantil (por millar)	24	29	16	45
Analfabetismo 10 años y más	25	25	22	26
Hacinamiento	29	33	29	43
Viviendas piso y tierra	60	58	57	69
Ranchos, chozas y viviendas improvisadas	4	2	1	4
Sin servicio de agua potable	64	69	79	91

Sin servicio sanitario	21	18	15	31
Sin servicio de drenaje	75	76	86	91
Sin energía eléctrica	37	41	32	51
Tasa Neta de Escolaridad 1-6	50	53	48	53
Tasa Neta de Escolaridad 7-9	21	30	32	31
Extra Edad 1-6	42	42	52	42
Extra Edad 7-9	33	37	46	39
Población Rural Municipio	69	73	48	87
Hogares en Pobreza Extrema	24	--	--	--
Hogares en Situación de Pobreza	25	--	--	--

Fuente: FIS/ Salvador, 2000.

Es un tramo caracterizado por la ruralidad en todo su trayecto, con una marcada presencia de grandes extensiones planas de las haciendas y la poca o nula existencia de parcelas de pequeñas.

b. Población

No hay evidencias de conglomerados de población en el transcurso del tramo estudiado. Los centros poblacionales de los tres municipios por o cuales pasará el tendido sólo serán indirectamente afectados por la línea. Estas ciudades son grandes atractivos para las poblaciones rurales sobre todo las más jóvenes.

Cuadro 5.44 Población de los cantones por los cuales pasará el tendido ES-2

Municipio	Cantón	Población
Ahuachapán	Llano de Doña María	2.944
	La Coyotera	898
	San Lázaro	1.040
	Santa Rosa Acacalco	1.034
Atiquizaya	Loma de Alarcón	1.740
	San Lorenzo	1.768

Fuente: Censo de Población. 1992.

c. Economía

El principal sector productivo de esta zona, es la agricultura, en especial la siembra de maíz y de jocote en algunas parcelas, y café, en las laderas de los pocos cerros existentes. En la última parte del tramo se concentra una gran cantidad actividad cafetalera dado por la topografía, altitud y extensiones territoriales de las fincas.

d. Uso del suelo

No hay bosques primarios ni secundarios; caracterizándose la cubierta vegetal, principalmente, por las vastas extensiones de café que con sus árboles conforman un microclima y paisaje agradable y vistoso para el espectador. Este microclima permite el sostenimiento de riachuelos, quebradas y ríos que mantienen a los ecosistemas de la zona.

e. Comunidades indígenas

Igual que en el tramo anterior no hay presencia de agrupaciones o pueblos indígenas en este tramo.

f. Patrimonio histórico –cultural

Se localizan dentro del tramo 2 los sitios 4-13 Achapuco, 4-12 Las Lajas, 4-6 Los Cerritos, 4-19 Saltiupán, 4-27 El Triunfo, 4-11 Atiquizaya y 4-5 El Chayal.

TRAMO ES-3 RÍO ZUNCA- RÍO SANTA GERTRUDIS. (ENTRE CERRO CIMARRÓN Y CERRO LAS MESAS).

GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

El tramo ES-3, desde el punto de vista geológico y geomorfológico tiene mucha similitud con los anteriores y se caracteriza por los siguientes materiales:

- *Rocas y materiales de origen Volcánicos del Cuaternario u holoceno reciente:* Estos materiales se caracterizan por poseer aluviones intercalándose con las piroclastitas. Desde el Pleistoceno medio hasta el Holoceno se dieron actividades volcánicas explosivas de tipo efusiva de carácter ácido como son las riolitas y básico o máficos como son las andesitas y basaltos y que se conocen geológicamente y afloran en la Formación San Salvador.

Cronológicamente la Formación San Salvador es la más joven de las unidades geológicas de El Salvador. La misma presenta una secuencia del Pleistoceno Superior a Reciente cuyos materiales volcánicos consisten en capas piroclásticas con lavas félsicas o ácidas y máficas o básicas entre ellas. La mayor parte de las rocas tienen poca o ninguna consolidación y las mismas rellenan la Depresión Central que tiene rumbo oeste-noroeste,

limitando al Sur con la Formación Bálsamo y al Norte con las Formaciones del Mesozoico-Terciario Inferior.

En este tramo afloran las rocas volcánicas básicas e intermedias de composición ácida, Además de piroclastitas ácidas, epiclastitas volcánicas o tobas de color café así como corrientes de lavas intercaladas con materiales más resistentes. Estas rocas se encuentran meteorizadas como resultado de la acción intemperizante del agua.

A nivel de escala del estudio, las rocas volcánicas o efusivas básicas que afloran en este tramo son andesitas y basaltos conocidas como piroclastitas, tobas ardientes e ignimbritas.

De acuerdo a la geología estructural se observan fallas, generalmente normales, con rumbo predominantemente NO-SE y longitudes que van desde los 5 km hasta los 10 km.

Existe una erosión muy pronunciada que se manifiesta en la formación de cárcavas y se ha extendido, intensificado y profundizado por el uso del suelo. Esto es lo que se conoce como “País de Erosión” (Rode, 1975); este arrastre ocurre a manera de reptación, deslizamientos y hundimientos (Baxter, 1977, 2000b)

La geomorfología en este tramo se caracteriza por los siguientes aspectos relevantes:

- La zona de esfuerzos del Valle de Santa Ana que limita con la Sierra de Tacaba al Sur y la Depresión de Ipala al NO.

Son tierras geomorfológicamente muy planas y bajas.

EDAFOLOGÍA

Se caracteriza por la presencia de suelos ubicados en las Clases III; IV y V, de acuerdo a la clasificación agrológica de los suelos.

Algunos de los suelos presentan características que los ubican en la Clase III. Son suelos profundos a moderadamente profundos, presentan un relieve plano, con características de

textura franco arenosos a franco arcillosos, de fertilidad natural media a baja y de adecuada capacidad de retención hídrica. Pueden ser utilizados para cultivos de maíz, sorgo, caña de azúcar, musáceas, frutales nativos y pastos.

También se encuentran suelos que se enmarcan en las Clases IV y V. Los suelos de este segmento son de relieve plano y también inclinados. La textura de estos suelos es de tipo franco arcillosa y presentan cierto grado de pedregosidad superficial. Los suelos están afectados por la lenta permeabilidad y drenaje imperfecto y presentan algunas limitaciones para los cultivos intensivos y requieren prácticas y obras especiales de conservación.

En este tramo se observa una variante con respecto a los tramos anteriores; existe una mayor vegetación de tipo boscoso la cual esta asociada con plantaciones comerciales de café de sombra. Estas plantaciones de café de sombra, se ubicaban principalmente en las partes altas y laderas de los cerros adyacentes, como también en las partes más planas a orilla de las carreteras.

En el área aledaña a San Juan, El Espino y la Hacienda El Nazareno (Cantón Galiano), se observa una topografía más plana que los puntos de observación anteriores y un mayor tamaño de las parcelas de cultivos existentes en el área. En esta zona se ubican, principalmente, parcelas comerciales de caña de azúcar, las cuales pertenecen a varios colonos del ingenio azucarero Magdalena, el cual se ubica en este tramo y cultivos de subsistencia, tales como maíz, frijol, plátano y frutales en los patios de casa.

No se observa una actividad ganadera significativa, sin embargo si se pudo observar la existencia de galeras de cría de pollo en forma comercial así como algunas parcelas, en la fase de preparación para la siembra.

AGUA

Este tramo está ubicado en la cuenca superficial del río Aranchacal, la cual aguas abajo toma los nombres de río Puente y Suquiapa junto con sus diferentes afluentes. La característica fundamental de estos drenajes son sus paredes muy abruptas que forman cañones debido a la erosión imperante por lo de los suelos deleznable. El río Suquiapa tiene un área de drenaje de

458 km², un caudal máximo de 67,60 m³/s, uno mínimo de 1,19 m³/s y una relación de caudales máximos o mínimos de 1,80%. El pH de esta agua está entre 7,0 y 8,4; mientras que los TSD están entre 125 y 385 mg/l (SNET, 2003).

El tramo se encuentra en una de las zonas hidrogeológicas de El Salvador y que incluye:

- *Acuífero San Salvador.* Se compone de rocas piroclásticas y lavas pertenecientes al período cuaternario. La profundidad del nivel freático es variable considerándose que en la parte central tienen un nivel entre 47-50 m, el cual aumenta gradualmente hacia la parte sur de la Colonia Monserrat en San Salvador y especialmente hacia la parte este del volcán San Salvador teniendo una profundidad de 200 m en las Colonias de San Benito y San Antonio Abad.

Estos acuíferos volcánicos son de la Era Pleistocena y anteriores; casi todos entran dentro de la Formación San Salvador. Estos consisten en lavas basálticas y andesíticas altamente desgastadas y piroclastos alterados y compactados.

Generalmente estos acuíferos se encuentran funcionando hidráulicamente en condiciones libres. La producción de aguas subterráneas de estos materiales varía entre muy pequeñas a pequeña, entre 4 a 400 l/min. Generalmente los acuíferos se comportan hidráulicamente bajo condiciones de no confinamiento o libres. Las profundidades de los niveles freáticos estáticos varían entre 1 m y 200 m durante la estación seca de noviembre a abril. La transmisibilidad es menor a los 10 m²/día; las mayores producciones se dan a través de grandes fracturas.

CLIMA

La precipitación media anual en este tramo es de 2.100 mm (SNET, 2003) y la temperatura media anual es de 24,3° C. Las temperaturas mínimas y máximas son 33,0° C y 17,2 ° C. La humedad relativa máxima es de 79%.

VEGETACIÓN

En este tramo se destacan cuatro zonas de vida, las cuales son: Bosque Húmedo Subtropical, transición a Sub Húmedo, Bosque Húmedo Sub Tropical, Bosque Húmedo Sub Tropical, transición a Tropical y Bosque Seco Tropical. Se diferencian cinco formaciones vegetales: zonas de cultivos o mezclas de sistemas productivos, vegetación abierta arbustiva predominantemente decidua en época seca (matorral y arbustal), vegetación cerrada tropical ombrófila semidecidua de tierras bajas, zonas de cultivos permanentes (cafetales) y sistema productivo con vegetación leñosa natural o espontánea.

En el Tramo ES-3, se pueden encontrar especies vegetales tales como: *Tabebuia rosea* (maquilishuat), *Cedrela odorata* (cedro), *Calycophyllum candidissimum* (salamo), *Cordia alliodora* (laurel), *Simarouba glauca* (aceituno), *Crescentia alata* (morro), *Carica mexicana*, *Omphalea oleiphera*, *Cnidocolus sp.*, *Talisia olivaeformis*, *Clorophora tinctoria*, *Plumeria rubra*, *Calycophyllum candidissimum*, *Tonduzia longifolia*, entre otras.

FAUNA

La variedad faunística de este tramo esta representada por: *Enchisthenes hartii*, *Marmosa Mexicana*, *Egretta thula*, *Columbina passerina*, *Iguana iguana*, *Ctenosaura quinquecarinatus*, entre otras. Cabe mencionar que en este tramo existen especies animales amenazadas de extinción, entre las que podemos mencionar: *Coendou mexicanus*, *Ortalis leucogastra*, *Penelopina nigra*, *Boa constrictor*, y especies en peligro de extinción, entre las que se encuentran: *Canis latrans dickeyi*, *Agouti paca*, *Nyctibius jamaicensis*, *Crax rubra rubra*, *Crotalus durissus* y *Celestus atitlanencis*.

PROTECCIÓN DEL MEDIO BIOLÓGICO

En el área de influencia directa del tramo 3 encontramos al zona protegida de Las Tablas, en el Municipio de El Porvenir, Departamento de Santa Ana. Cuenta con un área 24,28 ha y se encuentra en estado de No Prioridad por el MARN.

MEDIO SOCIOECONÓMICO

- a. Situación socioeconómica

Este tramo cruza parte de los municipios de Atiquizaya, Chalchuapa, El Porvenir y Candelaria de la Frontera, pertenecientes, el primero al Departamento de Ahuachapán, y los demás al de Santa Ana.

El Municipio de Atiquizaya, con una extensión territorial de 67 km² y una población de 28.213 habitantes, está ubicado a 113 km de San Salvador.

El municipio de Chalchuapa ubicado a 78,00 km de San Salvador, en el departamento de Santa Ana, posee una extensión territorial de 166,00 km² y cuenta con 64.828 habitantes, de los cuales 61% es población rural y el 39% población urbana.

El Porvenir, está ubicado a 77 km de San Salvador, también en el Departamento de Santa Ana. Posee una extensión territorial de 53 km² en la que residen 6.253 habitantes.

El Municipio de Candelaria de la Frontera está ubicado a 87 km de San Salvador en el Departamento de Santa Ana. Posee una extensión territorial de 91 km² en los cuales viven 21.951 habitantes.

Cuadro 5.45: Datos Socio Económicos Básicos del Tramo Es-3

Datos Económicos Básicos Indicadores de Pobreza	Atiquizaya	Chalchuapa	El Porvenir	Candelaria de la Frontera
Decil Pobreza	6	6	4	5
Mortalidad Infantil (por millar)	29	38	11	41
Analfabetismo 10 años y más	25	22	32	32
Hacinamiento	33	33	44	38
Viviendas piso y tierra	58	45	69	53
Ranchos, chozas y viviendas improvisadas	2	4	12	3
Sin servicio de agua potable	69	52	82	74
Sin servicio sanitario	18	15	34	28
Sin servicio de drenaje	76	70	94	82
Sin energía eléctrica	41	27	47	29
Tasa Neta de Escolaridad 1-6	53	53	43	41
Tasa Neta de Escolaridad 7-9	30	30	15	15
Extra Edad 1-6	42	49	46	41
Extra Edad 7-9	37	34	41	47

Población Rural Municipio	73	61	85	77
---------------------------	----	----	----	----

Fuente: FIS / Salvador, 2000.

Tal como se observa en el cuadro consolidado de los datos económicos y sociales existe una estrecha relación de pobreza en los municipios; pero en cambio, la mortalidad infantil, en el Municipio de El Porvenir es tres veces menor que en los otros.

Es notorio el alto el porcentaje de viviendas (82%) que no cuentan con agua potable, al igual que el servicio de drenaje, condición que caracteriza por igual a los cuatro municipios.

De los cuatros municipios el que presenta los mejores indicadores de escolaridad es Atiquizaya y Chalchuapa, en los subsistemas escolares de 1-6 y de 7 a 9, o sea en el nivel Primario y el nivel de Pre-Media o Básica.

Este tramo presenta una dinámica socioeconómica diferente al tramo 2, ya que existe una mayor concentración de pequeñas y medianas fincas de café, diversidad de actividades económicas y numerosos grupos poblacionales pequeños y dispersos.

b. Población

Los cuatro municipios que conforman esta ruta se caracterizan por presentar una alta densidad poblacional. A saber, El Porvenir, Chalchuapa y Candelaria de La Frontera presentan una densidad poblacional de 118, 390 y 142 hab/km² respectivamente. El Refugio es notoriamente más densamente poblado, con 464 hab/km².

El Estado ha adquirido numerosas parcelas en el medio rural y las ha loteado como una forma de responder a las necesidades de espacio y vivienda a una gran cantidad de familias desplazadas por la guerra y por el terremoto.

La zona por la cual pasará el tendido, es rural y despoblada, quedando las cabeceras municipales sólo dentro de su zona de influencia indirecta.

Cuadro 5.46 Población de los cantones por los cuales pasará el tendido ES-3

Municipio	Cantón	Población
Atiquizaya	Zunca	2.056
	San Juan El Espino	1.371
Chalchuapa	El Galeano	9.744
	San Sebastián	1.590
	La Magdalena	3.357
El Porvenir	Santa Rosa Senca	1.659
	San Cristóbal	1.628
Candelaria de la Frontera	La Parada	1.435
	San José Pinalito	2.554

Fuente: Censo de Población. 1992.

c. Economía

Cuatro actividades económicas sobresalen en este tramo: la agricultura intensiva comercial constituida por la producción de caña de azúcar, arroz, maíz, la ganadería, el cultivo del café y la agroindustria derivada de la caña. Estas actividades son las que generan la mayor parte de los empleos directos e indirectos en la zona.

d. Uso del suelo:

La mayor extensión del suelo está dedicada a las actividades agrícolas, ganaderas y de vivienda. En esta zona el crecimiento vertiginoso de la población, que según proyecciones del DIGESTYC debería, en el caso de El Refugio, crecer un 145% hasta el año 2010 y el incremento de los loteos para viviendas, podría representar un riesgo, desde el punto de vista alimentario, a estas poblaciones.

e. Comunidades indígenas

No existirían grupos indígenas dentro de la línea del corredor.

f. Patrimonio histórico-cultural

Se localizan los sitios de interés arqueológicos 9-5 San Juan El Espino, 9-7 San Nicolás, 9-6 San Antonio Zacamil, 9-4 La Magdalena y 9-1 El Singuil.

TRAMO ES-4 RÍO SANTA GERTRUDIS- CANTÓN EL ÁNGEL TALCUALHUYA (CARRETERA AL NORTE DE SAN JUAN OPICO Y AL SUR DE SAN PABLO TACACHICO)

GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

Este tramo se caracteriza por los siguientes materiales que afloran a lo largo del mismo:

- *Sedimentos, rocas y materiales Volcánicos pertenecientes al holoceno reciente o también conocido como Cuaternario:* Estos materiales se caracterizan por poseer aluviones con intercalaciones de piroclastitas. Las actividades volcánicas explosivas de tipo efusivas y de composición ácida y básica se dieron desde el Pleistoceno medio hasta el Holoceno. Las mismas se manifiestan también en la Formación San Salvador.

La formación denominada San Salvador es la más joven de todas las unidades geológicas de El Salvador y en la secuencia del Pleistoceno Superior a Reciente que se caracteriza por poseer rocas volcánicas constituidas principalmente por capas piroclásticas con intercalaciones de lavas félsicas a máficas entre ellas. La mayor parte de las rocas están pobremente a no consolidadas y las mismas rellenan la Depresión Central que tiene rumbo oeste-noroeste, limitado al Norte con las Formaciones del Mesozoico-Terciario Inferior y al Sur con la Formación Bálsamo.

Afloran las rocas volcánicas efusivas e intermedias de composición ácida. Además de piroclastitas ácidas conocidas localmente como “tierra blanca”, epiclastitas volcánicas o tobas de color café, corrientes de lavas intercaladas.

Las rocas volcánicas o efusivas básicas que afloran en este tramo son las andesitas y basaltos conocidas como piroclastitas, además de tobas ardientes y fundidas.

Estructuralmente se presentan fallas con dirección predominantemente NO-SE y E-O con longitudes que van desde los 25 km las primeras hasta los 10 km. Existen otras fallas menores con rumbo NO-SE que no sobrepasan los 5 km de longitud.

La geomorfología en este tramo se caracteriza por los siguientes aspectos relevantes:

- *La Depresión Central de El Salvador* ubicada entre País Montañoso y la Región de relieves volcánicos del Cuaternario Superior. Los centros volcánicos Cuaternarios y Recientes de El Salvador se elevan dentro de la conocida Depresión ó Graben Central, una estructura extensional del Plioceno tardío de unos 20 a 30 km de ancho, que se encuentra a lo largo

del territorio salvadoreño con una dirección NO-SE. Este Graben o Fosa, corta el basamento Terciario compuesto en términos generales de lavas basálticas, andesitas, tobas, aglomerados y algunos depósitos de diatomita.

El efecto en el uso inadecuado de los suelos ha traído como consecuencia un aumento en los procesos erosivos. Este proceso erosivo en el tiempo geológico ha rellenado parte de esta depresión.

La elevación más alta característica en este tramo es el volcán de San Salvador cuya elevación es superior a los 2.000 msnm

EDAFOLOGÍA

Los suelos de este tramo se ubican, de acuerdo a la clasificación agrológica de los suelos, en Clases IV; V y VI. Estos suelos son de moderadamente profundos a superficiales, presentando pendientes que van de un grado moderado a complejas y, además, presentan una fertilidad natural media a baja.

Considerando las características de los suelos de este tramo, podemos señalar que requieren de cuidadosas prácticas de conservación y manejo de los mismos, con el objeto de disminuir la susceptibilidad que tienen estos suelos a la erosión hídrica.

Se encuentran en este tramo cultivos de gran importancia como los de la caña de azúcar, las hortalizas, frutales y pastos; estos últimos para ganadería intensiva. Existe abundante vegetación, lo cual está asociado a una mayor disponibilidad de fuentes de agua. A lo largo de esta zona se ubican pequeñas parcelas de maíz, caña de azúcar, frijol y pastos, las cuales son cultivadas con el uso de riego.

En la parte sur de la zona, a lo largo de todo el borde, se encuentra una faja de terrenos que se han incluido en la zona de café de Santa Ana. Esta faja tiene aproximadamente 5 km de ancho por 30 km de largo y está formada por suelos profundos y de buena fertilidad y de relieve llano a

ondulado, que en su mayor parte podrían responder muy bien a las prácticas de riego. Sin embargo, se ha preferido ubicarla en la zona de café por tener un alto rendimiento actual.

En el recorrido de campo, por el área de influencia del trazado de la línea del Proyecto, dentro de este tramo no se observó plantaciones comerciales de café que pudieran verse afectadas por la construcción de la línea.

AGUA

Este tramo está dentro de la cuenca superficial del río Lempa, con sus afluentes río Suquiapa y Sucio. La característica fundamental de estos drenajes son sus paredes muy abruptas que forman cañones debido a la erosión imperante por lo de los suelos deleznable. El río Suquiapa tiene un área de drenaje de 458 km², un caudal máximo de 67,60 m³/s, uno mínimo de 1,19 m³/s y una relación de caudales mínimos y máximos de 1,80%. El río Sucio tiene un área de drenaje de 379 km², un caudal máximo de 60,30 m³/s y un caudal mínimo de 0,87 m³/s. La relación de caudales mínimo y máximo es de 1,40%. El pH de esta agua es de 8,3 mientras que los TSD es de 435mg/l (SNET, 2003).

El tramo se encuentra en una de las zonas hidrogeológicas de El Salvador y que incluye:

- *Acuífero San Salvador.* Se compone de rocas piroclásticas y lavas pertenecientes al período cuaternario. La profundidad del nivel freático es variable considerándose que en la parte central tienen un nivel entre 47-50 m, el cual aumenta gradualmente hacia la parte sur de la Colonia Monserrat en San Salvador y especialmente hacia la parte este del volcán San Salvador teniendo una profundidad de 200 m en las Colonias de San Benito y San Antonio Abad.

En su mayoría los acuíferos volcánicos son de la Era Pleistocena y anteriores; algunas están dentro de la Formación San Salvador y en la Formación de Cuscatlán. Consisten en capas alternadas de basaltos moderadamente desgastados a lavas andesíticas interestratificadas con suaves a altamente compactados piroclastos y aluviones no consolidados. Las capas de aluvión son mayoritariamente gruesas entre 10 m y 15 m.

Generalmente los acuíferos se encuentran funcionando hidráulicamente en condiciones libres pero localmente se pueden encontrar confinados. La producción de aguas subterráneas de estos sedimentos varía entre pequeñas a moderadas, entre 40 a 4.000 l/min.

Las profundidades de los niveles freáticos estáticos varían entre 1 y 200 m durante la estación seca de noviembre a abril. La transmisibilidad en las lavas es menor a los 100 m²/día y los piroclastos menores a los 50 m²/día. Las mejores áreas están en la base de los volcanes o en las zonas de grandes fracturas.

CLIMA

La precipitación media anual en este tramo es de 1.800 mm (SNET, 2003) y la temperatura media anual es de 24,1° C. Las temperaturas mínimas y máximas son 32,4° C y 16,6 ° C. La humedad relativa máxima es de 85%.

VEGETACIÓN

En el Tramo ES-4 nos encontramos con zonas de vida características de Bosque Húmedo Sub Tropical, transición a Sub Húmedo, Bosque Húmedo Sub Tropical, Bosque Húmedo Sub Tropical, transición a Tropical y Bosque Seco Tropical.

Entre las formaciones vegetales presentes en este tramo se distinguen: zonas de cultivos o mezclas de sistemas productivos, vegetación abierta arbustiva predominantemente decidua en época seca (matorral y arbustal), vegetación cerrada tropical ombrófila semidecidua de tierras bajas, zonas de cultivos permanentes (cafetales) y sistema productivo con vegetación leñosa natural o espontánea.

En el Tramo ES-4, se pueden encontrar especies vegetales tales como: *Tabebuia rosea* (maquilishuat), *Cedrela odorata* (cedro), *Alvaradoa amorphoides* (plumajillo), *Trichilia glabra* (jocotillo), *Guazuma ulmifolia* (caulote), *Switenia humilis* (caoba), *Gliricidia sepium* (madrecacao), *Simarouba glauca* (aceituno), *Crescentia alata* (morro), *Carica mexicana*, *Plumeria rubra*, *Calycophyllum candidissimum*, *Tonduzia longifolia*, entre otras.

FAUNA

Entre las especies faunísticas características del tramo están: *Myotis velifer velifer*, *Didelphis marsupialis*, *Agamia agami*, *Zenaida asiática*, *Micrurus nigrocinctus zunilensis*, *Ctenosaura quinquecarinatus*, entre otras. En este tramo se encuentran presentes especies en peligro de extinción: *Marmosa Mexicana*, *Bubo virginianus*, *Crax rubra rubra*, *Iguana iguana*, *Ctenosaura quinquecarinatus* y especies amenazadas de extinción: *Coendou mexicanus*, *Porzana carolina*, *Passer domesticus*, *Boa constrictor*, entre otras

PROTECCIÓN DEL MEDIO BIOLÓGICO

En este tramo se localiza, en el área de influencia indirecta, el sitio de El Chaparrón en el Municipio de Santa Ana, Departamento de Santa Ana el cual posee un área de 117,17 ha y mantiene un estado de No Prioritario y ha sido transferido al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. También se encuentra el Complejo de San Jerónimo en el Municipio de Candelaria de la Frontera, Departamento de Santa Ana, el cual ha sido transferido al MARN y se mantiene bajo un estado de No Prioritario.

MEDIO SOCIOECONÓMICO

a. Situación socioeconómica

Este tramo lo integran los Municipios de Santa Ana, Texistepeque, Coatepeque, San Pablo Tacachico y San Juan Opico.

El Municipio de Santa Ana está ubicado a 65 km de San Salvador, en el Departamento de Santa Ana, con una extensión territorial de 400 km², con 210.970 habitantes.

El Municipio de Texistepeque, ubicado a 82 km de San Salvador, en el Departamento de Santa Ana, posee una extensión territorial de 179 km² y 18.143 habitantes.

El Municipio de Coatepeque, ubicado a 77 km de San Salvador, con una extensión territorial de 127 km², cuenta con 38.198 habitantes.

El municipio de San Pablo Tacachico ubicado a 54 kilómetros de San Salvador, en el departamento de La Libertad, posee una extensión territorial de 129 km² y cuenta con 18.707 habitantes, de los cuales 85% es población rural y el 15% población urbana.

El municipio de San Juan Opico ubicado a 39 kilómetros de San Salvador, en el departamento de La Libertad, posee una extensión territorial de 219 km² y cuenta con 51.701 habitantes, de los cuales 89% es población rural y el 11% población urbana.

Este tramo transcurre por cinco municipios y dos departamentos, siendo el Municipio de San Pablo Tacachico el que tiene el más bajo índice (3%) de pobreza. El más alto es el de Santa Ana, con un 8%.

El promedio de mortalidad infantil es de 32% en el Municipio de Santa Ana con un 32%, proporción bastante más elevada que en los otros tres.

Otra característica socioeconómica sobresaliente de este tramo es el analfabetismo que alcanza proporciones del orden del 42% en San Pablo Tacachico. El agua potable es otro problema que se manifiesta principalmente en este municipio, estando un 98% de su población desabastecida, aunque de los cuatro, sólo uno, Santa Ana, presenta una cantidad razonable de hogares que no acceden a este servicio. La baja tasa de escolaridad en el subsistema de 1-6 años es otro factor evidente en los cinco municipios, siendo que los niños de San Pablo Tacachico son los más desatendidos.

Cuadro 5.47: Datos Socioeconómicos Básicos del Tamo Es-4

Indicadores de Pobreza (%)	Santa Ana	Texistepeque	Coatepeque	San Pablo Tacachico	San Juan Opico
Decil Pobreza	8	5	4	3	5
Mortalidad Infantil (por millar)	32	26	22	30	33
Analfabetismo 10 años y más	20	35	33	42	33
Hacinamiento	23	35	38	47	39
Viviendas piso y tierra	26	54	60	65	47
Ranchos, chozas y viviendas improvisadas	2	3	15	6	4
Sin servicio de agua potable	36	77	75	98	72

Sin servicio sanitario	9	37	29	30	19
Sin servicio de drenaje	47	89	86	92	85
Sin energía eléctrica	18	31	58	35	36
Tasa Neta de Escolaridad 1-6	59	44	40	32	41
Tasa Neta de Escolaridad 7-9	37	19	8	11	22
Extra Edad 1-6	52	48	50	55	53
Extra Edad 7-9	39	42	74	61	48
Población Rural Municipio	34	89	88	85	89

Fuente: FIS / Salvador, 2000.

En este tramo se mezclan las medianas explotaciones con las pequeñas y prevalece una topografía irregular. Los pueblos y poblaciones de esta zona disponen mejores condiciones urbanísticas y la pobreza de los agricultores está dispersa en los alrededores.

b. Población

En este tramo se mantiene las características poblacionales antes mencionadas, parcelaciones rurales divididas en lotes para la residencia de las personas.

Cuadro 5.48. Población de los cantones por los cuales pasará el tendido ES-4

Municipio	Cantón	Población
Santa Ana	Pinalon	1.263
	Ayuta	3.710
	Los Apoyos	2.699
	Pinalito	1.197
	Nancintepeque	3.333
Texistepeque	Cujucuyo	3.017
	Chilcuyo	2.885
Coatepeque	San Felipe	611
San Pablo Tacachico	Mogotes	1.671
	Moncagua	2.110
San Juan Opico	San José La Cueva	865
	El Ángel Talcualuya o El Carmen	2.331

Fuente: Censo de Población. 1992.

c. Economía

Las actividades económicas giran en torno a la agricultura de subsistencia con los productos básicos: maíz, frijoles, jocotes y parcelas de pasto.

d. Uso del suelo

Todo el tramo está dedicada a las actividades agrícolas de subsistencia, pastizales, espacios con árboles de tamaño, parcelas lotificadas para residencias rurales, pequeñas huertas de cafetales y otras plantaciones menores de uso en las familias rurales.

e. Comunidades indígenas

No se encontró grupos o familias de indígenas como tal dentro del tramo estudiado.

f. Patrimonio histórico cultural

No se observó ningún patrimonio histórico cultural en el tramo o la línea de instalación eléctrica.

TRAMO ES-5 HACIENDA SAN DIEGO-CANTÓN Y CASERÍO GALERA QUEMADA

GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

Este tramo desde el punto de vista geológico se caracteriza por los siguientes materiales:

- *Materiales Volcánicos del Cuaternario:* Estos materiales se caracterizan por poseer aluviones con intercalaciones de piroclastitas. Desde el Pleistoceno Medio hasta el Holoceno se dieron actividades volcánicas explosivas de tipo efusiva de carácter ácido y básico y que se manifiestan en la Formación San Salvador.

La Formación San Salvador es la más joven de las unidades geológicas de El Salvador y la secuencia del Pleistoceno Superior a Reciente que consiste en capas piroclásticas con lavas félsicas a máficas entre ellas. La mayor parte de las rocas están pobremente a no consolidadas y rellenan la Depresión Central que tiene rumbo oeste-noroeste, limitado al Norte con las Formaciones del Mesozoico-Terciario Inferior y al Sur con la Formación Bálsamo.

Afloran las rocas volcánicas intermedias de composición ácida. Además de piroclastitas ácidas conocidas localmente como “tierra blanca”, epiclastitas volcánicas o tobas de color con café, corrientes de lavas intercaladas.

Las rocas volcánicas básicas que afloran en este tramo son las andesitas y basaltos conocidas como piroclastitas, además de tobas ardientes y fundidas.

Estructuralmente se presentan fallas con dirección predominantemente NO-SE y E-O con longitudes que van desde los 15 km las primeras hasta los 10 km. Existen otras fallas menores con rumbo NO-SE que no sobrepasan los 5 km de longitud.

La geomorfología se caracteriza por los siguientes aspectos relevantes:

- *La Depresión Central de El Salvador* ubicada entre País Montañoso y la Región de relieves volcánicos de Cuaternario Superior.

La tierra alta característica es el volcán de San Salvador.

EDAFOLOGÍA

De acuerdo a la clasificación agrológica, están presentes los suelos de la Clase IV y VI que son suelos que van de moderadamente profundos a superficiales, presentando pendientes que van de un grado moderado a complejas y además presentan una fertilidad natural media a baja.

Considerando las características de los suelos de este tramo, podemos señalar que requiere de cuidadosas prácticas de conservación y manejo de los mismos, a objeto de disminuir la susceptibilidad que tienen estos suelos a la erosión hídrica.

Estos suelos pueden ser usados para cultivos permanentes, especies nativas de árboles frutales y de sombra, además de ciertos cultivos anuales. Los terrenos de pendientes más bajas pueden adecuarse a la explotación ganadera a base de gramíneas forrajeras.

Existen cultivos son de gran importancia, tal es el caso de la caña de azúcar, maíz, hortalizas y el cultivo de pasto, el cual es utilizado para la ganadería intensiva que se da en el área.

Al inicio de este tramo, se observa una menor disponibilidad de agua, comparativamente con el tramo anterior. En este punto, la actividad principalmente observada, corresponde al cultivo de maíz y la ganadería.

Entre los sitios Nejapa y la Hacienda Atapasco, se observa una mayor disponibilidad de agua y la topografía existente es en forma de un valle, en el cual el cultivo principal es la caña de azúcar y algunas parcelas de maíz que se ubican en la ladera de las colinas. Es importante señalar que en esta área se observó un pequeño ingenio azucarero, alrededor del cual se ubican algunas parcelas de caña de azúcar que utilizan riego por aspersión.

AGUA

El tramo ES-5 está ubicado dentro de la cuenca superficial del río Lempa, con sus afluentes río Suquiapa y Sucio. La característica fundamental de estos drenajes son sus paredes muy abruptas que forman cañones debido a la erosión imperante por lo de los suelos deleznable. El río Suquiapa tiene un área de drenaje de 458 km², un caudal máximo de 67,60 m³/s, uno mínimo de 1,19 m³/s y una relación de caudales mínimos y máximos de 1,80%. El río Sucio tiene un área de drenaje de 379 km², un caudal máximo de 60,30 m³/s y un caudal mínimo de 0,87 m³/s. La relación de caudales mínimo y máximo es de 1,40%. El pH de esta agua es de 8,3 mientras que los TSD es de 435mg/l (SNET, 2003).

El tramo se encuentra en una de las zonas hidrogeológicas de El Salvador y que incluye:

- *Acuífero San Salvador.* Se compone de rocas piroclásticas y lavas pertenecientes al período cuaternario. La profundidad del nivel freático es variable considerándose que en la parte central tienen un nivel entre 47-50 m, el cual aumenta gradualmente hacia la parte sur de la Colonia Monserrat en San Salvador y especialmente hacia la parte este del volcán San Salvador teniendo una profundidad de 200 m en las Colonias de San Benito y San Antonio Abad.

En su mayoría estos acuíferos volcánicos son de la Era Pleistocena y anteriores; algunas están dentro de la Formación San Salvador y en la Formación de Cuscatlán. Consisten en capas alternadas de basaltos moderadamente desgastados a lavas andesíticas interestratificadas con suaves a altamente compactados piroclastos y aluviones no consolidados. Las capas de aluvión son mayoritariamente gruesas entre 10m y 15m.

La producción de aguas subterráneas de estos sedimentos varía entre pequeñas a moderadas, entre 40 a 4.000 l/min. Generalmente los acuíferos se comportan hidráulicamente bajo condiciones de no confinamiento o libres en muchos casos. Las profundidades de los niveles freáticos estáticos varían entre 1 y 200 m durante la estación seca de noviembre a abril. La transmisibilidad en las lavas es menor a los 100 m²/día y los piroclastos menores a los 50 m²/día. Las mejores áreas están en la base de los volcanes o en las zonas de grandes fracturas.

Este tramo, también abarca otro sistema de acuíferos que se caracteriza por rocas volcánicas consistentes en lavas basálticas relativamente no gastadas a andesíticas, fracturadas a brachiformes, interestratificadas con polvo suelto a moderadamente compacto a piroclásticos de tamaño lapilli. Capas de aluvión intercaudal mayoritariamente grueso y pobremente disperso están presentes entre las capas volcánicas. Existen basaltos de escoria extremadamente permeables se encuentran presentes localmente en las laderas de los volcanes. Generalmente los acuíferos en este tramo se encuentran funcionando hidráulicamente en condiciones libres.

La producción de aguas subterráneas de estos sedimentos varía entre moderadas a grandes cantidades, entre 400 a 40.000 l/s. La primera se da en medio poroso fracturado en los flujos lávicos mientras que las grandes cantidades de aguas se obtienen de las rocas piroclásticas sueltas e intercaladas con aluviones sueltos.

Las profundidades de los niveles freáticos estáticos varían entre 10 y 100 m. Durante la estación seca los niveles pueden disminuir entre 1 m a 8 m. La mayoría de los flujos de lava tienen transmisibilidad entre 100 m²/día y 500 m²/día. La escoria de basalto tiene

transmisibilidad de hasta 10.000 m²/día y los piroclastos poseen transmisibilidades menores a los 100 m²/día.

La calidad de las aguas es mayoritariamente dulce en todas las áreas pero puede variar su calidad a salobre en las cercanías de las áreas geotermales y temperaturas que oscilan entre los 30° C y 40° C. Puede estar contaminada biológicamente de manera local en acuíferos someros.

CLIMA

La precipitación media anual en este tramo es de 1.800 mm (SNET, 2003) y la temperatura media anual es de 24,1° C. Las temperaturas mínimas y máximas son 32,4° C y 16,6 ° C. La humedad relativa máxima es de 85%.

VEGETACIÓN

La extensión del tramo atraviesa las zonas de vida Bosque húmedo subtropical y Bosque húmedo subtropical, transición a tropical. Las formaciones vegetales existentes están conformadas por: zonas de cultivos forestales o frutales, zonas de cultivos o mezclas de sistemas productivos y Sistemas productivos mixtos.

Las especies vegetales características de este tramo son: *Swietenia macrophylla*, *Cedrela salvadorensis*, *Ceiba pentandra*, *Myroxylon balsamun*, *Hymenaea courbaril*, *Tabebuia guayacán*, *Tabebuia rosea* (maquilishuat), *Cedrela odorata* (cedro), *Trichilia glabra* (jocotillo), *Guazuma ulmifolia* (caulote), *Swietenia humilis* (caoba), *Gliricidia sepium* (madrecacao), *Simarouba glauca* (aceituno), *Crescentia alata* (morro), entre otras.

FAUNA

Existen especies animales amenazadas de extinción: *Canis latrans dickeyi*, *Icterus chrysater*, *Tyto alba*, *Micrurus nigrocinctus zunilensis*, y especies en peligro de extinción: *Marmosa Mexicana*, *Amazona albifrons ana*, *Pharomachrus mocinno mocinno* e *Iguana iguana*.

PROTECCIÓN DEL MEDIO BIOLÓGICO

En el área de influencia indirecta del Proyecto se encuentra la zona protegida de Talcualhuya en el Municipio de San Juan Opico en el Departamento de La Libertad, con una superficie total de 982,9 ha. El trazado se modificó con el fin de evitar el paso por esta área, quedando el sitio de Talcualhuya a una distancia de 500 m del vértice más cercano a la línea.

MEDIO SOCIOECONÓMICO

a. Situación socioeconómica

En este tramo intervienen los municipios de San Matías y Quetzaltepeque.

El Municipio de San Matías está ubicado a 34 kilómetros de San Salvador en el Departamento de La Libertad, posee una extensión territorial de 53 km² y una población de 7.358 habitantes.

Por su parte el municipio de Quetzaltepeque se encuentra ubicado a 25 kilómetros de San Salvador en el Departamento de La Libertad, posee una extensión territorial de 125 km² y cuenta con 46.093 habitantes.

La situación socioeconómica del tramo se caracteriza por un alto índice de mortalidad infantil, 38,5% y la falta de agua potable en un 70,5% de las viviendas de los municipios. Por otro lado es alto el número de viviendas sin energía eléctrica (41,5%) la falta de drenaje y servicios sanitarios (79 y 20%).

Cuadro 5:49 Datos Socioeconómicos Básicos del Tramo Es-5

Indicadores de Pobreza (%)	Quetzaltepeque	San Matías
Decil Pobreza	6	4
Mortalidad Infantil (por millar)	54	23
Analfabetismo 10 años y más	24	40
Hacinamiento	31	46
Viviendas piso y tierra	31	61

Ranchos, chozas y viviendas improvisadas	2	3
Sin servicio de agua potable	53	88
Sin servicio sanitario	13	27
Sin servicio de drenaje	62	96
Sin energía eléctrica	25	58
Tasa Neta de Escolaridad 1-6	55	41
Tasa Neta de Escolaridad 7-9	30	12
Extra Edad 1-6	52	50
Extra Edad 7-9	42	46
Población Rural Municipio	51	75

Fuente: FIS / Salvador, 2000.

El tramo no tiene una población referencial que sirva de ejemplo de toda la descripción socioeconómica del tramo. Lo que se observa en lo inmediato es la existencia de vastas fincas extensivas usadas para la ganadería, cultivos de maíz y algunas extensiones de caña. Es de esperar que con esta característica la propiedad de estas tierras estarán en manos de finqueros que podrían tener suficiente recurso para explotarla.

b. Población

Los grupos poblacionales en el medio rural no son densamente poblados ni gozan de todos los servicios públicos básicos, pero si muestran un ambiente saludable rural en donde el empleo principal lo generan las actividades agrícolas con sus particularidades y efectos sobre la vida social de las comunidades.

Cuadro 5.50. Población de los cantones por los cuales pasará el tendido ES-5

Municipio	Cantón	Población
San Matías	Las Anonas	111
	La Puebla	762
Quezaltepeque	Santa Rosa	350
	Sitio de Los Nejapa	548
	Girón	882
	Platanillos	2.123
	Santa Rosa	4.273

Fuente: Censo de Población. 1992.

c. Economía

Estas Comunidades se caracterizan porque mantienen casi los mismos patrones económicos desde muchos años atrás, con ligeras variaciones. Poco o casi nulo el crecimiento económico, el ingreso y el comercio con las capitales del departamento.

d. Uso del suelo

El suelo es ocupado por cultivos agrícolas de subsistencias, ganaderías extensivas en el período de invierno y abandono de estas fincas de pastizales en la época seca, la comunidad no tiene una cultura de reforestación al contrario el suelo ha sido explotado en exceso al punto que en diferentes puntos sólo se encuentran pequeños parches de bosques secundarios y en otros son sitios del cultivo de café.

e. Comunidades indígenas

A través del recorrido del tramo no se evidenció presencia de estos grupos o familias de indígenas en sitios o comunidades habitadas por ellos.

f. Patrimonio histórico-cultural

Se encuentra registrados, en este tramo, los sitios 16-6 Talcualhuya y 16-15 Girón.

TRAMO ES-6 CANTÓN GALERA QUEMADA- SUB-ESTACIÓN NEJAPA.

GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

Los materiales geológicos que componen este tramo tienen las siguientes características:

- *Rocas y materiales Volcánicos del Cuaternario u holoceno reciente:* Estos materiales se caracterizan por poseer aluviones intercalado con las piroclastitas. Desde el Pleistoceno Medio hasta el Holoceno se dieron actividades volcánicas explosivas de tipo efusiva de carácter ácido y básico y que se manifiestan en la Formación San Salvador.

La Formación San Salvador es la más joven de las unidades geológicas de El Salvador y la secuencia del Pleistoceno Superior a reciente son volcánicos que consiste en capas piroclásticas con lavas félsicas a máficas entre ellas. La mayor parte de las rocas están pobremente a no consolidadas y rellenan la Depresión Central que tiene rumbo oeste-

noroeste, limitado al Norte con las Formaciones del Mesozoico-Terciario Inferior y al Sur con la formación Bálsamo.

Las rocas del Volcán San Salvador son basaltos y andesitas. Weyl (1955 en Meyer Abich, 1956), las clasifica como andesitas labradoríticas, con cristales de olivino, augita, hipersteno y plagioclasa básica. La mesostasa se presenta pilotaxítica o hialopilitica. De acuerdo a Meyer-Abich (1956), las rocas del Picacho son andesitas, porfirítica hialopilitica con fenocristales de plagioclasa. Las del cono de escoria del Boquerón son andesitas con fenocristales de labradoritas, olivino y augita. Las lavas de la serie Inferior son clasificadas únicamente como basaltos y andesitas calco-alcalinas y los de la serie Superior son andesitas toleíticas.

Afloran las rocas volcánicas e intermedias de composición ácida. Además de piroclastitas ácidas conocidas localmente como “tierra blanca”, epiclastitas volcánicas o tobas de color café, corrientes de lavas intercaladas.

Las rocas volcánicas o efusivas básicas que afloran en este tramo son las andesitas y basaltos conocidas como piroclastitas, además de tobas ardientes y fundidas que se pueden clasificar como ignimbritas.

Considerando la geología estructural se presentan fallas con dirección predominantemente NO-SE y E-O con longitudes que van desde los 15 km las primeras hasta los 10 km. Existen otras fallas menores con rumbo NO-SE que no sobrepasan los 5 km de longitud.

La geomorfología en este tramo se caracteriza por los siguientes aspectos relevantes:

- *La Depresión Central de El Salvador* ubicada entre País Montañoso y la Región de relieves volcánicos de Cuaternario Superior, Baxter (2001). Los centros volcánicos Cuaternarios y recientes de El Salvador se elevan dentro de la conocida Depresión ó Graben Central, una estructura extensional del Plioceno tardío de unos 20 a 30 km de ancho, que se encuentra a lo largo del territorio salvadoreño con una dirección NO-SE. Este Graben o Fosa, corta el basamento Terciario que consiste en términos generales de lavas basálticas, andesitas, tobas, aglomerados y algunos depósitos de diatomita.

La elevación más alta característica en este tramo es el volcán de San Salvador de más de 1.500 msnm y algunos otros conos volcánicos sin nombre.

EDAFOLOGÍA

Se presentan suelos que, de acuerdo a su clasificación agrológica, se ubican en las Clases IV y V. Estos suelos son moderadamente profundos, de relieve plano a ligeramente inclinado, con textura franco arcilloso a arcilloso, de fertilidad natural media a baja. Pueden ser usados para diversos cultivos agronómicos, lo cual incluye gramíneas, hortalizas, musáceas, frutales nativos, pastos y otros.

De las características de los suelos de este tramo, podemos señalar que requiere de cuidadosas prácticas de conservación y manejo de los mismos, a objeto de disminuir la susceptibilidad que tienen estos suelos a la erosión hídrica.

Las áreas que bordean los volcanes de San Salvador, Guazapa y los cerros de Nejapa y Guaycume, se utilizan parcialmente en el cultivo de café y algunos cultivos de frutales, y ciertas áreas se mantienen con vegetación natural donde predomina el matorral. En las partes llanas a onduladas se utilizan en pastos, maíz, maicillo (sorgo), frijoles, hortalizas y caña de azúcar.

En el área de influencia de la línea, donde se ubica una Sub-Estación Eléctrica de Nejapa, se observó extensas plantaciones comerciales de caña de azúcar, las cuales forman parte del ingenio azucarero El Ángel, que se encuentra en la zona.

No se observa una actividad ganadera significativa o de importancia comercial en el área.

AGUA

Este tramo está dentro de la cuenca superficial del río Lempa, con sus afluentes río Suquiapa y Sucio. La característica fundamental de estos drenajes son sus paredes muy abruptas que forman cañones debido a la erosión imperante por lo de los suelos dezlenables. El río Suquiapa tiene un área de drenaje de 458 km², un caudal máximo de 67,60 m³/s, uno mínimo

de 1,19 m³/s y una relación de caudales mínimos y máximos de 1,80%. El río Sucio tiene un área de drenaje de 379 km², un caudal máximo de 60,30 m³/s y un caudal mínimo de 0,87 m³/s. La relación de caudales mínimo y máximo es de 1,40%. El pH de esta agua es de 8,3 mientras que los TSD es de 435mg/l (SNET, 2003).

El tramo se encuentra en una de las zonas hidrogeológicas de El Salvador y que incluye:

- *Acuífero San Salvador.* Se compone de rocas piroclásticas y lavas pertenecientes al período cuaternario. La profundidad del nivel freático es variable considerándose que en la parte central tienen un nivel entre 47-50 m, el cual aumenta gradualmente hacia la parte sur de la Colonia Monserrat en San Salvador y especialmente hacia la parte este del volcán San Salvador teniendo una profundidad de 200 m en las Colonias de San Benito y San Antonio Abad.

En su mayoría los acuíferos volcánicos son de la Era Pleistocena y anteriores; algunas están dentro de la Formación San Salvador y en la Formación de Cuscatlán las que consisten en capas alternadas de basaltos moderadamente desgastados a lavas andesíticas interestratificadas con suaves a altamente compactados piroclastos y aluviones no consolidados. Las capas de aluvión son mayoritariamente gruesas entre 10 m y 15 m. Generalmente los acuíferos se encuentran funcionando hidráulicamente en condiciones libres pero localmente se pueden encontrar confinados.

La producción de aguas subterráneas de estos sedimentos varía entre pequeñas a moderadas, entre 40 a 4.000 l/min. Las profundidades de los niveles freáticos estáticos varían entre 1 y 200 m durante la estación seca de noviembre a abril. La transmisibilidad en las lavas es menor a los 100 m²/día y los piroclastos menores a los 50 m²/día. Las mejores áreas están en la base de los volcanes o en las zonas de grandes fracturas.

Este tramo abarca otro sistema de acuíferos que se caracteriza por rocas volcánicas consistentes en lavas basálticas relativamente no gastadas a andesíticas, fracturadas a brachiformes, interestratificadas con polvo suelto a moderadamente compacto a piroclásticos de tamaño lapilli. Capas de aluvión intercaudal mayoritariamente grueso y pobremente disperso

están presentes entre las capas volcánicas. Existen basaltos de escoria extremadamente permeables se encuentran presentes localmente en las laderas de los volcanes. Generalmente los acuíferos en este tramo se encuentran funcionando hidráulicamente en condiciones libres.

La producción de aguas subterráneas de estos sedimentos varía entre moderadas a grandes cantidades, entre 400 a 40.000 l/s. La primera se da en medio poroso fracturado en los flujos lávicos mientras que las grandes cantidades de aguas se obtienen de las rocas piroclásticas sueltas e intercaladas con aluviones sueltos.

Las profundidades de los niveles freáticos estáticos varían entre 10 y 100 m. Durante la estación seca los niveles pueden disminuir entre 1 m a 8 m. La mayoría de los flujos de lava tienen transmisibilidad entre 100 m²/día y 500 m²/día. La escoria de basalto tiene transmisibilidad de hasta 10.000 m²/día y los piroclastos poseen transmisibilidades menores a los 100 m²/día.

CLIMA

La precipitación media anual en este tramo es de 1.900 mm (SNET, 2003) y la temperatura media anual es de 24,3° C. Las temperaturas mínimas y máximas son 32,4° C y 16,6 ° C.

La humedad relativa máxima es de 80%.

VEGETACIÓN

El tramo pasa por las zonas de vida Bosque Húmedo Sub Tropical y Bosque Húmedo Sub Tropical, transición a Tropical.

La vegetación de este tramo es característica de Zonas de cultivos forestales o frutales, Zonas de cultivos o mezclas de sistemas productivos y Sistemas productivos mixtos.

Entre las especies vegetales presentes en el tramo se pueden encontrar: *Cedrela salvadorensis*, *Ceiba pentandra*, *Tabebuia guayacán*, *Tabebuia rosea* (maquillishuat), *Calycophyllum candidissimum* (salamo), *Cordia alliodora* (laurel), *Sapium macrocarpum*

(chilamate), *Guazuma ulmifolia* (caulote), *Switenia humilis* (caoba), *Simarouba glauca* (aceituno), *Crescentia alata* (morro), entre otras.

FAUNA

Encontramos especies en peligro de extinción: *Agouti paca*, *Marmosa Mexicana*, *Nyctibius jamaicensis*, *Amazona albifrons ana*, *Boa constrictor*, y especies amenazadas de extinción: *Buteo swainsoni*, *Falco peregrinus*, *Ceolestus atitlanencis* y *Ctenosaura quinquecarinatus*.

PROTECCIÓN DEL MEDIO BIOLÓGICO

No se encuentran Espacios Naturales Protegidos dentro de este tramo.

MEDIO SOCIOECONÓMICO

a. Situación socioeconómica

Este tramo lo constituyen parte de los Municipios de Nejapa y Apopa.

El municipio de Apopa, en el departamento de San Salvador, posee una extensión territorial de 52 km² y cuenta con 109.179 habitantes, de los cuales 19% es población rural y el 81% población urbana. No se poseen datos sobre ranchos, agua potable, sanitario, energía eléctrica, etc. tal como se puede observar en el cuadro.

El municipio de Nejapa, en el departamento de San Salvador, posee una extensión territorial de 83 km² y cuenta con 23.891 habitantes, de los cuales 82% es población rural y el 18% población urbana.

Cuadro 5.51. Datos Socioeconómicos Básicos del Tramo Es-6

Indicadores de Pobreza (%)	Nejapa	Apopa
Decil Pobreza	4	8
Mortalidad Infantil (por millar)	53	31
Analfabetismo 10 años y más	30	12
Hacinamiento	38	86
Viviendas piso y tierra	51	15
Ranchos, chozas y viviendas improvisadas	1	--
Sin servicio de agua potable	84	--

Sin servicio sanitario	21	--
Sin servicio de drenaje	90	--
Sin energía eléctrica	49	--
Tasa Neta de Escolaridad 1-6	37	--
Tasa Neta de Escolaridad 7-9	16	--
Extra Edad 1-6	58	--
Extra Edad 7-9	71	--
Población Rural Municipio	82	--

Fuente: FIS / Salvador, 2000.

Como característica socioeconómica de este tramo resalta el hecho de que el decil de pobreza solo alcanza el 4%, mientras que el municipio de Apopa están por encima. Del mismo modo resaltan los porcentajes sobre mortalidad infantil que alcanza un promedio de 42 por cada mil entre los dos municipios.

En este tramo hay un contraste económico comparado con el resto de los tramos, ya que el Proyecto atraviesa importantes centros industriales y agroindustriales. Estos inciden en las condiciones sociales de las comunidades generando un verdadero proceso de cambio de infraestructuras y demanda de servicios públicos por un lado, presión sobre la tierra y fuerte atracción migratoria de otros lugares poblados.

b. POBLACIÓN

El tramo cuenta con grandes centros poblacionales atraídos por la economía de la industria, la agricultura, la agroindustria del azúcar de caña, industria del cemento, procesamiento de desechos sólidos, fábricas de arcillas de todo tamaño.

Cuadro 5.52. Población de los cantones por los cuales pasará el tendido ES-6

Municipio	Cantón	Población
Nejapa	Galera Quemada	5.784
	Conacaste	2.079
	El Salitre	837
	San Jerónimo Los Planes	1.140
Apopa	Camotepeque	2.883
	Suchinango	1.488
	Las Delicias	1.562
	Guadalupe	2.017

Fuente: Censo de Población. 1992.

c. Economía

Este tramo al menos en la parte final cuando se une con la Subestación de la CEL, reúne a un gran número de grandes empresas dedicadas a la industria del cemento, la caña de azúcar, transformación y manejo de los desechos sólidos(hierro), y a la industria de la arcilla. Esta realidad se refleja en el movimiento comercial, transporte, crecimiento de las ciudades más cercanas, como Quetzaltepeque, Apopa, Cuzcatancingo.

d. Uso del suelo

El suelo tiene un uso diverso e intensivo ya que las topografías planas, calidad del suelo, disponibilidad de agua, permiten el aprovechamiento del mismo en todas las actividades agrícolas, ganaderas, y la caña de azúcar.

e. Comunidades indígenas

No se encontró grupos poblacionales dentro del trayecto o corredor del proyecto.

f. Patrimonio histórico-cultural

Han sido identificado los sitios 23-21 Mapilara, 23-39 Conacaste, 23-20 El Castaño, 23-17 Suchinango, 23-11 Las Delicias y 23-40 Los Llanitos.

TRAMO ES7- CANTÓN GALERA QUEMADA- CANTÓN TECOLUCA

GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

Los materiales geológicos de este tramo pertenecen a:

- *Rocas, sedimentos y materiales Volcánicos del Cuaternario:* Estos materiales se caracterizan por poseer aluviones con intercalaciones de piroclastitas. Las actividades volcánicas se iniciaron en el Pleistoceno medio hasta el Holoceno que se caracterizaron por ser explosivas de tipo efusiva y de composición ácida y también básica con poco contenido o ningún contenido de sílice y que se manifiestan en la Formación San Salvador

La Formación San Salvador es la más joven de las unidades geológicas de El Salvador y la secuencia del Pleistoceno Superior a reciente son volcánicos que consiste en capas

piroclásticas con lavas félsicas a máficas entre ellas. La mayor parte de las rocas están pobremente a no consolidadas y rellenan la Depresión Central que tiene rumbo oeste-noroeste, limitado al Norte con las Formaciones del Mesozoico-Terciario Inferior y al Sur con la Formación Bálsamo

- *Volcanitas Plio-Pleistocénicas y Holocénicas:* Los aparatos volcánicos activos Las Ninfas, Laguna Verde, Santa Ana, Izalco, San Salvador, Berlín, Tecaza, Coatepeque, Ilopango, Usulután y San Miguel constituyen esta unidad volcánica que se han establecido en la estructura principal del Graben Central de El Salvador. Los productos principales correspondientes a las volcanitas son predominantemente andesíticas, ácidas y básicas subordinadas. Una vez se configuró el Graben Central, las volcanitas se dispusieron paralelamente al eje del mismo dando lugar a la cadena de volcanes jóvenes del sur. Chingo, San Diego y Masahuat son tres estructuras volcánicas característicos del Graben de Ipala y cuyo volcanismo es predominantemente básico. Su basamento presenta depósitos de avalanchas ardientes, erupciones de pómez y cenizas; sobre este basamento se formaron cúpulas de lava y otros depósitos de avalanchas ardientes.

El centro de San Salvador, en especial su capital, está representado por una secuencia de depósitos de caída andesítica a riolita y flujos piroclásticos, procedentes de esta caldera de Ilopango y del volcán de San Salvador, que está separada por un pobre pero bien desarrollado paleosuelo (Rose et al., 1999).

Afloran las rocas volcánicas efusivas e intermedias de composición ácida. Además de piroclastitas ácidas conocidas localmente como “tierra blanca”, epiclastitas volcánicas o tobas de color café, corrientes de lavas intercaladas. Las rocas volcánicas o efusivas básicas que afloran en este tramo son las andesitas y basaltos conocidas como piroclastitas, además de tobas ardientes y fundidas.

Estructuralmente se presentan numerosas fallas, la mayoría paralelas, con dirección predominantemente NO-SE, NE-SO y E-O y longitudes que van desde los 5 km las primeras hasta los 20 km. Existen otras fallas menores con rumbo N-S que no sobrepasan los 5 km de longitud. Estas fallas se alinean en la misma dirección que los volcanes San Salvador, Ilopango y San Vicente que constituyen los mayores centros volcánicos predominantes en este tramo.

La geomorfología en este tramo se caracteriza por los siguientes aspectos relevantes:

- *La Fosa Central*, que corre a lo largo del eje de la faja de volcanes. Es una depresión estructural muy activa limitada a ambos lados por fallas de desplazamientos de rumbos muy análoga a la Depresión Nicaragüense (Carr & Stoiber, 1977).

Las elevaciones más altas características de este tramo son los volcanes San Salvador, Ilopango y San Vicente con elevaciones mayores a los 1.500 msnm. El Ilopango forma una estructura volcánico-tectónica (Williams & Meyer-Abich, 1953-55). Mide 8x11 km y posee una forma elongada (Rose, et al., 1999). En el lago mismo y sus alrededores cercanos se encuentra un gran número de pequeñas cúpulas de lava y también complejos de tamaño mayor del mismo tipo, todos ellos de edad muy joven. Su volumen es alrededor de 50 km³ (Carr & Rose, 1987).

EDAFOLOGÍA

Los se ubican principalmente en las Clase V y VI, de acuerdo a la clasificación agrológica de los suelos. Son suelos superficiales a moderadamente profundos, los cuales presentan características de textura franco arcillosos y arcillosos. Afectados en su mayoría por lenta permeabilidad y drenaje imperfecto. Son muy susceptibles a la erosión hídrica y presentan una fertilidad natural generalmente baja.

El relieve de los suelos varía entre suelos planos con microdepresiones a suelos con pendientes complejas y pronunciadas. Son propicios para el cultivo de frutales, pastos y la explotación ganadera. Sin embargo, es recomendable establecer cuidadosas medidas de conservación y manejo.

Entre las actividades agrícolas observadas se encuentran el cultivo de pequeñas parcelas de maíz, las cuales se ubican principalmente en las laderas de los cerros, mientras que en las partes bajas se observan algunas parcelas de café con vegetación de sombra; también se observa pequeñas parcelas de subsistencia de plátano y algunos árboles frutales en patios de casa (Mango, aguacate, papaya, otros). Sin embargo, la principal actividad agrícola es el cultivo comercial de caña de azúcar.

AGUA

Este tramo está dentro de la cuenca superficial del río Lempa, con sus afluentes río Titihuapa, Machacal, Copinolapa, Quezalapa y sus diferentes afluentes. La característica fundamental de estos drenajes son sus paredes muy escarpadas que forman cañones debido a la erosión imperante por lo de los suelos deleznable. El río Titihuapa tiene un caudal máximo de 87.400 l/min, el río Quezalapa tiene un caudal máximo de 72.000 l/min.

El pH de esta agua es de 7,3 mientras que los TSD está entre 80 y 205 mg/l (SNET, 2003).

Los acuíferos volcánicos son de la Era Pleistocena y anteriores; algunas están dentro de la Formación San Salvador y en la Formación de Cuscatlán; las cuales consisten en capas alternadas de basaltos moderadamente desgastados a lavas andesíticas interestratificadas con suaves a altamente compactados piroclastos y aluviones no consolidados. Las capas de aluvión son mayoritariamente gruesas entre 10 m y 15 m.

La producción de aguas subterráneas de estos sedimentos varía entre muy pequeñas a pequeñas y pequeñas a moderadas, entre 4 a 4.000 l/min. Generalmente los acuíferos se comportan hidráulicamente bajo condiciones de no confinamiento o libres en muchos casos. Las profundidades de los niveles freáticos estáticos varían entre 1 y 200 m durante la estación seca de noviembre a abril. La transmisibilidad en las lavas andesíticas es menor a los 100 m²/día, en los piroclastos menores a los 50 m²/día y en las lavas basálticas es menor a los 10 m²/día. Las mejores áreas están en la base de los volcanes o en las zonas de grandes fracturas.

CLIMA

La precipitación media anual en este tramo es de 1.500 mm (SNET, 2003) y la temperatura media anual es de 26,7° C. Las temperaturas mínimas y máximas son 35,9° C y 20,9° C.

La humedad relativa máxima es de 76%.

VEGETACIÓN

En el Tramo ES-7 se distinguen áreas con zonas de vida específicas de Bosque Húmedo Sub Tropical y Bosque Húmedo Sub Tropical, transición a Tropical. Las formaciones vegetales existentes en este tramo están caracterizadas por zonas de cultivos forestales o frutales, zonas de cultivos o mezclas de sistemas productivos, sistemas productivos mixtos y sistema productivo con vegetación leñosa natural o espontánea.

En este tramo pueden encontrarse especies vegetales tales como: *Swietenia macrophylla*, *Cedrela salvadorensis*, *Ceiba pentandra*, *Hymenaea courbaril*, *Tabebuia guayacán*, *Tabebuia rosea* (maquilishuat), *Calycophyllum candidissimum* (salamo), *Cordia alliodora* (laurel), *Alvaradoa amorphoides* (plumajillo), *Trichilia glabra* (jocotillo), *Guazuma ulmifolia* (caulote), *Swietenia humilis* (caoba), *Simarouba glauca* (aceituno), *Crescentia alata* (morro), entre otras.

FAUNA

Es importante destacar que en este tramo existen especies amenazadas de extinción: *Conepatus mesoleucus*, *Coendou mexicanus*, *Campylorhynchus zonatus*, *Colaptes auratus*, *Boa constrictor*, y especies en peligro de extinción: *Marmosa Mexicana*, *Agamia agami*, *Celestus atitlanencis*, *Ctenosaura quinquecarinatus*.

PROTECCIÓN DEL MEDIO BIOLÓGICO

No se encuentran Espacios Naturales Protegidos dentro de este tramo.

MEDIO SOCIOECONÓMICO

a. Situación socioeconómica

Este tramo está constituido por los municipios de Apopa, Guazapa, Tonacatepeque del departamento de San Salvador y los municipios de San José Guayabal, Oratorio de la Concepción, San Bartolomé Perulapia y San Pedro Perulapán del departamento de Cuscatlán.

El municipio de Apopa, en el departamento de San Salvador, posee una extensión territorial de 52 km² y cuenta con 109.179 habitantes, de los cuales 19% es población rural y el 81% población urbana.

El municipio de Guazapa, en el departamento de San Salvador, posee una extensión territorial de 64 km² y cuenta con 18.780 habitantes, de los cuales 54% es población rural y el 46% población urbana.

El municipio de Tonacatepeque, en el departamento de San Salvador, posee una extensión territorial de 68.00 Km² y cuenta con 27,342 habitantes, de los cuales 82% es población rural y el 18% población urbana.

El municipio de San José Guayabal ubicado a 24 km de San Salvador, en el departamento de Cuscatlan, posee una extensión territorial de 43 km² y cuenta con 9.915 habitantes, de los cuales 63% es población rural y el 37% población urbana.

El municipio de Oratorio de Concepción ubicado a 33 km de San Salvador, en el departamento de Cuscatlan, posee una extensión territorial de 24 km² y cuenta con 2.368 habitantes, de los cuales 63% es población rural y el 37% población urbana.

San Bartolomé Perulapia, es un municipio que forma parte del Departamento de Cuscatlán, y está ubicado a una distancia de 21 km de San Salvador, cuenta con una superficie de 12 km² y 5.658 habitantes.

El municipio de San Pedro Perulapan ubicado a 21 km de San Salvador, en el departamento de Cuscatlan, posee una extensión territorial de 90 km² y cuenta con 26.047 habitantes, de los cuales 95% es población rural y el 5% población urbana.

La mortalidad infantil es alta, alcanzando el valor de 98 por millar en el municipio de San José Guayabal. Existe un alto porcentaje de viviendas sin agua potable (74,8%) y sin servicio de drenaje (79,8%).

Del grupo de Municipios el de San Bartolomé de Perulapia es el que tiene el mayor porcentaje de población con escolaridad de 1 – 6 grados mientras que Oratorio de Concepción tiene el menor porcentaje de población escolar ente 7 y 9 grados.

Para más detalle y observación de los datos socioeconómicos, observar el siguiente cuadro.

Cuadro 5.53: Datos Económicos Básicos del Tamo Es-7

Indicadores de Pobreza (%)	Apopa	Guazapa	Tonacatepeque	San José Guayabal	Oratorio de la Concepción	San Bartolomé Peculapia	San Pedro Perulapia
Decil Pobreza	8	5	6	3	3	6	3
Mortalidad Infantil (por millar)	31	27	36	98	44	54	42
Analfabetismo 10 años y más	12	31	19	28	30	14	30
Hacinamiento	86	37	33	40	39	37	46
Viviendas piso y tierra	15	39	35	60	52	40	65
Ranchos, chozas y viviendas improvisadas	--	3	1	5	1	2	1
Sin servicio de agua potable	--	60	54	88	99	54	94
Sin servicio sanitario	--	21	13	35	27	13	35
Sin servicio de drenaje	--	75	57	93	93	67	94
Sin energía eléctrica	--	38	33	68	47	46	70
Tasa Neta de Escolaridad 1-6	--	44	56	44	2	63	41
Tasa Neta de Escolaridad 7-9	--	20	17	24	19	46	22
Extra Edad 1-6	--	53	45	54	60	41	54
Extra Edad 7-9	--	51	38	58	68	51	47
Población Rural Municipio	--	54	82	63	63	44	95

Fuente: FIS / Salvador, 2000.

La condición ambiental de este tramo mejora sustancialmente comparados con el resto, ya que este presenta un suelo más rico y fértil comparado con el resto. La producción diversificada entre la agricultura de subsistencia en pequeñas fincas junto con la producción diversa de frutales y bananos nos indica que la población rural no tiene el problema alimentario.

b. Población

La ruta de este tramo no atraviesa grandes conjuntos poblacionales, al contrario se ha trazado por las afueras de los centros poblacionales. Desde este punto se puede determinar que las líneas no tienen un efecto inmediato sobre la población y esta tampoco afectará el funcionamiento del proyecto.

Cuadro 5.54. Población de los cantones por los cuales pasará el tendido ES-7

Municipio	Cantón	Población
Apopa	Tres Ceibas	541

	Joyas Grande	845
Guazapa	Santa Bárbara	2.579
Tonacatepeque	Las Flores	9.280
San José Guayabal	Las Animas	1.534
	Ramírez	252
Oratorio de la Concepción	Palacios	991
San Bartolomé Perulapia	El Triunfo	498
San Pedro Perulapan	La Esperanza	1.160
	El Rodeo	1.363
	Tecoluca	1.784
	El Paraíso	778

Fuente: Censo de Población. 1992.

c. Economía

A diferencia de la anterior cuando existen grandes centros dinámicos de la economía no ocurre lo mismo en este tramo, ya que el mismo está constituido por pequeñas parcelas de fincas dedicadas a la agricultura y producción de frutales a manos de alto número de pequeños agricultores dispersos.

d. Uso del suelo

Los suelos son fértiles, buen régimen de lluvia, clima apropiado para la agricultura, cultivos de café asociados con frutales y bananos. Es muy marcado el número de parcelas de suelo que han sido lotificadas para darlas a precios populares a los desplazados por la guerra y el terremoto.

e. Comunidades indígenas

A lo largo del tramo no se encontró grupos o comunidades indígenas para conocerlas y analizar su situación socioeconómica y cultural.

f. Patrimonio histórico cultural

Se encuentran localizado dentro de este tramo los sitios 23-15 Guaycume, 22-31 Piedra Labrada, 23-7 Patuluya y 23- 41Finca Campo Alegre.

TRAMO ES-8 CANTÓN TECOLUCA- FINCA EL TASAJO (RÍO TITIHUAPA).

GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

Los materiales geológicos que afloran en este tramo son:

- *Sedimentos, rocas y materiales Volcánicos pertenecientes al Cuaternario u holoceno reciente:* Estos materiales se caracterizan por poseer aluviones con intercalaciones de piroclastitas. Desde el Pleistoceno Medio hasta el Holoceno se dieron actividades volcánicas explosivas de tipo efusiva de carácter ácido y básico y que se manifiestan en la Formación San Salvador.

La Formación San Salvador es la más joven de las unidades geológicas de El Salvador y la secuencia del Pleistoceno Superior a reciente son volcánicos que consiste en capas piroclásticas con lavas félsicas a máficas entre ellas. La mayor parte de las rocas están pobremente a no consolidadas y rellenan la Depresión Central que tiene rumbo oeste-noroeste, limitado al Norte con las Formaciones del Mesozoico-Terciario Inferior y al Sur con la Formación Bálsamo.

- *Volcanitas Plio-Pleistocénicas y Holocénicas:* Los aparatos volcánicos activos Las Ninfas, Laguna Verde, Santa Ana, Izalco, San Salvador, Berlín, Tecaza, Coatepeque, Ilopango, Usulután y San Miguel constituyen esta unidad volcánica que se han establecido en la estructura principal del Graben Central de El Salvador. Los productos principales correspondientes a las volcanitas son predominantemente andesíticas, ácidas y básicas subordinadas. Una vez se configuró el Graben Central, las volcanitas se dispusieron paralelamente al eje del mismo dando lugar a la cadena de volcanes jóvenes del sur. Chingo, San Diego y Masahuat son tres estructuras volcánicas característicos del Graben de Ipala y cuyo volcanismo es predominantemente básico

Afloran las rocas volcánicas efusivas e intermedias de composición ácida. Además de piroclastitas ácidas conocidas localmente como “tierra blanca”, epiclastitas volcánicas o tobas de color café, corrientes de lavas intercaladas.

Las rocas volcánicas o efusivas básicas que afloran en este tramo son las andesitas y basaltos conocidas como piroclastitas, además de tobas ardientes y fundidas.

Estructuralmente se presentan numerosas fallas, la mayoría paralelas, con dirección predominantemente NO-SE, NE-SO y E-O y longitudes que van desde los 5 km las primeras hasta los 20 km. Existen otras fallas menores con rumbo N-S que no sobrepasan los 5 km de longitud. Estas fallas se alinean en la misma dirección que los volcanes San Salvador, Ilopango y San Vicente que constituyen los mayores centros volcánicos predominantes en este tramo.

La geomorfología en este tramo se caracteriza por los siguientes aspectos relevantes:

- La Fosa Central, que corre a lo largo del eje de la faja de volcanes. Es una depresión estructural muy activa limitada a ambos lados por fallas de desplazamiento de rumbo muy análoga a la depresión nicaragüense (Carr & Stoiber, 1977).

EDAFOLOGÍA

Los suelos de este tramo ubican, de acuerdo a la clasificación agrológica de los suelos, en Clase V y VI. Son suelos superficiales a moderadamente profundos, los cuales presentan características de textura franco arcillosos y arcillosos. Afectados en su mayoría por lenta permeabilidad y drenaje imperfecto. Son muy susceptibles a la erosión hídrica y presentan una fertilidad natural generalmente baja.

El relieve de estos suelos varía entre suelos planos con microdepresiones a suelos con pendientes complejas y pronunciadas. Los suelos de este tramo son propicios para el cultivo de frutales, pastos y la explotación ganadera. Sin embargo, es recomendable establecer cuidadosas medidas de conservación y manejo.

Existen algunas áreas de cultivos ubicados en forma dispersa, los cuales consisten principalmente en actividades de siembra de maíz, maicillo (sorgo) (sorgo), caña de azúcar y frutales, etc. Adicionalmente, se ubican algunas áreas de pasto para la actividad ganadera la cual es asociada con pequeñas parcelas de maíz y caña de azúcar, las que son rotadas y utilizadas para ensilaje y pastoreo del ganado.

Otros cultivos que se presentan en el área de influencia son árboles frutales (mango, palmas de coco, otros), los cuales se ubican principalmente en patios de casa.

AGUA

Este tramo está dentro de la cuenca superficial del río Lempa, con sus afluentes río Titihuapa, Machacal, Copinolapa, Quezalapa y sus diferentes afluentes. La característica fundamental de estos drenajes son sus paredes muy abruptas que forman cañones debido a la erosión imperante por lo de los suelos deleznable. El río Titihuapa tiene un caudal máximo de 87.400 l/min, el río Quezalapa tiene un caudal máximo de 72.000 l/min.

El pH de esta agua es de 7,3 mientras que los TSD está entre 80 y 205 mg/l (SNET, 2003).

En su mayoría los acuíferos volcánicos existentes son de la Era Pleistocena y anteriores; algunas están dentro de la Formación San Salvador y en la Formación de Cuscatlán las que consisten en capas alternadas de basaltos moderadamente desgastados a lavas andesíticas interestratificadas con suaves a altamente compactados piroclastos y aluviones no consolidados. Las capas de aluvión son mayoritariamente gruesas entre 10 m y 15 m. Generalmente los acuíferos se encuentran funcionando hidráulicamente en condiciones libres pero localmente se pueden encontrar confinados.

La producción de aguas subterráneas de estos sedimentos varía entre muy pequeñas a pequeñas y pequeñas a moderadas, entre 4 a 4.000 l/min. Generalmente los acuíferos se comportan hidráulicamente bajo condiciones de no confinamiento o libres en muchos casos. Las profundidades de los niveles freáticos estáticos varían entre 1 y 200 m durante la estación seca de noviembre a abril. La transmisibilidad en las lavas andesíticas es menor a los 100 m²/día, en los piroclastos menores a los 50 m²/día y en las lavas basálticas es menor a los 10 m²/día. Las mejores áreas están en la base de los volcanes o en las zonas de grandes fracturas.

CLIMA

La precipitación media anual en este tramo es de 1.500 mm (SNET, 2003) y la temperatura media anual es de 26,7° C. Las temperaturas mínimas y máximas son 35,9° C y 20,9° C. La humedad relativa máxima es de 76%.

VEGETACIÓN

En este tramo se encuentran áreas con zonas de vida correspondientes a Bosque Húmedo Sub Tropical y Bosque Húmedo Sub Tropical, transición a Tropical. La cobertura vegetal del tramo esta integrada por zonas de cultivos o mezclas de sistemas productivos, sistemas productivos mixtos y sistema productivo con vegetación leñosa natural o espontánea.

Entre las especies vegetales que tipifican el Tramo ES-8 se encuentran: *Swietenia macrophylla*, *Cedrela salvadorensis*, *Myroxylon balsamun*, *Hymenaea courbaril*, *Tabebuia guayacán*, *Tabebuia rosea* (maquilishuat), *Cedrela odorata* (cedro), *Cordia alliodora* (laurel), *Alvaradoa amorphoides* (plumajillo), *Guazuma ulmifolia* (caulote), *Gliricidia sepium* (madrecacao), entre otras.

FAUNA

Las especies de fauna características de Tramo ES-8 son: *Marmosa mexicana*, *Agouti paca*, *Colinus cristatus*, *Crax rubra rubra*, *Oxybelis fulgidus*, *Crotalus durissus*, entre otras.

En este tramo se pueden distinguir especies animales en peligro de extinción: *Leptodon cayanensis*, *Cyrtonyx ocellatus*, *Oxybelis fulgidus*, *Iguana iguana*, y especies amenazadas de extinción: *Canis latrans dickeyi*, *Conepatus mesoleucus*, *Egretta thula*, *Falco peregrinus*, *Micrurus nigrocinctus zunilensis*, entre otras.

PROTECCIÓN DEL MEDIO BIOLÓGICO

En este tramo no existen zonas declaradas como Espacio Natural Protegido.

MEDIO SOCIOECONÓMICO

- a. Situación socioeconómica

Este tramo está constituido por 5 municipios: San Pedro Perulapán, Tenancingo, Monte de San Juan, El Rosario e Ilobasco.

El municipio de San Pedro Perulapan ubicado a 21 km de San Salvador, en el departamento de Cuscatlan, posee una extensión territorial de 90 km² y cuenta con 26.047 habitantes, de los cuales 95% es población rural y el 5% población urbana.

El municipio de Tenancingo ubicado a 38 km de San Salvador, en el departamento de Cuscatlan, posee una extensión territorial de 38 km² y cuenta con 5.333 habitantes, de los cuales 84% es población rural y el 16% población urbana.

El municipio de Monte de San Juan ubicado a 36 km de San Salvador, en el departamento de Cuscatlan, posee una extensión territorial de 27 km² y cuenta con 8.251 habitantes, de los cuales 89% es población rural y el 11% población urbana.

El municipio de El Rosario ubicado a 40 km de San Salvador, en el departamento de Cuscatlan, posee una extensión territorial de 14 km² y cuenta con 3.679 habitantes, de los cuales 71% es población rural y el 29% población urbana.

El municipio de Ilobasco ubicado a 54 km de San Salvador, en el departamento de Cabañas, posee una extensión territorial de 250 km² y cuenta con 53.513 habitantes, de los cuales 66% es población rural y el 34% población urbana

El tramo tiene un decil de pobreza promedio de 2,8 %, la mortalidad infantil en este segmento alcanza el 44,2 por cada mil de la población infantil. Unido a esta condición se encuentra el hacinamiento (49,2%); el analfabetismo (34,2%) y la falta de agua potable para la población (91,8%) que se agota cada vez más por la deforestación de las zonas y áreas cercanas a las fuentes de agua.

Cuadro 5.55: Datos Socioeconómicos Básicos del Tramo Es-8

Indicadores de Pobreza (%)	San Pedro Perulapia	Tenancingo	Monte San Juan	El Rosario	Ilobasco
Decil Pobreza	3	2	2	3	4
Mortalidad Infantil (por millar)	42	68	67	31	13
Analfabetismo 10 años y más	30	39	34	34	34
Hacinamiento	46	47	54	50	49
Viviendas piso y tierra	65	59	81	79	55
Ranchos, chozas y viviendas improvisadas	1	3	1	4	2
Sin servicio de agua potable	94	95	98	45	78
Sin servicio sanitario	35	49	51	73	40
Sin servicio de drenaje	94	95	95	95	80
Sin energía eléctrica	70	55	86	57	58
Tasa Neta de Escolaridad 1-6	41	36	30	42	41
Tasa Neta de Escolaridad 7-9	22	7	8	13	19
Extra Edad 1-6	54	58	60	54	51
Extra Edad 7-9	47	90	61	44	64
Población Rural Municipio	95	84	89	71	66
Superficie Territorial	90	38	27	14	250
Habitantes	26.04 7	5.333	8.251	3.679	53.51 3

Fuente: FIS / Salvador, 2000.

La situación socioeconómica de las personas en términos globales no parece de extrema pobreza en el tramo ya que no se encuentran núcleos de poblados cercanos en medio del trazado de la línea que permitiera observar las condiciones de vida. Conociendo que la estadística aglutina en los núcleos poblacionales las características individuales para presentarla con una característica general. Sin embargo, a pesar de la incipiente mejoría del ambiente y por ende del suelo se observan perfiles de población rural que viven en extrema pobreza.

b. Población

A pesar que el último censo indica un leve estancamiento en la densidad de la población por km², la misma representa un desequilibrio para las políticas sociales del gobierno de turno dado

que la población se dispersa y reubica en las parcelas que son usadas en agricultura de subsistencia.

Cuadro 5.56. Población de los cantones por los cuales pasará el tendido ES-8

Municipio	Cantón	Población
San Pedro Perulapán	Huisiltepeque	1.099
Tenancingo	Huisiltepeque	939
	Corral Viejo	1.415
Monte de San Juan	La Soledad	1.048
	El Rosario	372
El Rosario	San Martín	1.137
	El Calvario	838
Ilobasco	Manastepeque	433
	Cerro Colorado	2.336
	La Labor	939
	Santa Cruz	1.903

Fuente: Censo de Población. 1992.

c. Economía

La economía que se maneja en estos sectores está basada en la agricultura de subsistencia y la venta muy limitada de esos productos. Fuera de ello no hay otra actividad que genere un gran movimiento de cambios y mejoras en el nivel de vida de las personas.

d. Uso del suelo

No hay cambios significativos en cuanto al uso del suelo, ya que el mismo es empleado en gran parte en la agricultura, sobre todo en la producción de maíz, con tecnología de subsistencia, cultivos de café, frutales, y parcelas espaciadas de caña de azúcar.

e. Comunidades indígenas

No hay rastro de comunidades indígenas en el tramo ni en las áreas más cercanas al corredor.

f. Patrimonio histórico-cultural

Sólo se ha identificado el sitio 23-3 Rosario Tablón, dentro del área del Proyecto.

TRAMO ES-9 FINCA EL TASAJO-CANTÓN ROSARIO (AL SUR DEL RÍO TITIHUAPA)

GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

Los materiales geológicos que afloran en este tramo son:

- *Rocas, sedimentos y Materiales Volcánicos del Cuaternario:* Estos materiales se caracterizan por poseer aluviones con intercalaciones de los piroclastitas. Su formación se inicia en el Pleistoceno Medio hasta el Holoceno cuando se dieron actividades volcánicas explosivas de tipo efusiva de carácter ácido y básico y que se manifiestan en la Formación San Salvador.

La Formación San Salvador es la más joven de las unidades geológicas de El Salvador y la secuencia del Pleistoceno Superior a reciente son volcánicos que consiste en capas piroclásticas con lavas félsicas a máficas entre ellas. La mayor parte de las rocas están pobremente a no consolidadas y rellenan la Depresión Central que tiene rumbo oeste-noroeste, limitado al Norte con las Formaciones del Mesozoico-Terciario Inferior y al Sur con la Formación Bálsamo.

- *Volcanitas Plio-Pleistocénicas y Holocénicas:* Los aparatos volcánicos activos Las Ninfas, Laguna Verde, Santa Ana, Izalco, San Salvador, Berlín, Tecaza, Coatepeque, Ilopango Usulután y San Miguel constituyen esta unidad volcánica que se han establecido en la estructura principal del Graben Central de El Salvador. Los productos principales correspondientes a las volcanitas son predominantemente andesíticas, ácidas y básicas subordinadas. Una vez se configuró el Graben Central, las volcanitas se dispusieron paralelamente al eje del mismo dando lugar a la cadena de volcanes jóvenes del sur. Chingo, San Diego y Masahuat son tres estructuras volcánicas característicos del graben de Ipala y cuyo volcanismo es predominantemente básico.

Afloran las rocas volcánicas efusivas son de composición intermedias ácida. Además de piroclastitas ácidas conocidas localmente como “tierra blanca”, epiclastitas volcánicas o tobas de color café, corrientes de lavas intercaladas.

Las rocas volcánicas o efusivas básicas que afloran en este tramo son las andesitas y basaltos conocidas como piroclastitas, además de tobas ardientes y fundidas.

Estructuralmente se presentan numerosas fallas, la mayoría paralelas, con dirección predominantemente NO-SE y E-O y longitudes que van desde los 10 km las primeras hasta los 20 km. Existen otras fallas menores con rumbo NE-SO entre 10 km y 15 km de longitud que son cortadas por las anteriores.

La geomorfología en este tramo se caracteriza por los siguientes aspectos relevantes:

- La Fosa Central, que corre a lo largo del eje de la faja de volcanes. Es una depresión estructural muy activa limitada a ambos lados por fallas de desplazamientos de rumbos muy análoga a la depresión nicaragüense (Carr & Stoiber, 1977).

EDAFOLOGÍA

De acuerdo a la clasificación agrológica de los suelos, se encuentran en este tramo suelos Clase V y VI. Son suelos superficiales a moderadamente profundos, los cuales presentan textura franco arcillosos y arcillosos. Afectados en su mayoría por lenta permeabilidad y drenaje imperfecto. Son muy susceptibles a la erosión hídrica y presentan una fertilidad natural generalmente baja.

El relieve de estos suelos varía entre suelos planos con microdepresiones a suelos con pendientes complejas y pronunciadas. Los suelos de este tramo son propicios para el cultivo de frutales, pastos y la explotación ganadera. Sin embargo, es recomendable establecer cuidadosas medidas de conservación y manejo.

En este tramo, la mayor parte de los terrenos planos están cultivados en forma dispersa con maíz, maicillo (sorgo) (sorgo), hortalizas, caña de azúcar, frutales, etc.

En términos generales, la principal actividad agrícola que se observa, corresponde a pequeñas parcelas de maíz las cuales son rotadas con frijol de subsistencia, además de pequeñas parcelas de caña de azúcar.

También existe actividad ganadera, particularmente en forma semi-estabulada en pequeños hatos o en parcelas de pastoreo, principalmente de los residuos de cosechas de maíz.

AGUA

Este tramo está dentro de la cuenca superficial del río Lempa, con sus afluentes río Titihuapa, Machacal, Copinolapa, Quezalapa, Los Limones y río El Tamarindo y sus diferentes afluentes.

La característica fundamental de estos drenajes son sus paredes muy abruptas que forman cañones debido a la erosión imperante por lo de los suelos deleznable. El río Titihuapa tiene un caudal máximo de 87.400 l/min, el río Quezalapa tiene un caudal máximo de 72.000 l/min. El río Copinolapa tiene un caudal de 15.100 l/min.

El pH de esta agua está entre 7,5 y 9,1 mientras que los TSD están entre 70 y 205 mg/l (SNET, 2003).

La mayoría del tendido en este tramo atraviesa acuíferos volcánicos de la Era Pleistocena Superior a la Era Reciente; casi todas entran dentro de la Formación San Salvador. Las volcánicas consisten de lavas basálticas relativamente no gastadas a andesíticas, fracturadas a brachiformes, interestratificadas con polvo suelto a moderadamente compacto a piroclásticos de tamaño lapilli. Capas de aluvión intercaudal mayoritariamente grueso y pobremente disperso están presentes entre las capas volcánicas. Existen basaltos de escoria extremadamente permeables se encuentran presentes localmente en las laderas de los volcanes.

La profundidad del nivel freático en estos acuíferos oscila entre los 10 m y 100 m.

Existe otra porción del tramo en donde la mayoría los acuíferos volcánicos son de la Era Pleistocena y anteriores que consisten en lavas de basaltos y andesitas altamente desgastadas y piroclastos compactados y alterados. Generalmente los acuíferos se encuentran funcionando hidráulicamente en condiciones libres. La profundidad del nivel freático en estos acuíferos oscila entre los 1 y 200 m.

La producción de aguas subterráneas de estos sedimentos varía entre moderadas a grandes cantidades y de muy pequeñas a pequeñas cantidades, entre 4 a 40.000 l/min. Generalmente los acuíferos se comportan hidráulicamente bajo condiciones de no confinamiento o libres en

muchos casos. La transmisibilidad en las lavas andesíticas está entre los 100 m²/día a 500 m²/día, en la escoria de basalto es de hasta 10.000 m²/día y en los piroclastos menores a los 100 m²/día.

CLIMA

La precipitación media anual en este tramo es de 1.800 mm (SNET, 2003) y la temperatura media anual es de 28,0° C. Las temperaturas mínimas y máximas son 38,0° C y 18,1° C. La humedad relativa máxima es de 81%.

VEGETACIÓN

En este tramo se distinguen zonas de vida representativas de Bosque Húmedo Sub Tropical, Bosque Húmedo Sub tropical transición a Tropical, Bosque Seco Tropical transición a Sub Tropical, Bosque Seco Tropical y Bosque Húmedo Sub Tropical transición a Sub Húmedo. Se pueden encontrar formaciones vegetales correspondientes a zonas de cultivos o mezclas de sistemas productivos, vegetación abierta arbustiva predominantemente decidua en época seca (matorral y arbustal), vegetación cerrada principalmente riparia y vegetación abierta, sabanas, campos y pastizales similares de tierras bajas y submontañas (morral)

En este tramo se pueden encontrar especies vegetales, entre las cuales se diferencian: *Cedrela odorata* (cedro), *Carica mexicana*, *Tonduzia longifolia*, *Ceiba aesculifolia*, *Hura crepitans*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Calycophyllum candidissimum* (salamo), *Cordia alliodora* (laurel), *Albizia adinocephala*, *Cecropia peltata*, *Sapium macrocarpum* (chilamate), *Clorophora tinctoria*, *Plumeria rubra*, *Switenia humilis* (caoba), *Gliricidia sepium* (madrecacao), *Simarouba glauca* (aceituno), *Lonchocarpus rugosus*, *Genipa caruto*, *Sapindus saponaria*, entre otras.

FAUNA

Entre las especies animales características de este tramo, se pueden mencionar: *Agouti paca*, *Colinus cristatus*, *Crax rubra rubra*, *Oxybelis fulgidus*, *Crotalus durissus*, entre otras. Cabe mencionar que en este tramo existen especies animales en peligro de extinción: *Mazama americana*, *Marmosa Mexicana*, *Bubo virginianus*, *Oxybelis fulgidus*, *Crotalus durissus*; y

especies animales amenazadas de extinción: *Odecoileus virginianus Nelson*, *Canis latrans dickeyi*, *Penelopina nigra*, *Tyto alba*, *Boa constrictor*, *Micrurus nigrocinctus zunilensis*, entre otras.

PROTECCIÓN DEL MEDIO BIOLÓGICO

En este tramo no existen zonas declaradas como Espacio Natural Protegido.

MEDIO SOCIOECONÓMICO

a. Situación socioeconómica

Constituido por los Municipios de San Sebastián, San Esteban Catarina y Santa Clara.

El municipio de San Sebastián ubicado a 49 km de San Salvador, en el departamento de San Vicente, posee una extensión territorial de 62 km² y cuenta con 12.988 habitantes, de los cuales 55% es población rural y el 45% población urbana.

El municipio de San Esteban Catarina ubicado a 58 km de San Salvador, en el departamento de San Vicente, posee una extensión territorial de 78 km² y cuenta con 3.275 habitantes, de los cuales 23% es población rural y el 77% población urbana.

El municipio de Santa Clara ubicado a 65 km de San Salvador, en el departamento de San Vicente, posee una extensión territorial de 124 km² y cuenta con 4.216 habitantes, de los cuales 74% es población rural y el 26% población urbana.

En este tramo el decil de pobreza es de 4,3 en promedio; siendo el de más bajo decil, el Municipio de Santa Clara, Por otro lado la mortalidad infantil en el municipio de San Esteban Catarina es la más alta (30 por cada mil) mientras que la menor es la del Municipio de Santa Clara con 16 por cada mil.

En cuanto al hacinamiento, al Municipio de Santa Clara es que tiene el mayor (64%) porcentaje.

La condición de servicios de agua potable para todas las viviendas es reducida, pues en promedio existen 80,3% de viviendas sin el agua potable.

El tramo tiene poco acceso a la educación, 51% de 1 – 6 grados y de 28% para los grados de 7-9.

El Cuadro 5.59 presenta las características particulares de cada uno de los municipios que forman el tramo.

Cuadro 5.59: Datos Socioeconómicos del Tramo Es-9

Indicadores de Pobreza (%)	San Sebastián	San Esteban Catarina	Santa Clara
Decil Pobreza	5	5	3
Mortalidad Infantil (por millar)	28	30	16
Analfabetismo 10 años y más	19	24	42
Hacinamiento	48	46	64
Viviendas piso y tierra	60	55	67
Ranchos, chozas y viviendas improvisadas	1	10	7
Sin servicio de agua potable	67	77	97
Sin servicio sanitario	27	32	47
Sin servicio de drenaje	74	96	97
Sin energía eléctrica	43	32	68
Tasa Neta de Escolaridad 1-6	62	52	39
Tasa Neta de Escolaridad 7-9	38	31	15
Extra Edad 1-6	41	49	53
Extra Edad 7-9	75	51	44
Población Rural Municipio	55	23	74
Superficie	62	78	124
Población	12.988	3.275	4.216

Fuente: FIS / Salvador, 2000.

La población de este corredor, al menos las pocas casas que estarían más cerca de la línea viven mal, tienen todo tipo de problemas que van desde la falta de caminos de comunicación permanente hasta agua, letrinas, servicios de salud, trabajo y educación, tal como se registra en el cuadro anterior. .

b. Población

La Población crece de manera dispersa en diferentes sitios y lugares que pueden ser grandes atractivos turísticos y convertirlos en fuentes de empleo.

Cuadro 5.60. Población de los cantones por los cuales pasará el tendido ES-9

Municipio	Cantón	Población
San Sebastián	Santa Elena	73
	La Esperanza	326
	Las Rosas	867
San Esteban Catarina	Cerro de San Pedro	No hay datos
	Amatitán Abajo	102
Santa Clara	San Jerónimo	88
	El Tortuguero	448

Fuente: Censo de Población. 1992.

c. ECONOMÍA

La economía de la zona está muy limitada y solo beneficia a los grandes ganaderos o aquellos agricultores que pueden contratar mano de obra barata para realizar las labores de producción y servicio en las fincas. No hay otra actividad que genere empleo o ingreso para las familias. Es notorio observar que la población no tienen más y mejores facilidades acordes a su situación para incrementar su nivel económico.

d. Uso del suelo

Los suelos están ocupados en pastos naturales y de ganadería, cantidad considerable de piedras dentro de los propios predios de las personas a tal cantidad que utilizan la misma como cercas. Desde nuestro punto de estudio observamos a cien metros a la redonda solo existen árboles escasos y dispersos de corotú y pequeñas parcelas de maíz.

e. Comunidades indígenas: No hay grupos poblacionales de indígenas dentro de la línea del corredor ni cerca de ella.

f. Patrimonio histórico-cultural

Se identifican los sitios 29-1 Rancho Quemado y 35-2 Titihuapa.

TRAMO ES-10 CANTÓN EL ROSARIO- SUB-ESTACIÓN 15 DE SEPTIEMBRE

GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

Los materiales geológicos que afloran en este tramo son:

- *Rocas, sedimentos y Materiales Volcánicos del Cuaternario:* Estos materiales se caracterizan por poseer aluviones con intercalaciones de piroclastitas. Se formaron iniciando el Pleistoceno medio hasta el Holoceno se dieron actividades volcánicas explosivas de tipo efusiva de carácter ácido y básico y que se manifiestan en la Formación San Salvador.

La Formación San Salvador es la más joven de las unidades geológicas de El Salvador y la secuencia del Pleistoceno superior a reciente son volcánicos que consiste en capas piroclásticas con lavas félsicas a máficas entre ellas. La mayor parte de las rocas están pobremente a no consolidadas y rellenan la Depresión Central que tiene rumbo oeste-noroeste, limitado al Norte con las Formaciones del Mesozoico-Terciario Inferior y al Sur con la Formación Bálsamo.

- *Volcanitas Plio-Pleistocénicas y Holocénicas:* Los aparatos volcánicos activos Las Ninfas, Laguna Verde, Santa Ana, Izalco, San Salvador, Berlín, Tecaza, Coatepeque, Ilopango, Usulután y San Miguel constituyen esta unidad volcánica que se han establecido en la estructura principal del Graben Central de El Salvador. Los productos principales correspondientes a las volcanitas son predominantemente andesíticas, ácidas y básicas subordinadas. Una vez se configuró el Graben Central, las volcanitas se dispusieron paralelamente al eje del mismo dando lugar a la cadena de volcanes jóvenes del sur. Chingo, San Diego y Masahuat son tres estructuras volcánicas característicos del Graben de Ipala y cuyo volcanismo es predominantemente básico. Según Meyer-Abich (1956), con excepción de su sector noroeste, se encuentra un gran número de corrientes de lava notables alrededor de su pie que en su mayor parte ya están cubiertas por la vegetación. Tienen un aspecto más reciente únicamente dos lavas: una hacia el SE que fue producida por una grieta radial a media altura relativa de la pendiente sur en el lugar llamado Los

Perolitos y que probablemente fue eyectada en 1819 y/o 1855 (cubriendo en su mayor parte a la lava de 1787); la otra fue hacia el NO (lava del 25 de Julio de 1844).

Los depósitos formados por este volcán consisten en coladas de lava, intercaladas por secuencias de piroclastos que incluyen cenizas y escorias.

Afloran, también en este tramo, rocas volcánicas efusivas e intermedias de composición ácida. Además de piroclastitas ácidas conocidas localmente como “tierra blanca”, epiclastitas volcánicas o tobas de color café, corrientes de lavas intercaladas.

Las rocas volcánicas o efusivas básicas que afloran en este tramo son las andesitas y basaltos conocidas como piroclastitas, además de tobas ardientes y fundidas.

Estructuralmente se presentan numerosas fallas, la mayoría paralelas, con dirección predominantemente NO-SE y E-O y longitudes que van desde los 10 km las primeras hasta los 20 km. Existen otras fallas menores con rumbo NE-SO entre 10 km y 15 km de longitud que son cortadas por las anteriores. Estas fallas se alinean en la misma dirección que los volcanes San Salvador, Ilopango y San Vicente que constituyen los mayores centros volcánicos predominantes en este tramo.

La geomorfología en este tramo se caracteriza por los siguientes aspectos relevantes:

- La Fosa Central, que corre a lo largo del eje de la faja de volcanes. Es una depresión estructural muy activa limitada a ambos lados por fallas de desplazamientos de rumbos muy análoga a la Depresión Nicaragüense (Carr & Stoiber, 1977).

EDAFOLOGÍA

De acuerdo a la clasificación agrológica de los suelos del USDA Soli Taxonomy, en el este tramo se localizan suelos Clase V y VI. Son suelos superficiales a moderadamente profundos, los cuales presentan de textura franco arcillosos y arcillosos. Afectados en su mayoría por lenta permeabilidad y drenaje imperfecto. Son muy susceptibles a la erosión hídrica y presentan una fertilidad natural generalmente baja.

El relieve de estos suelos varía entre suelos planos con microdepresiones a suelos con pendientes complejas y pronunciadas. Los suelos de este tramo son propicios para el cultivo de frutales, pastos y la explotación ganadera. Sin embargo, es recomendable establecer cuidadosas medidas de conservación y manejo.

En los puntos de observación iniciales de este tramo, se puede observar una mayor actividad ganadera que el tramo anterior, mientras que las actividades agrícolas que se da corresponden a pequeñas parcelas de maíz y frijol de subsistencia, además de pequeñas parcelas de caña de azúcar.

En este tramo se ubica el área de influencia del embalse del Río Lempa, esta área presenta una gran pedregosidad superficial de los suelos, lo cual limita las actividades agrícolas y de ganadería que se observan en el área de influencia de este punto.

AGUA

Este tramo está dentro de la cuenca superficial del río Lempa, con sus afluentes río Titihuapa, Machacal, Copinolapa, Quezalapa, Los Limones y río El Tamarindo y sus diferentes afluentes. La característica fundamental de estos drenajes son sus paredes muy abruptas que forman en V, en etapas iniciales del proceso geomorfológico cañones debido a la erosión imperante por lo de los suelos delezables. El río Titihuapa tiene un caudal máximo de 87.400 l/min, el río Quezalapa tiene un caudal máximo de 72.000 l/min. El río Copinolapa tiene un caudal de 15.100 l/min. El pH de esta agua está entre 7,5 y 9,1 mientras que los TSD están entre 70 y 205 mg/l (SNET, 2003).

La mayoría del tendido en este tramo atraviesa acuíferos volcánicos de la Era Pleistocena superior a la Era Reciente; casi todas entran dentro de la formación San Salvador. Las volcánicas consisten de lavas basálticas relativamente no gastadas a andesíticas, fracturadas a brachiformes, interestratificadas con polvo suelto a moderadamente compacto a piroclásticos de tamaño lapilli. Capas de aluvión intercaudal mayoritariamente grueso y pobremente disperso están presentes entre las capas volcánicas. Existen escoria de basaltos extremadamente

permeables se encuentran presentes localmente en las laderas de los volcanes. La profundidad del nivel freático en estos acuíferos oscila entre los 10 m y 100 m.

Existe otra porción del tramo en donde la mayoría los acuíferos volcánicos son de la Era Pleistocena y anteriores que consisten en lavas de basaltos y andesitas altamente desgastadas y piroclastos compactados y alterados. Generalmente los acuíferos se encuentran funcionando hidráulicamente en condiciones libres. La profundidad del nivel freático en estos acuíferos oscila entre los 1 y 200 m.

La producción de aguas subterráneas de estos sedimentos varía entre moderadas a grandes cantidades y de muy pequeñas a pequeñas cantidades, entre 4 a 40.000 l/min. Generalmente los acuíferos en estos sedimentos se comportan hidráulicamente bajo condiciones de no confinamiento o libres en muchos casos. La transmisibilidad en las lavas andesíticas está entre los 100 m²/día a 500 m²/día, en la escoria de basalto es de hasta 10.000 m²/día y en los piroclastos menores a los 100 m²/día.

CLIMA

La precipitación media anual en este tramo es de 1,800 mm (SNET, 2003) y la temperatura media anual es de 28,0° C. Las temperaturas mínimas y máximas son 38,0° C y 18,1° C. La humedad relativa máxima es de 81%.

VEGETACIÓN

Las zonas de vida características del Tramo ES-10 se encuentran entre Bosque Húmedo Sub Tropical, Bosque Húmedo Sub Tropical, transición a Tropical, Bosque Seco Tropical, transición A Sub Tropical, Bosque Seco Tropical y Bosque Húmedo Sub Tropical, transición A Sub Húmedo.

La vegetación que tipifica este tramo se encuentra distribuida en zonas de cultivos o mezclas de sistemas productivos, vegetación abierta arbustiva predominantemente decidua en época seca

(matorral y arbustal), vegetación cerrada principalmente riparia y vegetación abierta, sabanas, campos y pastizales similares de tierras bajas y submontañas (morral.)

En este tramo se pueden encontrar especies vegetales tales como: *Ceiba pentandra*, *Tabebuia rosea* (maquilishuat), *Cedrela odorata* (cedro), *Tonduzia longifolia*, *Ceiba aesculifolia*, *Hura crepitans*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Calycophyllum candidissimum* (salamo), *Cecropia peltata*, *Sapium macrocarpum* (chilamate), *Omphalea oleiphera*, *Clorophora tinctoria*, *Plumeria rubra*, *Calycophyllum candidissimum*, *Trichilia glabra* (jocotillo), *Guazuma ulmifolia* (caulote), *Switenia humilis* (caoba), *Gliricidia sepium* (madrecacao), *Lonchocarpus rugosus*, *Genipa caruto*, *Andira inermis*, entre otras.

FAUNA

De las especies de fauna características de este tramo se pueden mencionar: *Glaucomys volans*, *Heteromys desmarestianus*, *Aramides cajanea*, *Porzana carolina*, *Celestus atitlanencis*, *Iguana iguana*, entre otras. En la zona de influencia del Tramo ES-10 existen especies animales amenazadas de extinción, tales como: *Conepatus mesoleucus*, *Coendou mexicanus*, *Buteo brachyurus fuliginosus*, *Botaurus lentiginosus*, *Boa constrictor*, y especies animales en peligro de extinción, como: *Agouti paca*, *Cairina moschata*, *Pharomachrus mocinno mocinno*, *Crotalus durissus* y *Celestus atitlanencis*, entre otras.

PROTECCIÓN DEL MEDIO BIOLÓGICO

No se ubican dentro de este tramo Espacios Naturales Protegidos.

MEDIO SOCIOECONÓMICO

a. Situación socioeconómica

Este tramo está constituido por los municipios de Santa Clara y San Idelfonso.

El municipio de Santa Clara ubicado a 65 km de San Salvador, en el departamento de San Vicente, posee una extensión territorial de 124 km² y cuenta con 4.216 habitantes, de los cuales 74% es población rural y el 26% población urbana.

El municipio de San Ildefonso ubicado a 84 km de San Salvador, en el departamento de San Vicente, posee una extensión territorial de 136 km² y cuenta con 8.704 habitantes, de los cuales 79% es población rural y el 21% población urbana.

Es índice de analfabetismo de 10 años y más es alto, (44,5%) en promedio; mientras que la falta de agua potable casi es generalizada (96%) entre ambos municipios.

Cuadro 5.61: Datos Socioeconómicos del Tramo Es-10

Indicadores de Pobreza	Santa Clara	San Ildefonso
Decil Pobreza	3	2
Mortalidad Infantil (por millar)	16	26
Analfabetismo 10 años y más	42	47
Hacinamiento	64	60
Viviendas piso y tierra	67	73
Ranchos, chozas y viviendas improvisadas	7	13
Sin servicio de agua potable	97	96
Sin servicio sanitario	47	64
Sin servicio de drenaje	97	97
Sin energía eléctrica	68	62
Tasa Neta de Escolaridad 1-6	39	34
Tasa Neta de Escolaridad 7-9	15	14
Extra Edad 1-6	53	56
Extra Edad 7-9	44	43
Población Rural Municipio	74	79
Superficie	124	136
Población	4.216	8.704

Fuente: FIS / Salvador, 2000.

La situación de las familias empeora en la medida que las principales necesidades de las poblaciones no se resuelven. Las distancias exageradas de los centros poblados, la falta de agua, la deforestación de la naturaleza y la falta de alternativas llevan a la población a ver con pesimismo el futuro.

b. Población

Igual que en el resto de los tramos, estamos observando una población en extrema pobreza en diferentes puntos de la zona de influencia.

Cuadro 5.62. Población de los cantones por los cuales pasará el tendido ES-10

Municipio	Cantón	Población
Santa Clara	El Rosario	125
San Idelfonso	San Francisco	603
	San Pablo Canales	486
	Guachipilin	1.131
	San Lorenzo	2.288
	Lajas y Canoas	1.115
	Candelaria Lempa	1.274

Fuente: Censo de Población. 1992.

c. Economía

No hay alternativas a corto plazo para mejorar las condiciones de las familias ya que la economía está determinada por una estructura agrícola y monocultora; Ya que lo único que se produce es maíz para los agricultores que consiguen parcelas para arrendar por el año agrícola, los grandes y medianos terratenientes viven de la ganadería extensiva, áreas altas apropiadas de cultivos de café y de la ganadería en los pastizales nativos que poseen.

d. Uso del suelo

El suelo es de pésima calidad para la agricultura, pero es lo único que permite que la población rural de bajos ingresos pueda obtener algún sustento alimenticio para las familias. La gran cantidad de suelo lleno de bastas zonas de piedra, es un fenómeno común en este tramo.

e. Comunidades indígenas

No hay una población ni menos familias de indígenas en el recorrido que tiene el tramo.

f. Patrimonio histórico cultural

Se ubican dentro de este tramo los sitios 35-4 San Idelfonso, 35-11 Cueva del Toro, 36-10 Jocotal, 36-8 Salto El Coyote y 36-1 La Pintada.

TRAMO ES-11 QUEBRADA EL TRILLADERO-PIEDRAS BLANCAS, SOBRE LA CARRETERA CA7.

GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

En este tramo, que presenta muchas similitudes por su homogeneidad geológica y geomorfológica a los tramos precedentes, afloran los siguientes materiales geológicos, que se describen a continuación:

- *Sedimentos, en edafología, rocas y materiales Volcánicos del Cuaternario:* la característica fundamental de los mismos son materiales caracterizados por aluviones con intercalaciones de piroclastitas de contenido intermedio a básico con algunos componentes ácidos, es decir con mucho sílice que son visibles en muestras de mano. Su origen se remonta al Pleistoceno Medio y perdura hasta el Holoceno o Cuaternario Reciente en el que se dieron actividades volcánicas explosivas de tipo efusiva de carácter ácido y básico y que se manifiestan, además o hacen su aparición, en la Formación San Salvador.

Los materiales de la Formación San Salvador se consideran como los más jóvenes entre todas las unidades geológicas de El Salvador y la secuencia del Pleistoceno Superior a reciente son volcánicos que consiste en capas piroclásticas con lavas félsicas a máficas entre ellas. La mayor parte de las rocas están pobremente a no consolidadas y rellenan la Depresión Central que tiene rumbo oeste-noroeste, limitado al Norte

- *Volcanitas Plio-Pleistocénicas y Holocénicas:* Los aparatos volcánicos activos Las Ninfas, Laguna Verde, Santa Ana, Izalco, San Salvador, Berlín, Tecaza, Coatepeque, Ilopango, Usulután y San Miguel constituyen esta unidad volcánica que se han establecido en la estructura principal del Graben Central de El Salvador. Los productos principales correspondientes a las volcanitas son predominantemente andesíticas, ácidas y básicas subordinadas. Una vez se configuró el Graben Central, las volcanitas se dispusieron paralelamente al eje del mismo dando lugar a la cadena de volcanes jóvenes del sur. Chingo, San Diego y Masahuat son tres estructuras volcánicas característicos del Graben de Ipala y cuyo volcanismo es predominantemente básico. Según Meyer-Abich (1956), con excepción de su sector noroeste, se encuentra un gran número de corrientes de lava notables alrededor de su pie que en su mayor parte ya están cubiertas por la vegetación. Tienen un aspecto más reciente únicamente dos lavas: una de las cuales, la del SE que fue producida por una grieta radial a media altura relativa de la pendiente sur en el lugar

llamado Los Perolitos y que probablemente fue eyectada en 1819 y/o 1855 (cubriendo en su mayor parte a la lava de 1787); la otra fue hacia el NO (lava del 25 de Julio de 1844).

Los depósitos formados por este volcán consisten en coladas de lava, intercaladas por secuencias de piroclastos que incluyen cenizas y escorias.

Afloran las rocas volcánicas efusivas e intermedias de composición ácida. Además de piroclastitas ácidas conocidas localmente como “tierra blanca”, epiclastitas volcánicas o tobas de color café, corrientes de lavas intercaladas

Las rocas volcánicas o efusivas básicas que afloran en este tramo son las andesitas y basaltos conocidas como piroclastitas, además de tobas ardientes y fundidas.

Considerando la geología estructural, se presentan numerosas fallas, la mayoría normales y paralelas, con dirección predominantemente NO-SE y E-O y longitudes que van desde los 10 km las primeras hasta los 20 km. Existen otras fallas menores con rumbo NE-SO entre 10 km y 15 km de longitud que son cortadas por las anteriores. Estas fallas se alinean en la misma dirección que los volcanes San Salvador, Ilopango y San Vicente que constituyen los mayores centros volcánicos predominantes en este tramo.

La geomorfología en este tramo se caracteriza por los siguientes aspectos relevantes:

- La Fosa Central, que corre a lo largo del eje de la faja de volcanes. Es una depresión estructural muy activa limitada a ambos lados por fallas de desplazamiento de rumbo muy análoga a la depresión nicaragüense (Carr & Stoiber, 1977).

De acuerdo con la simetría de su cono (50 km³, Carr & Rose, 1987), el Chaparrastique o San Miguel, es considerado como uno de los volcanes más espectaculares de El Salvador. Está ubicado en la planicie costera, su diámetro es de 13 km, sobre su falda noroeste se encuentra emplazado el volcán extinto, Chinameca. Según Meyer-Abich (1956), con excepción de su sector noroeste, se encuentra un gran número de corrientes de lava notables alrededor de su pie que en su mayor parte ya están cubiertas por la vegetación. Tienen un aspecto más reciente

únicamente dos lavas: una hacia el SE, que fue producida por una grieta radial a media altura relativa de la pendiente sur en el lugar llamado Los Perolitos y que probablemente fue eyectada en 1819 y/o 1855 (cubriendo en su mayor parte a la lava de 1787); y otra fue hacia el NO (lava del 25 de Julio de 1844). Los depósitos formados por este volcán consisten en coladas de lava, intercaladas por secuencias de piroclastos que incluyen cenizas y escorias. Las lavas del Volcán San Miguel son basaltos con olivino y augita, generalmente ricos en plagioclasa porfírica y con matriz casi granular

EDAFOLOGÍA

Los suelos presentes en este tramo son los de Clase V y VI, de acuerdo a la capacidad agrológica de los suelos. Son suelos superficiales a moderadamente profundos, los cuales presentan textura franco arcillosos y arcillosos. Afectados en su mayoría por lenta permeabilidad y drenaje imperfecto. Son muy susceptibles a la erosión hídrica y presentan una fertilidad natural generalmente baja.

El relieve de estos suelos varía entre suelos planos con microdepresiones a suelos con pendientes complejas y pronunciadas. Los suelos de este tramo son propicios para el cultivo de frutales, pastos y la explotación ganadera. Sin embargo, es recomendable establecer cuidadosas medidas de conservación y manejo.

En los puntos de observación iniciales de este tramo, se determinan áreas que presentan una gran pedregosidad superficial de los suelos, lo cual limita las actividades agrícolas y de ganadería que se observan en esta zona.

Además, en este tramo, que la actividad preponderante en el área es la ganadería semi-estabulada, para lo cual se utilizan pequeños corrales y establos ubicados en los patios de las casas. Esta actividad ganadera, esta asociada con la siembra de pequeñas parcelas de maíz y caña de azúcar, las cuales son utilizadas para el ensilaje del ganado.

Se desarrollan actividades agrícolas como el cultivo de pequeñas parcelas de plátano y algunos frutales, que se ubican principalmente en los patios de casas. De igual forma, en las

proximidades de la localidad de Chapeltique se observó una siembra comercial de nopal, el cual es un cultivo de interés comercial que se está introduciendo en la zona.

AGUA

Este tramo está dentro de la cuenca superficial del río Lempa, con sus afluentes río Titihuapa, Machacal, Copinolapa, Quezalapa, Los Limones y río El Tamarindo y sus diferentes afluentes. La característica fundamental de estos drenajes son sus paredes muy abruptas que forman cañones debido a la erosión imperante por lo de los suelos deleznable. El río Titihuapa tiene un caudal máximo de 8.400 l/min, el río Quezalapa tiene un caudal máximo de 72.000 l/min. El río Copinolapa tiene un caudal de 15.100 l/min.

El pH de esta agua está entre 7,5 y 9,1 mientras que los TSD están entre 70 y 205 mg/l (SNET, 2003).

La mayoría del tendido en este tramo atraviesa acuíferos desarrollados en rocas volcánicas de la Era Pleistocena Superior a la Era Reciente; casi todas entran dentro de la Formación San Salvador. Las rocas volcánicas consisten de lavas basálticas relativamente no gastadas a andesíticas, fracturadas a brechiformes, interestratificadas con polvo suelto a moderadamente compacto a piroclásticos de tamaño lapilli. Capas de aluvión intercaudal mayoritariamente grueso y pobremente disperso están presentes entre las capas volcánicas. Existen escoria de basaltos extremadamente permeables se encuentran presentes localmente en las laderas de los volcanes. Generalmente los acuíferos se encuentran funcionando hidráulicamente en condiciones libres. La profundidad del nivel freático en estos acuíferos oscila entre los 10 m y 100 m.

Existe otra porción del tramo donde especifico en donde la mayoría los acuíferos volcánicos son de la Era Pleistocena y anteriores que consisten en lavas de basaltos y andesitas altamente desgastadas y piroclastos compactados y alterados. La profundidad del nivel freático en estos acuíferos oscila entre los 1 m y 200m.

La producción de aguas subterráneas de estos sedimentos varía entre moderadas a grandes cantidades y de muy pequeñas a pequeñas cantidades, entre 4 a 40.000 l/min. Generalmente los acuíferos se comportan hidráulicamente bajo condiciones de no confinamiento o libres en muchos casos. La transmisibilidad en las lavas andesíticas está entre los 100 m²/día a 500 m²/día, en la escoria de basalto es de hasta 10.000 m²/día y en los piroclastos menores a los 100 m²/día.

CLIMA

La precipitación media anual en este tramo es de 1.800 mm (SNET, 2003) y la temperatura media anual es de 28° C. Las temperaturas mínimas y máximas son 38° C y 18,1° C. La humedad relativa máxima es de 81%.

VEGETACIÓN

Las zonas de vida que se distinguen en el Tramo ES-11 están integradas por Bosque Húmedo Sub Tropical, Bosque Húmedo Sub Tropical, transición a Sub Húmedo, Bosque Húmedo Sub Tropical, transición a Tropical y Bosque Seco Tropical, transición a Sub Tropical.

Las formaciones vegetales presentes en este tramo están constituidas por zonas de cultivos o mezclas de sistemas productivos, vegetación abierta arbustiva predominantemente decidua en época seca (matorral y arbustal), vegetación cerrada principalmente riparia y vegetación abierta, sabanas, campos y pastizales similares de tierras bajas y submontañas (morral.)

Las especies vegetales características del Tramo ES-11 están conformadas por: *Plumeria rubra*, *Calycophyllum candidissimum*, *Swietenia macrophylla*, *Carica mexicana*, *Omphalea oleiphora*, *Cedrela salvadorensis*, *Ceiba pentandra*, *Talisia olivaeformis*, *Myroxylon balsamun*, *Hymenaea courbaril*, *Myriospermum frutescens*, *Tabebuia guayacán*, *Clorophora tinctoria*, *Tonduzia longifolia*, *Ceiba aesculifolia*, entre otras.

FAUNA

Entre las especies de fauna características de este tramo se distinguen: *Scotinomys teguina rufiniger*, *Agouti paca*, *Penelopina nigra*, *Passer domesticus*, *Boa constrictor*, *Micrurus nigrocinctus zunilensis*. En el Tramo ES-11 se encuentran especies animales en peligro de

extinción, tales como: *Marmosa Mexicana*, *Cairina moschata*, *Nyctibius jamaicensis*, *Celestus atitlanencis* e *Iguana iguana*; y especies animales amenazadas de extinción, como: *Canis latrans dickeyi*, *Egretta thula*, *Micrurus nigrocinctus zunilensis*, entre otras.

PROTECCIÓN DEL MEDIO BIOLÓGICO

Se localizan dentro del área de influencia indirecta del Proyecto las áreas protegidas de El Tecomatal y el Tamarindo en el Municipio de Nueva Granada, Departamento de Usulután.

El Tecomatal, cuenta con una extensión de 536,5 ha y posee un estado de No Prioritaria; se encuentra a una distancia de 500 m hacia el Norte desde el punto de inflexión (554550 E, 281150 N).

El Tamarindo posee una extensión de 106,97 ha y tiene un estado de No Prioritaria; el trazado de la línea pasa a unos 100 m desde el punto de inflexión (558450, 282700).

MEDIO SOCIOECONÓMICO

a. Situación socioeconómica

Este tramo lo constituye parte de los municipios de Estanzuela, Nueva Granada, Sesori, El Triunfo, Lolotique, Chapeltique y San Miguel.

El municipio de Estanzuelas ubicado a 113 km de San Salvador, en el departamento de Usulután, posee una extensión territorial de 72 km² y cuenta con 9.194 habitantes, de los cuales 68% es población rural y el 32% población urbana.

El municipio de Nueva Granada ubicado a 109 km de San Salvador, en el departamento de Usulután, posee una extensión territorial de 90 km² y cuenta con 7.382 habitantes, de los cuales 79% es población rural y el 21% población urbana.

El municipio de El Triunfo ubicado a 108 km de San Salvador, en el departamento de Usulután, posee una extensión territorial de 40 km² y cuenta con 5.891 habitantes, de los cuales 41% es población rural y el 59% población urbana.

El municipio de Sesori ubicado a 153 km de San Salvador, en el departamento de San Miguel, posee una extensión territorial de 203 km² y cuenta con 11.142 habitantes, de los cuales 88% es población rural y el 12% población urbana.

El municipio de Chapeltique ubicado a 138 km de San Salvador, en el departamento de San Miguel, posee una extensión territorial de 104 km² y cuenta con 10.445 habitantes, de los cuales 73% es población rural y el 27% población urbana.

El municipio de San Miguel ubicado a 132 km de San Salvador, en el departamento de San Miguel, posee una extensión territorial de 594 km² y cuenta con 191.116 habitantes, de los cuales 33% es población rural y el 67% población urbana.

Entre sus características tenemos una bajo porcentaje de decil en promedio(3,8%); una elevada mortalidad infantil (28,57 por cada mil); un considerable porcentaje(40,57%) de analfabetismo, tal como se puede observar en el cuadro.

Cuadro 5.63: Datos Socioeconómicos del Tramo Es-11

Indicadores de Pobreza (%)	Estanzuela	Nueva Granada	Sesori	El Triunfo	Lolotique	Chapeltique	San Miguel
Decil Pobreza	4	2	1	5	4	4	7
Mortalidad Infantil (por millar)	17	18	40	30	36	43	32
Analfabetismo 10 años y más	49	53	53	34	38	36	21
Hacinamiento	39	47	59	36	45	44	27
Viviendas piso y tierra	62	84	83	59	78	60	29
Ranchos, chozas y viviendas improvisadas	6	10	10	11	5	4	3
Sin servicio de agua potable	75	93	95	78	91	79	50
Sin servicio sanitario	40	56	65	20	19	49	9
Sin servicio de drenaje	91	99	98	95	95	85	48
Sin energía eléctrica	48	83	84	44	77	45	23
Tasa Neta de Escolaridad 1-6	30	16	23	45	45	41	59

Tasa Neta de Escolaridad 7-9	9	4	9	28	20	21	37
Extra Edad 1-6	56	57	62	45	47	54	41
Extra Edad 7-9	49	37	50	43	45	43	37
Población Rural Municipio	68	79	88	41	30	77	73
Superficie (km ²)	72	90	203	40	94	104	594
Habitantes	9.194	7.382	11.142	5.891	13.883	10.445	19.116

Fuente: FIS / Salvador, 2000.

La topografía, el clima, el tipo de suelo han determinado el grado y carácter de aprovechamiento del recurso suelo en las actividades que generen un mejor estado social de las personas. A pesar que se observa un gran ambiente de familias pobres la situación socioeconómica parece mantenerse estancada.

b. Población

La población reside en los centros urbanos más cercanos ya que ellos son atractivos para que el interiorano busquen mejores opciones en la vida y pueda desarrollarse como individuo. El proyecto no atraviesa ningún poblado significativo en cuanto a perjuicios o daños para dichos poblados.

Cuadro 5.64. Población de los cantones por los cuales pasará el tendido ES-11

Municipio	Cantón	Población
Estanzuela	El Tecomatal	1.778
	Sitio de San Antonio	no hay datos
Nueva Granada	Azacualpia de Joco	742
	La Palomilla	329
	Potrero de Joco	512
El Triunfo	Jicarito	51
Sesori	Managuara	1.980
	Mazatepeque	1.229
	Santa Rosa	204
Chapeltique	La Trinidad	1.562
	San Pedro	1.778
San Miguel	Concepción Corozal	1.247
	San Jacinto	446
	San Antonio Chávez	452

Fuente: Censo de Población. 1992.

c. Economía

Para un grupo minoritario la economía está bien, pues con las tierras y el clima pueden obtener grandes ingresos, no es así para la mayoría de la población que tienen que vender frutas,

artesanías, y jocote en las orillas de las carreteras principales para llevar un sustento a su familia.

d. Uso del suelo

El suelo es bueno dado la producción que se genera en el área y es diversa dado el clima y poco grado de deforestación en la zona. Las mejores tierras están en manos de empresas y empresarios que cultivan comercialmente para la exportación.

e. Población indígena

No hay evidencias de poblaciones o grupos de indígena cerca o en el área de influencia del proyecto.

f. Patrimonio histórico cultural

En el área del Proyecto se han identificado los sitios 40-7 Loma China, 41-14 La Laguneta, 41-6 Cueva La Garrucha, 40-4 Rancho Alegre, 47-3 Totorostique y 47-9 Singaltique.

TRAMO ES-12 PIEDRAS BLANCAS- HACIENDA PANAMÁ. (ENTRE LOS CERROS EL ZAPATÓN Y EL CAMOTE)

GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

Este tramo se caracteriza por los siguientes materiales que afloran a lo largo del mismo:

- *Rocas, suelos, sedimentos y materiales Volcánicos pertenecientes al período Cuaternario u holoceno reciente:* Los mismos se caracterizan por poseer aluviones con intercalaciones de piroclastitas. Históricamente datan del Pleistoceno Medio hasta el Holoceno en donde se dieron actividades volcánicas explosivas de carácter ácido, como son las dacitas y riocitas, y básico, como son las andesitas y basaltos, y que también tienen su expresión visible en la Formación San Salvador.

La Formación San Salvador es la más joven de todas las unidades geológicas de El Salvador desarrolla del Pleistoceno superior a reciente, son ROCAS volcánicos que

conformadas por capas piroclásticas con lavas félsicas a máficas intercaladas entre ellas. La mayor parte de las rocas están pobremente a no consolidadas y rellenan la Depresión Central que tiene rumbo oeste-noroeste, limitando al Norte con las Formaciones del Mesozoico-Terciario Inferior y al Sur con la Formación Bálsamo.

- *Volcanitas Plio-Pleistocénicas y Holocénicas:* Los aparatos volcánicos activos Las Ninfas, Laguna Verde, Santa Ana, Izalco, San Salvador, Berlín, Tecaza, Coatepeque, Ilopango, Usulután y San Miguel constituyen esta unidad volcánica que se han establecido en la estructura principal del Graben Central de El Salvador. Los productos principales correspondientes a las volcanitas son predominantemente andesíticas, ácidas y básicas subordinadas. Una vez se configuró el Graben Central, las volcanitas se dispusieron paralelamente al eje del mismo dando lugar a la cadena de volcanes jóvenes del sur. Chingo, San Diego y Masahuat son tres estructuras volcánicas característicos del Graben de Ipala y cuyo volcanismo es predominantemente básico. Las lavas del Volcán San Miguel son basaltos de olivino y augita, generalmente ricas en plagioclasa porfírica y con matriz casi granular cuyos minerales, muchas veces, son visibles a simple vista en muestras de mano.

Afloran las rocas volcánicas de composición intermedia a ácida. Entre las rocas intermedias y ácidas más comunes que encontramos en este tramo están las dacitas y riocitas. Además de piroclastitas ácidas conocidas localmente como “tierra blanca”, epiclastitas volcánicas o tobas de color café, corrientes de lavas intercaladas. Entre las rocas efusivas básicas que afloran y se observan en este tramo están las andesitas un tanto oscuras y los basaltos completamente oscuros o máficos.

Las rocas volcánicas o efusivas básicas que afloran en este tramo las andesitas y basaltos conocido como piroclastitas, además de tobas ardientes y fundidas que en la literatura geológica centroamericana se conocen como ignimbritas.

Otros sedimentos que son posible observar en este tramo son los aluviones y colusiones muy localizados con intercalaciones de piroclastitas y corrientes de lavas intercaladas. La mayoría

presenta un alto grado de meteorización dando como resultado suelos residuales de color gris claro a amarillentos.

Geoestructuralmente se observa una serie de fallas, la mayoría son normales y paralelas cuyos planos de fallas presentan un alto deterioro producto de la erosión hídrica. Las mismas tienen direcciones predominantemente NO-SE y E-O y unas longitudes que varían entre 10 km las primeras hasta los 15 km. Existen otras fallas pequeñas con rumbo NE-SO entre 10 km y 15 km de longitud que son cortadas por las anteriores. Estas fallas se alinean en la misma dirección que los volcanes San Salvador, Ilopango, San Vicente y San Miguel.

La geomorfología en este tramo se caracteriza por los siguientes aspectos relevantes:

- La Fosa Central, que corre a lo largo del eje de la faja de volcanes. Es una depresión estructural muy activa limitada a ambos lados por fallas de desplazamiento de rumbo muy análoga a la depresión nicaragüense (Carr & Stoiber, 1977).

EDAFOLOGÍA

Observamos que estos tramos transcurren a través de suelos que se clasifican según su uso potencial, en suelos de las Clases VI y VII.

Los suelos de estos tramos son superficiales de profundidad efectiva limitada. Pueden presentar rocosidad o pedregosidad superficial. Su relieve puede variar de áreas muy empinadas a suelos planos con microdepresiones. Son suelos pobremente drenados, susceptibles a la erosión hídrica y presentan textura arcillosos. Adicionalmente, presentan una fertilidad natural baja.

Estos suelos deben ser utilizados racionalmente y restringir su uso para cultivos permanente, específicamente para la siembra de especies de frutales y en las partes más bajas puede adecuarse a la explotación ganadera. En términos generales, se recomienda utilizar medidas de conservación y manejo, lo cual debe complementarse con un programa racional de fertilización.

En este tramo se observa una abundante pedregosidad superficial y al igual que el tramo anterior. La actividad preponderante es la ganadería semi-estabulada, para lo cual se utilizan pequeños corrales y establos ubicados en los patios de las casas. La actividad ganadera, por lo regular está asociada con la siembra de pequeñas parcelas de maíz y caña de azúcar, las cuales son utilizadas en la época de verano para el ensilaje del ganado.

Colateralmente a las actividades agrícolas ya señaladas, existen cultivo de pequeñas parcelas de plátano y algunos frutales, que se ubican principalmente en los patios de casas, además de otros cultivos como el maíz y maicillo (sorgo) (sorgo), los cuales son asociados con frijol o arroz, para consumo de subsistencia.

AGUA

Este tramo está dentro de la cuenca superficial de los ríos Goascorán y Grande de San Miguel, que incluye los ríos Villerías, San Francisco, Estaban, Sirama, Pasaquina y El Sauce y sus diferentes afluentes. La característica fundamental de estos drenajes son sus paredes muy abruptas que forman cañones debido a la erosión imperante por lo de los suelos delezables. El río Grande de San Miguel tiene un caudal de 149.200 l/min y en la confluencia con el río San Esteban tiene un caudal de 43.500 l/min. El río Goascorán posee un caudal de 59.400 l/min, el río Pasaquina, un caudal máximo de 600 l/min, el río Sirama un caudal máximo de 3.800 l/min y el río Esteban tiene un caudal de 2.800 l/min.

El pH de estas aguas están entre 6,9 y 8,6 mientras que los TSD están entre 40 y 800 mg/l (SNET, 2003).

La mayoría del tendido en este tramo atraviesa acuíferos volcánicos de la Era Pleistocena Superior a la Era Reciente; casi todas entran dentro de la Formación San Salvador. Las rocas volcánicas consisten de lavas basálticas relativamente no gastadas a andesíticas, fracturadas a brachiformes, interestratificadas con polvo suelto a moderadamente compacto a piroclásticos de tamaño lapilli. Capas de aluvión intercaudal mayoritariamente grueso y pobremente disperso están presentes entre las capas volcánicas. Existen basaltos de escoria extremadamente permeables se encuentran presentes localmente en las laderas de los volcanes. Generalmente

Los acuíferos se encuentran funcionando hidráulicamente en condiciones libres. La profundidad del nivel freático en estos acuíferos oscila entre los 10m y 100m.

Existe otra porción del tramo en donde la mayoría los acuíferos volcánicos son de la Era Pleistocena y anteriores. Consisten en lavas de basaltos y andesitas altamente desgastadas y piroclastos compactados y alterados. Generalmente los acuíferos se encuentran funcionando hidráulicamente en condiciones libres. La profundidad del nivel freático en estos acuíferos oscila entre los 1 y 200m.

Muy cerca de la frontera con Honduras, al final del tramo, tenemos acuíferos de aluviones no consolidados que actúan hidráulicamente en condiciones libres con niveles freáticos estáticos entre 2 m y 50 m de profundidad.

La producción de aguas subterráneas de estos sedimentos varía entre moderadas a grandes cantidades, de pequeñas a moderadas cantidades y de muy pequeñas a pequeñas cantidades, entre 4 a 40.000 l/min. Generalmente los acuíferos se comportan hidráulicamente bajo condiciones de no confinamiento o libres en muchos casos. Las transmisibilidades están en las lavas andesíticas entre los 100 m²/día a 500 m²/día, en la escoria de basalto es de hasta 10.000 m²/día, en las lavas basálticas menores a los 10 m²/día y en los piroclastos menores a los 100 m²/día.

CLIMA

La precipitación media anual en este tramo es de 1.800 mm (SNET, 2003) y la temperatura media anual es de 28,1° C. Las temperaturas mínimas y máximas son 38,3° C y 17,7° C. La humedad relativa máxima es de 80%.

VEGETACIÓN

Las zonas de vida que se encuentran en el Tramo ES-12 están constituidas por: Bosque Húmedo Sub Tropical, Bosque Húmedo Sub Tropical, transición a Sub Húmedo, Bosque Húmedo Sub Tropical, transición a Tropical y Bosque Seco Tropical, transición a Sub Tropical.

La vegetación característica del tramo es propia de zonas de cultivos o mezclas de sistemas productivos, vegetación abierta arbustiva predominantemente decidua en época seca (matorral y arbustal) y vegetación abierta, sabanas, y pastizales similares de tierras bajas y submontañas (morral.)

Entre las especies vegetales que tipifican el tramo, se pueden mencionar: *Plumeria rubra*, *Calycophyllum candidissimum*, *Swietenia macrophylla*, *Carica mexicana*, *Omphalea oleiphora*, *Cedrela salvadorensis*, *Ceiba pentandra*, *Talisia olivaeformis*, *Myroxylon balsamun*, *Hymenaea courbaril*, *Myriospermum frutescens*, *Tabebuia guayacán*, *Clorophora tinctoria*, *Tonduzia longifolia*, *Ceiba aesculifolia*, entre otras.

FAUNA

Algunas de las especies de fauna características del tramo son: *Cryptotis merriami*, *Heteromys desmarestianus*, *Dendrocygna bicolor*, *Porzana carolina*, *Celestus atitlanencis*, *Iguana iguana*.

. En el Tramo ES-12 se pueden distinguir especies animales amenazadas de extinción, como: *Odecoileus virginianus* Nelson, *Conopatus mesoleucus*, *Dendrocygna bicolor*, *Campylorhynchus zonatus*, *Boa constrictor*, *Micrurus nigrocinctus zunilensis*; y en peligro de extinción, tales como: *Marmosa Mexicana*, *Agouti paca*, *Amazona albifrons ana*, *Bubo virginianus*, *Celestus atitlanencis*, *Ctenosaura quinquecarinatus* e *Iguana iguana*.

PROTECCIÓN DEL MEDIO BIOLÓGICO

Dentro de este tramo no se localiza ningún Espacio Natural Protegido.

MEDIO SOCIOECONÓMICO

a. Situación socioeconómica

El tramo está constituido por parte del territorio de los municipios de: San Miguel, Comacarán, Yucuaquín, Bolívar y San José.

El municipio de San Miguel ubicado a 132 km de San Salvador, en el departamento de San Miguel, posee una extensión territorial de 594 km² y cuenta con 191.116 habitantes, de los cuales 33% es población rural y el 67% población urbana.

El municipio de Comacaran ubicado a 158 km de San Salvador, en el departamento de San Miguel, posee una extensión territorial de 35 km² y cuenta con 3.523 habitantes, de los cuales 78% es población rural y el 22% población urbana.

El municipio de Yucuaiquin ubicado a 165 km de San Salvador, en el departamento de La Unión, posee una extensión territorial de 55 km² y cuenta con 8.694 habitantes, de los cuales 84% es población rural y el 16% población urbana.

El municipio de Bolívar ubicado a 177 km de San Salvador, en el departamento de La Unión, posee una extensión territorial de 52 km² y cuenta con 5.029 habitantes, de los cuales 78% es población rural y el 22% población urbana.

El municipio de San José ubicado a 184 km de San Salvador, en el departamento de La Unión, posee una extensión territorial de 45 km² y cuenta con 3.975 habitantes, de los cuales 69% es población rural y el 31% población urbana.

La media del decil de pobreza está en 5 % entre todos los municipios, por otro lado la mortalidad infantil de este tramo es de 19,2 por cada mil; la situación socioeconómica se caracteriza por un analfabetismo de 10 años y más de 30,8 % y la falta de agua potable en gran número de viviendas alcanza un 81,2 % de viviendas sin el vital líquido.

Observar el cuadro 5.65 en el cual se expresan con más detalles la situación particular de cada municipio

Cuadro 5.65: Datos Socioeconómicos del Tramo Es-12

Indicadores de Pobreza	San Miguel	Comacaran	Yucuaiquin	Bolívar	San José
Decil Pobreza	7	5	4	5	4
Mortalidad Infantil (por millar)	32	36	30	12	19
Analfabetismo 10 años y más	21	34	33	30	36

Hacinamiento	27	51	44	39	39
Viviendas piso y tierra	29	63	65	49	64
Ranchos, chozas y viviendas improvisadas	3	3	3	2	3
Sin servicio de agua potable	50	84	85	92	95
Sin servicio sanitario	9	26	30	41	62
Sin servicio de drenaje	48	95	94	96	99
Sin energía eléctrica	23	50	48	30	44
Tasa Neta de Escolaridad 1-6	59	57	43	55	45
Tasa Neta de Escolaridad 7-9	37	34	20	29	16
Extra Edad 1-6	41	40	55	49	50
Extra Edad 7-9	37	35	49	41	40
Población Rural Municipio	73	66	84	94	69
Superficie (km ²)	594	35	--	--	45
Población	19.116	3.523	--	--	3,975

Fuente: FIS / Salvador, 2000.

Este tramo se caracteriza por tener una topografía bastante plana en muchos sectores, sin embargo subsisten y se observan paisajes deforestados, con escasos bosques, cultivos de café, pero si mucha actividad dedicada a la ganadería extensiva. No hay cambios trascendentales en relación a los otros. En cada cabecera de cantón, se observan los diferentes estratos sociales.

b. Población

Los pequeños grupos de población rural son numerosos y dispersos por todo el área o zona de influencia del proyecto. Las cabeceras de los cantones y de los municipios cabecera expresan la presión que está ejerciendo la población sobre los espacios o superficie de estas organizaciones.

Cuadro 5.66. Población de los cantones por los cuales pasará el tendido ES-12

Municipio	Cantón	Población
San Miguel	La Trinidad	1.530
	Las Delicias	958
Comacarán	Candelaria	159
	Platanarillo	591
	El Hormiguero	899
Yucuaquín	Candelaria	759
	Los Hatillos	408
Bolívar	El Tránsito	400
	La Rinconada	541
San José	El Sombrero	543
	El Zapote	370

Fuente: Censo de Población. 1992.

c. Economía

La fuerza de la economía la ejercen la agricultura comercial que se da en algunos sitios con alta fertilidad y abundancia de agua y por otro lado la ganadería extensiva que se practica en todos los lugares del tramo especialmente durante el período lluvioso. Hay que notar que en esta zona se recibe mucho dinero de los familiares de los salvadoreños que viven en los Estados Unidos y El Canadá.

d. Uso del suelo

El suelo se utiliza fundamentalmente en la agricultura de subsistencia (maíz, frijoles), ganadería extensiva y la agricultura comercial en los valles o sitios con abundancia de agua, tierras planas y servicios públicos.

e. Población indígena

No se registró ningún grupo de población indígena en el trayecto.

f. Patrimonio histórico-cultural

Se han identificado los sitios 47-4 Piedra Pintada, 48-8 Azacualpa, 48-3 Uluazapa y 47-8 Yucuaquín.

TRAMO ES-13 QUEBRADA y HACIENDA PANAMÁ-RÍO GOASCORÁN FRONTERA CON HONDURAS

GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

Desde el punto de vista geológico y geomorfológico este tramo se caracteriza por los siguientes materiales:

- *Materiales Volcánicos del Cuaternario:* Estos materiales se caracterizan por poseer aluviones con intercalaciones de piroclastitas. Desde el Pleistoceno Medio hasta el Holoceno se dieron actividades volcánicas explosivas de carácter ácido y básico y que se manifiestan en la Formación San Salvador. En realidad varían piroclastitas con intercalaciones de aluviones considerando el tyeutl del apartado.

La Formación San Salvador es la más joven de las unidades geológicas de El Salvador y corresponde a la secuencia del Pleistoceno superior a reciente de rocas volcánicas que consiste en capas piroclásticas con lavas félsicas a máficas entre ellas. La mayor parte de las rocas están pobremente a no consolidadas y rellenan la Depresión Central que tiene rumbo oeste-noroeste, limitado al Norte con las Formaciones del Mesozoico-Terciario Inferior y al Sur con la Formación Bálsamo.

- *Volcanitas Plio-Pleistocénicas y Holocénicas:* Los aparatos volcánicos activos Las Ninfas, Laguna Verde, Santa Ana, Izalco, San Salvador, Berlín, Tecaza, Coatepeque, Ilopango, Usulután y San Miguel constituyen esta unidad volcánica que se han establecido en la estructura principal del Graben Central de El Salvador. Los productos principales correspondientes a las volcanitas son predominantemente andesíticas, ácidas y básicas subordinadas. Una vez se configuró el Graben Central, las vulcanitas se dispusieron paralelamente al eje del mismo dando lugar a la cadena de volcanes jóvenes del sur. Chingo, San Diego y Masahuat son tres estructuras volcánicas característicos del graben de Ipala y cuyo volcanismo es predominantemente básico

Afloran las rocas volcánicas efusivas e intermedias de composición ácida. Además de piroclastitas ácidas conocidas localmente como “tierra blanca”, las epiclastitas volcánicas o tobas de color café, corrientes de lavas intercaladas

Las rocas volcánicas o efusivas básicas que afloran en este tramo son las andesitas y basaltos conocidas como piroclastitas, además de tobas ardientes y fundidas.

Aluviones muy localizados con intercalaciones de piroclastitas y corrientes de lavas intercaladas.

Estructuralmente se presentan numerosas fallas, la mayoría paralelas, con dirección predominantemente NO-SE y E-O y longitudes que van desde los 10 km las primeras hasta los 15 km. Existen otras fallas pequeñas con rumbo NE-SO entre 10 km y 15 km de longitud que

son cortadas por las anteriores. Estas fallas se alinean en la misma dirección que los volcanes San Salvador, Ilopango, San Vicente y San Miguel.

La geomorfología en este tramo se caracteriza por los siguientes aspectos relevantes:

- La Fosa Central, que corre a lo largo del eje de la faja de volcanes. Es una depresión estructural muy activa limitada a ambos lados por fallas de desplazamientos de rumbos muy análoga a la depresión nicaragüense (Carr & Stoiber, 1977).

Las tierras altas características de este tramo son los volcanes Ilopango, San Vicente, San Miguel, Usulután, Conchagua, Las Cruces y Limón, con elevaciones mayores a los 1.500 msnm.

EDAFOLOGÍA

De acuerdo a la clasificación agrológica de los suelos, se encuentran presentes en este tramo suelos Clases VI y VII.

Estos suelos son superficiales de profundidad efectiva limitada. Pueden presentar rocosidad o pedregosidad superficial. Su relieve puede variar de áreas muy empinadas a suelos planos con microdepresiones. Son suelos pobremente drenados, susceptibles a la erosión hídrica y presentan textura arcillosos. Adicionalmente, presentan una fertilidad natural baja.

Los suelos de este tipo se debe utilizar racionalmente y restringir su uso para el cultivo específicamente para la siembra de especies de frutales y en las partes más bajas puede adecuarse a la explotación ganadera. En términos generales, se recomienda utilizar medidas de conservación y manejo, lo cual debe complementarse con un programa racional de fertilización.

La ganadería es considerada como una actividad de suma importancia para el área, en la localidad El Nance y en Los Encuentros, se desarrolla la ganadería de leche. Esta actividad ganadera se da en forma semi-estabulada y esta asociada con el cultivo de pequeñas parcelas de maíz y caña de azúcar, las cuales son utilizadas para la preparación del ensilaje del ganado

Adicionalmente, se dan otras actividades agrícolas, como lo son la siembra de pequeñas parcelas de maíz, frijol y caña de azúcar.

En esta zona existen suelos con mucha pedregosidad superficial y la vegetación principal que se observa, son plantas de jícara (calabaza).

AGUA

Este tramo está dentro de la cuenca superficial de los ríos Goascorán y Grande de San Miguel, que incluye los ríos Villerías, San Francisco, Estaban, Sirama, Pasaquina y El Sauce y sus diferentes afluentes. La característica fundamental de estos drenajes son sus paredes muy abruptas que forman cañones debido a la erosión imperante por lo de los suelos deleznable. El río Grande de San Miguel tiene un caudal de 149.200 l/min y en la confluencia con el río San Esteban tiene un caudal de 43.500 l/min. El río Goascorán por su parte tiene un caudal de 59.400 l/min. El río Pasaquina tiene un caudal máximo de 600 l/min, el río Sirama tiene un caudal máximo de 3.800 l/min. El río Esteban tiene un caudal de 2.800 l/min.

El pH de estas aguas están entre 6,9 y 8,6 mientras que los TSD están entre 40 y 800 mg/l (SNET, 2003).

La mayoría del tendido en este tramo atraviesa acuíferos volcánicos de la Era Pleistocena Superior a la Era Reciente; casi todas entran dentro de la Formación San Salvador. Las volcánicas consisten de lavas basálticas relativamente no gastadas a andesíticas, fracturadas a brachiformes, interestratificadas con polvo suelto a moderadamente compacto a piroclásticos de tamaño lapilli. Capas de aluvión intercaudal mayoritariamente grueso y pobremente disperso están presentes entre las capas volcánicas. Existen basaltos escoriáceos extremadamente permeables se encuentran presentes localmente en las laderas de los volcanes. Generalmente los acuíferos se encuentran funcionando hidráulicamente en condiciones libres. La profundidad del nivel freático en estos acuíferos oscila entre los 10m y 100m.

Existe otra porción del tramo en donde la mayoría los acuíferos volcánicos son de la Era Pleistocena y anteriores. Consisten en lavas de basaltos y andesitas altamente desgastadas y

piroclastos compactados y alterados. Generalmente los acuíferos se encuentran funcionando hidráulicamente en condiciones libres. La profundidad del nivel freático en estos acuíferos oscila entre los 1m y 200m.

Muy cerca de la frontera con Honduras, al final del tramo, tenemos acuíferos de aluviones no consolidados que actúan hidráulicamente en condiciones libres con niveles freáticos estáticos entre 2 y 50 m de profundidad.

La producción de aguas subterráneas de estos sedimentos varía entre moderadas a grandes cantidades, de pequeñas a moderadas cantidades y de muy pequeñas a pequeñas cantidades, entre 4 a 40.000 l/min. Generalmente los acuíferos se comportan hidráulicamente bajo condiciones de no confinamiento o libres en muchos casos. Las transmisibilidades están en las lavas andesíticas entre los 100 m²/día a 500 m²/día, en la escoria de basalto es de hasta 10.000 m²/día, en las lavas basálticas menores a los 10 m²/día y en los piroclastos menores a los 100m²/día.

CLIMA

La precipitación media anual en este tramo es de 1.800 mm (SNET, 2003) y la temperatura media anual es de 28,1° C. Las temperaturas mínimas y máximas son 38,3° C y 17,7° C. La humedad relativa máxima es de 80%.

VEGETACIÓN

Se pueden encontrar áreas con zonas de vida dentro de las categorías de Bosque Húmedo Sub Tropical, Bosque Húmedo Sub Tropical, transición a Sub Húmedo, Bosque Húmedo Sub Tropical, transición a Tropical y Bosque Seco Tropical, transición a Sub Tropical.

Las formaciones vegetales del tramo son: Zonas de cultivos o mezclas de sistemas productivos, Vegetación abierta arbustiva predominantemente decidua en época seca (matorral y arbustal) y Vegetación abierta, sabanas, campos y pastizales similares de tierras bajas y submontañas (morral.)

En este tramo pueden encontrarse especies tales como: *Plumeria rubra*, *Calycophyllum candidissimum*, *Swietenia macrophylla*, *Carica mexicana*, *Omphalea oleiphera*, *Cedrela salvadorensis*, *Ceiba pentandra*, *Talisia olivaeformis*, *Myroxylon balsamun*, *Hymenaea courbaril*, *Myriospemum frutescens*, *Tabebuia guayacán*, *Clorophora tinctoria*, *Tonduzia longifolia*, *Ceiba aesculifolia*, entre otras.

FAUNA

Cabe mencionar que existen especies animales en peligro de extinción: *Mazama americana*, *Cairina moschata*, *Crax rubra rubra*, *Oxybelis fulgidus*, *Ceolestus atitlanencis*, *Iguana iguana*, y amenazadas de extinción: *Canis latrans dickeyi*, *Pteroglossus torquatus*, *Tyto alba*, *Micrurus nigrocinctus zunilensis* y *Boa constrictor*.

PROTECCIÓN DEL MEDIO BIOLÓGICO

No se localizan Espacios Naturales Protegidos dentro de este tramo.

MEDIO SOCIOECONÓMICO

a. Situación socioeconómica

Este tramo tiene parte de los municipios de San José, y Pasaquina, que corresponde al tramo que une a El Salvador con la República de Honduras. Se caracteriza por contar con un Decil de 4%; de igual modo su tasa de mortalidad infantil es relativamente baja(16,7%); el analfabetismo en la población de 10 años y más está en un promedio de 35,5 %; la falta de agua potable es crítica si consideramos que entre los 4 municipios tienen el 92% de las viviendas sin agua, Otros indicadores del estado socioeconómico del tramo #13 permiten reflexionar sobre la situación de la población.

Cuadro5.67: Datos Socioeconómicos del Tramo Es-13

Indicadores de Pobreza (%)	San José	Pasaquina
Decil de Pobreza	4	4
Mortalidad Infantil (por millar)	19	15
Analfabetismo 10 años y más	36	35
Hacinamiento	39	28
Viviendas piso y tierra	64	55
Ranchos, chozas y viviendas improvisadas	3	2
Sin servicio de agua potable	95	97
Sin servicio sanitario	62	56
Sin servicio de drenaje	99	99
Sin energía eléctrica	44	37
Tasa Neta de Escolaridad 1-6	45	45
Tasa Neta de Escolaridad 7-9	16	20
Extra Edad 1-6	50	54
Extra Edad 7-9	40	49
Población Rural Municipio	69	84
Superficie (km ²)	45	295
Población	3,975	21,509

Fuente: FIS / Salvador, 2000.

Es la zona que presenta la mayor sequía de todo el país, y los mayores estragos en ese sentido, sin embargo se observa que las familias rurales de este sector generan en condiciones adversas y muy limitadas instalaciones de vivienda, medios y formas de trabajo, El Costo ha sido alto ya que hay a simple vista una deforestación de la flora sobre todo de árboles para obtener leña como energía para preparar alimentos,

b. Población

La población es este tramo es poca ya que el medio ambiente es adverso para garantizar buenas condiciones de reproducción para la mayoría de las familias, Las cercanías al mar le da una importancia muy particular por efecto de las altas temperaturas, la producción de sal y la pesca los cuales son actividades económicas atractivas por un lado para mantener o reproducir las condiciones favorables de las familias.

Cuadro 5.68 Población de los cantones por los cuales pasará el tendido ES-13

Municipio	Cantón	Población
-----------	--------	-----------

San José	Chaguitillo	923
Pasaquina	San Eduardo	2.884
	Horcones	1.597
	El Rebalse	1.854

Fuente: Censo de Población. 1992.

c. Economía

Con muchos factores en contra la economía la lideriza la agricultura comercial dedicada a la producción del maíz, la ganadería, la producción de sal y el comercio motivado por el movimiento de dólares que ponen en funcionamiento los familiares que tienen parientes residiendo y trabajando en los Estados Unidos de Norteamérica.

d. Uso del suelo

Los suelos son apropiados para el establecimiento de parcelas de agricultura comercial o producción de alimentos familiares y comerciales, Sobre los suelos se han mantenido parcelas esporádicas o grupos de árboles dispersos y escasos que se utilizan como de madera apta para el uso doméstico y el comercio.

e. Poblaciones indígenas

No se registró ningún grupo de pobladores indígenas con alguna incidencia dentro del tramo del proyecto.

f. Patrimonio histórico-cultural

En el estudio del tramo no se observó muestras significativas o informes de patrimonios en medio de la superficie del trayecto.



5.9 descripción del medio por tramos

314

Con formato

6 RIESGOS NATURALES

6.1 TRAMO ES-1: RÍO PAZ-HACIENDA TECOLOCOY (CERCA LAGUNA DE MORÁN)

RIESGOS GEOLÓGICOS

En este tramo existen numerosas fallas con dirección preferencial NE-SO y longitudes entre 10 km y 15 km; sin embargo, hay otras fallas con rumbo NO-SE con longitudes menores a los 10 kilómetros. La zona ubica dentro de la depresión conocida como la Depresión de Jalpatagua y la zona de esfuerzos del Río Paz que limita El Salvador con Guatemala.

RIESGOS VULCANOLÓGICOS

Los volcanes activos que podrían afectar el tramo de la línea del proyecto son Santa Ana, Izalco y la Caldera de Coatepeque. Los productos de estos volcanes que afectarían al tramo son:

- Flujos de lava
- Caída de piroclastos
- Lahares
- Actividad hidromagmática
- Flujos ignimbríticos

RIESGOS SÍSMICOS.

El tramo se encuentra dentro de la Zona I con valores de isoaceleraciones, de acuerdo al mapa de amenaza sísmica (SNET, 2003), entre 1,100 Gal y 1,200 Gal.

Los sismos que se pueden generar son de magnitud de hasta $M = 8.5$ en la escala de Richter (SIEPAC, 2002).

RIESGOS POR DESLIZAMIENTO

El riesgo a los deslizamientos es bajo con pendientes entre 15% y 30% en el inicio del tramo y sin riesgo al final del tramo ya que las pendientes son menores al 15%.

RIESGOS POR INUNDACIONES

De acuerdo al mapa de amenaza a las inundaciones y la corroboración del mismo que se hizo en la visita de campo, este tramo no presenta ninguna amenaza (SNET, 2003).

RIESGOS DE INCENDIO

De acuerdo a la CCAD (2003), la amenaza a los incendios es baja en este tramo.

6.2 TRAMO ES-2: HACIENDA TECOLOCOY-ESTACIÓN AHUACHAPAN-RÍO ZUNCA (AFLUENTE DE SAN ANTONIO) MONTE DE ATIQUIZAYA NORTE.

RIESGOS GEOLÓGICOS

En este tramo existen numerosas fallas con dirección preferencial NE-SO y longitudes entre 10km y 15km; sin embargo, hay otras fallas con rumbo NO-SE con longitudes menores a los 10 kilómetros. La zona se ubica dentro de la depresión conocida como la Depresión de Jalpatagua y la zona de esfuerzos del Río Paz que limita El Salvador con Guatemala.

RIESGOS VULCANOLÓGICOS

Los volcanes activos que podrían afectar el tramo de la línea del proyecto son Santa Ana, Laguna Verde, El Chingo, Izalco y la Caldera de Coatepeque. Los productos de estos volcanes que afectarían al tramo son:

- Flujos de lava
- Caída de piroclastos
- Lahares
- Actividad hidromagmática
- Flujos ignimbríticos

RIESGOS SÍSMICOS.

El tramo se encuentra dentro de la Zona I con valores de isoaceleraciones, de acuerdo al mapa de amenaza sísmica (SNET, 2003), entre 1.100 Gal y 1.200 Gal. Los sismos que se pueden generar son de magnitud de hasta $M = 8,5$ en la escala de Richter (SIEPAC, 2002).

RIESGOS POR DESLIZAMIENTO

En este tramo no existe riesgo a los deslizamientos ya que las pendientes son menores al 15%.

RIESGOS POR INUNDACIONES

De acuerdo al mapa de amenaza a las inundaciones y la corroboración del mismo que se hizo en la visita de campo, este tramo no presenta ninguna amenaza (SNET, 2003).

RIESGOS DE INCENDIO

La amenaza a los incendios es baja en este tramo (CCAD (2003)).

6.3 TRAMO ES-3 RÍO ZUNCA-CERCA CERRO CIMARRÓN –RÍO STA. GERTRUDIS.

RIESGOS GEOLÓGICOS

En este tramo existen numerosas fallas con dirección preferencial NE-SO y longitudes no mayor a los 10 km; sin embargo, hay otras fallas con rumbo NO-SE con longitudes menores a los 10 km.

RIESGOS VULCANOLÓGICOS

Los volcanes activos que podrían afectar el tramo de la línea del proyecto son Santa Ana, la Caldera de Coatepeque, El Playón y San Salvador. Los productos de estos volcanes que afectarían al tramo son:

- Flujos de lava
- Caída de piroclastos
- Lahares
- Actividad hidromagmática
- Flujos ignimbríticos

RIESGOS SÍSMICOS.

El tramo se encuentra dentro de la Zona I con valores de isoaceleraciones, de acuerdo al mapa de amenaza sísmica (SNET, 2003), entre 1,100 Gal y 1,200 Gal. Los sismos que se pueden generar son de magnitud de hasta $M = 8.5$ en la escala de Richter (SIEPAC, 2002).

RIESGOS POR DESLIZAMIENTO

En este tramo el riesgo a los deslizamientos está entre mediano, bajo y sin riesgo ya que las pendientes oscilan entre 30%-50%, 15%-30% y menores de 15%.

RIESGOS POR INUNDACIONES

De acuerdo al mapa de amenaza a las inundaciones y la corroboración del mismo que se hizo en la visita de campo, este tramo no presenta ninguna amenaza (SNET, 2003).

RIESGOS DE INCENDIO

La amenaza a los incendios es muy baja en este tramo (CCAD (2003).

6.4 TRAMO ES-4 CERRO CIMARRÓN-HACIENDA SAN DIEGO-CARRETERA A NORTE DE SAN JUAN OPICO Y PABLO TACACHICO

RIESGOS GEOLÓGICOS

En este tramo existen numerosas fallas con dirección preferencial NO-SE y longitudes no mayor a los 15km; sin embargo, hay otras fallas con rumbo NE-SO con longitudes menores a los 10 kilómetros.

RIESGOS VULCANOLÓGICOS

Los volcanes activos que podrían afectar el tramo de la línea del proyecto son la Caldera de Coatepeque, El Playón y San Salvador. Los productos de estos volcanes que afectarían al tramo son:

- Flujos de lava
- Caída de piroclastos
- Lahares
- Actividad hidromagmática
- Flujos ignimbríticos

RIESGOS SÍSMICOS.

El tramo se encuentra dentro de la Zona I con valores de isoaceleraciones, de acuerdo al mapa de amenaza sísmica (SNET, 2003), entre 1.100 Gal y 1.200 Gal. Los sismos que se pueden generar son de magnitud de hasta $M = 8,5$ en la escala de Richter (SIEPAC, 2002).

RIESGOS POR DESLIZAMIENTO

En este tramo el riesgo a los deslizamientos está entre mediano, bajo y sin riesgo ya que las pendientes oscilan entre 30%-50%, 15%-30% y menores de 15%.

RIESGOS POR INUNDACIONES

De acuerdo al mapa de amenaza a las inundaciones y la corroboración del mismo que se hizo en la visita de campo, este tramo no presenta ninguna amenaza (SNET, 2003).

RIESGOS DE INCENDIO

La amenaza a los incendios es baja en este tramo (CCAD (2003).

6.5 TRAMO ES-5 HACIENDA SAN DIEGO-CANTÓN Y CASERÍO GALERA QUEMADA .

RIESGOS GEOLÓGICOS

En este tramo existen numerosas fallas con dirección preferencial NO-SE y longitudes no mayor a los 15 km; sin embargo, hay otras fallas con rumbo NE-SO con longitudes menores a los 10 km.

RIESGOS VULCANOLÓGICOS

Los volcanes activos que podrían afectar el tramo de la línea del proyecto son la Caldera de Coatepeque, El Playón y San Salvador. Los productos de estos volcanes que afectarían al tramo son:

- Flujos de lava
- Caída de piroclastos
- Lahares
- Actividad hidromagmática
- Flujos ignimbríticos

RIESGOS SÍSMICOS.

El tramo se encuentra dentro de la Zona I con valores de isoaceleraciones, de acuerdo al mapa de amenaza sísmica (SNET, 2003), entre 1.100 Gal y 1.200 Gal. Los sismos que se pueden generar son de magnitud de hasta $M = 8,5$ en la escala de Richter (SIEPAC, 2002).

RIESGOS POR DESLIZAMIENTO

En este tramo no existe el riesgo a los deslizamientos ya que las pendientes son menores al 15%.

RIESGOS POR INUNDACIONES

De acuerdo al mapa de amenaza a las inundaciones y la corroboración del mismo que se hizo en la visita de campo, este tramo no presenta ninguna amenaza (SNET, 2003).

RIESGOS DE INCENDIO

La amenaza a los incendios es baja en este tramo (CCAD (2003)).

6.6 TRAMO ES-6 CANTÓN Y CASERÍO GALERA QUEMADA.-ESTACIÓN NEJAPA

RIESGOS GEOLÓGICOS

En este tramo existen numerosas fallas con dirección preferencial NO-SE y longitudes no mayor a los 15km; sin embargo, hay otras fallas con rumbo NE-SO con longitudes menores a los 10 km.

RIESGOS VULCANOLÓGICOS

Los volcanes activos que podrían afectar el tramo de la línea del proyecto son El Playón, San Salvador y volcán Ilopango (Caldera de Ilopango). Los productos de estos volcanes que afectarían al tramo son:

- Flujos de lava
- Caída de piroclastos
- Lahares
- Actividad hidromagmática
- Flujos ignimbríticos

RIESGOS SÍSMICOS.

El tramo se encuentra dentro de la Zona I con valores de isoaceleraciones, de acuerdo al mapa de amenaza sísmica (SNET, 2003), entre 1.100 Gal y 1.200 Gal. Los sismos que se pueden generar son de magnitud de hasta $M = 8,5$ en la escala de Richter (SIEPAC, 2002).

RIESGOS POR DESLIZAMIENTO

En este tramo no existe el riesgo a los deslizamientos ya que las pendientes son menores al 15%.

RIESGOS POR INUNDACIONES

De acuerdo al mapa de amenaza a las inundaciones y la corroboración del mismo que se hizo en la visita de campo, este tramo no presenta ninguna amenaza (SNET, 2003).

RIESGOS DE INCENDIO

De acuerdo al CCAD (2003), en este tramo la amenaza a los incendios es baja.

6.7 TRAMO ES-7 CANTÓN Y CASERÍO GALERA QUEMADA-RÍO CANTÓN Y CASERÍO SANTA ANITA-CANTÓN Y CASERÍO TECOLUCA Y TRAMO ES-8 CASERÍO SANTA ANITA-CANTÓN Y CASERÍO TECOLUCA-FINCA EL TASAJO PASANDO EL RÍO TITIHUAPA

RIESGOS GEOLÓGICOS

Estructuralmente se presentan numerosas fallas, la mayoría paralelas, con dirección predominantemente NO-SE, NE-SO y E-O y longitudes que van desde los 5 km las primeras hasta los 20 km. Existen otras fallas menores con rumbo N-S que no sobrepasan los 5 km de longitud. Estas fallas se alinean en la misma dirección que los volcanes San Salvador, Ilopango y San Vicente que constituyen los mayores centros volcánicos predominantes en este tramo.

RIESGOS VULCANOLÓGICOS

Los volcanes activos que podrían afectar el tramo de la línea del proyecto son San Salvador, Ilopango (Caldera de Ilopango) y San Vicente y los productos de estos volcanes que afectarían al tramo son:

- Flujos de lava
- Caída de piroclastos
- Lahares
- Actividad hidromagmática
- Flujos ignimbríticos

RIESGOS SÍSMICOS.

El tramo se encuentra dentro de la Zona I con valores de isoaceleraciones, de acuerdo al mapa de amenaza sísmica (SNET, 2003), entre 1.100 Gal y 1.200 Gal. Los sismos que se pueden generar son de magnitud de hasta $M = 8,5$ en la escala de Richter (SIEPAC, 2002).

RIESGOS POR DESLIZAMIENTO

En este tramo los riesgos a los deslizamientos son medio, bajo y sin riesgo ya que las pendientes oscilan entre 15%-30%, 30%-50% y menor al 15%. El riesgo medio lo encontramos en el Monte San Juan y cerca al poblado de Dolores.

RIESGOS POR INUNDACIONES

De acuerdo al mapa de amenaza a las inundaciones y la corroboración del mismo que se hizo en la visita de campo, este tramo no presenta ninguna amenaza (SNET, 2003).

RIESGOS DE INCENDIO

De acuerdo al CCAD (2003), en estos tramos la amenaza a los incendios es baja.

6.8 TRAMO ES-9 FINCA EL TASAJO PASANDO EL RÍO TITIHUAPA-CANTÓN Y CASERÍO ROSARIO (SUR RÍO TITIHUAPA), TRAMO ES-10 CANTÓN Y CASERÍO ROSARIO-ESTACIÓN 15 DE SEPTIEMBRE Y TRAMO ES-11 QUEBRADA EL TRILLADERO-PIEDRAS BLANCAS SOBRE CA-7.

RIESGOS GEOLÓGICOS

Estructuralmente se presentan numerosas fallas, la mayoría paralelas, con dirección predominantemente NO-SE y E-O y longitudes que van desde los 10 km las primeras hasta los 20 km. Existen otras fallas menores con rumbo NE-SO entre 10km y 15km de longitud que son cortadas por las anteriores.

RIESGOS VULCANOLÓGICOS

Los volcanes activos que podrían afectar el tramo de la línea del proyecto son San Salvador, Ilopango (Caldera de Ilopango), Tecaza, Laguna de Alegría, SanVicente y San Miguel y los productos de estos volcanes que afectarían al tramo son:

- Flujos de lava
- Caída de piroclastos

- Lahares
- Actividad hidromagmática
- Flujos ignimbríticos

RIESGOS SÍSMICOS.

El tramo se encuentra dentro de la Zona I con valores de isoaceleraciones, de acuerdo al mapa de amenaza sísmica (SNET, 2003), entre 1,100 Gal y 1,200 Gal. Los sismos que se pueden generar son de magnitud de hasta $M = 8.5$ en la escala de Richter (SIEPAC, 2002).

RIESGOS POR DESLIZAMIENTO

En este tramo los riesgos a los deslizamientos son medio, bajo y sin riesgo ya que las pendientes oscilan entre 15%-30%, 30%-50% y menor al 15%. El riesgo medio lo encontramos aguas abajo del Embalse 15 de Septiembre.

RIESGOS POR INUNDACIONES

De acuerdo al mapa de amenaza a las inundaciones y la corroboración del mismo que se hizo en la visita de campo, este tramo no presenta ninguna amenaza (SNET, 2003).

RIESGOS DE INCENDIO

De acuerdo al CCAD (2003), en estos tramos la amenaza a los incendios es alta.

6.9 TRAMO ES-12 PIEDRAS BLANCAS-HACIENDA PANAMÁ OESTE QUEBRADA LAJAS (FALDAS CERRO ZAPATÓN) Y TRAMO ES-13 QUEBRADA Y HACIENDA PANAMÁ-RÍO GOASCARÁN FRONTERA CON HONDURAS

RIESGOS GEOLÓGICOS

Estructuralmente se presentan numerosas fallas, la mayoría paralelas, con dirección predominantemente NO-SE y E-O y longitudes que van desde los 10 km las primeras hasta los 15 km. Existen otras fallas pequeñas con rumbo NE-SO entre 10km y 15km de longitud que son cortadas por las anteriores. Estas fallas se alinean en la misma dirección que los volcanes

San Salvador, Ilopango, San Vicente y San Miguel que constituyen los mayores centros volcánicos predominantes en este tramo.

RIESGOS VULCANOLÓGICOS

Los volcanes activos que podrían afectar el tramo de la línea del proyecto son Ilopango (Caldera de Ilopango), Tecaza, Laguna de Alegría, Usulután, Sanvicente, Conchagua, Las Cruces, Limón y San Miguel y los productos de estos volcanes que afectarían al tramo son:

- Flujos de lava
- Caída de piroclastos
- Lahares
- Actividad hidromagmática
- Flujos ignimbríticos

RIESGOS SÍSMICOS.

El tramo se encuentra dentro de la Zona I con valores de isoaceleraciones, de acuerdo al mapa de amenaza sísmica (SNET, 2003), entre 1.100 Gal y 1.200 Gal. Los sismos que se pueden generar son de magnitud de hasta $M = 8,5$ en la escala de Richter (SIEPAC, 2002).

RIESGOS POR DESLIZAMIENTO

En este tramo los riesgos a los deslizamientos son medio, bajo y sin riesgo ya que las pendientes oscilan entre 15%-30%, 30%-50% y menor al 15%. El riesgo medio para el tramo lo encontramos cerca de los poblados de San José y Chapeltique donde las pendientes están en el rango entre 30%-50%. Existe una parte de la zona de influencia del proyecto que cae dentro de la zona de riesgo bajo pero que se debe considerar al momento de la colocación de las torres de transmisión mediante un buen estudio geotécnico que incluya un análisis de estabilidad de taludes.

RIESGOS POR INUNDACIONES

De acuerdo al mapa de amenaza a las inundaciones y la corroboración del mismo que se hizo en la visita de campo, este tramo no presenta ninguna amenaza a menos que se de un fenómeno muy extraordinario cuyo período de recurrencia es muy grande (SNET, 2003).

RIESGOS DE INCENDIO

En estos tramos la amenaza a los incendios es alta de acuerdo al CCAD (2003).

6	Riesgos NATURALES	416
6.1	TRAMO ES-1: Río Paz-Hacienda Tecolocoy (cerca Laguna de Morán)	416
6.2	TRAMO ES-2: HACIENDA TECOLOCOY-ESTACIÓN AHUACHAPAN-RÍO ZUNCA (afluente de San Antonio) monte de Atiquizaya Norte.	417
6.3	TRAMO ES-3 RÍO ZUNCA-CERCA CERRO CIMARRÓN –RÍO STA. GERTRUDIS.	418
6.4	TRAMO ES-4 CERRO CIMARRÓN-HACIENDA SAN DIEGO-CARRETERA A NORTE DE SAN JUAN OPICO Y PABLO TACACHICO	419
6.5	TRAMO ES-5 HACIENDA SAN DIEGO-CANTÓN Y CASERÍO GALERA QUEMADA .	420
6.6	TRAMO ES-6 CANTÓN Y CASERÍO GALERA QUEMADA.-ESTACIÓN NEJAPA	422
6.7	TRAMO ES-7 CANTÓN Y CASERÍO GALERA QUEMADA-RÍO CANTÓN Y CASERÍO SANTA ANITA-CANTÓN Y CASERÍO TECOLUCA y TRAMO ES-8 CASERÍO SANTA ANITA-CANTÓN Y CASERÍO TECOLUCA-FINCA EL TASAJO PASANDO EL RÍO TITIHUAPA	423
6.8	TRAMO ES-9 FINCA EL TASAJO PASANDO EL RÍO TITIHUAPA-CANTÓN y CASERÍO ROSARIO (SUR RÍO TITIHUAPA), TRAMO ES-10 CANTÓN y CASERÍO ROSARIO-ESTACIÓN 15 DE SEPTIEMBRE y TRAMO ES-11 QUEBRADA EL TRILLADERO-PIEDRAS BLANCAS SOBRE CA-7.	424
6.9	TRAMO ES-12 PIEDRAS BLANCAS-HACIENDA PANAMÁ OESTE QUEBRADA LAJAS (FALDAS CERRO ZAPATÓN) y TRAMO ES-13 QUEBRADA y HACIENDA PANAMÁ-RÍO GOASCARÁN FRONTERA CON HONDURAS	425

7. IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO

7.1. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO POTENCIALMENTE IMPACTANTES.

A partir de la información obtenida tras el análisis del Proyecto SIEPAC, se obtendrán las distintas acciones del proyecto que potencialmente pueden producir impacto sobre el medio analizado. Se tendrán en cuenta todas y cada una de las actuaciones que directa o indirectamente puedan derivarse tanto de la fase de construcción, como de la fase de operación.

Se entiende por acciones del proyecto las distintas intervenciones que se contemplan en el mismo y que son necesarias para conseguir los objetivos en él definidos. Estas actuaciones se clasifican, según el momento en que se produzcan, en actuaciones de la fase de obra o de la fase de operación.

A continuación se identifican las fuentes de impacto ambiental consideradas para el proyecto:

- Fase de construcción:
 - ✓ **Habilitación y construcción de caminos de penetración.** Corresponde a la rehabilitación o construcción de accesos vehiculares temporales para maquinarias semipesadas y pesadas, las cuales son necesarias para la construcción de las estructuras de alta tensión. Dentro de esta actividad se contempla tala de vegetación y movimientos de tierra, los cuales incluyen cortes, nivelaciones y en general, a toda la intervención del suelo que genere una pérdida de sus características y su posterior traslado.
 - ✓ **Definición de trazado y conformación de la servidumbre.** Durante esta actividad se efectúa un levantamiento topográfico preliminar, de acuerdo con el trazado propuesto. Para ello es necesario realizar un ligero desmonte, con el

propósito de obtener la visión entre dos puntos en el terreno. Definido el trazo, se procede a levantar el perfil topográfico y a determinar la localización de las torres en el plano y en el terreno mediante la colocación de señales (hitos), de hierro o cemento. Este levantamiento topográfico se realiza en una franja de 30 m de ancho (15 m a ambos lados de la línea de centro), que comprende la zona de servidumbre y de afectación directa de la línea. La conformación se refiere a la poda y corta de la vegetación, y en general, de todo elemento natural que pueda interferir con el tendido y habilitación de la línea de transmisión.

- ✓ **Construcción de instalaciones auxiliares y zonas de acopio.** Consiste en la construcción y habilitación de infraestructuras de servicios y oficinas temporales que han de ser utilizadas en obras. Las instalaciones auxiliares incluyen almacenes, zonas de acopio para los materiales, y sector de mantenimiento de maquinarias, entre otros.

- ✓ **Construcción de zapatas y redes de tierra.** Considera la limpieza de la vegetación y la preparación de las zonas para luego proceder a excavar las fundaciones de los apoyos de las torres. La red de tierra consiste en realizar excavaciones perimetrales a las torres para enterrar varillas especiales y lograr una mejor resistencia.

- ✓ **Montaje de estructuras, aisladores y cables (incluye el tendido de los cables).** Se refiere a la instalación de las estructuras necesarias en las torres de alta tensión, así como de sus aisladores correspondientes. El tendido se realiza dentro de la franja de servidumbre de 30 m de ancho, procurando no arrastrarlos para no maltratarlos; por consiguiente, esta franja debe estar libre de los obstáculos artificiales y superar aquellos naturales (ríos, quebradas), mientras que los terrenos con cultivos se pueden mantener dentro de esta franja de servidumbre de la línea. En el caso de que durante el tendido de los cables se afecten algunos tramos donde se encuentren sembradíos, se tratarán de

maltratar la menor cantidad de plantas. Se pagarán las plantas dañadas a pesar de las medidas precautorias que se tomen.

- Fase de operación:
 - ✓ **Mantenimiento de la servidumbre de la línea.** Se refiere a la poda y corta de vegetación para evitar el contacto entre las ramas de los árboles o arbustos con los cables conductores. Se debe contar con un plan de mantenimiento periódico y programado.
 - ✓ **Presencia de la infraestructura, operación y mantenimiento de la línea de alta tensión.** La presencia de la infraestructura se refiere a la infraestructura de soporte (torres o apoyos), y conducción (cables), de la línea eléctrica. La operación de la línea de transmisión consiste fundamentalmente en la transmisión de electrones a través de los cables conductores. Durante la vida útil de la línea será necesario llevar a cabo trabajos de mantenimiento, tales como cambiar los aisladores, reemplazar los cables deteriorados, pintar la torre para protegerla de la corrosión, entre otros. Estos trabajos generarán residuos como pedazos de porcelana, vidrio, latas de pintura, alambres de aluminio y acero.

7.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS EFECTOS POTENCIALES

Son efectos potenciales aquellos que probablemente se producirían sobre el medio ambiente como consecuencia de las distintas acciones asociadas a la construcción y funcionamiento de una línea eléctrica como la proyectada.

Aunque las líneas eléctricas no contaminan los elementos fundamentales del medio ya que no producen efluentes contaminantes, como estructuras industriales que son, pueden producir alteraciones en los ecosistemas, que generalmente son de escasa entidad.

Los impactos debidos a las líneas de transmisión se producen principalmente sobre el medio natural por la corta del arbolado y riesgo para las aves y sobre el paisaje por la intrusión visual de los postes en el caso de proximidad a parajes de gran valor o zonas muy frecuentadas.

Durante las distintas fases, se producirán los siguientes efectos sobre el medio:

Fase de construcción:

- ✓ Modificación de la topografía y geomorfología local
- ✓ Afectación al suelo
- ✓ Alteración en la calidad de agua
- ✓ Alteración de la red de drenaje
- ✓ Alteración de la calidad del aire
- ✓ Alteración de los niveles de presión sonora
- ✓ Alteración de las comunidades florísticas
- ✓ Alteración de las comunidades faunísticas
- ✓ Alteración de la calidad de paisaje
- ✓ Deterioro del patrimonio arqueológico
- ✓ Incremento y expansión de nuevas condiciones económicas
- ✓ Incremento en la interacción entre los núcleos de población
- ✓ Generación de empleos
- ✓ Generación de residuos
- ✓ Deterioro de los caminos privados

Fase de operación:

- ✓ Alteración de los niveles de presión sonora. Efecto corona
- ✓ Alteración de las comunidades faunísticas
- ✓ Afectación de la vegetación que crece en el área de servidumbre
- ✓ Incremento y expansión de nuevas condiciones económicas
- ✓ Incremento en la interacción entre los núcleos de población

- ✓ Temor de la población a los efectos de la línea de alta tensión asociados a los campos electromagnéticos.

De manera global, pasan a recogerse según la fase en análisis, sobre qué factor ambiental se producirá el impacto:

Cuadro 7.1. Efectos potenciales sobre el medio ambiente según la fase del proyecto

FASES DEL PROYECTO	MEDIO POTENCIALMENTE AFECTADO
CONSTRUCCIÓN	Suelo Agua Atmósfera Flora y vegetación Fauna Medio socioeconómico Paisaje
OPERACIÓN	Atmósfera Fauna Medio socioeconómico

A continuación pasan a describirse los impactos potenciales que como consecuencia de la instalación de la línea del Proyecto SIEPAC – Tramo El Salvador, podrían producirse sobre el medio, agrupados en función, por un lado, del elemento que es afectado, y por el otro, de la fase en la que se producen.

7.2.1. Efectos potenciales sobre el suelo

La mayor parte de los efectos potenciales sobre el suelo se desarrollarán sobre la fase de construcción de la línea.

Los posibles efectos sobre el suelo que se han identificado son:

- Degradación del suelo por fenómenos erosivos
- Excavación y remoción del suelo
- Compactación del suelo
- Contaminación por vertidos accidentales
- Inestabilidad de taludes

- Modificaciones del relieve
- Ocupación del suelo

A la hora de establecer las líneas de alta tensión, se procede a la deforestación de los pasillos, cuya anchura viene determinada por los parámetros de diseño. Además de las calles se debe considerar la deforestación que se provoca al crear accesos necesarios a cada una de las bases de apoyo, con lo que se incrementaría esta superficie. En estas zonas se elimina tanto la vegetación arbórea como arbustiva.

De esta manera contribuye a la degradación del suelo, principalmente la capa vegetal, lo que favorece procesos erosivos.

El proceso de degradación es debido principalmente a la utilización de los suelos forestales para otros usos. Los procesos erosivos relacionados con los regímenes de lluvia son de poca importancia en la zona debido a que tanto la pluviometría como las características del sustrato no facilitan esta situación.

Las excavaciones se realizarán con el celo y cuidado necesario para evitar que se generen daños innecesarios en el terreno circundante, estas dependerán del tipo de cimentación a utilizar (tierra, mixta o roca); por lo que los efectos sobre los horizontes más superficiales del suelo no se considerarán graves, aunque se produciría modificación y destrucción del perfil edáfico por la apertura de hoyos de base, pérdida de cierto volumen de estrato orgánico y una compactación del suelo debido al movimiento de las maquinarias entorno a los apoyos y en los nuevos accesos.

La compactación del suelo produce una disminución de la permeabilidad del suelo, dificultando la regeneración de la vegetación. Este efecto será reducido debido a la limitación de la superficie afectada.

En algunos casos se podría producir una contaminación del suelo debida al derrame de materiales o vertido de residuos, por accidente o descuido, que pudieran ser potencialmente contaminantes durante la fase de construcción.

Las acciones del Proyecto, como la apertura de nuevos accesos o las excavaciones de las cimentaciones, pueden ocasionar fenómenos de inestabilidad de taludes en zonas de pendiente fuertes y de escasa cubierta vegetal, en momentos de máxima pluviometría.

De igual manera estas acciones pueden dar lugar a modificaciones del relieve, aunque serían mínimas, ya que se aprovechan los caminos existentes y el volumen de las excavaciones es muy reducido.

7.2.2. Efectos potenciales sobre el agua

Los efectos producidos por una línea de alta tensión sobre el agua son debidos a los aportes que se realicen sobre los ríos, a vertidos de aguas residuales sanitarias, o a vertidos accidentales de desechos de materiales, detergentes, combustibles, aceites, aditivos utilizados por las maquinarias. También es afectada por el aumento de sedimentos en suspensión en las aguas superficiales que son producidas por movimiento y remoción de tierra, y arrastradas por las precipitaciones.

Se producirán principalmente durante la fase de construcción, debido a las siguientes acciones:

- Movimiento de tierras
- Circulación de equipos pesados
- Operaciones de lavado de las maquinarias
- Transporte, carga y descarga de materiales

Estos aportes son generalmente consecuencia del arrastre de material de desecho, estrato orgánicos y vertidos, influyendo en la calidad de las aguas, por aumento, principalmente, de los sólidos en suspensión. De cualquier manera, los aportes tendrían lugar en los periodos de lluvia, cuando el caudal es mayor, actuando el cauce como autodepurador por decantación de los mismos, de manera que la afección no sería significativa. De cualquier manera, la existencia de una cubierta vegetal potente minimiza los arrastres que se puedan producir.

A causa de la presencia de personal de obra en las proximidades de los ríos, se podría producir ocasionalmente el vertido de aguas residuales y/o sanitarias a dicho cauce, o incluso se podrían producir vertidos accidentales al cauce que alterarían la calidad de las aguas, ya que durante la construcción se utilizan productos que alterarían la calidad de las aguas, como los combustibles, desencofrantes, cemento, etc. La adopción de buenas prácticas y las medidas preventivas oportunas eliminarían este efecto.

Los procesos por los cuales un contaminante presente en el suelo pasa a incorporarse a la red superficial de agua son ciertamente complejos, pero en el caso objeto de estudio se puede asumir que el arrastre por parte del agua superficial será la principal causa de movilización de contaminación.

La contaminación de las aguas subterráneas se produce cuando se dan simultáneamente una serie de circunstancias, o factores favorables, como la existencia de acuíferos subterráneos (superficiales o profundos), materiales o suelos con cierta permeabilidad, que puede reducirse por la compactación de los mismos, presencia o cercanía de focos contaminantes. Los procesos por los cuales la contaminación es movilizada, transportada e incorporada al sistema acuífero son múltiples y complejos, y no se pretende analizarlos en el presente proyecto.

7.2.3. Efectos potenciales sobre la atmósfera

El impacto potencial de la línea eléctrica sobre la atmósfera se producirá principalmente en la fase de operación.

Durante la fase de construcción, el impacto potencial es debido al incremento de polvo en el ambiente por el movimiento de maquinarias. Este incremento de partículas en suspensión, que podría suponer un efecto negativo sobre la flora y las personas, se puede comparar con el producido por las maquinarias agrícolas en la realización de los trabajos habituales del campo, por lo que se considera prácticamente nulo si se tiene en cuenta además su carácter claramente temporal, ya que una vez finalizada la construcción de la línea ésta no producirá

ninguna contaminación por aumento de partículas en suspensión. Además, se trata de un impacto fácilmente mitigable con las medidas correctoras oportunas, consistentes en regar aquellas zonas donde interese evitar que se levante más polvo. Por todo ello se puede considerar un impacto no significativo.

Por lo que respecta al clima general de la zona, la alteración que puede producir sobre el mismo un proyecto como el que nos ocupa, se puede considerar nula. Solamente en aquellos puntos en los que la desaparición de vegetación arbórea tenga importancia, aunque ésta sea relativa, se podrán producir pequeñas variaciones microclimáticas, sobre todo en la proximidad del suelo, por el incremento de los valores de evaporación e insolación que se produce como consecuencia de la desaparición de la cubierta vegetal protectora.

El funcionamiento de una línea eléctrica de alta tensión genera unos impactos potenciales debidos a:

- Efecto corona (ruido audible, radiointerferencias y producción de ozono)
- Campos eléctricos y magnéticos

El EFEECTO CORONA consiste en la ionización del aire que rodea a los conductores de alta tensión. Este fenómeno tiene lugar cuando el gradiente eléctrico supera la rigidez dieléctrica del aire y se manifiesta en forma de pequeñas chispas o descargas a escasos centímetros de los cables.

Las líneas eléctricas se diseñan para que el efecto corona sea mínimo, puesto que también implican una pérdida en su capacidad de transporte de energía; en su aparición e intensidad influyen los siguientes condicionantes:

- Tensión de la línea: cuanto mayor sea la tensión de funcionamiento de la línea, mayor será el gradiente eléctrico en la superficie de los cables y, por tanto, mayor el efecto corona. En realidad sólo se produce en líneas de tensión superior a 80 kV.
- La humedad relativa del aire: una mayor humedad, especialmente en caso de lluvia o niebla, incrementa de forma importante el efecto corona.

- El estado de la superficie del conductor: las rugosidades, irregularidades, defectos, impurezas adheridas, etc., incrementan el efecto corona.
- Número de subconductores: el efecto corona será menor cuanto más subconductores tenga cada fase de la línea.

Como consecuencia del efecto corona se produce una emisión de energía acústica y energía electromagnética en el rango de las radiofrecuencias, de forma que los conductores pueden generar ruido e interferencias en la radio y la televisión; otra consecuencia es la producción de ozono y óxidos de nitrógeno.

El efecto corona es un fenómeno ampliamente conocido y no representa ningún peligro para la salud. En este sentido, la Organización Mundial de la Salud declaraba en una Nota Descriptiva publicada en noviembre de 1998 manifiesta que "Ninguno de estos efectos [debidos al efecto corona] es suficientemente importante para afectar a la salud."

El ruido provocado por el efecto corona consiste en un zumbido de baja frecuencia (básicamente de 100 Hz), provocado por el movimiento de los iones, y un chisporroteo producido por las descargas eléctricas (entre 0,4 y 16 kHz). Son ruidos de pequeña intensidad que en muchos casos apenas son perceptibles; únicamente cuando el efecto corona sea elevado se percibirán en la proximidad inmediata de las líneas de muy alta tensión, disminuyendo rápidamente al aumentar la distancia a la línea.

Cuando la humedad relativa es elevada, por ejemplo cuando llueve, el efecto corona aumenta mucho, dando lugar a un incremento importante del ruido audible. Sin embargo, este ruido generalmente queda enmascarado por el producido por las propias gotas de lluvia golpeando en el suelo, tejados, ropa, etc., que provoca un nivel acústico superior.

En condiciones de niebla también aumenta bastante el efecto corona y el ruido audible, pero la existencia de ésta frena la propagación del ruido, es decir, se oye más al lado de la línea pero se deja de percibir a mayor distancia.

En la valoración del impacto debido al ruido por efecto corona habrá que tener en cuenta que el nivel de ruido ambiente para un área rural varía entre los 20 y 35 dB (A), que puede llegar a ser muy superiores en el caso de uso de maquinarias agrícolas o presencia de carreteras. A modo de ejemplo, el nivel alcanzado por el efecto corona es similar al producido por un “rumor” y éste puede variar entre 10 y 20 dB, una lluvia moderada provoca un ruido de alrededor de 50 dB(A), e incluso una conversación en un local cerrado se sitúa en torno a 60 dB(A).

Se adjuntan a continuación los valores límite recomendados por la O.M.S. (Organización Mundial de la Salud) expresados como nivel de presión acústica equivalente (Leq) con ponderación A para distintos ambientes:

Cuadro 7.2. Valores límite de exposición al ruido recomendados por la O.M.S.

TIPO DE AMBIENTE	PERÍODO	Leq dB (A)
Laboral	8 horas	75
Doméstico, auditorio, aula	-	45
Dormitorio	Noche	35
Exterior diurno	Día	55
Exterior nocturno	Noche	45

Fuente: datos de la OMS

A partir de todos estos datos se puede deducir que el ruido originado por el funcionamiento de la línea eléctrica es similar al valor medio que existe en medios rurales o residenciales.

En cuanto a las radiointerferencias, tal y como se ha dicho anteriormente, como consecuencia del efecto corona se produce una emisión de energía en forma de ondas electromagnéticas en el rango de las radiofrecuencias que podrían crear interferencias en la radio y la televisión.

La intensidad de estas radiofrecuencias es máxima a 0,5 MHz de frecuencia y decrecen según aumenta la frecuencia hasta ser inapreciable a partir de 30 MHz. Por lo tanto, no pueden interferir en las emisiones de radio comercial en frecuencia modulada (entre 87 y 108 MHz),

pero sí podría afectar a las emisiones radiofónicas en onda media en casos particulares, sobre todo cuando la antena esté situada a una distancia cercana a la línea eléctrica.

Las líneas eléctricas tampoco son susceptibles de afectar a la emisión o recepción de televisión, puesto que en VHF la banda baja va de 50 a 80 MHz y la banda alta va de 180 a 210 MHz; y las emisiones de UHF se realizan entre 500 y 800 MHz.

Para asegurar una buena recepción, el nivel de perturbación comienza a aparecer por encima de 50 dB, valor que no se alcanza ni en malas condiciones atmosféricas. Sólo en líneas de tensión muy superior a 400 kV pueden aparecer efectos parásitos en las transmisiones de radio o televisión.

Referente a la producción de ozono y óxidos de nitrógeno, el efecto corona, al ionizar el aire circundante, genera unas cantidades insignificantes de ozono; y en mucha menor medida, razón por la cual suele obviarse, óxidos de nitrógeno, un contaminante atmosférico producido principalmente por hornos de alta temperatura (industrias, centrales térmicas, etc.).

El ozono es un elemento compuesto por tres átomos de oxígeno y que está presente de forma natural en la atmósfera, pues procede de la denominada 'capa de ozono', situada a 21-26 km de altura y que nos protege de las radiaciones ultravioletas nocivas del Sol. Pero a baja atmósfera es altamente oxidante; también se genera ozono como consecuencia de la acción del Sol sobre los óxidos de nitrógeno, por lo que su concentración puede llegar a ser elevada en ciudades y zonas industrializadas; asimismo, diversos aparatos de uso cotidiano, como las fotocopiadoras, también generan ozono.

En condiciones de laboratorio se ha determinado que la producción de ozono en una línea de alta tensión oscila entre 0,5 y 5 g por kW/h disipado en efecto corona, dependiendo de las condiciones meteorológicas. Aún en el caso más desfavorable, esta producción de ozono es insignificante, y además se disipa en la atmósfera inmediatamente después de crearse, por lo que su impacto sobre la atmósfera se considera nulo.

CAMPOS ELÉCTRICOS Y MAGNÉTICOS. En física se denomina “campo” a la zona del espacio donde se manifiestan fuerzas; por ejemplo, el campo gravitatorio sería la zona donde

hay una fuerza gravitatoria, responsable de que los cuerpos tengan un determinado peso. Asimismo, un campo electromagnético es una zona donde existen campos eléctricos y magnéticos, creados por las cargas eléctricas y su movimiento, respectivamente.

Los campos electromagnéticos se dan de forma natural en el entorno, el organismo está habituado a convivir con ellos a lo largo de la vida; por ejemplo, el campo eléctrico y magnético estático natural de la Tierra, los rayos X y gamma provenientes del espacio y los rayos infrarrojos y ultravioletas que emite el Sol, sin olvidar de que la propia luz visible es una radiación electromagnética.

Actualmente, el ser humano está expuesto a numerosos tipos de campos electromagnéticos de origen artificial: radiofrecuencias utilizadas en la telefonía celular, ondas de radio y televisión, sistemas antirrobo, detectores de metales, radares, mandos a distancia, comunicación inalámbrica, etc..

Todos ellos forman parte del “espectro electromagnético” y se diferencian en su frecuencia, que determina tanto sus características físicas como los efectos biológicos que pueden producir en los organismos expuestos.

A muy altas frecuencias la energía que transmite una onda electromagnética es tan elevada que puede llegar a dañar el material genético de la célula de ADN, siendo capaz de iniciar un proceso cancerígeno; éste es el caso de los rayos X. A las radiaciones situadas en esta zona del espectro se les conoce como 'ionizantes'. De acuerdo con el libro Campos Electromagnéticos y Salud Humana, de John E. Moulder (Documento disponible en <http://www.mcw.edu/gcrc/cop/campos-estaticos-cancer/toc.html>), profesor de oncología de radiación del Medical College of Wisconsin, Estados Unidos, que contiene las preguntas y respuestas más frecuentes sobre el tema, al igual que una vasta bibliografía de estudios de investigación sobre las líneas eléctricas y la salud en todo el mundo, no hay todavía una relación entre la presencia de los campos eléctricos y magnéticos con las enfermedades cancerígenas o de otro tipo que afecten al ser humano.

Sin embargo, el sistema eléctrico funciona a una frecuencia extremadamente baja (50 Hz, ó 60 Hz en países como Estados Unidos, lo que se denomina “frecuencia industrial”), dentro de la región de las radiaciones no ionizantes del espectro, por lo que transmiten muy poca energía. Además, a frecuencias tan bajas el campo electromagnético no puede desplazarse (como lo hacen, por ejemplo, las ondas de radio), lo que implica que desaparece a corta distancia de la fuente que lo genera. El campo eléctrico y magnético son cargas inversamente proporcionales al cuadrado de la distancia, o sea, disminuyen rápidamente cuando la distancia respecto a la fuente que lo genera aumenta.

$$\vec{H} \propto 1/d^2$$

donde, \vec{H} = Vector campo magnético

d= distancia a la fuente (m)

Al igual que cualquier otro equipo o aparato que funcione con energía eléctrica, las líneas eléctricas de alta tensión generan un campo eléctrico y magnético de frecuencia industrial. Su intensidad dependerá de diversos factores, como el voltaje, potencia que transporta, geometría del apoyo, número de conductores, distancia de los cables al suelo, etc.

Con respecto a este tema y con base a diferentes estudios que se han realizado los organismos internacionales opinan lo siguiente:

- Informe de la Asociación Americana de Medicina (AMA). Estados Unidos, 1994. “No se ha documentado científicamente ningún riesgo a la salud en relación con los niveles de campo electromagnético comúnmente encontrados.”
- Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE). Grupo de expertos COMAR (Comite Man and Radiation) 1999. “ Los miembros del COMAR creen que los datos no son suficiente para apoyar la conclusión de que existe un nexo causal entre campos magnéticos débiles de frecuencia industrial y el cáncer.”

“La evidencia científica no apoya la existencia de cáncer u otros peligros de salud y seguridad por la exposición de campos de frecuencia industrial a los niveles que se encuentran en los ambientes domésticos normales o en la mayoría de los ambientes laborales (promedio del campo magnético en 24 horas por debajo de 1 μ T, que caracteriza la exposición de 99,5% de la población de los Estados Unidos)”.

- Nota de prensa de la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC). 2001. “IARC concluye que los campos magnéticos de frecuencia extremadamente baja son un posible cancerígeno para los humanos...No se ha hallado ninguna evidencia de que la exposición residencial o laboral a campos magnéticos de frecuencia extremadamente baja incremente el riesgo de ningún otro tipo de cáncer infantil o en adultos...Los campos eléctricos y magnéticos estáticos y los campos eléctricos de frecuencia extremadamente baja no pueden clasificarse en cuanto a su poder cancerígeno.”

“Los estudios experimentales en animales no muestran un efecto cancerígeno o co-cancerígeno consistente en los campos magnéticos de frecuencia extremadamente baja, y no se ha establecido una explicación científica para la asociación observada del incremento de riesgo de leucemia infantil con una mayor exposición residencial a campos magnéticos de frecuencia extremadamente baja.”

7.2.4. Efectos potenciales sobre la flora

Los efectos se harán patentes sobre la fase de construcción.

En las masas forestales la construcción de la línea obliga a la apertura de dos calles de seguridad en el arbolado existente, definidos por la distancia mínima que ha de haber entre las ramas de los árboles más altos y los conductores más bajos y por el ancho de las calles.

Esta corta de arbolado provoca la aparición de un pasillo deforestado al que se denomina calle. Su creación provoca la modificación de la cubierta vegetal de forma permanente, pues la calle ha de mantenerse libre de arbolado mientras dure el periodo de explotación de la línea.

Cuando la línea atraviesa terrenos ocupados por pastos o pastizales no se produce ningún efecto grave y permanente sobre la vegetación.

Por el contrario, al cruzar masas forestales, la apertura de calles puede suponer un efecto importante de carácter permanente, cuya magnitud depende del valor botánico y ecológico de las especies afectadas, de las formaciones atravesadas y del número de individuos que se deban eliminar, cuya importancia sería mayor debido a su alto valor ecológico por ser el hábitat natural de una gran diversidad de especies faunísticas.

Este impacto posee una magnitud superior cuando la calle se abre por primera vez, durante la fase de construcción de la línea, ya que durante la operación, las actividades se realizarán sobre un medio ya modificado. Sin embargo, con el tiempo, puede provocar un cambio gradual de las especies presentes, pudiendo producirse un empobrecimiento de la formación en algunas situaciones y podría actuar como barrera ecológica.

Hay que añadir a estos impactos los producidos por la deforestación debida a la calle, la que se provoca en el caso de crear nuevos accesos a las bases de los apoyos en las zonas arboladas, necesarios para permitir tanto el traslado de los materiales hasta la base de las torres, como el movimiento de la maquinaria de izado, el tendido de cables y mantenimiento de la obra.

La creación de las calles, por otro lado, puede servir de cortafuegos, impidiendo la propagación del fuego en caso de incendio. Esto se considerará un efecto beneficioso. Aunque implicaría un ancho mayor y la total eliminación del arbolado situado debajo.

Durante la fase de operación, se realizarán labores de mantenimiento de las calles de la línea y de los accesos que sigan siendo necesarios, que consistirán en la poda y limpieza de la vegetación.

Una vez finalizada la fase de construcción, se procederá a la recuperación de los accesos que no vayan a ser necesarios mediante la revegetación de los mismos.

Otro posible efecto será la modificación de la flora presente, por servir de pasillo de introducción de especies invasoras foráneas, que antes de la apertura de calles veían condicionada su entrada.

7.2.5. Efectos potenciales sobre la fauna

Al estudiar los impactos sobre la fauna hay que diferenciar claramente durante la fase de construcción y la de operación.

Durante la fase de obras hay que tener en cuenta las afecciones que se producen como consecuencia de la pérdida, fragmentación y alteración de hábitats, repercutiendo especialmente sobre la fauna terrestre y aquéllas que tienen repercusión sobre la fauna acuática como consecuencia de la alteración de la calidad de las aguas. También se pueden producir afecciones sobre toda la fauna presente en el área de estudio, ya que puede variar sus pautas de comportamiento como consecuencia de los ruidos, mayor presencia humana, movimiento de maquinaria, y otras molestias que las obras pueden ocasionar.

Durante la fase de operación, los mayores riesgos son para la avifauna. La afección a las aves se origina por la colisión contra los conductores, y sobre todo contra los hilos de guarda. Para estas líneas no existe riesgo de electrocución, ya que la separación entre los conductores, o entre éstos y el apoyo, hace imposible que las aves formen un puente entre cualquiera de los elementos mencionados.

Las colisiones se producen con cualquier tipo de línea como consecuencia de la incapacidad de un ave en vuelo para evitar el obstáculo que supone la presencia de los cables. En este caso el voltaje es indiferente, y también las líneas de telecomunicaciones (teléfonos y telégrafos), provocan muertes.

La mayoría de los accidentes por colisión ocurren en condiciones de escasa visibilidad: durante la noche, al alba y al atardecer, o en días de niebla o de precipitaciones intensas, siendo así más probable su incidencia en determinadas estaciones del año o en áreas más propensas a condiciones meteorológicas adversas o en especies de con alta velocidad de vuelo o de picada.

En cuanto a las especies afectadas, su número es superior al de especies susceptibles de electrocución.

Cualquier ave puede ver obstaculizado su vuelo por un fino cable suspendido en el aire, desde paseriformes, migrantes, especies nocturnas hasta las grandes avutardas. No obstante, las aves que vuelan en bandos suelen ser las más afectadas por las colisiones, y, por el contrario, según estudios realizados, especies como rapaces y córvidos son escasamente susceptibles de sufrir colisión. En líneas generales puede decirse que el índice de siniestros es mayor en aquellas especies de vuelo más rápido, en especies gregarias, y en voladores nocturnos.

La mayor parte de las aves ven los cables y los evitan desviando el vuelo, bien hacia abajo, bien hacia arriba. Sin embargo hay un porcentaje de aves, solitarias y en bandos, que cruzan el tendido por entre los cables conductores o entre éstos y los de tierra, siendo las aves que presentan unas mayores probabilidades de colisión, al no estar evolutivamente adaptadas a esquivar objetos horizontales lineales y aéreos, ya que todos los elementos del paisaje están constituidos por estructuras verticales. Sin embargo, las aves, según las especies, tienen una cierta capacidad de aprendizaje, tomando así conciencia del paisaje, ganando en experiencia de la realidad de su entorno vital. Esto les permite evitar los cables, aún en situaciones de escasa visibilidad, debido a las malas condiciones meteorológicas. Por lo tanto, se puede decir que las especies sedentarias conocen mejor su territorio que las invernantes, las especies más afectadas por la colisión.

La mayor parte de las aves cruzan a primeras horas o últimas horas del día, coincidiendo con la máxima actividad en el ritmo circadiano de la mayoría de las especies animales. Estos vuelos forman parte de los desplazamientos diarios habituales entre dormideros y áreas de alimentación.

Se observa una tendencia al aumento de la frecuencia de vuelos durante los meses invernales. Ello es debido a la presencia de poblaciones de aves invernantes, así como a la concentración de las especies sedentarias durante esta estación del año en lugares con mayor abundancia de alimento y a los correspondientes vuelos de ida y vuelta desde sus dormideros. Durante la

estación reproductiva, y en especial al comienzo de ésta, la actividad de las aves suele estar confinada a los límites de las áreas de nidificación, reduciéndose bastante la actividad de vuelo de desplazamiento entre dormideros y áreas de alimentación.

Otra de las causas más frecuentes son las reacciones de fuga o huida descontrolada de los bandos, sean en época de migratoria o no. Normalmente las primeras aves ven los cables y las del medio y el final, no.

Las líneas que acumulan la mayor mortalidad por colisión son las de transporte y distribución con hilo de guarda. A partir de un determinado voltaje, 45 kV normalmente, se añaden a las líneas hilos de guarda, que, en número de 1 ó 2, están dispuestos en un plano superior al de los conductores y protegen a la línea de descargas eléctricas atmosféricas y sobretensiones, actuando así como pararrayos. Estos últimos tienen un menor diámetro que los conductores y están suspendidos por encima de ellos, por lo que son difíciles de ver. Se ha constatado que en las líneas de alta tensión, los hilos de guarda son los responsables de la mayoría de los accidentes por colisión.

Se consideran factores de riesgo las zonas escasamente humanizadas, las líneas que discurren por la línea de máxima pendiente o divisoria de aguas y masas arboladas con una altura de los pies menor que la del tendido.

Las servidumbres del tendido pueden constituir nuevas zonas de paso para las aves, a verse libres de vegetación arbórea, así como de otras especies faunísticas de áreas abiertas. También se incrementa la exposición a depredadores animales y cazadores humanos, permitiendo que se introduzcan con mayor facilidad en zonas antes intransitables.

La destrucción de la vegetación afectará por sí misma a la fauna, ya que se trata de la destrucción de una parte o la fragmentación, del hábitat de dicha fauna.

En cualquier caso, el principal efecto potencial que podría suponer sobre la fauna será el ahuyento de la misma, el efecto percha de las torres usadas por algunas especies para hábitat de caza durante la fase de construcción y en menor medida durante la de explotación.

7.2.6. Efectos potenciales sobre el medio socioeconómico

A) Efectos potenciales sobre la población:

Teniendo en cuenta la distancia existente desde los pasillos a los núcleos de población, la posible afección será muy pequeña una vez puesta en funcionamiento.

Durante la fase de construcción, la población puede verse afectada por la circulación de maquinarias pesadas, incremento de partículas en suspensión, ruidos, humos, etc. Se trata de afecciones temporales que terminarán una vez acaben las obras.

Respecto a la población activa, se generarán empleos, principalmente durante la fase de construcción, y en menor medida en la de operación. Serán de tipo directo en la propia construcción de la línea, y también indirectos en el sector servicios (alojamientos, restaurantes, comercio, etc.).

En lo que respecta a la fase de operación, es de prever que los puestos necesarios serán cubiertos por técnicos de la propia empresa propietaria de la línea eléctrica, pudiéndose necesitar asistencia para otros aspectos, como puede ser el servicio de mantenimiento de la servidumbre.

B) Efectos potenciales sobre el sector primario

La afección a los recursos agrícolas se centra en la instalación de los apoyos y la servidumbre de paso, limitando el uso de los terrenos afectados, pudiéndose cultivar el resto de los terrenos bajo la línea. Durante la fase de construcción podría producirse daños en los cultivos existentes.

La incidencia será mayor sobre las explotaciones forestales, ya que la tala de árboles para la construcción de las calles y accesos supone una pérdida de masa arbórea que será a corto plazo en el caso de los accesos que se recuperen después de la fase de construcción.

La deforestación de los pasillos contribuirá al aumento de los pastos naturales, lo que favorece al sector ganadero.

En cuanto a las consecuencias de las L.A.T. (Líneas de Alta Tensión) sobre los cultivos, se concluye que no hay efectos negativos.

C) Efectos potenciales sobre las infraestructuras y servicios

El efecto más importante será el aprovechamiento energético y la mayor disponibilidad de energía eléctrica.

El acondicionamiento de las calles de acceso representa una mejora considerable de las infraestructuras. Para el acceso al trazado de la línea, se abrirán pistas cuando sea necesario para acceder a los apoyos. Esto permite el acceso a la misma, y sobre todo hace posible el transporte de materiales y el tráfico de maquinaria.

D) Efectos potenciales sobre el patrimonio histórico cultural

Los daños que se pueden provocar son de dos tipos, según se trate de monumentos o de yacimientos arqueológicos. Respecto a los monumentos, el impacto se centra sobre el paisaje, dado que con la existencia de la línea se degrada la calidad estética de las cuencas visuales donde se encuentran integrados. En el caso de los restos arqueológicos, la exposición al riesgo es de tipo directo, consecuencia de las excavaciones de las cimentaciones, si bien es mínima por las reducidas dimensiones de éstas.

E) Efectos potenciales sobre los espacios naturales protegidos

Se incluye el efecto potencial sobre los espacios naturales protegidos como consecuencia de la actividad sobre el medio socioeconómico, porque su declaración obedece, además de sus valores ecológicos, a la situación social y económica del territorio donde se enmarca.

Se ha considerado en la elección del trazado, la presencia de espacios naturales protegidos, por lo que la solución adoptada, busca la minimización de los efectos que se puedan producir sobre éstos.

La afección que se produzca, será analizada exhaustivamente, de forma individual como sobre el conjunto de los distintos componentes del medio.

7.2.7. Efectos potenciales sobre el paisaje

Se modifican las condiciones de visibilidad del entorno cuando se provoca una falta de ajuste o un excesivo contraste entre la línea y el paisaje que la rodea, a través de diferencias considerables de color, forma, escala, línea o textura, es decir, los elementos básicos que lo definen.

Desde el inicio de la fase de construcción, los elementos de la nueva instalación entran en relación directa con los componentes del paisaje, provocando una intrusión visual de las panorámicas afectadas.

Los tendidos eléctricos, además de suponer por sí mismos la aparición de un elemento extraño en el paisaje, lleva consigo una serie de actuaciones, como puede ser la compactación del suelo y la pérdida de la cubierta vegetal, que constituyen una afección clara hacia el entorno. Las líneas son un elemento visible en el paisaje debido principalmente a la altura de las torres.

La presencia de la servidumbre tiene efectos potenciales sobre el paisaje, debido a la modificación de la estética del entorno afectado por la presencia de la misma, sobre todo en formaciones forestales, en las que la calle provoca una fragmentación de la unidad paisajística existente, introduciendo un elemento perturbador de carácter artificial. Este impacto es más acusado en las calles de ancho permanente debido al aspecto artificial de los bordes.

El efecto producido por las calles es en ocasiones superior al de la propia línea, cuando no potenciado de éste, dado que generalmente se aprecia más la calle que los elementos de la línea.

Un aspecto a tener en cuenta es la condición repetitiva y longitudinal de las instalaciones, aunque a cierta distancia pueden presentar un aspecto más discontinuo debido a la escasa percepción de los conductores.

La apertura de nuevos accesos, tiene menos impacto, integrándose muchos de ellos de nuevo a medida que van siendo revegetados.

7.3. CARACTERIZACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS

7.3.1. Criterios de caracterización

Existen diversos métodos para la valoración de impactos ambientales (valoración de subjetividad compartida, matriz de Leopold modificada, Sistema Batelle, etc.), los que tienen fundamentalmente características cualitativas. En la presente evaluación, se ha procedido a cuantificar los impactos del Proyecto SIEPAC- Tramo El Salvador, por medio de estimaciones, simulaciones o medidas, considerando las condiciones basales del medio ambiente descritas y analizadas en el capítulo de inventario ambiental, en contraste con las características técnicas del proyecto en análisis.

Como base común para la valoración de todos los impactos identificados, se ha recurrido a la utilización de criterios cualitativos (Conesa, 1997), tales como:

- Naturaleza (o Signo): carácter beneficioso o perjudicial del impacto.
- Extensión: área de influencia de la acción sobre el factor del medio afectado.
- Persistencia: tiempo que permanecería el efecto desde su aparición.
- Sinergia: reforzamiento de dos o más efectos simples por su acción conjunta.

- Recuperabilidad: posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado mediante la acción humana.
- Intensidad: grado de incidencia de la acción sobre el factor del medio afectado.
- Acumulación: incremento del efecto producido por la continuidad en el tiempo de una acción.
- Momento: tiempo que transcurre entre la acción y la aparición del efecto. Se considera inmediato si el tiempo es nulo, corto plazo si es inferior a un año, medio plazo entre 1 y 5 años, y largo plazo más de 5 años.
- Reversibilidad: posibilidad del factor afectado de retornar a las condiciones previas al proyecto de forma natural.
- Efecto: relación entre la causa y el efecto que produce (directo o indirecto).
- Periodicidad: regularidad en la manifestación del efecto.

Finalmente, la metodología descrita contiene dos matrices, una para la fase de construcción, y otra para la fase de operación, diseñadas de manera que integren las acciones del proyecto con los componentes del medio. De esta forma, se pueden determinar cuáles son las acciones que contribuyen a producir un impacto y, por ende, se puede intervenir en dichas actividades y modificarlas, si es posible, para neutralizar o minimizar el impacto correspondiente.

Los criterios utilizados y su escala de ponderación, han sido propuestos en función de la significancia que ellos presentan. La valoración de los criterios se presenta a continuación:

- La Naturaleza del impacto puede ser:
 - (+) Positivo
 - (-) Negativo
- La Extensión (EX) del impacto puede ser:
 - (1) Puntual
 - (2) Parcial
 - (4) Extenso
 - (8) Total

- La Persistencia (PE) del impacto puede ser:
 - (1) Fugaz
 - (2) Temporal
 - (4) Permanente
- La Sinergia (SI) del impacto puede ser:
 - (1) Sin sinergismo
 - (2) Sinérgico
 - (4) Muy Sinérgico
- La Recuperabilidad (MC) del impacto puede ser:
 - (1) Recuperable de manera inmediata
 - (2) Recuperable a medio plazo
 - (4) Mitigable
 - (8) Irrecuperable
- La Intensidad (IN) del impacto puede ser:
 - (1) Baja
 - (2) Media
 - (4) Alta
 - (8) Muy Alta
 - (12) Total
- La Acumulación (AC) del impacto puede ser:
 - (1) Simple
 - (4) Acumulativo
- El Momento (MO) del impacto puede ser:
 - (1) Largo plazo
 - (2) Medio plazo
 - (4) Inmediato
- La Reversibilidad (RV) del impacto puede ser:
 - (1) Corto plazo
 - (2) Medio plazo
 - (4) Irreversible
- El Efecto (EF) del impacto puede ser:

- (1) Indirecto
- (4) Directo
- La Periodicidad (PR) del impacto puede ser:
 - (1) Irregular y discontinuo
 - (2) Periódico
 - (4) Continuo

Finalmente, la Importancia (I) del impacto se determina ponderando cada uno de los factores anteriormente descritos mediante la siguiente formulación (Conesa, 1997):

$Importancia (I) = +/- (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$	
Rango de Valores	$13 \leq I \leq 100$

En lo referente a la magnitud del efecto de la acción, ésta puede ordenarse siguiendo una escala de niveles creciente como se describe a continuación:

Impacto positivo: Se considera un impacto positivo cuando representa beneficios técnicos-científicos o sociales, considerando el análisis de costos-beneficios.

Impacto nulo: No se manifiesta impacto sobre el medio.

Impacto no significativo: Impacto mínimo o de poca relevancia que no modifica el medio ambiente.

Impacto compatible: Impacto de poca relevancia. En el caso de impactos compatibles adversos, habrá recuperación inmediata de las condiciones originales tras el cese de la actuación. No se precisan medidas correctoras, ($I < 25$).

Impacto moderado: La recuperación de las condiciones originales requiere cierto tiempo y es aconsejable la aplicación de medidas correctoras, ($25 \leq I \leq 50$).

Impacto severo: La magnitud del impacto exige la aplicación de medidas correctoras que minimicen o anulen su efecto. La recuperación, aún con estas prácticas, exige un período de tiempo dilatado, ($50 \leq I \leq 75$).

Impacto crítico: La magnitud del impacto supera el umbral aceptable. Se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación de las mismas. Es poco factible la aplicación de medidas correctoras, y en su caso, son poco efectivas, ($I > 75$).

7.3.2. Identificación de fuentes de impacto ambiental

Las fuentes de impacto ambiental consideradas para el proyecto son las siguientes:

FASE DE CONSTRUCCIÓN:

- Instalaciones auxiliares (oficinas, zonas de acopio, etc.). Consiste en la construcción y habilitación de infraestructura de servicios y oficinas temporales utilizadas en obras. No será preciso un parque de maquinaria, al ser el volumen de ésta muy reducido y el aprovisionamiento de materiales se realizará en almacenes alquilados para tal efecto en pueblos próximos hasta su traslado a su ubicación definitiva, por lo que tampoco será necesaria la instalación de almacenes a pie de obra o campas.
- Contratación de mano de obra. Se refiere a la contratación de mano de obra local para la ejecución de las labores de construcción del proyecto.
- Desmonte y despeje del área para la instalación de las zapatas. Esta actividad considera la limpieza de vegetación y la preparación de las zonas donde se instalarán las zapatas de las estructuras de alta tensión.
- Habilitación de calles de acceso. Se aprovecharán los accesos existentes en la medida de lo posible, con las debidas mejoras en cuanto a dimensiones y base, acondicionándolas para el paso de la maquinaria que han de soportar. Los accesos nuevos a construir, desde los existentes a los apoyos, exclusivamente servirán para dar

paso durante esta fase de construcción, de los vehículos necesarios para el acopio de materiales y el traslado de maquinaria necesaria para realizar la obra civil.

- Movimiento de tierras. Se refiere a cortes, nivelaciones y en general, a toda la intervención del suelo que genere una pérdida de las características de éste y/o su posterior traslado.
- Excavación y construcción de zapatas. Será necesario realizar excavaciones por torres.
- Red de tierras. Consiste en excavaciones perimetrales a las torres en las cuales se colocan varillas, que son enterradas en un terreno preparado para lograr una mejor resistencia.
- Disposición de exceso de suelo. El material excavado debe ser retirado del sitio de la estructura y trasladado a lugares adecuados y previamente definidos.
- Tala y desbroce de la franja de servidumbre (30 m). Se refiere a la poda y corta de la vegetación y en general de todo elemento natural que pueda interferir con el tendido y habilitación de la línea.
- Montaje de estructuras y aisladores. Se refiere a la instalación de las estructuras necesarias en las torres de alta tensión, así como de sus aisladores correspondientes.
- Montaje y tendido de conductores. Para el montaje y tendido se utiliza una máquina especial denominada, máquina de tendido y frenado, que consiste en un torno o cabrestante y poleas colgadas de un conductor guía.
- Generación de residuos de obra. Se refiere la generación de : residuos domésticos, residuos industriales no peligrosos (carretes de tendido, restos de materiales), residuos peligrosos (aceites y lubricantes), etc.

FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO:

- Presencia de la infraestructura eléctrica: apoyos, conductores, accesos, etc. Se refiere a la infraestructura de soporte (torres o apoyos) y conducción (conductores), de la línea eléctrica.
- Operación de la línea de alta tensión, aplicación de voltaje y conducción es lo mismo de la energía eléctrica por los conductores.
- Mantenimiento de la línea (control de arbolado). Incluye la poda y corte de vegetación, la cual se realiza mediante un Plan de Mantenimiento, periódico y programado.
- Reparaciones accidentales. Se consideran las actuaciones no controladas de los mecanismos de seguridad en las subestaciones.
- Generación de residuos por actividades de mantenimiento. Se refiere a residuos tales como: residuos domésticos, residuos industriales no peligrosos (despunte, restos de materiales), residuos de aceites, disolventes, pinturas y lubricantes, que eventualmente se puedan generar producto del mantenimiento de las instalaciones.

7.3.3. Identificación de componentes y factores ambientales susceptibles de ser impactados

En la siguiente tabla se presentan los componentes y factores ambientales analizados en el apartado 7.2, de forma sintetizada.

Cuadro 7.4 Componentes y factores ambientales analizados en el apartado 7.2, de forma sintetizada.

COMPONENTES Y FACTORES AMBIENTALES POTENCIALMENTE AFECTADOS		
MEDIO	COMPONENTE	FACTOR AMBIENTAL
Físico	Geología y geomorfología	Laderas Perfil topográfico
	Suelo	Propiedades físicas Drenaje
	Hidrología	Patrón de red de drenaje

COMPONENTES Y FACTORES AMBIENTALES POTENCIALMENTE AFECTADOS		
MEDIO	COMPONENTE	FACTOR AMBIENTAL
	Hidrogeología	Nivel de agua subsuperficial Calidad de agua subterránea
Físico	Calidad de agua superficial	Calidad físico-química y biológica
	Ruido	Nivel de presión sonora (NPS)
	Calidad del aire	Partículas Gases
Biótico	Flora y vegetación	Estructura y composición de vegetación Diversidad de especies Hábitats para la flora
	Fauna	Composición de especies Hábitats para la fauna
Perceptual	Estética	Calidad visual Fragilidad visual
Socio cultural	Infraestructura	Efectos sobre infraestructura local
	Uso de suelo	Patrón de uso de suelo
	Patrimonio cultural	Lugar de valor cultural
Socio económico	Socioeconomía	Calidad de vida Empleo y nivel de ingresos Inmigraciones

7.3.4. Identificación y Descripción de Impactos

En las matrices siguientes se presenta la identificación de impactos para la fase de construcción, y operación, en los cuales se entrecruzan las fuentes de impacto ambiental identificadas cada una de sus fases, junto con los componentes y factores ambientales susceptibles de ser impactados.

En concordancia con la fase del estudio, en este informe se presenta la identificación y caracterización de los impactos ambientales generados por el proyecto de la siguiente manera:

Medio	Descripción del Impacto
Componente ambiental	Tramo de localización

Tal como se ha presentado en el capítulo de definición de tramos homogéneos, cada uno de los impactos ambientales identificados en la presente metodología ha sido localizado geográficamente de acuerdo a los 6 tramos determinados. De esta manera, se determina el contexto geográfico – territorial donde se desarrollarán los impactos del Proyecto.

Cuadro 7.5. Matriz de identificación de Impactos Ambientales en la fase de construcción.

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN		
COMPONENTES	ACTIVIDADES	IMPACTOS
	Ubicación de instalaciones auxiliares Contratación de mano de obra Desbroce para zapatas Apertura de caminos de acceso Movimiento de tierras Excavación y construcción de zapatas Uso y mantenimiento de maquinaria Disposición de exceso de suelo Podas y/o talas en franja de seguridad Montaje de apoyos y aisladores Tendido de cables	
MEDIO FISICO		
MEDIO INERTE		
Suelo		Generación de procesos erosivos
		Ocupación del suelo
		Disminución de la capacidad de infiltración del suelo.
		Compactación del suelo
Aire		Aumento en la inestabilidad de laderas
		Generación de emisiones de material particulado y gases
Hidrología e hidrogeología		Alteración de la hidrología superficial
		Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje
Geología y geomorfología		Alteración de unidades geomorfológicas
Ruido		Aumento de emisiones acústicas
Calidad de aguas		Contaminación de aguas subterráneas
		Variación de la calidad de las aguas superficiales
MEDIO BIOTICO		
Flora y Vegetación		Eliminación de la cubierta vegetal
		Fragmentación de ecosistemas
Fauna		Disminución de las especies terrestres y desplazamiento de individuos
		Alteración de hábitat para la fauna y perturbación de la fauna
MEDIO PERCEPTUAL		
Paisaje y Estética		Alteración de la calidad y fragilidad visual
MEDIO SOCIOECONOMICO Y CULTURAL		
MEDIO SOCIO CULTURAL		
Patrimonio Cultural		Afección de sitios culturales y patrimoniales
Calidad de vida		Molestias y cambios en la calidad de vida de la población
Infraestructuras y servicios		Efectos sobre infraestructura local
Patrón de uso de suelo		Cambios en el patrón de uso del suelo
MEDIO ECONOMICO		
Sociedad y nivel de empleo		Aumento del nivel de empleo e inmigraciones
		Migración de población

 Impacto negativo
 Impacto positivo

Cuadro 7.6. Matriz de identificación de Impactos Ambientales en la fase de operación.

COMPONENTES	ETAPA DE OPERACIÓN			IMPACTOS
	ACTIVIDADES			
	Presencia de infraestructura eléctrica (*)	Operación de la línea de alta tensión	Mantenimiento de la línea	
MEDIO FISICO				
MEDIO INERTE				
Suelo				N/I
Calidad del aire				Emisión de ozono y maquinaria de mantenimiento
Hidrología e hidrogeología				N/I
Geología y geomorfología				N/I
Ruido				Aumento de emisiones acústicas (efecto Corona, maquinaria)
Calidad de aguas superficial				N/I
MEDIO BIOTICO				
Flora y Vegetación				Pérdida de ecosistemas
Fauna				Afectación somera a la vegetación en el área de la servidumbre
				Alteración de hábitat
				Afectación de los sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre
				Disminución de especies terrestres
MEDIO PERCEPTUAL				
Paisaje y Estética				Alteración de la calidad y fragilidad visual
MEDIO SOCIOECONOMICO Y CULTURAL				
MEDIO SOCIO CULTURAL				
Patrimonio Cultural				N/I
Calidad de vida				Cambio de condiciones de vida de la población
Infraestructura local				Efectos sobre infraestructura local
				Efectos sobre infraestructura privada
Patrón de uso de suelo				Cambio del patrón de uso de suelo
				Cambio en el valor comercial de la tierra
Campos Electromagnéticos (**)				Campos electromagnéticos y radio interferencias
Valor de la tierra				Cambio en el valor comercial de la tierra
MEDIO ECONOMICO				
Socioeconomía y nivel de empleo				Cambio en las condiciones socioeconómicas
				Migración de la población

 Impacto negativo
 Impacto positivo

N/I: No se identifican impactos

(*): Incluye postes, calles y servidumbres

(**): Se separa del componente "calidad de vida" por tener suficiente entidad como para ser otro componente aparte

A continuación, se realiza la identificación y descripción de los impactos ambientales del proyecto.

A) FASE DE CONSTRUCCIÓN

MEDIO FÍSICO

Medio Inerte

- Clima y Meteorología:

La caracterización del Inventario desarrollada tuvo como objetivo definir el medio en el que se inserta el proyecto. En este contexto, no se identifican impactos sobre este componente.

- Suelo:

Impacto: *Generación de procesos erosivos*

Al removerse la capa del suelo en las áreas identificadas, se retira toda la protección que posee el suelo, quedando expuesto a la erosión y a la inestabilidad de taludes por caminos y en los accesos.

La existencia de zonas propensas a erosión hídrica y por acciones antropogénicas, así como áreas de cárcavas muy profundas que aun continúan socavando el suelo son factores determinantes para el aumento de los procesos erosivos del suelo.

De manera general el impacto se valora como severo.

Impacto: *Ocupación del suelo*

Se producirá una pérdida del uso del suelo porque los corredores se desarrollan sobre suelos donde se practican diferentes actividades, limitando las actividades en los lugares puntuales donde se ubican las estructuras. La ocupación del terreno también va a provocar una compactación derivada de la necesidad de establecer bases para las estructuras de la línea.

Este impacto es valorado como moderado.

Impacto: *Aumento en la inestabilidad de laderas*

Este impacto es el resultado de la tala la cubierta vegetal y movimiento de tierra para la colocación de las instalaciones y franja de seguridad así como para el despeje del área para la excavación, instalación y construcción de zapatas y red de tierra durante la fase de construcción. Es considerado un impacto moderado con la línea de transmisión.

El efecto indirecto se da cuando los cortes se hacen en o cerca de las bases de los taludes con 30% o más de pendientes naturales.

Impacto: *Disminución en la capacidad de infiltración del suelo/Compactación del terreno*

El movimiento de equipo pesado en la fase de construcción del Proyecto provoca la compactación de los suelos, disminuyendo la porosidad y la capacidad de infiltración de los mismos; es un efecto temporal y puntual.

Indirectamente las aguas subterráneas son afectadas al no darse la percolación a la velocidad natural, disminuyendo así la capacidad de almacenamiento y transmisión del flujo en el medio poroso.

La compactación y capacidad de infiltración del suelo es valorado como impacto moderado.

- Calidad del aire

Impacto: *Generación de emisiones de partículas (MP) y gases*

Este impacto se relaciona con la modificación que se producirá en la calidad del aire, principalmente por el levantamiento de polvo y aumento de gases de maquinarias que se originará a partir de las obras y acciones del proyecto que involucran movimientos de tierra, excavaciones y zapatas.

Al respecto, las medidas correctoras incluidas en el Programa de manejo tales como: humectación de caminos, control de emisiones de motores, implicarán que este impacto sea moderado, no siendo significativo sobre la salud de las personas del entorno donde se sitúa el proyecto.

- Hidrología e Hidrogeología

Impacto: *Alteración de hidrología superficial*

La alteración de cauces será en toda la construcción de la línea, muy puntual, y será debido fundamentalmente a la ubicación de los apoyos en la proximidad de cursos de agua permanentes y no permanentes. El impacto por lo tanto es moderado.

Impacto: *Disminución de la tasa de recarga de acuíferos y alteración de la red de drenaje.*

Este impacto se producirá durante la etapa de construcción al ubicar las torres o realizar los cortes y movimientos de tierra a lo largo de todo el área del Proyecto en zonas donde el nivel freático es somero y los acuíferos son superficiales en zonas con elevaciones por arriba del promedio general. Se afectará el almacenamiento y calidad de aguas subterráneas y la red de drenajes.

Si ocurrieran derrames de aceites y combustibles se contaminaría el suelo y como consecuencia el contaminante migrará hacia el nivel freático, contaminando así las aguas subterráneas. Es considerado como impacto moderado.

- Geología y geomorfología:

Impacto: *Alteración de unidades Geomorfológicas*

Consiste en la alteración de la condición natural geomorfológica (morfología, pendiente, litología y estratigrafía) de las unidades identificadas en el inventario ambiental, producto de actividades tales como movimiento de tierras, cimentaciones, red de tierras. Este impacto sólo se producirá durante esta fase, no existiendo durante la explotación y mantenimiento de la línea.

Impacto moderado con la línea de transmisión, ya que la mayor parte del trazado discurre por regiones bajas y planicies litorales con algunos territorios de cerros bajos y colinas. Los movimientos de tierra durante la fase de construcción de la línea no serán de una entidad relevante, por lo que el impacto sobre la geología y la geomorfología será, de manera general, no significativo.

- Ruido

Impacto: *Aumento de emisiones acústicas*

Durante esta fase aumentarán los niveles de ruido producto de la ejecución de actividades tales como: ubicación de instalaciones auxiliares, habilitación de caminos de acceso, excavaciones, montaje de estructuras, operación de maquinarias y equipo.

Al respecto, las medidas incluidas en el plan de manejo, tales como la restricción en los horarios de construcción, implicarán que este impacto compatible para el entorno.

- Calidad de agua

Impacto: *Variación de la calidad de las aguas superficiales*

Este impacto se produce por los movimientos y remoción de tierra durante la construcción de la línea, apertura de vías, la extracción de materiales, y el movimiento del equipo pesado en los suelos desnudos. La razón son los suelos volcánicos de baja cohesividad. El aumento de sedimentos en suspensión en las aguas superficiales se da cuando ocurre la precipitación y el consiguiente arrastre de los mismos a los drenajes principales y secundarios.

Se definirán medidas preventivas encaminadas a minimizar el impacto que se puede producir sobre la calidad de las aguas por efecto del aumento de la concentración de sólidos en suspensión o vertidos accidentales. Impacto compatible.

Impacto: *Contaminación de las aguas subterráneas*

La contaminación de las aguas subterráneas se produce por el posible derrame de aceites y combustibles del equipo pesado utilizado durante la fase de construcción así como durante la deposición de los desechos producidos en esta etapa. Se valora como impacto moderado.

Medio Biótico:

- Vegetación y flora

Impacto: *Fragmentación de ecosistemas y eliminación de cubierta vegetal.*

El impacto identificado se va a manifestar en los diferentes tramos de la línea con diferente intensidad.

Este impacto corresponde a los cambios o alteraciones en la fisonomía vegetal, debido a la disminución y pérdida de la cobertura, producto de actividades tales como ubicación de instalaciones auxiliares, roce y despeje del área de zapatas, habilitación de caminos de acceso, excavaciones y, principalmente, por la tala y desmoché de la franja de seguridad.

En términos generales, este impacto se ha evaluado como negativo, debido a que las actividades propuestas implican una pérdida y modificación de las características originales de las asociaciones vegetales anteriormente citadas, en cuanto a fragmentación de las comunidades vegetales, pérdida de la cobertura vegetal, pérdida de la diversidad vegetal, alteración de los hábitats de las especies vegetales nativas, protegidas como el guayacán (*Tabebuia guayacán*), *Cedrela odorata* (cedro), *Cordia alliodora* (laurel), invasión de especies vegetales exóticas, en cuanto a impactos directos, y una mayor accesibilidad de las comunidades silvestres vegetales deforestación, como impacto indirecto.

No ha sido identificada dentro del área afectada, alguna actividad vegetal rara o única dentro de su ámbito local, regional o nacional.

Las alteraciones sufridas por el medio natural, han marcado una evolución de la vegetación hacia zonas de pastizales y áreas de cultivos agrícolas con algunos parches de matorrales, rastrojo y árboles aislados. Los elementos de la vegetación no presentan una variabilidad en términos de densidad, así como tampoco la presencia de formaciones vegetales únicas, existiendo en la mayoría de los tramos, un alto grado de empobrecimiento en cuanto a naturalidad de la vegetación debido a la influencia humana. La naturalidad puede valorarse como baja en la mayor parte del trazado de la línea. Esto se expresa con formaciones cultivadas mediante implantación de especies autóctonas o exóticas (cultivos, pastizales, frutales, árboles maderables, plantas ornamentales, etc.). Se da, de manera continua, la intervención humana manteniendo estas formaciones a través del tiempo, expandiéndolas espacialmente (crecimiento de la frontera agropecuaria).

Los impactos ambientales más significativos, todos ellos clasificados como moderados, ocurren durante las actividades de habilitación y construcción de caminos de penetración, montaje de estructuras, aisladores y cables.

- Fauna

Impacto: *Disminución de las especies terrestres y desplazamiento de individuos*

El impacto ocurre debido a que las actividades propias de construcción, demandan la tala de vegetación y movilización de maquinarias y equipos, lo cual afectará la estabilidad ecológica de la zona, provocando que las especies, principalmente, de locomoción rápida (especialmente la macro fauna) se desplacen a zonas más tranquilas. En adición, se pueden suscitar casos de atropellos y accidentes especies que no puedan desplazarse con suficiente velocidad (animales pequeños de poca locomoción).

Esta acción afectará la frecuencia y riqueza de especies animales. También existirá una repercusión directa sobre los hábitos faunísticos, ya que se afectarán las madrigueras y nidos de muchos animales, adicionalmente, las fuentes de recursos alimentarios disminuirán.

No se prevén afecciones significativas asociadas a la reducción del área de alimentación de la fauna, así como tampoco la disminución de número de animales debido a la destrucción de refugios y nidos. Las alteraciones de los hábitats pueden considerarse mínimas por la relación cuantitativa existente entre superficie afectada y las formaciones existentes. El impacto se considera moderado.

Impacto: *Alteración del hábitat y perturbación de la fauna*

Las actividades de aperturas de caminos de acceso, excavaciones, despeje de la franja de seguridad o servidumbre, así como el izado de las torres y tendido de cables genera en el área del Proyecto movimiento de personal, materiales y maquinarias las cuales disminuye e invade, a veces de forma permanente, el espacio o hábitat de las especies propias del área. En otras ocasiones no desplaza al animal, sin embargo, altera o perturba sus actividades cotidianas obligando a éstos a moverse, temporalmente hacia otros sectores más tranquilos y seguros.

Este impacto se considera de intensidad alta, sin embargo mitigable por lo que es valorado como moderado.

Medio Perceptual:

- Paisaje:

Impacto: *Alteración de la calidad y fragilidad visual*

Las actividades que potencialmente provocarían el impacto sobre el componente paisaje corresponden a la tala de vegetación así como a la tala y desbroce de la vegetación.

Las alteraciones del paisaje serán producidas principalmente por la pérdida temporal de atributos paisajísticos del área en particular en lo referente a calidad de la fragilidad visual. Se agrega a lo anterior, la instalación de instalaciones auxiliares que afectan los atributos anteriormente nombrados.

La intrusión visual provocada en las unidades de paisaje tendrá un mayor efecto en los sectores determinados en el inventario como puntos de observación y en los sectores de quebradas naturales y lechos de ríos.

Las modificaciones visuales durante esta fase, dadas las características del Proyecto, provocarán un efecto paisajístico poco significativo. Esto en consideración de las dimensiones y características visuales de las estructuras de la fase de construcción.

De acuerdo a lo anterior, este impacto se ha calificado como negativo, moderado.

MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL

Medio Socio cultural

- Patrimonio cultural y arqueológico

Impacto: *Afección de sitios culturales y patrimoniales*

La posible pérdida de restos arqueológicos implica que se ocasionen daños durante la fase de construcción de la línea. Estos restos arqueológicos pueden ser sitios arqueológicos identificados por montículos hechos de barro y piedra de río y los restos materiales que puedan contener como cerámica, huesos, lítica (menor y mayor) y estructuras residenciales o ceremoniales. Es importante notar, que en algunos casos, los sitios no pueden ser tan fácilmente identificados, ya que los restos pueden encontrarse a una profundidad considerable y puede no haber señal de los mismos en superficie.

Dentro del área de estudio para el Proyecto se han identificado alrededor de 47 sitios de interés arqueológicos de los cuales 24 están en las cercanías del trazado actual, distribuidos a lo largo de los 13 tramos homogéneos.

La afectación de sitios arqueológicos por el paso de la línea es valorado como impacto moderado.

- Calidad de vida

Impacto: *Molestias y cambios en la calidad de vida de la población*

Durante la fase de construcción, las actividades asociadas a movimientos de tierra, tránsito de maquinarias, transporte y acopio de materiales, generación y disposición de residuos líquidos y sólidos, podrían generar molestias en la población residente en las cercanías del trazado.

Cabe señalar que frente a las áreas donde se concentrarán las actividades de construcción, en general no existen concentraciones urbanas, correspondiendo principalmente a población dispersa en zona rural. Las molestias hacia la población estarán asociadas principalmente a las emisiones acústicas y de polvo asociadas al transporte de maquinaria y personal que laborará en la construcción del tendido eléctrico. Impacto compatible.

- Infraestructura y servicios

Impacto: *Efecto sobre la infraestructura local*

Se presentará un cambio sobre la infraestructura local existente ya que se utilizarán las zonas cercanas al levantamiento de las torres para la ubicación de las instalaciones auxiliares, apertura de caminos de acceso, montaje y desmontaje de los apoyos y disposición del exceso

de suelo removido, siempre que este no haya sido contaminado por derrames accidentales de aceites o combustibles.

Al ser la construcción de una línea de transmisión un proyecto lineal no se considera permanecer largos periodo en un sitio por lo que las molestias y afectaciones a las infraestructuras existentes serán temporales y se considera un impacto moderado.

- Patrón de uso de suelo

Impacto: *Cambio en el patrón de uso de suelo*

Debido a la instalación de las estructuras eléctricas en zonas rurales, existirá un cambio en el patrón de uso de suelo de las zonas donde éstas se emplazarán, este cambio engloba diferentes aspectos como la modificación en el valor de la tierra, la renta que recibirán de la explotación de los terrenos, migración de la mano de obra rural, etc., pero en todo caso de poca entidad, debido a que la afección en superficie es mínima. Este cambio se ha calificado como negativo, de baja intensidad, y se presentará en todos los tramos del área de influencia del Proyecto.

En relación a las servidumbres de paso, cabe mencionar que el proyecto ha considerado los elementos y herramientas contempladas en la Legislación salvadoreña, para lograr un entendimiento con la comunidad eventualmente afectada, las servidumbres de pasos y las compensaciones correspondientes. En este sentido, y de acuerdo a los antecedentes disponibles, el proyecto no considera traslado ni reasentamiento de poblaciones ni de comunidades indígenas, por lo que no se generarán, en principio, impactos sociales por estas actividades, ya que en la fase de diseño ya se ha eludido tal impacto. Por lo tanto, impacto moderado.

Medio Económico

- Socioeconomía y nivel de empleo

Impacto: *Incremento de empleo*

Durante la fase de construcción del proyecto, la actividad asociada a la contratación de mano de obra, podría generar un impacto sobre los niveles de empleo de la población residente en el

área de influencia del Proyecto. Este impacto se ha considerado positivo, pero de intensidad baja y de corto plazo.

Impacto: *Migración*

Este **impacto** es considerado como negativo y de importancia compatible. Está asociado a la construcción y montaje de la línea, dado que el personal contratado puede estar conformado por una población flotante no propia del área.

B) FASE DE OPERACIÓN

MEDIO FÍSICO

Medio Inerte:

- Suelo

Impacto: Impacto nulo.

- Calidad del aire

Impacto: *Alteración de la calidad del aire (Emisiones de ozono, SF₆ y de maquinarias de mantenimiento)*

Por el hecho de generarse el efecto Corona, antes comentado, en los conductores de la línea eléctrica por el paso de la corriente a través de ellos, también se producen otros dos fenómenos físicos que pueden llegar a alterar la calidad del aire. Estos son la emisión de radiointerferencias y la producción de ozono y de óxidos de nitrógeno.

No parece probable, como se ha descrito a lo largo de este Estudio, que las radiointerferencias puedan afectar a las emisiones o recepciones de televisión. Además, según experiencias desarrolladas por el Grupo Internacional EDF (Electricité de France), solamente en líneas de

tensión muy superior a 400 kV, pueden aparecer efectos parásitos en las transmisiones de radio y/o televisión.

El efecto Corona, al ionizar el aire circundante, produce unas cantidades insignificantes de ozono y, en mucha menor medida, óxidos de nitrógeno, contaminante atmosférico generado, fundamentalmente, por las emisiones de los hornos de alta temperatura en industrias, centrales térmicas, etc.

A través de experimentos realizados en laboratorio, y en unas determinadas condiciones, se sabe que la producción de ozono de una línea de alta tensión, oscila entre 0,5 y 5 g/kW/h. disipado en efecto Corona, dependiendo de las condiciones meteorológicas. En el peor de los casos, tal producción de ozono es insignificante y se disipa en la atmósfera inmediatamente después de generarse, por lo que su impacto en la calidad del aire se puede considerar, compatible.

- Hidrología e Hidrogeología

Impacto: Impacto nulo

- Geología y Geomorfología

Impacto: Impacto nulo

- Ruido

Impacto: *Aumento de las emisiones acústicas*

Durante la operación del proyecto se prevé un aumento de las emisiones acústicas del proyecto, generadas por el efecto corona en los conductores.

El nivel sonoro generado por el funcionamiento de la línea eléctrica, es considerado como un “rumor”, esta definición está en un rango entre 10 y 20 dB el cual está muy por debajo del nivel sonoro que existe en el medio y comunidades rurales por la actividad de la población. Por lo tanto el impacto se valora como compatible, en todos sus tramos homogéneos.

- Calidad del agua

Impacto: Impacto nulo

Medio Biótico:

- Vegetación:

Impacto: *Pérdida de ecosistemas*

Debido a las actividades de mantenimiento de la línea, se generará una serie de cortas y podas programadas de la vegetación circundante que podrá afectar eventualmente el desarrollo del proyecto, en cuanto a sus estándares de seguridad. Estas actividades de poda y mantenimiento, debido a que se encuentran dentro de un plan programado de corta y manejo, generan impactos ambientales negativos de corto plazo, los cuales son fácilmente recuperables por procesos naturales de la vegetación. Influyen las actividades de mantenimiento de la línea sobre la proliferación de especies heliófilas pertenecientes a las familias de las gramíneas y cyperáceas, lo que modificará la aparición de otras familias que requieren de características especiales para completar su ciclo reproductivo y poder permanecer en el área.

El impacto en esta fase del proyecto es mucho menor que en la de construcción, y se considera moderado.

Impacto: *Afección de la vegetación que crece cerca de la servidumbre*

Este impacto es motivado principalmente por las limpiezas que se necesita realizar periódicamente en el área de servidumbre del proyecto. Esta limpieza periódica es necesaria para dar el mantenimiento adecuado a las diferentes instalaciones del proyecto, en la fase de operación.

El valor de este impacto es considerado como moderado, debido a que una vez construida la línea de transmisión el área de servidumbre estará libre de vegetación arbórea, por lo que los daños esperados son de baja intensidad. Se prevé que este impacto se manifieste a lo largo de toda la ruta del Proyecto.

- Fauna:

Impacto: *Alteración de hábitat*

El despeje y limpieza periódica del área de servidumbre afectará los hábitat naturales del lugar dejándolos expuestos y con mayor acceso a cazadores. De igual forma, se ve perturbado el ambiente de las especies que allí habitan por el paso de operadores y maquinarias de mantenimiento.

Este impacto es considerado como moderado.

Impacto: *Afectación de los sitios de nidificación dentro de la servidumbre*

Este impacto consiste en la alteración de las áreas donde pueden anidar algunas aves, que utilizan pequeños arbustos y vegetación herbácea para construir sus nidos, como: codorniz crestada, tortolita rojiza y tórtola aliblanca.

Este impacto se ha valorado entre moderado, ya que periódicamente se estará afectando las posibles áreas de nidificación. Se prevé que este impacto se manifieste a lo largo de la servidumbre del proyecto, especialmente durante la fase de operación.

Impacto: *Disminución o desplazamiento de especies terrestres.*

La presencia periódica de personal de mantenimiento y entrada de vehículos y maquinarias al área de servidumbre traerá como consecuencia la emigración de las comunidades faunísticas que habitan en los alrededores de la servidumbre que se vean expuestas y amenazadas por esta presencia a otras zonas más tranquilas; razón por la cual se verá disminuida la cantidad de

especies terrestres. Esta disminución de especies es en la mayoría de los casos es mínima y de forma temporal. Estos impactos son considerados como moderado con el Proyecto.

Medio Perceptual:

- Paisaje

Impacto: *Alteración de la calidad y de la fragilidad visual*

Consiste en la modificación de la configuración paisajística y de los elementos de interés estético, producto de la instalación de la línea eléctrica, lo cual generará una alteración o pérdida de los atributos paisajísticos del área de influencia del proyecto.

Para lograr que la línea, una vez construida, forme parte de la imagen visual del paisaje, se deberá incluir una serie de propuestas dentro del Plan de medidas mitigadoras que apunten a disminuir la relevancia de los impactos ambientales generados en las distintas unidades de paisaje. Se valora por lo tanto el impacto como moderado.

MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL

Medio Socio cultural:

- Patrimonio cultural

Impacto: Impacto nulo

-Calidad de vida

Impacto: *Cambio en las condiciones de vida de la población*

Durante la operación de la línea de transmisión las condiciones de vida de la población cercana a la línea se podrían ver afectada por molestias acústicas y de polvo asociadas al paso de vehículos y equipos de mantenimiento.

Este impacto se considera compatible, es de carácter parcial de baja intensidad.

- Infraestructura

Impacto: *Efectos sobre infraestructura local*

Se considera un impacto positivo permanente, ya que permitirá la explotación del excedente de producción de los países involucrados en el SIEPAC. Garantizará además la evacuación de la energía generada en las centrales, y un mejor abastecimiento.

La apertura de caminos para el acceso y mantenimiento de las torres mejorará el sistema actual de caminos y comunicación, produciendo frentes industriales.

Impacto: *Efecto sobre infraestructura privada*

Este impacto se considera de carácter negativo y se asocia al mantenimiento de la servidumbre de la línea, dado que produce un aumento del tránsito de empleados, equipo y materiales que pueden ocasionar deterioro de los caminos privados que sirven de acceso a la servidumbre de la línea de energía eléctrica. Este impacto se considera que tiene un efecto parcial, con efectos a mediano plazo y recuperable de manera inmediata, pro lo que se valora como compatible con el Proyecto.

- Patrón de uso de suelo

Impacto: *Cambio en el patrón de uso de suelo*

El cambio en el patrón de uso del suelo está orientado al área correspondiente a la servidumbre que debe mantenerse a ambos lado de la línea que deberá esta libre de toda vegetación que dificulte el acceso al personal de mantenimiento y/o ponga en riesgo la operación y seguridad de la línea; está es definida por las condiciones y criterios de diseño. Aunque no se limita el uso del suelo, si queda restringido a ciertas actividades y prácticas agropecuarias, como lo puede ser la fumigación aérea y la quema de cosecha. Este impacto es valorado como moderado.

Impacto: *Cambio en el valor de la tierra*

Asociados a los cambios en los patrones de uso del suelo, molestias a las comunidades y modificaciones a las actividades y prácticas agrícolas, entre otras, se presentan cambios en la valoración económica de las tierras cercanas a las líneas de transmisión. Estas áreas presentan limitaciones producto de las medidas de operación y seguridad de la misma, sin dejar de ser tierras aprovechables.

Considerando que es un Proyecto lineal de aproximadamente 285 km y serán la cantidad de tierras afectadas será elevado, el impacto producido es considerado como moderado.

- Campos electromagnéticos

Impacto: *Afección de la salud humana*

La intensidad de los campos desciende conforme aumenta la distancia a la línea eléctrica y los centros poblados se encuentran a una distancia considerable; los niveles de los campos eléctricos y electromagnéticos generados por una línea de transmisión están muy por debajo de los niveles máximos recomendados por la Unión Europea y Estados Unidos. Por lo que la afección de la salud humana se considera como un impacto de carácter negativo, se ha evaluado como de baja magnitud y relevancia. Impacto moderado.

Medio Económico

- Socioeconomía y nivel de empleo

Impacto: *Incremento de empleo y cambio en las condiciones socioeconómicas*

Durante la fase de operación, para las actividades de mantenimiento de la línea la actividad asociada a la contratación de mano de obra, podría generar un impacto sobre los niveles de empleo de la población residente en el área de influencia del proyecto. Este impacto se ha considerado positivo, pero de intensidad baja y de largo plazo.

Impacto: *Migración de la población*

Este impacto negativo se asocia al mantenimiento de la servidumbre de la línea dado que el personal contratado puede estar conformado por una población flotante no propia del área. Este impacto es de carácter temporal y de intensidad baja; es valorado como compatible con el Proyecto.

7.3.5. Valoración de impactos

Como resultado de la aplicación del método de valoración o jerarquización de los impactos detectados, definido en el epígrafe 7.3.1 anterior, se obtienen las tablas que se presentan en las páginas siguientes, en función de la fase de proyecto correspondiente.

Cuadro 7.7. Matriz de Valoración de Impactos en la fase de construcción

FASE DE CONSTRUCCIÓN		IMPACTOS											IMPORTANCIA	
		N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC		
MEDIO FÍSICO														
MEDIO INERTE														
Suelo	Ocupación del suelo	-	2	2	4	4	4	2	1	4	4	4	-37	moderado
	Generación de procesos erosivos	-	8	2	4	2	2	1	1	4	4	4	-50	severo
	Disminución de la capacidad de infiltración del suelo.	-	4	1	4	2	2	1	1	4	1	4	-33	moderado
	Compactación del terreno	-	4	1	2	2	2	2	1	4	4	4	-35	moderado
Aire	Aumento en la inestabilidad de las laderas	-	4	1	2	2	2	2	1	4	4	4	-35	moderado
	Deterioro de la calidad del aire por incremento en la emisión de polvo y gases de combustión	-	2	2	4	2	1	1	1	4	1	4	-28	moderado
Hidrología e Hidrogeología	Alteraciones en la hidrología superficial	-	2	2	2	2	2	1	1	4	1	4	-27	moderado
	Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	-	4	2	4	2	2	1	1	4	4	4	-38	moderado
Geología y Geomorfología	Alteración de unidades geomorfológicas	-	4	2	4	2	2	2	1	4	2	2	-35	moderado
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	2	4	1	1	2	1	4	1	1	-22	compatible
Calidad de Agua	Variación de la calidad de aguas superficiales	-	2	1	2	2	1	1	4	1	2	2	-23	compatible
	Contaminación de aguas subterráneas	-	4	2	4	2	2	1	4	4	2	2	-37	moderado
MEDIO BIÓTICO														
Flora y Vegetación	Eliminación de la cubierta vegetal	-	4	2	4	4	2	2	1	4	4	8	-45	moderado
	Fragmentación de ecosistemas	-	4	4	4	2	2	2	1	4	1	8	-44	moderado
Fauna	Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-	4	4	4	4	2	2	1	4	4	8	-49	moderado
	Alteración de hábitat y perturbación de la fauna	-	4	4	4	2	4	2	1	4	4	8	-49	moderado
MEDIO PERCEPTUAL														
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	-	4	4	4	4	2	1	2	4	4	8	-49	moderado
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL														
MEDIO SOCIO CULTURAL														
Patrimonio Cultural	Afección a lugares culturales y patrimoniales	-	4	2	4	4	4	1	1	4	1	8	-43	moderado
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-	1	2	4	2	1	1	4	1	1	2	-23	compatible
Infraestructuras y Servicios	Efectos sobre la infraestructura local	-	1	2	2	4	2	1	1	1	2	8	-28	moderado
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	4	2	4	2	2	1	1	4	1	2	-33	moderado
MEDIO ECONÓMICO														
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	2	2	4	2	2	2	4	4	1	2	31	positivo
	Migración de la población	-	2	2	2	2	1	1	1	4	1	2	-24	compatible

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad



Impacto positivo

Impacto compatible

I<25

Impacto moderado

25<=I<50

Impacto severo

50<=I<75



Impacto negativo

Impacto crítico

I>75

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

Cuadro 7.8. Matriz de Valoración de Impactos en la fase de operación

FASE DE OPERACIÓN	IMPACTOS	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMPORTANCIA	
MEDIO FÍSICO														
MEDIO INERTE														
Suelo	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Calidad del Aire	Emisiones de ozono, SF6 y de maquinaria de mantenimiento	-	1	2	4	1	1	1	1	4	1	4	-24	compatible
Hidrología e Hidrogeología	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Geología y Geomorfología	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	2	4	1	1	2	1	4	1	1	-22	compatible
Calidad del Agua	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
MEDIO BIÓTICO														
Flora y Vegetación	Pérdida de ecosistemas	-	4	2	4	4	4	2	1	4	1	8	-44	moderado
	Afectación de la vegetación que crece en la servidumbre	-	4	2	4	4	1	2	1	4	4	8	-44	moderado
Fauna	Alteración de hábitat	-	4	2	4	4	2	4	1	1	2	8	-42	moderado
	Afectación en los sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-	4	1	2	4	2	2	1	1	1	8	-35	moderado
	Disminución de especies terrestres	-	4	2	2	4	2	2	1	1	2	8	-38	compatible
MEDIO PERCEPTUAL														
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	-	4	2	2	4	2	1	1	4	4	8	-42	moderado
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL														
MEDIO SOCIO CULTURAL														
Patrimonio Cultural	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-	1	2	2	4	2	1	1	1	2	4	-24	compatible
Infraestructura Local	Efectos sobre la infraestructura local	+	2	2	2	4	2	2	4	4	4	8	40	positivo
	Efecto sobre la infraestructura privada	-	2	2	2	2	1	1	1	4	2	8	-31	moderado
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	4	2	4	4	2	1	1	4	4	4	-40	moderado
	Cambios en el valor de la tierra	-	4	1	2	4	4	1	1	4	4	8	-42	moderado
Campos electromagnéticos	Alteración en la salud humana	-	1	2	2	4	4	1	1	4	4	8	-35	moderado
MEDIO ECONÓMICO														
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	2	2	4	2	2	2	4	4	1	2	31	positivo
	Migración de la población	-	1	2	2	2	1	1	1	4	1	2	-21	compatible

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

 Impacto positivo
 Impacto negativo

Impacto compatible
Impacto moderado
Impacto severo
Impacto crítico

I < 25
25 ≤ I ≤ 50
50 ≤ I ≤ 75
I > 75

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

7.4. EVALUACIÓN DE IMPACTOS POR TRAMOS

A continuación, se muestra la evaluación de impactos por tramos homogéneos. La metodología empleada es la que se recoge en el apartado anterior, la misma que se utilizó en la valoración global.

Tramo ES-1: Río Paz- Hacienda Tecolocoy

- Estructuralmente se presentan muchas fallas.
- Presenta una forma muy severa de erosión por la existencia de cárcavas muy profundas que han socavado y están socavando las laderas existentes permitiendo que éstas se vuelvan menos estables.
- El relieve varía entre plano y moderadamente inclinados, presentado una alta susceptibilidad a la erosión hídrica en las partes inclinadas, mientras que en las partes planas generalmente soportan inundaciones periódicas ligeras.
- La zona de influencia del Proyecto SIEPAC atraviesa o está próxima a 31 ríos principales, entre los que destacan el río Paz y que se ubica en este tramo, que es una de las cuencas más importantes del país.
- Las formaciones vegetales de este tramo están compuestas en su mayoría por vegetación abierta arbustiva predominantemente decidua en época seca (matorral y arbustal).
- Presencia de especies animales en peligro de extinción.
- Atraviesa de forma directa la zona protegida de Rancho Grande, su estatus legal es de área transferida al Estado y asignada al MARN para su administración.

Cuadro 7.9. Matriz de Valoración de Impactos en la fase de construcción. Tramo ES-1

FASE DE CONSTRUCCIÓN		IMPACTOS											IMPORTANCIA		
		N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC			
MEDIO FÍSICO															
MEDIO INERTE															
Suelo	Ocupación del suelo	-	2	2	4	4	4	2	1	4	4	4	-37	moderado	
	Generación de procesos erosivos	-	8	2	4	2	2	1	1	4	4	4	-50	severo	
	Disminución de la capacidad de infiltración del suelo. Compactación del terreno	-	2	1	4	2	2	1	1	4	2	2	-26	moderado	
	Aumento en la inestabilidad de las laderas	-	4	1	2	2	2	2	1	4	4	4	-35	moderado	
Aire	Deterioro de la calidad del aire por incremento en la emisión de polvo y gases de combustión	-	1	1	4	2	1	1	1	4	1	4	-23	compatible	
Hidrología e Hidrogeología	Alteraciones en la hidrología superficial	-	2	2	2	2	2	1	1	4	1	4	-27	moderado	
	Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	-	4	2	4	2	2	1	1	4	4	4	-38	moderado	
Geología y Geomorfología	Alteración de unidades geomorfológicas	-	4	2	1	2	2	2	1	4	4	2	-34	moderado	
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	2	4	1	1	2	1	4	1	1	-22	compatible	
Calidad de Agua	Variación de la calidad de aguas superficiales	-	2	1	2	2	1	1	1	1	2	2	-20	compatible	
	Contaminación de aguas subterráneas	-	2	2	4	2	2	1	1	4	2	4	-30	moderado	
MEDIO BIÓTICO															
Flora y Vegetación	Eliminación de la cubierta vegetal	-	4	2	4	4	2	2	1	4	4	8	-45	moderado	
	Fragmentación de ecosistemas	-	4	4	4	2	2	2	1	4	1	8	-44	moderado	
Fauna	Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-	4	4	4	4	2	2	1	4	4	8	-49	moderado	
	Alteración de hábitat y perturbación de la fauna	-	4	4	4	4	2	2	1	4	4	8	-49	moderado	
MEDIO PERCEPTUAL															
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	-	4	4	4	4	4	2	2	1	4	4	8	-49	moderado
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL															
MEDIO SOCIO CULTURAL															
Patrimonio Cultural	Afección a lugares culturales y patrimoniales	-	4	2	4	4	4	1	1	4	1	8	-43	moderado	
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-	1	2	4	2	1	1	4	1	1	2	-23	compatible	
Infraestructuras y Servicios	Efectos sobre la infraestructura local	-	1	2	2	4	2	1	1	1	2	8	-28	moderado	
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	2	2	4	2	2	1	1	4	1	2	-27	moderado	
MEDIO ECONÓMICO															
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	2	2	4	2	2	2	4	4	1	2	31	positivo	
	Migración de la población	-	2	2	2	2	1	1	1	4	1	2	-24	compatible	

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad



Impacto positivo

Impacto compatible

I<25



Impacto negativo

Impacto moderado

25<I<50

Impacto severo

50<I<75

Impacto crítico

I>75

$$I = + / - (3N+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

Cuadro 7.10. Matriz de Valoración de Impactos en la fase de operación. Tramo ES-1

FASE DE OPERACIÓN	IMPACTOS	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMPORTANCIA	
MEDIO FÍSICO														
MEDIO INERTE														
Suelo	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Calidad del Aire	Emisiones de ozono, SF6 y de maquinaria de mantenimiento	-	1	2	4	1	1	1	1	4	1	4	-24	compatible
Hidrología e Hidrogeología	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Geología y Geomorfología	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	2	4	1	1	2	1	4	1	1	-22	compatible
Calidad del Agua	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
MEDIO BIÓTICO														
Flora y Vegetación	Pérdida de ecosistemas	-	1	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-38	moderado
	Afectación de la vegetación que crece en la servidumbre	-	4	2	4	4	1	2	1	4	4	8	-44	moderado
Fauna	Alteración de hábitat	-	2	2	4	4	2	4	1	1	2	8	-36	moderado
	Afectación en los sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-	4	1	2	4	2	2	1	1	1	8	-35	moderado
	Disminución de especies terrestres	-	4	2	2	4	2	2	1	1	2	8	-38	moderado
MEDIO PERCEPTUAL														
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	-	4	4	4	4	2	1	1	4	4	8	-48	moderado
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL														
MEDIO SOCIO CULTURAL														
Patrimonio Cultural	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-	1	2	2	4	2	1	1	1	2	4	-24	compatible
Infraestructura Local	Efectos sobre la infraestructura local	+	2	2	2	4	2	2	4	4	4	4	36	positivo
	Efecto sobre la infraestructura privada	-	2	2	2	2	1	1	1	4	2	1	-24	compatible
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	4	2	4	4	2	1	1	4	4	4	-40	moderado
	Cambios en el valor de la tierra	-	2	1	4	4	4	1	1	4	4	4	-34	moderado
Campos electromagnéticos	Alteración en la salud humana	-	1	2	2	4	4	1	1	4	4	8	-35	moderado
MEDIO ECONÓMICO														
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	4	4	4	2	1	1	1	4	1	1	35	positivo
	Migración de la población	-	1	2	2	2	1	1	1	4	1	2	-21	compatible

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

Impacto positivo Impacto compatible I<25
 Impacto negativo Impacto moderado 25≤I<50
Impacto severo 50≤I<75
Impacto crítico I>75

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

Cuadro 7.11 Impacto Fronterizo (El Salvador-Guatemala)

IMPACTOS FRONTERIZOS (EL SALVADOR-GUATEMALA)	
<p>La zona frontera entre el Proyecto SIEPAC Tramo El Salvador y SIEPAC Tramo Guatemala se encuentra en la comunidad de La Danta en el Municipiode Ahuachapán, Departamento de Ahuachapán; se ubica en la coordenada (Proyección Lambert) 405.879m E, 324.136m N con una altura aproximada de 480 msnm y pendientes entre el 15 y 30%. Presenta un clima de Sabana Tropical Caliente (AW big) con temperatura aproximada de 24° C y precipitación promedio anual de 1.500 mm. Se encuentra dentro de un bosque seco Tropical con presencia de bosques latifoliados, con suelos clasificados como grumosoles y de capacidad agrícola clase VI y VII. Existe la presencia de acuíferos en materiales piroclásticos.</p>	
CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN
<p>Los impactos generados por El Proyecto en la línea fronteriza El Salvador-Guatemala se acogen a las valoraciones obtenidas en la matriz de valoración de impactos para el Tramo 1. En la etapa de construcción se identifican mayor cantidad de impactos negativos, variando su importancia entre compatible y moderada.</p> <p>Los impacto de mayor valor (en la matriz de importancia) se dirigen hacia la generación de procesos erosivos y aumento en la inestabilidad de laderas ya que en esta zona se presentan cárcavas que están socavando las laderas existentes; por lo que se deberá tener especial cuidado al realizar las actividades constructivas. Otros impactos presentes son la disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje, eliminación de la cubierta vegetal, disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos, y alteración de la calidad y fragilidad visual.</p> <p>Como impacto positivo se espera un incremento de empleo en la utilización de mano de obra local, en actividades no especializadas o calificadas y el uso de servicios en el área; lo que revierte en mejora de los niveles de ingresos de la población.</p>	<p>En la etapa de operación los impactos generados están asociados al mantenimiento periódico de la servidumbre. Los medios de mayor afectación son el medio biótico y el socioeconómico y cultural en los cuales los impactos negativos significativos son considerados como moderados y compatibles. Resaltan en importancia los impactos de la pérdida de ecosistemas, afectación de los sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre, cambios en el patrón de uso del suelo, cambio en el valor de la tierra y afectación a la salud humana por la exposición acampos electromagnéticos..</p> <p>En cuanto a la afectación de la salud por las emisiones de campos electromagnéticos, la población que habita en las cercanías de la línea no debe alarmarse por los posibles efectos de estos campos. Se ha explicado ampliamente en este capítulo los conceptos, estudios y opiniones expresadas por expertos en el tema sobre el comportamiento del campo electromagnético y lo que los resultados de los estudios sobre la afectación a la salud han revelado en la actualidad.</p> <p>Como impactos positivos en el área fronteriza se contempla la mejora en las infraestructuras locales, así como el incremento en los ingresos y empleo de la comunidad.</p>

Tramo ES-2: Hacienda Tecolocoy-Estación Ahuachapán-Río Zunca

- Desde el punto de vista estructural existen fallas normales con dirección predominantemente NO-SE y N-S
- El proceso erosivo en esta área es extendido, intenso y profundo, el movimiento de masa ocurre a manera de reptación, deslizamientos y hundimientos.
- Los suelos son, por lo general, de origen volcánico, profundos a moderadamente profundos, y presentan un relieve plano a inclinado
- Este tramo está dentro de la cuenca superficial del río Paz. La producción de aguas subterráneas de estos sedimentos varía entre moderadas a grandes cantidades.
- La vegetación característica de este tramo esta integrada por vegetación abierta arbustiva predominantemente decidua en época seca (matorral y arbustal),
- En este tramo se pueden reconocer especies animales en peligro de extinción, y especies amenazadas de extinción.
- Existe una erosión muy pronunciada que se manifiesta en la formación de cárcavas y se ha extendido, intensificado y profundizado por el uso del suelo
- Los suelos presentan algunas limitaciones para los cultivos intensivos y requieren prácticas y obras especiales de conservación. En esta área existe una mayor vegetación de tipo boscoso la cual esta asociada con plantaciones comerciales de café de sombra.
- La característica fundamental de estos drenajes son sus paredes muy abruptas que forman cañones debido a la erosión imperante por lo de los suelos deslizables.
- Se destacan cuatro zonas de vida, las cuales son: bosque húmedo subtropical, transición a subhúmedo, bosque húmedo subtropical, bosque húmedo subtropical, transición a tropical y bosque seco tropical.

Cuadro 7.12. Matriz de Valoración de Impactos en la fase de construcción. Tramo ES-2

FASE DE CONSTRUCCIÓN	IMPACTOS	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMPORTANCIA	
MEDIO FÍSICO														
MEDIO INERTE														
Suelo	Ocupación del suelo	-	2	1	4	4	2	1	1	4	4	4	-32	moderado
	Generación de procesos erosivos	-	2	2	4	2	2	1	4	4	4	4	-35	moderado
	Disminución de la capacidad de infiltración del suelo. Compactación del terreno	-	2	1	4	2	2	1	4	4	2	4	-31	moderado
	Aumento en la inestabilidad de las laderas	-	1	1	2	2	2	2	1	4	4	4	-26	moderado
Aire	Deterioro de la calidad del aire por incremento en la emisión de polvo y gases de combustión	-	2	1	4	2	1	1	1	4	1	4	-26	moderado
Hidrología e Hidrogeología	Alteraciones en la hidrología superficial	-	2	1	2	2	2	1	1	4	1	2	-23	compatible
	Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	-	4	2	4	2	2	1	1	4	4	4	-38	moderado
Geología y Geomorfología	Alteración de unidades geomorfológicas	-	1	2	2	2	2	2	1	1	4	2	-23	compatible
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	2	4	1	1	2	1	4	1	1	-22	compatible
Calidad de Agua	Variación de la calidad de aguas superficiales	-	2	1	2	2	1	1	4	1	2	2	-23	compatible
	Contaminación de aguas subterráneas	-	4	2	4	2	2	1	4	4	2	2	-37	moderado
MEDIO BIÓTICO														
Flora y Vegetación	Eliminación de la cubierta vegetal	-	4	2	4	4	2	2	1	4	4	8	-45	moderado
	Fragmentación de ecosistemas	-	4	2	4	2	4	2	1	4	1	8	-42	moderado
Fauna	Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-	2	4	4	4	1	2	1	4	1	8	-39	moderado
	Alteración de hábitat y perturbación de la fauna	-	2	2	4	2	2	2	1	4	4	8	-37	moderado
MEDIO PERCEPTUAL														
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	-	4	4	4	4	2	2	1	4	4	8	-49	moderado
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL														
MEDIO SOCIO CULTURAL														
Patrimonio Cultural	Afección a lugares culturales y patrimoniales	-	4	2	4	4	4	1	1	4	1	8	-43	moderado
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-	1	2	4	2	1	1	4	1	1	2	-23	compatible
Infraestructuras y Servicios	Efectos sobre la infraestructura local	-	1	2	2	4	2	1	1	1	2	8	-28	moderado
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	2	2	4	2	2	1	1	4	1	2	-27	moderado
MEDIO ECONÓMICO														
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	2	2	4	2	2	2	4	4	1	2	31	positivo
	Migración de la población	-	2	2	2	2	1	1	1	4	1	2	-24	compatible

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad



Impacto positivo

Impacto compatible

I<25

Impacto moderado

25≤I≤50

Impacto severo

50≤I≤75



Impacto negativo

Impacto crítico

I>75

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

Cuadro 7.13. Matriz de Valoración de Impactos en la fase de operación. Tramo ES-2

FASE DE OPERACIÓN	IMPACTOS	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMPORANCIA	
MEDIO FÍSICO														
MEDIO INERTE														
Suelo	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Calidad del Aire	Emisiones de ozono, SF6 y de maquinaria de mantenimiento	-	1	2	4	1	1	1	1	4	1	4	-24	compatible
Hidrología e Hidrogeología	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Geología y Geomorfología	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	2	4	1	1	2	1	4	1	1	-22	compatible
Calidad del Agua	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
MEDIO BIÓTICO														
Flora y Vegetación	Pérdida de ecosistemas	-	1	2	4	4	2	1	1	4	4	8	-35	moderado
	Afectación de la vegetación que crece en la servidumbre	-	4	2	2	4	2	1	1	4	2	8	-40	moderado
Fauna	Alteración de hábitat	-	2	2	4	4	1	2	1	4	1	8	-35	moderado
	Afectación en los sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-	2	1	4	4	1	2	1	4	1	8	-33	moderado
	Disminución de especies terrestres	-	2	2	4	4	1	2	1	4	1	8	-35	moderado
MEDIO PERCEPTUAL														
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	-	4	2	2	4	2	1	1	4	4	8	-42	moderado
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL														
MEDIO SOCIO CULTURAL														
Patrimonio Cultural	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-	1	2	2	4	2	1	1	1	2	4	-24	compatible
Infraestructura Local	Efectos sobre la infraestructura local	+	2	2	2	4	2	2	4	4	4	8	40	positivo
	Efecto sobre la infraestructura privada	-	2	2	2	2	1	1	1	4	2	1	-24	compatible
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	1	2	2	4	2	1	1	4	4	4	-29	moderado
	Cambio en el valor de la tierra	-	2	1	4	4	4	1	1	4	4	4	-34	moderado
Campos electromagnéticos	Alteración en la salud humana	-	1	2	2	4	4	1	1	4	4	8	-35	moderado
MEDIO ECONÓMICO														
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	2	2	4	2	2	2	4	4	1	2	31	positivo
	Migración de la población	-	1	2	2	2	1	1	1	4	1	2	-21	compatible

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

 Impacto positivo
 Impacto negativo
Impacto compatible
Impacto moderado
Impacto severo
Impacto crítico
I<25
25≤I≤50
50≤I≤75
I>75

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

Tramo ES-3: Río Zunca- Río Santa Gertrudis. (entre Cerro Cimarrón y Cerro Las Mesas).

- De acuerdo a la geología estructural se observan fallas, generalmente normales, con rumbo predominantemente NO-SE y longitudes que van desde los 5 km hasta los 10 km.
- Existe una erosión muy pronunciada que se manifiesta en la formación de cárcavas y se ha extendido, intensificado y profundizado por el uso del suelo.
- Los suelos presentes son de las Clases III ; IV y V.
- Existe una mayor vegetación de tipo boscoso la cual esta asociada con plantaciones comerciales de café de sombra.
- Este tramo está dentro de la cuenca superficial del río Aranchacal, que aguas abajo toma los nombres de río Puente y Suquiapa junto con sus diferentes afluentes.
- La característica fundamental de estos drenajes son sus paredes muy abruptas que forman cañones debido a la erosión imperante por lo de los suelos deleznable.
- En este tramo se destacan cuatro zonas de vida, las cuales son: bosque húmedo subtropical, transición a subhúmedo, bosque húmedo subtropical, bosque húmedo subtropical, transición a tropical y bosque seco tropical. Se diferencian cinco formaciones vegetales.
- Presencia de especies animales amenazadas de extinción.

Cuadro .14. Matriz de Valoración de Impactos en la fase de construcción. Tramo ES-3

FASE DE CONSTRUCCIÓN		IMPACTOS	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMPORTANCIA
MEDIO FÍSICO														
MEDIO INERTE														
Suelo	Ocupación del suelo	-	2	2	4	4	2	1	1	4	4	2	-32	moderado
	Generación de procesos erosivos	-	4	2	4	2	2	1	4	4	4	4	-41	moderado
	Disminución de la capacidad de infiltración del suelo. Compactación del terreno	-	2	1	4	2	2	1	1	4	1	2	-25	moderado
	Aumento en la inestabilidad de las laderas	-	2	1	4	2	2	2	1	4	4	2	-29	moderado
Aire	Deterioro de la calidad del aire por incremento en la emisión de polvo y gases de combustión	-	2	2	4	2	1	1	1	4	1	4	-28	moderado
Hidrología e Hidrogeología	Alteraciones en la hidrología superficial	-	1	1	2	2	2	1	1	4	1	2	-20	compatible
	Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	-	2	2	4	2	2	1	1	4	4	4	-32	moderado
Geología y Geomorfología	Alteración de unidades geomorfológicas	-	1	1	2	2	2	2	1	1	4	2	-21	compatible
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	2	4	1	1	2	1	4	1	1	-22	compatible
Calidad de Agua	Variación de la calidad de aguas superficiales	-	2	1	2	2	1	1	4	1	2	2	-23	compatible
	Contaminación de aguas subterráneas	-	2	2	4	2	2	1	1	4	2	2	-28	moderado
MEDIO BIÓTICO														
Flora y Vegetación	Eliminación de la cubierta vegetal	-	4	2	4	4	2	2	1	4	4	8	-45	moderado
	Fragmentación de ecosistemas	-	4	4	4	2	2	2	1	4	1	8	-44	moderado
Fauna	Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-	4	4	4	2	2	2	1	4	4	8	-47	moderado
	Alteración de hábitat y perturbación de la fauna	-	4	2	4	2	2	2	1	4	4	8	-43	moderado
MEDIO PERCEPTUAL														
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	-	4	4	4	4	2	1	1	4	4	8	-48	moderado
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL														
MEDIO SOCIO CULTURAL														
Patrimonio Cultural	Afección a lugares culturales y patrimoniales	-	4	2	4	4	4	1	1	4	1	8	-43	moderado
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-	1	2	4	2	1	1	4	1	1	2	-23	compatible
Infraestructuras y Servicios	Efectos sobre la infraestructura local	-	1	2	2	4	2	1	1	1	2	8	-28	moderado
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	4	2	4	2	2	1	1	4	1	2	-33	moderado
MEDIO ECONÓMICO														
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	1	2	4	2	2	2	4	4	2	2	29	positivo
	Migración de la población	-	2	2	2	2	1	1	1	4	1	2	-24	compatible

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

Impacto positivo
Impacto compatible 1<I<25
Impacto moderado 25<I<50
Impacto severo 50<I<75
Impacto crítico I>75

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

Cuadro 7.15. Matriz de Valoración de Impactos en la fase de operación. Tramo ES-3

FASE DE OPERACIÓN	IMPACTOS	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMPORTANCIA	
MEDIO FÍSICO														
MEDIO INERTE														
Suelo	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Calidad del Aire	Emisiones de ozono, SF6 y de maquinaria de mantenimiento	-	1	2	4	1	1	1	1	4	1	4	-24	compatible
Hidrología e Hidrogeología	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Geología y Geomorfología	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	2	4	1	1	2	1	4	1	1	-22	compatible
Calidad del Agua	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
MEDIO BIÓTICO														
Flora y Vegetación	Pérdida de ecosistemas	-	2	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-41	moderado
	Afectación de la vegetación que crece en la servidumbre	-	4	2	2	4	2	1	1	4	2	8	-40	moderado
Fauna	Alteración de hábitat	-	4	2	4	4	2	4	1	1	2	8	-42	moderado
	Afectación en los sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-	2	1	4	4	1	2	1	4	1	8	-33	moderado
	Disminución de especies terrestres	-	2	2	4	4	1	2	1	4	1	8	-35	moderado
MEDIO PERCEPTUAL														
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	-	4	2	2	4	2	1	1	4	4	8	-42	moderado
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL														
MEDIO SOCIO CULTURAL														
Patrimonio Cultural	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-	1	2	2	4	2	1	1	1	2	4	-24	compatible
Infraestructura Local	Efectos sobre la infraestructura local	+	2	2	2	4	2	2	4	4	4	8	40	positivo
	Efecto sobre la infraestructura privada	-	2	2	2	2	1	1	1	4	2	8	-31	moderado
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	1	2	2	4	2	1	1	4	4	4	-29	moderado
	Cambio en el valor de la tierra	-	4	1	2	4	4	1	1	4	4	4	-38	moderado
Campos electromagnéticos	Alteración en la salud humana	-	1	2	2	4	4	1	1	4	4	8	-35	moderado
MEDIO ECONÓMICO														
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	2	2	4	2	2	2	4	4	1	2	31	positivo
	Migración de la población	-	1	2	2	2	1	1	1	4	1	2	-21	compatible

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

Impacto positivo Impacto compatible I<25
Impacto moderado 25≤I≤50
Impacto severo 50≤I≤75
 Impacto negativo Impacto crítico I>75

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

Tramo ES-4: Río Santa Gertrudis- Cantón El Angel Talcualuya (Carretera al Norte de San Juan Opico y al Sur de San Pablo Tacachico)

- Estructuralmente se presentan fallas con dirección predominantemente NO-SE y E-O con longitudes que van desde los 25 km las primeras hasta los 10 km. Existen otras fallas menores con rumbo NO-SE que no sobrepasan los 5 km de longitud.
- Existen suelos de las Clases IV; V y VI; con limitaciones muy severas, que hacen inadecuado su uso para cultivos intensivos y lo limitan para cultivos permanentes como frutales y explotación ganadera.
- En este tramo se observa abundante vegetación, lo cual esta asociado a una mayor disponibilidad de fuentes de agua. A lo largo de esta zona se observan pequeñas parcelas de maíz, caña de azúcar, frijol y pastos, las cuales son cultivadas con el uso de riego.
- Este tramo está dentro de la cuenca superficial del río Lempa, con sus afluentes río Suquiapa y Sucio. La característica fundamental de estos drenajes son sus paredes muy abruptas que forman cañones debido a la erosión imperante por lo de los suelos dezlenables.
- La producción de aguas subterráneas de estos sedimentos varía entre pequeñas a moderadas, entre 40 a 4.000 l/min
- Presencia de las zonas de vida características de bosque húmedo subtropical, transición a subhúmedo, bosque húmedo subtropical, bosque húmedo subtropical, transición a tropical y bosque seco tropical.
- Existe presencia de especies en peligro de extinción.

Cuadro 7.16. Matriz de Valoración de Impactos en la fase de construcción. Tramo ES-4

FASE DE CONSTRUCCIÓN		IMPACTOS											IMPORTANCIA	
		N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC		
MEDIO FÍSICO														
MEDIO INERTE														
Suelo	Ocupación del suelo	-	2	2	4	4	2	1	1	4	4	2	-32	moderado
	Generación de procesos erosivos	-	4	1	4	2	2	1	4	4	4	4	-39	moderado
	Disminución de la capacidad de infiltración del suelo. Compactación del terreno	-	2	1	2	2	2	1	1	4	1	4	-25	moderado
	Aumento en la inestabilidad de las laderas	-	2	1	4	2	2	2	1	4	4	4	-31	moderado
Aire	Deterioro de la calidad del aire por incremento en la emisión de polvo y gases de combustión	-	1	1	4	2	1	1	1	4	1	4	-23	compatible
Hidrología e Hidrogeología	Alteraciones en la hidrología superficial	-	1	1	2	2	2	1	1	4	1	2	-20	compatible
	Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	-	2	2	2	2	2	1	1	4	4	4	-30	moderado
Geología y Geomorfología	Alteración de unidades geomorfológicas	-	4	2	4	2	2	2	1	4	2	2	-35	moderado
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	2	4	1	1	2	1	4	1	1	-22	compatible
Calidad de Agua	Variación de la calidad de aguas superficiales	-	1	1	2	2	2	1	4	1	4	2	-23	compatible
	Contaminación de aguas subterráneas	-	2	2	4	2	2	1	1	4	2	2	-28	moderado
MEDIO BIÓTICO														
Flora y Vegetación	Eliminación de la cubierta vegetal	-	4	2	4	4	2	2	1	4	4	8	-45	moderado
	Fragmentación de ecosistemas	-	4	2	4	2	2	2	2	4	4	8	-44	moderado
Fauna	Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-	4	2	4	2	1	2	2	4	1	8	-40	moderado
	Alteración de hábitat y perturbación de la fauna	-	4	2	4	1	2	2	2	4	4	8	-43	moderado
MEDIO PERCEPTUAL														
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	-	4	4	4	4	2	1	1	4	4	8	-48	moderado
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL														
MEDIO SOCIO CULTURAL														
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-	1	2	4	2	1	1	4	1	1	2	-23	compatible
Infraestructuras y Servicios	Efectos sobre la infraestructura local	-	1	2	2	4	2	1	1	1	2	8	-28	moderado
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	2	2	4	2	2	1	1	4	1	8	-33	moderado
MEDIO ECONÓMICO														
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	1	2	4	2	2	2	4	4	2	2	29	positivo
	Migración de la población	-	2	2	2	2	1	1	1	4	1	2	-24	compatible

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

 Impacto positivo
 Impacto negativo

Impacto compatible
Impacto moderado
Impacto severo
Impacto crítico

I<25
25≤I≤50
50≤I≤75
I>75

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

Cuadro 7.17. Matriz de Valoración de Impactos en la fase de operación. Tramo ES-4

FASE DE OPERACIÓN	IMPACTOS	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMPORTANCIA	
MEDIO FÍSICO														
MEDIO INERTE														
Suelo	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Calidad del Aire	Emisiones de ozono, SF6 y de maquinaria de mantenimiento	-	1	2	4	1	1	1	1	4	1	4	-24	compatible
Hidrología e Hidrogeología	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Geología y Geomorfología	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	2	4	1	1	2	1	4	1	1	-22	compatible
Calidad del Agua	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
MEDIO BIÓTICO														
Flora y Vegetación	Pérdida de ecosistemas	-	2	2	4	4	2	2	1	4	2	8	-37	moderado
	Afectación de la vegetación que crece en la servidumbre	-	4	2	4	2	4	2	1	4	1	8	-42	moderado
Fauna	Alteración de hábitat	-	2	4	4	4	1	2	1	4	1	8	-39	moderado
	Afectación en los sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-	2	1	4	4	1	2	1	4	1	8	-33	moderado
	Disminución de especies terrestres	-	2	2	4	4	1	2	1	1	2	8	-33	moderado
MEDIO PERCEPTUAL														
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	-	4	2	2	4	2	1	1	4	4	8	-42	moderado
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL														
MEDIO SOCIO CULTURAL														
Patrimonio Cultural	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-	1	2	2	4	2	1	1	1	2	4	-24	compatible
Infraestructura Local	Efectos sobre la infraestructura local	+	2	2	2	4	2	2	4	4	4	4	36	positivo
	Efecto sobre la infraestructura privada	-	2	2	2	2	1	1	1	4	2	8	-31	moderado
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	2	2	2	4	2	1	1	4	4	4	-32	moderado
	Cambio en el valor de la tierra	-	4	1	2	4	4	1	1	4	4	8	-42	moderado
Campos electromagnéticos	Alteración en la salud humana	-	1	2	2	4	4	1	1	4	4	8	-35	moderado
MEDIO ECONÓMICO														
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	1	2	4	2	2	2	4	4	1	2	28	positivo
	Migración de la población	-	1	2	2	2	1	1	1	4	1	2	-21	compatible

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

Impacto positivo Impacto compatible I<25
 Impacto negativo Impacto moderado 25≤I≤50
Impacto severo 50≤I≤75
Impacto crítico I>75

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

Tramo ES-5: Cantón El Ángel Talcualuya - (Cantón Barranca Honda-Caserío Galera Quemada).

- Estructuralmente se presentan fallas con dirección predominantemente NO-SE y E-O con longitudes que van desde los 15 km las primeras hasta los 10 km. Existen otras fallas menores con rumbo NO-SE que no sobrepasan los 5 km de longitud.
- Presencia de suelos de la clase IV y VI que van de moderadamente profundos a superficiales, presentando pendientes que van de un grado moderado a complejas y además presentan una fertilidad natural media a baja.
- Se observa que algunos cultivos son de gran importancia, tal es el caso de la caña de azúcar, maíz, hortalizas y el cultivo de pasto, el cual es utilizado para la ganadería intensiva que se da en el área.
- Este tramo está dentro de la cuenca superficial del río Lempa, con sus afluentes río Suquiapa y Sucio. La característica fundamental de estos drenajes son sus paredes muy abruptas que forman cañones debido a la erosión imperante por lo de los suelos delezables.
- La producción de aguas subterráneas de estos sedimentos varía entre moderadas a grandes cantidades, entre 400 a 40.000 l/s.
- La extensión del tramo atraviesa las zonas de vida Bosque húmedo subtropical y Bosque húmedo subtropical, transición a tropical.
- Existen especies animales amenazadas de extinción

Cuadro 7.18. Matriz de Valoración de Impactos en la fase de construcción. Tramo ES-5

FASE DE CONSTRUCCIÓN		IMPACTOS											IMPORTANCIA	
		N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC		
MEDIO FÍSICO														
MEDIO INERTE														
Suelo	Ocupación del suelo	-	2	2	4	4	2	1	1	4	4	2	-32	moderado
	Generación de procesos erosivos	-	2	1	4	2	2	1	4	4	4	4	-33	moderado
	Disminución de la capacidad de infiltración del suelo. Compactación del terreno	-	4	1	4	2	2	1	1	4	1	4	-33	moderado
	Aumento en la inestabilidad de las laderas	-	1	1	2	2	2	2	1	4	1	4	-23	compatible
Aire	Deterioro de la calidad del aire por incremento en la emisión de polvo y gases de combustión	-	1	1	4	2	1	1	1	4	1	4	-23	compatible
	Alteraciones en la hidrología superficial	-	1	1	2	2	2	1	1	4	1	2	-20	compatible
Hidrología e Hidrogeología	Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	-	2	2	2	2	2	1	1	4	4	4	-30	moderado
	Alteración de unidades geomorfológicas	-	2	1	2	2	2	2	1	1	4	2	-24	compatible
Geología y Geomorfología	Aumento de emisiones acústicas	-	1	2	4	1	1	2	1	4	1	1	-22	compatible
Ruido	Variación de la calidad de aguas superficiales	-	2	1	2	2	1	1	4	1	2	2	-23	compatible
Calidad de Agua	Contaminación de aguas subterráneas	-	2	2	2	2	2	1	4	4	2	4	-31	moderado
	MEDIO BIÓTICO													
Flora y Vegetación	Eliminación de la cubierta vegetal	-	2	2	4	4	2	2	1	4	4	8	-39	moderado
	Fragmentación de ecosistemas	-	4	2	4	2	2	2	1	4	4	8	-43	moderado
Fauna	Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-	4	2	4	2	1	2	1	1	1	8	-36	moderado
	Alteración de hábitat y perturbación de la fauna	-	4	2	4	4	1	2	1	4	1	8	-41	moderado
MEDIO PERCEPTUAL														
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	-	4	4	4	4	2	1	1	4	4	8	-48	moderado
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL														
MEDIO SOCIO CULTURAL														
Patrimonio Cultural	Afección a lugares culturales y patrimoniales	-	2	2	4	4	4	1	1	4	1	8	-37	moderado
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-	1	2	4	2	1	1	4	1	1	2	-23	compatible
Infraestructuras y Servicios	Efectos sobre la infraestructura local	-	1	2	2	4	2	1	1	1	2	8	-28	moderado
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	2	2	4	2	2	1	1	4	1	2	-27	moderado
MEDIO ECONÓMICO														
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	1	2	4	2	2	2	4	4	2	2	29	positivo
	Migración de la población	-	2	2	2	2	1	1	1	4	1	2	-24	compatible

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

Impacto positivo Impacto compatible I<25
 Impacto negativo Impacto moderado 25≤I≤50
Impacto severo 50≤I≤75
Impacto crítico I>75

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

Cuadro 8.19. Matriz de Valoración de Impactos en la fase de operación. Tramo 5

FASE DE OPERACIÓN		IMPACTOS	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMPORTANCIA	
MEDIO FÍSICO															
MEDIO INERTE															
Suelo	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Calidad del Aire	Emisiones de ozono, SF6 y de maquinaria de mantenimiento	-	1	2	4	1	1	1	1	4	1	4		-24	compatible
Hidrología e Hidrogeología	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Geología y Geomorfología	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	2	4	1	1	2	1	4	1	1		-22	compatible
Calidad del Agua	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
MEDIO BIÓTICO															
Flora y Vegetación	Pérdida de ecosistemas	-	2	2	4	4	4	2	1	4	1	8		-38	moderado
	Afectación de la vegetación que crece en la servidumbre	-	4	2	4	4	4	2	1	4	1	8		-44	moderado
Fauna	Alteración de hábitat	-	2	4	4	4	1	2	1	4	1	8		-39	moderado
	Afectación en los sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-	2	1	4	4	1	2	1	4	1	8		-33	moderado
	Disminución de especies terrestres	-	2	2	4	4	1	2	1	4	1	8		-35	moderado
MEDIO PERCEPTUAL															
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	-	4	2	2	4	2	1	1	4	4	8		-42	moderado
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL															
MEDIO SOCIO CULTURAL															
Patrimonio Cultural	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-	1	2	2	4	2	1	1	1	2	4		-24	compatible
Infraestructura Local	Efectos sobre la infraestructura local	+	2	2	2	4	2	2	4	4	4	8		40	positivo
	Efecto sobre la infraestructura privada	-	2	2	2	2	1	1	1	4	2	8		-31	moderado
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	4	2	4	4	2	1	1	4	4	4		-40	moderado
	Cambios en el valor de la tierra	-	1	1	4	4	4	1	1	4	4	8		-35	moderado
Campos electromagnéticos	Alteración en la salud humana	-	1	2	2	4	4	1	1	4	4	8		-35	moderado
MEDIO ECONÓMICO															
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incr emento de empleo	+	2	2	4	2	2	2	4	4	1	2		31	positivo
	Migración de la población	-	1	2	2	2	1	1	1	4	1	2		-21	compatible

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

Impacto positivo Impacto compatible I<25
 Impacto negativo Impacto moderado 25≤I≤50
Impacto severo 50≤I≤75
Impacto crítico I>75

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

Tramo ES-6: Cantón Galera Quemada- Sub-Estación Nejapa

- Considerando la geología estructural se presentan fallas con dirección predominantemente NO-SE y E-O con longitudes que van desde los 15 km las primeras hasta los 10 km
- La elevación más alta característica en este tramo es el volcán de San Salvador de más de 1.500 msnm.
- Se observan suelos con características agrológicas que los ubican en las Clases IV y V.
- Areas que bordean los volcanes de San Salvador, Guazapa y los cerros de Nejapa y Guaycume, se utilizan parcialmente en el cultivo de café y algunos cultivos de frutales, y ciertas áreas se mantienen con vegetación natural donde predomina el matorral.
- Este tramo está dentro de la cuenca superficial del río Lempa, con sus afluentes río Suquiapa y Sucio. La característica fundamental de estos drenajes son sus paredes muy abruptas que forman cañones debido a la erosión imperante por lo de los suelos dezlenables.
- La producción de aguas subterráneas de estos sedimentos varía entre pequeñas a moderadas, entre 40 a 4.000 l/min.
- Zonas de vida Bosque húmedo subtropical y Bosque húmedo subtropical, transición a tropical.
- Encontramos especies en peligro de extinción.

Cuadro 7.20. Matriz de Valoración de Impactos en la fase de construcción. Tramo ES-6

FASE DE CONSTRUCCIÓN		IMPACTOS											IMPORTANCIA	
		N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC		
MEDIO FÍSICO														
MEDIO INERTE														
Suelo	Ocupación del suelo	-	1	2	4	4	2	1	1	4	4	2	-29	moderado
	Generación de procesos erosivos	-	2	1	4	2	2	1	4	4	4	4	-33	moderado
	Disminución de la capacidad de infiltración del suelo. Compactación del terreno	-	2	1	4	2	2	1	1	4	1	4	-27	moderado
	Aumento en la inestabilidad de las laderas	-	2	1	2	2	2	2	1	4	1	4	-26	moderado
Aire	Deterioro de la calidad del aire por incremento en la emisión de polvo y gases de combustión	-	1	1	4	2	1	1	1	4	1	4	-23	compatible
Hidrología e Hidrogeología	Alteraciones en la hidrología superficial	-	1	1	2	2	2	1	1	4	1	2	-20	compatible
	Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	-	4	2	2	2	2	1	1	4	4	4	-36	moderado
Geología y Geomorfología	Alteración de unidades geomorfológicas	-	2	1	2	2	2	2	1	1	4	2	-24	compatible
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	2	4	1	1	2	1	4	1	1	-22	compatible
Calidad de Agua	Variación de la calidad de aguas superficiales	-	2	1	2	2	1	1	4	1	2	2	-23	compatible
	Contaminación de aguas subterráneas	-	2	2	2	2	2	1	4	4	2	4	-31	moderado
MEDIO BIÓTICO														
Flora y Vegetación	Eliminación de la cubierta vegetal	-	4	2	4	4	2	2	1	4	4	8	-45	moderado
	Fragmentación de ecosistemas	-	2	2	4	2	2	2	1	4	4	8	-37	moderado
Fauna	Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-	4	2	4	2	2	2	1	4	1	8	-40	moderado
	Alteración de hábitat y perturbación de la fauna	-	4	4	4	4	1	2	1	4	1	8	-45	moderado
MEDIO PERCEPTUAL														
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	-	4	4	4	4	2	2	1	4	4	8	-49	moderado
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL														
MEDIO SOCIO CULTURAL														
Patrimonio Cultural	Afección a lugares culturales y patrimoniales	-	4	2	4	4	4	1	1	4	1	8	-43	moderado
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-	1	2	4	2	1	1	4	1	1	2	-23	compatible
Infraestructuras y Servicios	Efectos sobre la infraestructura local	-	1	2	2	4	2	1	1	1	2	8	-28	moderado
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	1	2	4	2	2	1	1	4	1	8	-30	moderado
MEDIO ECONÓMICO														
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	1	2	4	2	2	2	4	4	2	2	29	positivo
	Migración de la población	-	2	2	2	2	1	1	1	4	1	2	-24	compatible

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

Impacto positivo Impacto compatible I<25
 Impacto negativo Impacto moderado 25≤I≤50
Impacto severo 50≤I≤75
Impacto crítico I>75

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

Cuadro 7.21. Matriz de Valoración de Impactos en la fase de operación. Tramo ES-6

FASE DE OPERACIÓN	IMPACTOS	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMPORTANCIA	
MEDIO FÍSICO														
MEDIO INERTE														
Suelo	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Calidad del Aire	Emissiones de ozono, SF6 y de maquinaria de mantenimiento	-	1	2	4	1	1	1	1	4	1	4	-24	compatible
Hidrología e Hidrogeología	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Geología y Geomorfología	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	2	4	1	1	2	1	4	1	1	-22	compatible
Calidad del Agua	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
MEDIO BIÓTICO														
Flora y Vegetación	Pérdida de ecosistemas	-	2	1	4	4	4	2	1	4	1	8	-36	moderado
	Afectación de la vegetación que crece en la servidumbre	-	4	1	4	4	4	2	1	4	1	8	-42	moderado
Fauna	Alteración de hábitat	-	2	2	4	4	1	2	1	4	1	8	-35	moderado
	Afectación en los sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-	2	1	4	4	1	2	1	4	1	8	-33	moderado
	Disminución de especies terrestres	-	2	2	4	4	1	2	1	4	1	8	-35	moderado
MEDIO PERCEPTUAL														
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	-	4	2	2	4	2	1	1	4	4	8	-42	moderado
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL														
MEDIO SOCIO CULTURAL														
Patrimonio Cultural	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-	1	2	2	4	2	1	1	1	2	4	-24	compatible
Infraestructura Local	Efectos sobre la infraestructura local	+	2	2	2	4	2	2	4	4	4	4	36	positivo
	Efecto sobre la infraestructura privada	-	2	2	2	2	1	1	1	4	2	8	-31	moderado
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	4	2	4	4	2	1	1	4	4	4	-40	moderado
	Cambios en el valor de la tierra	-	1	1	4	4	4	1	1	4	4	8	-35	moderado
Campos electromagnéticos	Alteración en la salud humana	-	1	2	2	4	4	1	1	4	4	8	-35	moderado
MEDIO ECONÓMICO														
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	2	2	4	2	2	2	4	4	1	2	31	positivo
	Migración de la población	-	1	2	2	2	1	1	1	4	1	2	-21	compatible

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

Impacto positivo Impacto compatible I<25
Impacto negativo Impacto moderado 25<I<50
Impacto crítico Impacto severo 50<I<75
I>75

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

TRAMO ES-7: CANTÓN GALERA QUEMADA- CANTÓN TECOLUCA.

- Estructuralmente se presentan numerosas fallas, la mayoría paralelas, con dirección predominantemente NO-SE, NE-SO y E-O y longitudes que van desde los 5 km las primeras hasta los 20 km. Existen otras fallas menores con rumbo N-S que no sobrepasan los 5 km de longitud.
- Las elevaciones más altas características de este tramo son los volcanes San Salvador, Ilopango y San Vicente con elevaciones mayores a los 1.500 m.s.n.m. El Ilopango forma una estructura volcano-tectónica (Williams & Meyer-Abich, 1953-55
- Los suelos observados se ubican principalmente en las Clase V y VI.
- Se mantiene como principal actividad agrícola el cultivo comercial de caña de azúcar, además de pequeñas parcelas de maíz y algunos cafetales con vegetación de sombra.
- Este tramo está dentro de la cuenca superficial del río Lempa, con sus afluentes río Titihuapa, Machacal, Copinolapa, Quezalapa y sus diferentes afluentes. La característica fundamental de estos drenajes son sus paredes muy abruptas que forman cañones debido a la erosión imperante por lo de los suelos dezlenables.
- Se distinguen áreas con zonas de vida específicas de bosque húmedo subtropical y bosque húmedo subtropical, transición a tropical.
- Existencia de especies amenazadas de extinción.

Cuadro 7.22. Matriz de Valoración de Impactos en la fase de construcción. Tramo ES-7

FASE DE CONSTRUCCIÓN		IMPACTOS											IMPORTANCIA	
		N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC		
MEDIO FÍSICO														
MEDIO INERTE														
Suelo	Ocupación del suelo	-	1	2	4	2	2	1	1	4	4	2	-27	moderado
	Generación de procesos erosivos	-	2	2	4	2	2	1	4	4	4	4	-35	moderado
	Disminución de la capacidad de infiltración del suelo. Compactación del terreno	-	2	1	4	2	2	1	1	4	1	4	-27	moderado
	Aumento en la inestabilidad de las laderas	-	2	1	2	2	2	2	1	4	1	4	-26	moderado
Aire	Deterioro de la calidad del aire por incremento en la emisión de polvo y gases de combustión	-	1	1	4	2	1	1	1	4	1	4	-23	compatible
Hidrología e Hidrogeología	Alteraciones en la hidrología superficial	-	1	1	2	2	2	1	1	4	1	2	-20	compatible
	Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	-	4	2	2	2	2	1	1	4	4	4	-36	moderado
Geología y Geomorfología	Alteración de unidades geomorfológicas	-	2	1	2	2	2	2	1	1	4	2	-24	compatible
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	2	4	1	1	2	1	4	1	1	-22	compatible
Calidad de Agua	Variación de la calidad de aguas superficiales	-	2	1	2	2	1	1	4	1	2	2	-23	compatible
	Contaminación de aguas subterráneas	-	2	2	2	2	2	1	4	4	2	2	-29	moderado
MEDIO BIÓTICO														
Flora y Vegetación	Eliminación de la cubierta vegetal	-	4	2	4	4	2	2	1	4	4	8	-45	moderado
	Fragmentación de ecosistemas	-	4	2	4	2	2	2	1	4	4	8	-43	moderado
Fauna	Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-	4	2	4	2	2	2	1	4	1	8	-40	moderado
	Alteración de hábitat y perturbación de la fauna	-	4	4	4	2	1	2	1	4	1	8	-43	moderado
MEDIO PERCEPTUAL														
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	-	4	4	4	4	2	1	1	4	4	8	-48	moderado
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL														
MEDIO SOCIO CULTURAL														
Patrimonio Cultural	Afección a lugares culturales y patrimoniales	-	4	2	4	4	4	1	1	4	1	8	-43	moderado
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-	1	2	4	2	1	1	4	1	1	2	-23	compatible
Infraestructuras y Servicios	Efectos sobre la infraestructura local	-	1	2	2	4	2	1	1	1	2	8	-28	moderado
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	2	2	4	2	2	1	1	4	1	2	-27	moderado
MEDIO ECONÓMICO														
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	1	2	4	2	2	2	4	4	1	2	28	positivo
	Migración de la población	-	2	2	2	2	1	1	1	4	1	2	-24	compatible

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

Impacto positivo Impacto compatible I<25
 Impacto negativo Impacto moderado 25≤I≤50
Impacto severo 50≤I≤75
Impacto crítico I>75

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

Cuadro 7.23. Matriz de Valoración de Impactos en la fase de operación. Tramo ES-7

FASE DE OPERACIÓN	IMPACTOS	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMPORTANCIA	
MEDIO FÍSICO														
MEDIO INERTE														
Suelo	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Calidad del Aire	Emisiones de ozono, SF6 y de maquinaria de mantenimiento	-	1	2	4	1	1	1	1	4	1	4	-24	compatible
Hidrología e Hidrogeología	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Geología y Geomorfología	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	2	4	1	1	2	1	4	1	1	-22	compatible
Calidad del Agua	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
MEDIO BIÓTICO														
Flora y Vegetación	Pérdida de ecosistemas	-	2	2	4	4	4	2	1	4	1	8	-38	moderado
	Afectación de la vegetación que crece en la servidumbre	-	4	2	4	4	4	2	1	4	1	8	-44	moderado
Fauna	Alteración de hábitat	-	2	2	4	4	1	2	1	4	1	8	-35	moderado
	Afectación en los sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-	2	1	4	4	1	2	1	4	1	8	-33	moderado
	Disminución de especies terrestres	-	2	2	4	4	1	2	1	4	1	8	-35	moderado
MEDIO PERCEPTUAL														
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	-	4	2	2	4	2	1	1	4	4	8	-42	moderado
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL														
MEDIO SOCIO CULTURAL														
Patrimonio Cultural	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-	1	2	2	4	2	1	1	1	2	4	-24	compatible
Infraestructura Local	Efectos sobre la infraestructura local	+	2	2	2	4	2	2	4	4	4	4	36	positivo
	Efecto sobre la infraestructura privada	-	2	2	2	2	1	1	1	4	2	8	-31	moderado
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	4	2	4	4	2	1	1	4	4	4	-40	moderado
	Cambios en el valor de la tierra	-	2	1	4	4	4	1	1	4	4	8	-38	moderado
Campos electromagnéticos	Alteración en la salud humana	-	1	2	2	4	4	1	1	4	4	8	-35	moderado
MEDIO ECONÓMICO														
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	2	2	4	2	2	2	4	4	1	2	31	positivo
	Migración de la población	-	1	2	2	2	1	1	1	4	1	2	-21	compatible

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

Impacto positivo Impacto compatible I<25
Impacto moderado 25≤I≤50
Impacto severo 50≤I≤75
Impacto negativo Impacto crítico I>75

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

Tramo ES-8: Cantón Tecoluca- Finca El Tasajo (Río Titihuapa).

- Estructuralmente se presentan numerosas fallas, la mayoría paralelas, con dirección predominantemente NO-SE, NE-SO y E-O y longitudes que van desde los 5 km las primeras hasta los 20 km. Existen otras fallas menores con rumbo N-S que no sobrepasan los 5 km de longitud.
- Los suelos observados se ubican principalmente en las Clase V y VI.
- Actividad predominante es la ganadería,
- Este tramo está dentro de la cuenca superficial del río Lempa, con sus afluentes río Titihuapa, Machacal, Copinolapa, Quezalapa y sus diferentes afluentes. La característica fundamental de estos drenajes son sus paredes muy abruptas que forman cañones debido a la erosión imperante por lo de los suelos deslizables.
- La producción de aguas subterráneas de estos sedimentos varía entre muy pequeñas a pequeñas y pequeñas a moderadas, entre 4 a 4.000 l/min.
- Zonas de vida correspondientes a bosque húmedo subtropical y bosque húmedo subtropical, transición a tropical.
- Presencia de especies animales en peligro de extinción.

Cuadro 7.24. Matriz de Valoración de Impactos en la fase de construcción. Tramo ES-8

FASE DE CONSTRUCCIÓN		IMPACTOS											IMPORTANCIA	
		N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC		
MEDIO FÍSICO														
MEDIO INERTE														
Suelo	Ocupación del suelo	-	1	2	4	4	2	1	1	4	4	2	-29	moderado
	Generación de procesos erosivos	-	2	2	4	2	2	1	4	4	4	4	-35	moderado
	Disminución de la capacidad de infiltración del suelo. Compactación del terreno	-	4	1	4	2	2	1	1	4	1	4	-33	moderado
	Aumento en la inestabilidad de las laderas	-	4	1	2	2	2	2	1	4	1	4	-32	moderado
Aire	Deterioro de la calidad del aire por incremento en la emisión de polvo y gases de combustión	-	1	1	4	2	1	1	1	4	1	4	-23	compatible
Hidrología e Hidrogeología	Alteraciones en la hidrología superficial	-	1	1	2	2	2	1	1	4	1	2	-20	compatible
	Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	-	2	2	2	2	2	1	1	4	4	4	-30	moderado
Geología y Geomorfología	Alteración de unidades geomorfológicas	-	2	1	2	2	2	2	1	1	4	2	-24	compatible
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	2	4	1	1	2	1	4	1	1	-22	compatible
Calidad de Agua	Variación de la calidad de aguas superficiales	-	2	1	2	2	1	1	4	1	2	2	-23	compatible
	Contaminación de aguas subterráneas	-	2	2	2	2	2	1	4	4	2	4	-31	moderado
MEDIO BIÓTICO														
Flora y Vegetación	Eliminación de la cubierta vegetal	-	4	2	4	4	2	2	1	4	4	8	-45	moderado
	Fragmentación de ecosistemas	-	2	2	4	2	2	2	1	4	4	8	-37	moderado
Fauna	Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-	4	2	4	2	2	2	1	4	1	8	-40	moderado
	Alteración de hábitat y perturbación de la fauna	-	4	4	4	2	1	2	1	4	1	8	-43	moderado
MEDIO PERCEPTUAL														
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	-	4	4	4	4	2	1	1	4	4	8	-48	moderado
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL														
MEDIO SOCIO CULTURAL														
Patrimonio Cultural	Afección a lugares culturales y patrimoniales	-	2	2	4	4	4	1	1	4	1	8	-37	moderado
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-	1	2	4	2	1	1	4	1	1	2	-23	compatible
Infraestructuras y Servicios	Efectos sobre la infraestructura local	-	1	2	2	4	2	1	1	1	2	8	-28	moderado
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	1	2	4	2	2	1	1	4	1	2	-24	compatible
MEDIO ECONÓMICO														
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	1	2	4	2	2	2	4	4	1	2	28	positivo
	Migración de la población	-	2	2	2	2	1	1	1	4	1	2	-24	compatible

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

Impacto positivo Impacto compatible I<25
 Impacto negativo Impacto moderado 25≤I≤50
Impacto severo 50≤I≤75
Impacto crítico I>75

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

Cuadro 7.25. Matriz de Valoración de Impactos en la fase de operación. Tramo ES-8

FASE DE OPERACIÓN	IMPACTOS	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMPORTANCIA	
MEDIO FÍSICO														
MEDIO INERTE														
Suelo	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Calidad del Aire	Emisiones de ozono, SF6 y de maquinaria de mantenimiento	-	1	2	4	1	1	1	1	4	1	4	-24	compatible
Hidrología e Hidrogeología	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Geología y Geomorfología	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	2	4	1	1	2	1	4	1	1	-22	compatible
Calidad del Agua	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
MEDIO BIÓTICO														
Flora y Vegetación	Pérdida de ecosistemas	-	4	2	4	4	4	2	1	4	1	8	-44	moderado
	Afectación de la vegetación que crece en la servidumbre	-	4	2	4	4	4	2	1	4	1	8	-44	moderado
Fauna	Alteración de hábitat	-	4	2	4	4	1	2	1	4	1	8	-41	moderado
	Afectación en los sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-	2	1	4	4	1	2	1	4	1	8	-33	moderado
	Disminución de especies terrestres	-	2	2	4	4	1	2	1	4	1	8	-35	moderado
MEDIO PERCEPTUAL														
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	-	4	2	2	4	2	1	1	4	4	8	-42	moderado
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL														
MEDIO SOCIO CULTURAL														
Patrimonio Cultural	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-	1	2	2	4	2	1	1	1	2	4	-24	compatible
Infraestructura Local	Efectos sobre la infraestructura local	+	2	2	2	4	2	2	4	4	4	4	36	positivo
	Efecto sobre la infraestructura privada	-	2	2	2	2	1	1	1	4	2	8	-31	moderado
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	1	2	4	4	2	1	1	4	4	4	-31	moderado
	Cambios en el valor de la tierra	-	2	1	4	4	4	1	1	4	4	8	-38	moderado
Campos electromagnéticos	Alteración en la salud humana	-	1	2	2	4	4	1	1	4	4	8	-35	moderado
MEDIO ECONÓMICO														
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	2	2	4	2	2	2	4	4	1	2	31	positivo
	Migración de la población	-	1	2	2	2	1	1	1	4	1	2	-21	compatible

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

Impacto positivo Impacto compatible I<25
 Impacto negativo Impacto moderado 25≤I≤50
Impacto severo 50≤I≤75
Impacto crítico I>75

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

Tramo ES-9: Finca El Tasajo-Cantón Rosario (AL sur del río Titihuapa)

- Estructuralmente se presentan numerosas fallas, la mayoría paralelas, con dirección predominantemente NO-SE y E-O y longitudes que van desde los 10 km las primeras hasta los 20 km. Existen otras fallas menores con rumbo NE-SO entre 10km y 15km de longitud que son cortadas por las anteriores.
- Los suelos observados se ubican principalmente en las Clase V y VI.
- El relieve de estos suelos varía entre suelos planos con microdepresiones a suelos con pendientes complejas y pronunciadas. Los suelos de este tramo son propicios para el cultivo de frutales, pastos y la explotación ganadera.
- Este tramo está dentro de la cuenca superficial del río Lempa, con sus afluentes río Titihuapa, Machacal, Copinolapa, Quezalapa, Los Limomes y río El Tamarindo y sus diferentes afluentes.
- La mayoría del tendido en este tramo atraviesa acuíferos volcánicos de la Era Pleistocena superior a la Era Reciente; casi todas entran dentro de la formación San Salvador
- La profundidad del nivel freático en estos acuíferos oscila entre los 1m y 200m.
- En este tramo se distinguen zonas de vida representativas de bosque húmedo subtropical, bosque húmedo subtropical, transición a tropical, bosque seco tropical, transición a subtropical, bosque seco tropical y bosque húmedo subtropical, transición a subhúmedo.
- Presencia de especies animales en peligro de extinción.

Cuadro 7.26. Matriz de Valoración de Impactos en la fase de construcción. Tramo ES-9

FASE DE CONSTRUCCIÓN		IMPACTOS											IMPORTANCIA	
		N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC		
MEDIO FÍSICO														
MEDIO INERTE														
Suelo	Ocupación del suelo	-	1	2	4	4	2	1	1	4	4	2	-29	moderado
	Generación de procesos erosivos	-	4	2	4	2	2	1	4	4	4	4	-41	moderado
	Disminución de la capacidad de infiltración del suelo. Compactación del terreno	-	4	1	4	2	2	1	1	4	1	4	-33	moderado
	Aumento en la inestabilidad de las laderas	-	4	1	2	2	2	2	1	4	1	4	-32	moderado
Aire	Deterioro de la calidad del aire por incremento en la emisión de polvo y gases de combustión	-	1	1	4	2	1	1	1	4	1	4	-23	compatible
Hidrología e Hidrogeología	Alteraciones en la hidrología superficial	-	1	1	2	2	2	1	1	4	1	2	-20	compatible
	Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	-	2	2	2	2	2	1	1	4	4	4	-30	moderado
Geología y Geomorfología	Alteración de unidades geomorfológicas	-	2	1	2	2	2	2	1	1	4	2	-24	compatible
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	2	4	1	1	2	1	4	1	1	-22	compatible
Calidad de Agua	Variación de la calidad de aguas superficiales	-	2	1	2	2	1	1	4	1	2	2	-23	compatible
	Contaminación de aguas subterráneas	-	2	2	2	2	2	1	4	4	2	4	-31	moderado
MEDIO BIÓTICO														
Flora y Vegetación	Eliminación de la cubierta vegetal	-	4	2	4	4	2	2	1	4	4	8	-45	moderado
	Fragmentación de ecosistemas	-	2	2	4	2	2	2	1	4	4	8	-37	moderado
Fauna	Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-	2	2	4	2	2	2	1	4	1	8	-34	moderado
	Alteración de hábitat y perturbación de la fauna	-	2	4	4	2	1	2	1	4	1	8	-37	moderado
MEDIO PERCEPTUAL														
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	-	4	4	4	4	2	1	1	4	4	8	-48	moderado
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL														
MEDIO SOCIO CULTURAL														
Patrimonio Cultural	Afección a lugares culturales y patrimoniales	-	2	2	4	4	4	1	1	4	1	8	-37	moderado
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-	1	2	4	2	1	1	4	1	1	2	-23	compatible
Infraestructuras y Servicios	Efectos sobre la infraestructura local	-	1	2	2	4	2	1	1	1	2	8	-28	moderado
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	1	2	4	2	2	1	1	4	1	8	-30	moderado
MEDIO ECONÓMICO														
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	1	2	4	2	2	2	4	4	1	2	28	positivo
	Migración de la población	-	2	2	2	2	1	1	1	4	1	2	-24	compatible

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

Impacto positivo Impacto compatible I<25
 Impacto negativo Impacto moderado 25≤I≤50
Impacto severo 50≤I≤75
Impacto crítico I>75

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

Cuadro 7.27. Matriz de Valoración de Impactos en la fase de operación. Tramo ES-9

FASE DE OPERACIÓN		IMPACTOS											IMPORTANCIA	
		N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC		
MEDIO FÍSICO														
MEDIO INERTE														
Suelo	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Calidad del Aire	Emisiones de ozono, SF6 y de maquinaria de mantenimiento	-	1	2	4	1	1	1	1	4	1	4	-24	compatible
Hidrología e Hidrogeología	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Geología y Geomorfología	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	2	4	1	1	2	1	4	1	1	-22	compatible
Calidad del Agua	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
MEDIO BIÓTICO														
Flora y Vegetación	Pérdida de ecosistemas	-	4	2	4	4	4	2	1	4	1	8	-44	moderado
	Afectación de la vegetación que crece en la servidumbre	-	4	2	4	4	4	2	1	4	1	8	-44	moderado
Fauna	Alteración de hábitat	-	4	2	4	4	1	2	1	4	1	8	-41	moderado
	Afectación en los sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-	2	1	4	4	1	2	1	4	1	8	-33	moderado
	Disminución de especies terrestres	-	2	2	4	4	1	2	1	4	1	8	-35	moderado
MEDIO PERCEPTUAL														
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	-	4	2	2	4	2	1	1	4	4	8	-42	moderado
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL														
MEDIO SOCIO CULTURAL														
Patrimonio Cultural	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-	1	2	2	4	2	1	1	1	2	4	-24	compatible
Infraestructura Local	Efectos sobre la infraestructura local	+	2	2	2	4	2	2	4	4	4	4	36	positivo
	Efecto sobre la infraestructura privada	-	2	2	2	2	1	1	1	4	2	8	-31	moderado
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	1	2	4	4	2	1	1	4	4	4	-31	moderado
	Cambios en el valor de la tierra	-	2	1	4	4	4	1	1	4	4	8	-38	moderado
Campos electromagnéticos	Alteración en la salud humana	-	1	2	2	4	4	1	1	4	4	8	-35	moderado
MEDIO ECONÓMICO														
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	2	2	4	2	2	2	4	4	1	2	31	positivo
	Migración de la población	-	1	2	2	2	1	1	1	4	1	2	-21	compatible

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

Impacto positivo
Impacto compatible I<25
Impacto moderado 25≤I≤50
Impacto severo 50≤I≤75
Impacto crítico I>75

Impacto negativo

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

Tramo ES-10: Cantón El Rosario- Sub-Estación 15 de Septiembre

- Estructuralmente se presentan numerosas fallas, la mayoría paralelas, con dirección predominantemente NO-SE y E-O y longitudes que van desde los 10 km las primeras hasta los 20 km.
- Los suelos observados se ubican principalmente en las Clase V y VI.
- Actividad principal de ganadería.
- Se ubica el área de influencia del embalse del Río Lempa, esta área presenta una gran pedregosidad superficial de los suelos, lo cual limita las actividades agrícolas y de ganadería.
- La producción de aguas subterráneas de estos sedimentos varía entre moderadas a grandes cantidades y de muy pequeñas a pequeñas cantidades, entre 4 a 40.000 l/min.
- Se encuentran entre bosque húmedo subtropical, bosque húmedo subtropical, transición a tropical, bosque seco tropical, transición a subtropical, bosque seco tropical y bosque húmedo subtropical, transición a subhúmedo
- Existencia de especies animales amenazadas de extinción

Cuadro 7.28. Matriz de Valoración de Impactos en la fase de construcción. Tramo ES-10

FASE DE CONSTRUCCIÓN		IMPACTOS											IMPORTANCIA	
		N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC		
MEDIO FÍSICO														
MEDIO INERTE														
Suelo	Ocupación del suelo	-	1	2	4	4	2	1	1	4	4	2	-29	moderado
	Generación de procesos erosivos	-	4	2	4	2	2	1	4	4	4	4	-41	moderado
	Disminución de la capacidad de infiltración del suelo. Compactación del terreno	-	2	1	4	2	2	1	1	4	1	4	-27	moderado
	Aumento en la inestabilidad de las laderas	-	4	1	2	2	2	2	1	4	1	4	-32	moderado
Aire	Deterioro de la calidad del aire por incremento en la emisión de polvo y gases de combustión	-	1	1	4	2	1	1	1	4	1	4	-23	compatible
Hidrología e Hidrogeología	Alteraciones en la hidrología superficial	-	1	1	2	2	2	1	1	4	1	2	-20	compatible
	Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	-	2	2	2	2	2	1	1	4	4	4	-30	moderado
Geología y Geomorfología	Alteración de unidades geomorfológicas	-	2	1	2	2	2	2	1	1	4	2	-24	compatible
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	2	4	1	1	2	1	4	1	1	-22	compatible
Calidad de Agua	Variación de la calidad de aguas superficiales	-	2	1	2	2	1	1	4	1	2	2	-23	compatible
	Contaminación de aguas subterráneas	-	2	2	2	2	2	1	4	4	2	4	-31	moderado
MEDIO BIÓTICO														
Flora y Vegetación	Eliminación de la cubierta vegetal	-	4	2	4	4	2	2	1	4	4	8	-45	moderado
	Fragmentación de ecosistemas	-	2	2	4	2	2	2	1	4	4	8	-37	moderado
Fauna	Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-	2	2	4	2	2	2	1	4	1	8	-34	moderado
	Alteración de hábitat y perturbación de la fauna	-	2	4	4	2	1	2	1	4	1	8	-37	moderado
MEDIO PERCEPTUAL														
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	-	4	4	4	4	2	2	1	4	4	8	-49	moderado
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL														
MEDIO SOCIO CULTURAL														
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-	1	2	4	2	1	1	4	1	1	2	-23	compatible
Infraestructuras y Servicios	Efectos sobre la infraestructura local	-	1	2	2	4	2	1	1	1	2	8	-28	moderado
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	1	2	4	2	2	1	1	4	1	2	-24	compatible
MEDIO ECONÓMICO														
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	1	2	4	2	2	2	4	4	1	2	28	positivo
	Migración de la población	-	2	2	2	2	1	1	1	4	1	2	-24	compatible

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

 Impacto positivo
 Impacto negativo

Impacto compatible
Impacto moderado
Impacto severo
Impacto crítico

I<25
25≤I≤50
50≤I≤75
I>75

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

Cuadro 7.29. Matriz de Valoración de Impactos en la fase de operación. Tramo ES-10

FASE DE OPERACIÓN	IMPACTOS	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMPORTANCIA
MEDIO FÍSICO													
MEDIO INERTE													
Suelo	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Calidad del Aire	Emisiones de ozono, SF6 y de maquinaria de mantenimiento	-	1	2	4	1	1	1	1	4	1	4	-24
Hidrología e Hidrogeología	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Geología y Geomorfología	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	2	4	1	1	2	1	4	1	1	-22
Calidad del Agua	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MEDIO BIÓTICO													
Flora y Vegetación	Pérdida de ecosistemas	-	2	2	4	4	4	2	1	4	1	8	-38
	Afectación de la vegetación que crece en la servidumbre	-	4	2	4	4	4	2	1	4	1	8	-44
Fauna	Alteración de hábitat	-	4	2	4	4	1	2	1	4	1	8	-41
	Afectación en los sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-	2	1	4	4	1	2	1	4	1	8	-33
	Disminución de especies terrestres	-	2	2	4	4	1	2	1	4	1	8	-35
MEDIO PERCEPTUAL													
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	-	4	2	2	4	2	1	1	4	4	8	-42
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL													
MEDIO SOCIO CULTURAL													
Patrimonio Cultural	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-	1	2	2	4	2	1	1	1	2	4	-24
Infraestructura Local	Efectos sobre la infraestructura local	+	2	2	2	4	2	2	4	4	4	4	36
	Efecto sobre la infraestructura privada	-	2	2	2	2	1	1	1	4	2	8	-31
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	2	2	4	4	2	1	1	4	4	4	-34
	Cambios en el valor de la tierra	-	2	1	4	4	4	1	1	4	4	8	-38
Campos electromagnéticos	Alteración en la salud humana	-	1	2	2	4	4	1	1	4	4	8	-35
MEDIO ECONÓMICO													
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	2	2	4	2	2	2	4	4	1	2	31
	Migración de la población	-	1	2	2	2	1	1	1	4	1	2	-21

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

Impacto positivo Impacto compatible I<25
Impacto moderado 25≤I≤50
Impacto severo 50≤I≤75
Impacto negativo Impacto crítico I>75

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

Tramo ES-11: Quebrada El Trilladero-Piedras Blancas, sobre la carretera CA7.

- Las rocas volcánicas o efusivas básicas que afloran en este tramo son las andesitas y basaltos conocidas como piroclastitas, además de tobas ardientes y fundidas.
- Considerando la geología estructural, se presentan numerosas fallas, la mayoría normales y paralelas, con dirección predominantemente NO-SE y E-O y longitudes que van desde los 10 km las primeras hasta los 20 km.
- Los suelos observados se ubican principalmente en las Clase V y VI.
- Este tramo está dentro de la cuenca superficial del río Lempa, con sus afluentes río Titihuapa, Machacal, Copinolapa, Quezalapa, Los Limomes y río El Tamarindo y sus diferentes afluentes. La característica fundamental de estos drenajes son sus paredes muy abruptas que forman cañones debido a la erosión imperante por lo de los suelos deleznable.
- La mayoría del tendido en este tramo atraviesa acuíferos volcánicos de la Era Pleistocena superior a la Era Reciente; casi todas entran dentro de la formación San Salvador
- La producción de aguas subterráneas de estos sedimentos varía entre moderadas a grandes cantidades y de muy pequeñas a pequeñas cantidades, entre 4 a 40.000 l/min.
- Las zonas de vida que se distinguen están integradas por bosque húmedo subtropical, bosque húmedo subtropical, transición a subhúmedo, bosque húmedo subtropical, transición a tropical y bosque seco tropical, transición a subtropical.
- Se encuentran especies animales en peligro de extinción.
- Se atraviesa de forma indirecta el sitio del Tamarindo. El trazado de la línea pasa a unos 100 m desde el punto de inflexión (558450, 282700).

Cuadro 7.30. Matriz de Valoración de Impactos en la fase de construcción. Tramo ES-11

FASE DE CONSTRUCCIÓN		IMPACTOS											IMPORTANCIA	
		N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC		
MEDIO FÍSICO														
MEDIO INERTE														
Suelo	Ocupación del suelo	-	1	2	4	4	2	1	1	4	4	2	-29	moderado
	Generación de procesos erosivos	-	4	2	4	2	2	1	4	4	4	4	-41	moderado
	Disminución de la capacidad de infiltración del suelo. Compactación del terreno	-	2	1	4	2	2	1	1	4	1	4	-27	moderado
	Aumento en la inestabilidad de las laderas	-	4	1	2	2	2	2	1	4	1	4	-32	moderado
Aire	Deterioro de la calidad del aire por incremento en la emisión de polvo y gases de combustión	-	1	1	4	2	1	1	1	4	1	4	-23	compatible
Hidrología e Hidrogeología	Alteraciones en la hidrología superficial	-	1	1	2	2	2	1	1	4	1	2	-20	compatible
	Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	-	4	2	2	2	2	1	1	4	4	4	-36	moderado
Geología y Geomorfología	Alteración de unidades geomorfológicas	-	2	1	2	2	2	2	1	1	4	2	-24	compatible
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	2	4	1	1	2	1	4	1	1	-22	compatible
Calidad de Agua	Variación de la calidad de aguas superficiales	-	2	1	2	2	1	1	4	1	2	2	-23	compatible
	Contaminación de aguas subterráneas	-	2	2	2	2	2	1	4	4	2	4	-31	moderado
MEDIO BIÓTICO														
Flora y Vegetación	Eliminación de la cubierta vegetal	-	4	2	4	4	2	2	1	4	4	8	-45	moderado
	Fragmentación de ecosistemas	-	2	2	4	2	2	2	1	4	4	8	-37	moderado
Fauna	Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-	4	2	4	2	2	2	1	4	1	8	-40	moderado
	Alteración de hábitat y perturbación de la fauna	-	4	4	4	2	1	2	1	4	1	8	-43	moderado
MEDIO PERCEPTUAL														
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	-	4	4	4	4	2	1	1	4	4	8	-48	moderado
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL														
MEDIO SOCIO CULTURAL														
Patrimonio Cultural	Afección a lugares culturales y patrimoniales	-	4	2	4	4	4	1	1	4	1	8	-43	moderado
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-	1	2	4	2	1	1	4	1	1	2	-23	compatible
Infraestructuras y Servicios	Efectos sobre la infraestructura local	-	1	2	2	4	2	1	1	1	2	8	-28	moderado
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	2	2	4	2	2	1	1	4	1	2	-27	moderado
MEDIO ECONÓMICO														
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	1	2	4	2	2	2	4	4	1	2	28	positivo
	Migración de la población	-	2	2	2	2	1	1	1	4	1	2	-24	compatible

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

 Impacto positivo
 Impacto negativo

Impacto compatible
Impacto moderado
Impacto severo
Impacto crítico

I<25
25≤I≤50
50≤I≤75
I>75

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

Cuadro 7.31. Matriz de Valoración de Impactos en la fase de operación. Tramo ES-11

FASE DE OPERACIÓN		IMPACTOS										IMPORTANCIA		
		N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC		
MEDIO FÍSICO														
MEDIO INERTE														
Suelo	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Calidad del Aire	Emisiones de ozono, SF6 y de maquinaria de mantenimiento	-	1	2	4	1	1	1	1	4	1	4	-24	compatible
Hidrología e Hidrogeología	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Geología y Geomorfología	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	2	4	1	1	2	1	4	1	1	-22	compatible
Calidad del Agua	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
MEDIO BIÓTICO														
Flora y Vegetación	Pérdida de ecosistemas	-	2	2	4	4	4	2	1	4	1	8	-38	moderado
	Afectación de la vegetación que crece en la servidumbre	-	4	2	4	4	4	2	1	4	1	8	-44	moderado
Fauna	Alteración de hábitat	-	2	2	4	4	1	2	1	4	1	8	-35	moderado
	Afectación en los sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-	2	1	4	4	1	2	1	4	1	8	-33	moderado
	Disminución de especies terrestres	-	2	2	4	4	1	2	1	4	1	8	-35	moderado
MEDIO PERCEPTUAL														
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	-	4	2	2	4	2	1	1	4	4	8	-42	moderado
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL														
MEDIO SOCIO CULTURAL														
Patrimonio Cultural	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-	1	2	2	4	2	1	1	1	2	4	-24	compatible
Infraestructura Local	Efectos sobre la infraestructura local	+	2	2	2	4	2	2	4	4	4	4	36	positivo
	Efecto sobre la infraestructura privada	-	2	2	2	2	1	1	1	4	2	8	-31	moderado
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	2	2	4	4	2	1	1	4	4	4	-34	moderado
	Cambios en el valor de la tierra	-	2	1	4	4	4	1	1	4	4	8	-38	moderado
Campos electromagnéticos	Alteración en la salud humana	-	1	2	2	4	4	1	1	4	4	8	-35	moderado
MEDIO ECONÓMICO														
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	2	2	4	2	2	2	4	4	1	2	31	positivo
	Migración de la población	-	1	2	2	2	1	1	1	4	1	2	-21	compatible

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

 Impacto positivo
 Impacto negativo
 Impacto compatible I<25
 Impacto moderado 25≤I≤50
 Impacto severo 50≤I≤75
 Impacto crítico I>75

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

Tramo ES-12: Piedras Blancas- Hacienda Panamá. (Entre Los Cerros El Zapatón y El Camote)

- La geomorfología en este tramo se caracteriza por La Fosa Central, que corre a lo largo del eje de la faja de volcanes.
- Los suelos presentes son pertenecientes a las Clases VI y VII.
- Este tramo está dentro de la cuenca superficial de los ríos Guascorán y Grande de San Miguel, que incluye los ríos Villerías, San Francisco, Estaban, Sirama, Pasaquina y El Sauce y sus diferentes afluentes.
- La mayoría del tendido en este tramo atraviesa acuíferos volcánicos de la Era Pleistocena superior a la Era Reciente; casi todas entran dentro de la formación San Salvador.
- Las zonas de vida que se encuentran están constituidas por: bosque húmedo subtropical, bosque húmedo subtropical, transición a subhúmedo, bosque húmedo subtropical, transición a tropical y bosque seco tropical, transición a subtropical.
- Se pueden distinguir especies animales amenazadas de extinción.

Cuadro 7.32. Matriz de Valoración de Impactos en la fase de construcción. Tramo ES-12

FASE DE CONSTRUCCIÓN		IMPACTOS											IMPORTANCIA	
		N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC		
MEDIO FÍSICO														
MEDIO INERTE														
Suelo	Ocupación del suelo	-	1	2	4	4	2	1	1	4	4	2	-29	moderado
	Generación de procesos erosivos	-	4	2	4	2	2	1	4	4	4	4	-41	moderado
	Disminución de la capacidad de infiltración del suelo. Compactación del terreno	-	2	1	4	2	2	1	1	4	1	4	-27	moderado
	Aumento en la inestabilidad de las laderas	-	4	1	2	2	2	2	1	4	1	4	-32	moderado
Aire	Deterioro de la calidad del aire por incremento en la emisión de polvo y gases de combustión	-	1	1	4	2	1	1	1	4	1	4	-23	compatible
Hidrología e Hidrogeología	Alteraciones en la hidrología superficial	-	1	1	2	2	2	1	1	4	1	2	-20	compatible
	Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	-	4	2	2	2	2	1	1	4	4	4	-36	moderado
Geología y Geomorfología	Alteración de unidades geomorfológicas	-	2	1	2	2	2	2	1	1	4	2	-24	compatible
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	2	4	1	1	2	1	4	1	1	-22	compatible
Calidad de Agua	Variación de la calidad de aguas superficiales	-	2	1	2	2	1	1	4	1	2	2	-23	compatible
	Contaminación de aguas subterráneas	-	2	2	2	2	2	1	4	4	2	4	-31	moderado
MEDIO BIÓTICO														
Flora y Vegetación	Eliminación de la cubierta vegetal	-	4	2	4	4	2	2	1	4	4	8	-45	moderado
	Fragmentación de ecosistemas	-	2	2	4	2	2	2	1	4	4	8	-37	moderado
Fauna	Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-	2	2	4	2	2	2	1	4	1	8	-34	moderado
	Alteración de hábitat y perturbación de la fauna	-	2	4	4	2	1	2	1	4	1	8	-37	moderado
MEDIO PERCEPTUAL														
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	-	4	4	4	4	2	2	1	4	4	8	-49	moderado
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL														
MEDIO SOCIO CULTURAL														
Patrimonio Cultural	Afección a lugares culturales y patrimoniales	-	2	2	4	4	4	1	1	4	1	8	-37	moderado
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-	1	2	4	2	1	1	4	1	1	2	-23	compatible
Infraestructuras y Servicios	Efectos sobre la infraestructura local	-	1	2	2	4	2	1	1	1	2	4	-24	compatible
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	2	2	4	2	2	1	1	4	1	2	-27	moderado
MEDIO ECONÓMICO														
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	1	2	4	2	2	2	4	4	1	2	28	positivo
	Migración de la población	-	2	2	2	2	1	1	1	4	1	2	-24	compatible

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

Impacto positivo Impacto compatible I<25
 Impacto negativo Impacto moderado 25≤I≤50
Impacto severo 50≤I≤75
Impacto crítico I>75

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

Cuadro 7.33. Matriz de Valoración de Impactos en la fase de operación. Tramo ES-12

FASE DE OPERACIÓN		IMPACTOS											IMPORTANCIA	
		N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC		
MEDIO FÍSICO														
MEDIO INERTE														
Suelo	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Calidad del Aire	Emisiones de ozono, SF6 y de maquinaria de mantenimiento	-	1	2	4	1	1	1	1	4	1	4	-24	compatible
Hidrología e Hidrogeología	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Geología y Geomorfología	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	2	4	1	1	2	1	4	1	1	-22	compatible
Calidad del Agua	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
MEDIO BIÓTICO														
Flora y Vegetación	Pérdida de ecosistemas	-	2	2	4	4	4	2	1	4	1	8	-38	moderado
	Afectación de la vegetación que crece en la servidumbre	-	4	2	4	4	4	2	1	4	1	8	-44	moderado
Fauna	Alteración de hábitat	-	2	2	4	4	1	2	1	4	1	8	-35	moderado
	Afectación en los sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-	2	1	4	4	1	2	1	4	1	8	-33	moderado
	Disminución de especies terrestres	-	2	2	4	4	1	2	1	4	1	8	-35	moderado
MEDIO PERCEPTUAL														
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	-	4	2	2	4	2	1	1	4	4	8	-42	moderado
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL														
MEDIO SOCIO CULTURAL														
Patrimonio Cultural	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-	1	2	2	4	2	1	1	1	2	4	-24	compatible
Infraestructura Local	Efectos sobre la infraestructura local	+	2	2	2	4	2	2	4	4	4	4	36	positivo
	Efecto sobre la infraestructura privada	-	2	2	2	2	1	1	1	4	2	8	-31	moderado
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	1	2	4	4	2	1	1	4	4	4	-31	moderado
	Cambios en el valor de la tierra	-	2	1	4	4	4	1	1	4	4	8	-38	moderado
Campos electromagnéticos	Alteración en la salud humana	-	1	2	2	4	4	1	1	4	4	8	-35	moderado
MEDIO ECONÓMICO														
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	2	2	4	2	2	2	4	4	1	2	31	positivo
	Migración de la población	-	1	2	2	2	1	1	1	4	1	2	-21	compatible

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

Impacto positivo
Impacto compatible I<25
Impacto moderado 25≤I≤50
Impacto severo 50≤I≤75
Impacto negativo Impacto crítico I>75

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

Tramo ES-13: Hacienda Panamá- Río Goascorán- Frontera con Honduras.

- La Fosa Central, que corre a lo largo del eje de la faja de volcanes.
- Los suelos de estos tramos son superficiales de profundidad efectiva limitada. Pueden presentar rocosidad o pedregosidad superficial. Son pobremente drenados, susceptibles a la erosión hídrica y presentan textura arcillosos.
- En este tramo, la ganadería es considerada como una actividad de suma importancia para el área
- Este tramo está dentro de la cuenca superficial de los ríos Guascorán y Grande de San Miguel, que incluye los ríos Villerías, San Francisco, Estaban, Sirama, Pasaquina y El Sauce y sus diferentes afluentes.
- La característica fundamental de estos drenajes son sus paredes muy abruptas que forman cañones debido a la erosión imperante por lo de los suelos deleznable.
- Se pueden encontrar áreas con zonas de vida dentro de las categorías de Bosque húmedo subtropical, Bosque húmedo subtropical, transición a subhúmedo, Bosque húmedo subtropical, transición a tropical y Bosque seco tropical, transición a subtropical.
- Existencia de especies animales en peligro de extinción.

Cuadro 7.34. Matriz de Valoración de Impactos en la fase de construcción. Tramo ES-13

FASE DE CONSTRUCCIÓN	IMPACTOS	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMPORTANCIA	
MEDIO FÍSICO														
MEDIO INERTE														
Suelo	Ocupación del suelo	-	1	2	4	4	2	1	1	4	4	2	-29	moderado
	Generación de procesos erosivos	-	2	2	4	2	2	1	4	4	4	4	-35	moderado
	Disminución de la capacidad de infiltración del suelo. Compactación del terreno	-	2	1	4	2	2	1	1	4	1	4	-27	moderado
	Aumento en la inestabilidad de las laderas	-	2	1	2	2	2	2	1	4	1	4	-26	moderado
Aire	Deterioro de la calidad del aire por incremento en la emisión de polvo y gases de combustión	-	1	1	4	2	1	1	1	4	1	4	-23	compatible
Hidrología y Hidrogeología	Alteraciones en la hidrología superficial	-	1	1	2	2	2	1	1	4	1	2	-20	compatible
	Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	-	2	2	2	2	2	1	1	4	4	4	-30	moderado
Geología y Geomorfología	Alteración de unidades geomorfológicas	-	2	1	2	2	2	2	1	1	4	2	-24	compatible
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	2	4	1	1	2	1	4	1	1	-22	compatible
Calidad de Agua	Variación de la calidad de aguas superficiales	-	2	1	2	2	1	1	4	1	2	2	-23	compatible
	Contaminación de aguas subterráneas	-	2	2	2	2	2	1	4	4	2	4	-31	moderado
MEDIO BIÓTICO														
Flora y Vegetación	Eliminación de la cubierta vegetal	-	4	2	4	4	2	2	1	4	4	8	-45	moderado
	Fragmentación de ecosistemas	-	2	2	4	2	2	2	1	4	4	8	-37	moderado
Fauna	Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-	2	2	4	2	2	2	1	4	1	8	-34	moderado
	Alteración de hábitat y perturbación de la fauna	-	2	4	4	2	1	2	1	4	1	8	-37	moderado
MEDIO PERCEPTUAL														
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	-	4	4	4	4	2	1	1	4	4	8	-48	moderado
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL														
MEDIO SOCIO CULTURAL														
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-	1	2	4	2	1	1	4	1	1	2	-23	compatible
Infraestructuras y Servicios	Efectos sobre la infraestructura local	-	1	2	2	4	2	1	1	1	2	4	-24	compatible
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	1	2	4	2	2	1	1	4	1	2	-24	compatible
MEDIO ECONÓMICO														
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	1	2	4	2	2	2	4	4	1	2	28	positivo
	Migración de la población	-	2	2	2	2	1	1	1	4	1	2	-24	compatible

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

 Impacto positivo
 Impacto negativo

Impacto compatible
Impacto moderado
Impacto severo
Impacto crítico

I<25
25≤I≤50
50≤I≤75
I>75

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

Cuadro 7.35. Matriz de Valoración de Impactos en la fase de operación. Tramo ES-13

FASE DE OPERACIÓN	IMPACTOS	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	IMPORTANCIA	
MEDIO FÍSICO														
MEDIO INERTE														
Suelo	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Calidad del Aire	Emisiones de ozono, SF6 y de maquinaria de mantenimiento	-	1	2	4	1	1	1	1	4	1	4	-24	compatible
Hidrología e Hidrogeología	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Geología y Geomorfología	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	2	4	1	1	2	1	4	1	1	-22	compatible
Calidad del Agua	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
MEDIO BIÓTICO														
Flora y Vegetación	Pérdida de ecosistemas	-	2	2	4	4	4	2	1	4	1	8	-38	moderado
	Afectación de la vegetación que crece en la servidumbre	-	4	2	4	4	4	2	1	4	1	8	-44	moderado
Fauna	Alteración de hábitat	-	2	2	4	4	1	2	1	4	1	8	-35	moderado
	Afectación en los sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-	2	1	4	4	1	2	1	4	1	8	-33	moderado
	Disminución de especies terrestres	-	2	2	4	4	1	2	1	4	1	8	-35	moderado
MEDIO PERCEPTUAL														
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	-	4	2	2	4	2	1	1	4	4	8	-42	moderado
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL														
MEDIO SOCIO CULTURAL														
Patrimonio Cultural	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	nulo
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-	1	2	2	4	2	1	1	1	2	4	-24	compatible
Infraestructura Local	Efectos sobre la infraestructura local	+	2	2	2	4	2	2	4	4	4	4	36	positivo
	Efecto sobre la infraestructura privada	-	2	2	2	2	1	1	1	4	2	8	-31	moderado
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	1	2	4	4	2	1	1	4	4	4	-31	moderado
	Cambios en el valor de la tierra	-	2	1	4	4	4	1	1	4	4	8	-38	moderado
Campos electromagnéticos	Alteración en la salud humana	-	1	2	2	4	4	1	1	4	4	8	-35	moderado
MEDIO ECONÓMICO														
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	2	2	4	2	2	2	4	4	1	2	31	positivo
	Migración de la población	-	1	2	2	2	1	1	1	4	1	2	-21	compatible

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad



Impacto positivo
Impacto negativo

Impacto compatible
Impacto moderado
Impacto severo
Impacto crítico

I < 25
25 ≤ I ≤ 50
50 ≤ I ≤ 75
I > 75

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

Cuadro 7.36 Impacto Fronterizo (El Salvador-Honduras)

IMPACTOS FRONTERIZOS (EL SALVADOR-HONDURAS)	
<p>La zona frontera entre el Proyecto SIEPAC Tamo El Salvador y SIEPAC Tramo Honduras se encuentra en la comunidad de Los Encuentros en el Municipiode Pasaquina, Departamento de La Unión; se ubica en la coordenada (Proyección Lambert) 631.350m E, 269.196m N con una altura aproximada de 40 msnm y pendientes menor de 15%. Presenta un clima de Sabana Tropical Caliente (AW big) con temperatura aproximada de 28° C y precipitación promedio anual de 1.800 mm. Se encuentra dentro de un bosque húmedo Subtropical, con suelos clasificados como grumosoles y de capacidad agrícola clase VII. Existe la presencia de acuíferos en sedimentos aluviales y en materiales piroclásticos.</p>	
CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN
<p>Los impactos generados por El Proyecto en la línea fronteriza El Salvador-Guatemala se acogen a las valoraciones obtenidas en la matriz de valoración de impactos para el Tramo 13. En la etapa de construcción se identifican mayor cantidad de impactos negativos, variando su importancia entre compatible y moderada.</p> <p>Los impacto de mayor valor (en la matriz de importancia) se dirigen hacia la generación de procesos erosivos y aumento en la inestabilidad de laderas ya que los suelos son susceptibles a la erosión hídrica; por lo que se deberá tener especial cuidado al realizar las actividades constructivas. Otros impactos presentes son la disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje, eliminación de la cubierta vegetal, disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos, y alteración de la calidad y fragilidad visual.</p> <p>Como impacto positivo se espera un incremento de empleo en la utilización de mano de obra local, en actividades no especializadas o calificadas y el uso de servicios en el área; lo que revierte en mejora de los niveles de ingresos de la población.</p>	<p>En la etapa de operación los impactos generados están asociados al mantenimiento periódico de la servidumbre. Los medios de mayor afectación son el medio biótico y el socioeconómico y cultural en los cuales los impactos negativos significativos son considerados como moderados y compatibles. Resaltan en importancia los impactos de la pérdida de ecosistemas, afectación de los sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre, cambios en el patrón de uso del suelo, cambio en el valor de la tierra y afectación a la salud humana por la exposición acampos electromagnéticos..</p> <p>En cuanto a la afectación de la salud por las emisiones de campos electromagnéticos, la población que habita en las cercanías de la línea no debe alarmarse por los posibles efectos de estos campos. Se ha explicado ampliamente en este capítulo los conceptos, estudios y opiniones expresadas por expertos en el tema sobre el comportamiento del campo electromagnético y lo que los resultados de los estudios sobre la afectación a la salud han revelado en la actualidad.</p> <p>Como impactos positivos en el área fronteriza se contempla la mejora en las infraestructuras locales, así como el incremento en los ingresos y empleo de la comunidad.</p>

7.5. IMPACTOS SIGNIFICATIVOS

De la evaluación de impactos por tramos del Proyecto de la línea SIEPAC- Tramo El Salvador, se han extraído aquellos que se han valorado como impactos significativos, es decir, los valorados como impactos moderados, severos o críticos.

Se presenta a continuación, un cuadro por cada tramo homogéneo, donde se presentan los impactos significativos de cada uno.

Cuadro 7.37 Impactos Significativos Tramo ES-1

IMPACTOS SIGNIFICATIVOS		
TRAMO 1		
Fase de construcción		
Impacto	Valoración	Calificación
Ocupación del suelo	-37	moderado
Generación de procesos erosivos	-50	severo
Disminución de la capacidad de infiltración. Compactación del terreno	-26	moderado
Aumento en la inestabilidad de laderas	-35	moderado
Alteración de la hidrología superficial	-27	moderado
Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	-38	moderado
Alteración de las unidades geomorfológicas	-34	moderado
Contaminación de aguas subterráneas	-30	moderado
Eliminación de la cubierta vegetal	-45	moderado
Fragmentación de ecosistemas	-44	moderado
Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-49	moderado
Alteración de hábitat y perturbación de la fauna	-49	moderado
Alteración de la calidad y fragilidad visual	-49	moderado
Afectación de lugares culturales y patrimoniales	-43	moderado
Efectos sobre la infraestructura local	-28	moderado
Cambio de patrón en el uso del suelo	-27	moderado

Fase de operación		
Impacto	Valoración	Calificación
Pérdida de ecosistemas	-38	moderado
Afectación de la vegetación que crece en el área de servidumbre	-44	moderado
Alteración del hábitat	-36	moderado
Afectación a los sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-35	moderado
Disminución de especies terrestres	-38	moderado
Alteración de la fragilidad visual	-48	moderado
Cambio en el patrón de uso del suelo	-40	moderado
Cambio en el valor de la tierra	-34	moderado
Alteración a la salud humana	-35	moderado

Cuadro 7.38: Impactos Significativos por Tramo ES-2

IMPACTOS SIGNIFICATIVOS		
TRAMO 1		
Fase de construcción		
Impacto	Valoración	Calificación
Ocupación del suelo	-32	moderado
Generación de procesos erosivos	-35	moderado
Disminución de la capacidad de infiltración. Compactación del terreno	-31	moderado
Aumento en la inestabilidad de laderas	-26	moderado
Deterioro de la calidad de aire por incremento en la emisión de partículas de polvo y gases de la combustión	-26	moderado
Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	-38	moderado
Contaminación de aguas subterráneas	-37	moderado
Eliminación de la cubierta vegetal	-45	moderado
Fragmentación de ecosistemas	-42	moderado
Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-39	moderado

Alteración de hábitat y perturbación de la fauna	-37	moderado
Alteración de la calidad y fragilidad visual	-49	moderado
Afectación de lugares culturales y patrimoniales	-43	moderado
Efectos sobre la infraestructura local	-28	moderado
Cambio de patrón en el uso del suelo	-27	moderado
Fase de operación		
Impacto	Valoración	Calificación
Pérdida de ecosistemas	-35	moderado
Afectación de la vegetación que crece en el área de servidumbre	-40	moderado
Alteración del hábitat	-35	moderado
Afectación a los sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-33	moderado
Disminución de especies terrestres	-35	moderado
Alteración de la fragilidad visual	-42	moderado
Cambio en el patrón de uso del suelo	-29	moderado
Cambio en el valor de la tierra	-34	moderado
Alteración a la salud humana	-35	moderado

Cuadro 7.39 Impactos Significativos por Tramo ES-3

IMPACTOS SIGNIFICATIVOS		
TRAMO 1		
Fase de construcción		
Impacto	Valoración	Calificación
Ocupación del suelo	-32	moderado
Generación de procesos erosivos	-41	moderado
Disminución de la capacidad de infiltración. Compactación del terreno	-25	moderado
Aumento en la inestabilidad de laderas	-29	moderado
Deterioro de la calidad de aire por incremento en la emisión de partículas de polvo y gases de la combustión	-28	moderado
Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	-32	moderado
Contaminación de aguas subterráneas	-28	moderado

Eliminación de la cubierta vegetal	-45	moderado
Fragmentación de ecosistemas	-44	moderado
Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-47	moderado
Alteración de hábitat y perturbación de la fauna	-43	moderado
Alteración de la calidad y fragilidad visual	-48	moderado
Afectación de lugares culturales y patrimoniales	-43	moderado
Efectos sobre la infraestructura local	-28	moderado
Cambio de patrón en el uso del suelo	-33	moderado
Fase de operación		
Impacto	Valoración	Calificación
Pérdida de ecosistemas	-41	moderado
Afectación de la vegetación que crece en el área de servidumbre	-40	moderado
Alteración del hábitat	-42	moderado
Afectación a los sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-33	moderado
Disminución de especies terrestres	-35	moderado
Alteración de la fragilidad visual	-42	moderado
Efecto sobre la infraestructura privada	-31	moderado
Cambio en el patrón de uso del suelo	-29	moderado
Cambio en el valor de la tierra	-38	moderado
Alteración a la salud humana	-35	moderado

Cuadro 7.40: Impactos Significativos por Tramo ES-4

IMPACTOS SIGNIFICATIVOS		
TRAMO 4		
Fase de construcción		
Impacto	Valoración	Calificación
Ocupación del suelo	-32	moderado
Generación de procesos erosivos	-39	moderado
Disminución de la capacidad de infiltración. Compactación del terreno	-25	moderado

Aumento en la inestabilidad de laderas	-31	moderado
Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	-30	moderado
Alteración de las unidades geomorfológicas	-35	moderado
Contaminación de aguas subterráneas	-28	moderado
Eliminación de la cubierta vegetal	-45	moderado
Fragmentación de ecosistemas	-44	moderado
Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-40	moderado
Alteración de hábitat y perturbación de la fauna	-43	moderado
Alteración de la calidad y fragilidad visual	-48	moderado
Efectos sobre la infraestructura local	-28	moderado
Cambio de patrón en el uso del suelo	-33	moderado
Fase de operación		
Impacto	Valoración	Calificación
Pérdida de ecosistemas	-37	moderado
Afectación de la vegetación en el área de la servidumbre	-42	moderado
Alteración del hábitat	-39	moderado
Afectación en los sitios de nidificación dentro del área de servidumbre	-33	moderado
Disminución de especies terrestres	-33	moderado
Alteración de la fragilidad visual	-42	moderado
Efecto sobre la infraestructura privada	-31	moderado
Cambio en el patrón de uso del suelo	-32	moderado
Cambio en el valor de la tierra	-42	moderado
Alteración a la salud humana	-35	moderado

Cuadro 7.41: Impactos Significativos Tramo ES-5

IMPACTOS SIGNIFICATIVOS
TRAMO 5

Fase de construcción		
Impacto	Valoración	Calificación
Ocupación del suelo	-32	moderado
Generación de procesos erosivos	-33	moderado
Disminución de la capacidad de infiltración. Compactación del terreno	-33	moderado
Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	-30	moderado
Contaminación de aguas subterráneas	-31	moderado
Eliminación de la cubierta vegetal	-39	moderado
Fragmentación de ecosistemas	-43	moderado
Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-36	moderado
Alteración de hábitat y perturbación de la fauna	-41	moderado
Alteración de la calidad y fragilidad visual	-48	moderado
Afectación de lugares culturales y patrimoniales	-37	moderado
Efectos sobre la infraestructura local	-28	moderado
Cambio de patrón en el uso del suelo	-27	moderado
Fase de operación		
Impacto	Valoración	Calificación
Pérdida de ecosistemas	-38	moderado
Afectación de la vegetación en el área de la servidumbre	-44	moderado
Alteración del hábitat	-39	moderado
Afectación de los sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-33	moderado
Disminución de especies terrestres	-35	moderado
Alteración de la fragilidad visual	-42	moderado
Efectos sobre la infraestructura privada	-31	moderado
Cambio en el patrón de uso del suelo	-40	moderado
Cambio en el valor de la tierra	-35	moderado
Alteración a la salud humana	-35	moderado

Cuadro 7.42: Impactos Significativos Tramo ES-6

IMPACTOS SIGNIFICATIVOS

TRAMO 6		
Fase de construcción		
Impacto	Valoración	Calificación
Ocupación del suelo	-29	moderado
Generación de procesos erosivos	-33	moderado
Disminución de la capacidad de infiltración. Compactación del terreno	-27	moderado
Aumento en la inestabilidad de laderas	-26	moderado
Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	-36	moderado
Contaminación de aguas subterráneas	-31	moderado
Eliminación de la cubierta vegetal	-45	moderado
Fragmentación de ecosistemas	-37	moderado
Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-40	moderado
Alteración de hábitat y perturbación de la fauna	-45	moderado
Alteración de la calidad y fragilidad visual	-49	moderado
Afectación de lugares culturales y patrimoniales	-43	moderado
Efecto sobre la infraestructura local	-28	moderado
Cambio de patrón en el uso del suelo	-30	moderado
Fase de operación		
Impacto	Valoración	Calificación
Pérdida de ecosistemas	-36	moderado
Afectación de la vegetación en el área de la servidumbre	-42	moderado
Alteración del hábitat	-35	moderado
Afectación de los sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-33	moderado
Disminución de especies terrestres	-35	moderado
Alteración de la fragilidad visual	-42	moderado
Efecto sobre la infraestructura privada	-31	moderado
Cambio en el patrón de uso del suelo	-40	moderado
Cambio en el valor de la tierra	-35	moderado
Alteración a la salud humana	-35	moderado

Cuadro 7.43: Impactos Significativos Tramo ES-7

IMPACTOS SIGNIFICATIVOS		
TRAMO 6		
Fase de construcción		
Impacto	Valoración	Calificación
Ocupación del suelo	-27	moderado
Generación de procesos erosivos	-35	moderado
Disminución de la capacidad de infiltración. Compactación del terreno	-27	moderado
Aumento en la inestabilidad de laderas	-26	moderado
Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	-36	moderado
Contaminación de aguas subterráneas	-29	moderado
Eliminación de la cubierta vegetal	-45	moderado
Fragmentación de ecosistemas	-43	moderado
Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-40	moderado
Alteración de hábitat y perturbación de la fauna	-43	moderado
Alteración de la calidad y fragilidad visual	-48	moderado
Afectación de lugares culturales y patrimoniales	-43	moderado
Efecto sobre la infraestructura local	-28	moderado
Cambio de patrón en el uso del suelo	-27	moderado
Fase de operación		
Impacto	Valoración	Calificación
Pérdida de ecosistemas	-38	moderado
Afectación de la vegetación en el área de la servidumbre	-44	moderado
Alteración del hábitat	-35	moderado
Afectación de los sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-33	moderado
Disminución de especies terrestres	-35	moderado
Alteración de la fragilidad visual	-42	moderado
Efectos sobre la infraestructura privada	-31	moderado

Cambio en el patrón de uso del suelo	-40	moderado
Cambio en el valor de la tierra	-38	moderado
Alteración a la salud humana	-35	moderado

Cuadro 7.44: Impactos Significativos Tramo ES-8

IMPACTOS SIGNIFICATIVOS		
TRAMO 6		
Fase de construcción		
Impacto	Valoración	Calificación
Ocupación del suelo	-29	moderado
Generación de procesos erosivos	-35	moderado
Disminución de la capacidad de infiltración. Compactación del terreno	-33	moderado
Aumento en la inestabilidad de laderas	-32	moderado
Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	-30	moderado
Contaminación de aguas subterráneas	-31	moderado
Eliminación de la cubierta vegetal	-45	moderado
Fragmentación de ecosistemas	-37	moderado
Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-40	moderado
Alteración de hábitat y perturbación de la fauna	-43	moderado
Alteración de la calidad y fragilidad visual	-48	moderado
Afectación de lugares culturales y patrimoniales	-37	moderado
Efectos sobre la infraestructura local	-28	moderado
Fase de operación		
Impacto	Valoración	Calificación
Pérdida de ecosistemas	-44	moderado
Afectación de la vegetación en el área de la servidumbre	-44	moderado
Alteración del hábitat	-41	moderado
Afectación de los sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-33	moderado

Disminución de especies terrestres	-35	moderado
Alteración de la fragilidad visual	-42	moderado
Efecto sobre la infraestructura privada	-31	moderado
Cambio en el patrón de uso del suelo	-31	moderado
Cambio en el valor de la tierra	-38	moderado
Alteración a la salud humana	-35	moderado

Cuadro 7.45: Impactos Significativos Tramo ES-9

IMPACTOS SIGNIFICATIVOS		
TRAMO 6		
Fase de construcción		
Impacto	Valoración	Calificación
Ocupación del suelo	-29	moderado
Generación de procesos erosivos	-41	moderado
Disminución de la capacidad de infiltración. Compactación del terreno	-33	moderado
Aumento en la inestabilidad de laderas	-32	moderado
Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	-30	moderado
Contaminación de aguas subterráneas	-31	moderado
Eliminación de la cubierta vegetal	-45	moderado
Fragmentación de ecosistemas	-37	moderado
Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-34	moderado
Alteración de hábitat y perturbación de la fauna	-37	moderado
Alteración de la calidad y fragilidad visual	-48	moderado
Afectación de lugares culturales y patrimoniales	-37	moderado
Efectos sobre la infraestructura local	-28	moderado
Cambio de patrón en el uso del suelo	-30	moderado
Fase de operación		
Impacto	Valoración	Calificación
Pérdida de ecosistemas	-44	moderado

Afectación de la vegetación en el área de la servidumbre	-44	moderado
Alteración del hábitat	-41	moderado
Afectación de los sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-33	moderado
Disminución de especies terrestres	-35	moderado
Alteración de la fragilidad visual	-42	moderado
Efecto sobre la infraestructura privada	-31	moderado
Cambio en el patrón de uso del suelo	-31	moderado
Cambio en el valor de la tierra	-38	moderado
Alteración a la salud humana	-35	moderado

Cuadro 7.46: Impactos Significativos Tramo ES-10)

IMPACTOS SIGNIFICATIVOS		
TRAMO 6		
Fase de construcción		
Impacto	Valoración	Calificación
Ocupación del suelo	-29	moderado
Generación de procesos erosivos	-41	moderado
Disminución de la capacidad de infiltración. Compactación del terreno	-27	moderado
Aumento en la inestabilidad de laderas	-32	moderado
Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	-30	moderado
Contaminación de aguas subterráneas	-31	moderado
Eliminación de la cubierta vegetal	-45	moderado
Fragmentación de ecosistemas	-37	moderado
Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-34	moderado
Alteración de hábitat y perturbación de la fauna	-37	moderado
Alteración de la calidad y fragilidad visual	-49	moderado
Efecto sobre la infraestructura local	-28	moderado
Fase de operación		

Impacto	Valoración	Calificación
Pérdida de ecosistemas	-38	moderado
Afectación de la vegetación en el área de la servidumbre	-44	moderado
Alteración del hábitat	-41	moderado
Afectación de los sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-33	moderado
Disminución de especies terrestres	-35	moderado
Alteración de la fragilidad visual	-42	moderado
Efecto sobre la infraestructura privada	-31	moderado
Cambio en el patrón de uso del suelo	-34	moderado
Cambio en el valor de la tierra	-38	moderado
Alteración a la salud humana	-35	moderado

Cuadro 7.47: Impactos Significativos Tramo ES-11

IMPACTOS SIGNIFICATIVOS		
TRAMO 6		
Fase de construcción		
Impacto	Valoración	Calificación
Ocupación del suelo	-29	moderado
Generación de procesos erosivos	-41	moderado
Disminución de la capacidad de infiltración. Compactación del terreno	-27	moderado
Aumento en la inestabilidad de laderas	-32	moderado
Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	-36	moderado
Contaminación de aguas subterráneas	-31	moderado
Eliminación de la cubierta vegetal	-45	moderado
Fragmentación de ecosistemas	-37	moderado
Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-40	moderado
Alteración de hábitat y perturbación de la fauna	-43	moderado
Alteración de la calidad y fragilidad visual	-48	moderado

Afectación de lugares culturales y patrimoniales	-43	moderado
Efecto sobre la infraestructura local	-28	moderado
Cambio de patrón en el uso del suelo	-27	moderado
Fase de operación		
Impacto	Valoración	Calificación
Pérdida de ecosistemas	-38	moderado
Afectación de la vegetación en el área de la servidumbre	-44	moderado
Alteración del hábitat	-35	moderado
Afectación de los sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-33	moderado
Disminución de especies terrestres	-35	moderado
Alteración de la fragilidad visual	-42	moderado
Efecto sobre la infraestructura privada	-31	moderado
Cambio en el patrón de uso del suelo	-34	moderado
Cambio en el valor de la tierra	-38	moderado
Alteración a la salud humana	-35	moderado

Cuadro 7.48: Impactos Significativos Tramo ES-12

IMPACTOS SIGNIFICATIVOS		
TRAMO 6		
Fase de construcción		
Impacto	Valoración	Calificación
Ocupación del suelo	-29	moderado
Generación de procesos erosivos	-41	moderado
Disminución de la capacidad de infiltración. Compactación del terreno	-27	moderado
Aumento en la inestabilidad de laderas	-32	moderado
Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	-36	moderado
Contaminación de aguas subterráneas	-31	moderado
Eliminación de la cubierta vegetal	-45	moderado
Fragmentación de ecosistemas	-37	moderado

Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-34	moderado
Alteración de hábitat y perturbación de la fauna	-37	moderado
Alteración de la calidad y fragilidad visual	-49	moderado
Afectación de lugares culturales y patrimoniales	-37	moderado
Cambio de patrón en el uso del suelo	-27	moderado
Fase de operación		
Impacto	Valoración	Calificación
Pérdida de ecosistemas	-38	moderado
Afectación de la vegetación en el área de la servidumbre	-44	moderado
Alteración del hábitat	-35	moderado
Afectación de los sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-33	moderado
Disminución de especies terrestres	-35	moderado
Alteración de la fragilidad visual	-42	moderado
Efecto sobre la infraestructura privada	-31	moderado
Cambio en el patrón de uso del suelo	-31	moderado
Cambio en el valor de la tierra	-38	moderado
Alteración a la salud humana	-35	moderado

Cuadro 7.49: Impactos Significativos Tramo ES-13

IMPACTOS SIGNIFICATIVOS		
TRAMO 6		
Fase de construcción		
Impacto	Valoración	Calificación
Ocupación del suelo	-29	moderado
Generación de procesos erosivos	-35	moderado

Disminución de la capacidad de infiltración. Compactación del terreno	-27	moderado
Aumento en la inestabilidad de laderas	-26	moderado
Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	-30	moderado
Contaminación de aguas subterráneas	-31	moderado
Eliminación de la cubierta vegetal	-45	moderado
Fragmentación de ecosistemas	-37	moderado
Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-34	moderado
Alteración de hábitat y perturbación de la fauna	-37	moderado
Alteración de la calidad y fragilidad visual	-48	moderado
Fase de operación		
Impacto	Valoración	Calificación
Pérdida de ecosistemas	-38	moderado
Afectación de la vegetación en el área de la servidumbre	-44	moderado
Alteración del hábitat	-35	moderado
Afectación de los sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-33	moderado
Disminución de especies terrestres	-35	moderado
Alteración de la fragilidad visual	-42	moderado
Efecto sobre la infraestructura privada	-31	moderado
Cambio en el patrón de uso del suelo	-31	moderado
Cambio en el valor de la tierra	-38	moderado
Alteración a la salud humana	-35	moderado

7.	IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO	428
7.1.	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO POTENCIALMENTE IMPACTANTES.....	428
7.2.	IDENTIFICACIÓN DE LOS EFECTOS POTENCIALES	430
7.2.1.	Efectos potenciales sobre el suelo.....	432
7.2.2.	Efectos potenciales sobre el agua	434
7.2.3.	Efectos potenciales sobre la atmósfera	435
7.2.4.	Efectos potenciales sobre la flora	442
7.2.5.	Efectos potenciales sobre la fauna	444
7.2.6.	Efectos potenciales sobre el medio socioeconómico.....	447
7.2.7.	Efectos potenciales sobre el paisaje.....	449
7.3.	CARACTERIZACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS	450
7.3.1.	Criterios de caracterización.....	450
7.3.2.	Identificación de fuentes de impacto ambiental	454
7.3.3.	Identificación de componentes y factores ambientales susceptibles de ser impactados	456
7.3.4.	Identificación y Descripción de Impactos	457
7.3.5.	Valoración de impactos.....	477
7.4.	evaluación de impactos por tramos.....	480
	Tramo ES-7: Cantón Galera Quemada- Cantón Tecoluca.	499
7.5.	impactos significativos.....	521

8. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN

El conjunto de las medidas preventivas y mitigadoras que se exponen en el presente capítulo, tienen como fin la minimización de los posibles impactos ambientales generados por el conjunto de las actividades del proyecto, desde su etapa de diseño hasta su etapa de operación y mantenimiento.

Es preciso por tanto, reseñar que dichas medidas se agruparán en función de su naturaleza con respecto a las citadas etapas, de acuerdo a la siguiente tipología:

- Medidas preventivas, también denominadas protectoras, y que están definidas para evitar, en la medida de lo posible, o minimizar los daños ocasionados por el proyecto, antes de que se lleguen a producir tales deterioros sobre el medio circundante.
- Medidas mitigadoras o correctoras, son aquellas que se definen para reparar o reducir los daños que son inevitables que se generen por las acciones del proyecto, de manera que sea posible concretar las actuaciones que son necesarias llevar a cabo sobre las causas que las han originado.

Por otro lado, el conjunto de todas estas medidas se debe redactar, y poner en práctica posteriormente, en todas las fases del proyecto, es decir:

- ✓ Fase de diseño.
- ✓ Fase de construcción.
- ✓ Fase de operación y de mantenimiento.

8.1. MEDIDAS PREVENTIVAS EN LA FASE DE DISEÑO

En la fase de diseño del proyecto, o fase de proyecto, se deben tener en cuenta una serie de prescripciones o directrices generales que constituyan un marco de actuación para definir unas posteriores medidas que eviten los impactos negativos sobre el entorno.

Estas medidas, dependiendo del tipo de infraestructura (en el presente caso, una línea eléctrica de alta tensión, de 230 kV), vienen encaminadas, *a priori*, a minimizar impactos sobre el paisaje, la avifauna, la población, la fauna y la vegetación, fundamentalmente. Esto no quiere decir que, al identificar específicamente todos los impactos generados, se puedan agregar un mayor número de medidas que deban tenerse en cuenta.

Se ha diseñado el trazado, adoptando una serie de medidas preventivas, como:

- Se ha evitado el paso de la línea SIEPAC por zonas extensamente pobladas o por núcleos en expansión.
- Se ha intentado que su paso impactase lo menos posible sobre zonas de elevado interés ecológico.
- El trazado se ha diseñado evitando de igual modo, en la medida de lo posible, que no transcurriese sobre zonas elevadas, primando su ubicación sobre zonas de media ladera.
- Se ha mantenido el paralelismo con infraestructuras viarias relevantes siempre que no se ha podido evitar, igualmente se han evitado tramos perpendiculares prolongados a estas infraestructuras.

MEDIO FÍSICO

Medio Biótico

AVIFAUNA

Quizás sea uno de los mayores impactos ambientales que se pueden producir por el hecho de la construcción del tendido eléctrico, sobre todo en ciertas zonas del trazado, como se ha visto en el inventario faunístico.

Las aves son muy sensibles a dichos tendidos, y su mayor impacto es la muerte por electrocución, aunque es posible minimizarlo, mediante las siguientes medidas:

- Definición del trazado de la línea eléctrica en zonas donde la densidad de aves no sea significativa (zonas migratorias, humedales, etc.).
- Utilizar apoyos con sistemas antinidos o aisladores verticales colgantes, con el fin de evitar que las aves se posen en las crucetas y lleguen a electrocutarse.
- Repartir dispositivos salvapájaros a lo largo de los conductores en zonas conflictivas y de mayor riesgos de colisión, consistentes en ahuyentadores de colores llamativos para evitar colisiones no deseadas.

FAUNA Y LA VEGETACIÓN

La fauna terrestre no parece que puede verse afectada significativamente por el proyecto. En cuanto a la vegetación, es necesario la realización de un inventario forestal y faunístico. En función de este inventario se evitará la localización de apoyos en las zonas detectadas como de mayor sensibilidad, como bosques de galería, de ribera, o plantaciones de especies con gran interés botánico.

Bajo el tendido eléctrico es necesario que la vegetación sea nula o alcance una altura muy pequeña, ya que existen normas de seguridad para las alturas de la catenaria de los conductores.

Medio Perceptual

PAISAJE

Teniendo en cuenta que la línea eléctrica en cuestión, es un conjunto de estructuras verticales (apoyos), y con continuidad horizontal (conductores), no parece posible mimetizarla en el entorno.

Sin embargo, sí es posible proyectar su trazado por aquel lugar que presente menor impacto respecto del paisaje, teniendo en cuenta su viabilidad técnica. La selección de alternativas para el trazado, ya se ha comentado con anterioridad, eligiendo aquella que posee menor impacto global.

En función del terreno, se pueden aprovechar las ondulaciones del relieve para su mejor enmascaramiento (en todo caso, evitar puntos elevados y de gran visibilidad), así como evitar el paralelismo a carreteras o caminos, pues este efecto siempre resalta la estructura. También es preciso aprovechar el máximo número posible de caminos de acceso preexistentes.

MEDIO SOCIOECONÓMICO CULTURAL

Medio Socio económico

POBLACIÓN

Las zonas pobladas cercanas a la línea eléctrica también pueden verse impactadas por el proyecto, si bien tomando las medidas oportunas, el impacto generado por aquél se minimiza en gran medida.

- ❑ Evitar el paso de la línea eléctrica directamente sobre zonas pobladas, respetando una distancia de seguridad suficiente para evitar la influencia de los campos electromagnéticos. Con respecto a los campos electromagnéticos generados por el paso de la corriente eléctrica en movimiento por los conductores, es preciso comentar, que resultan de cierta importancia justamente debajo de los mismos, y que conforme la distancia aumenta, disminuyen a niveles totalmente inertes y sin ninguna consecuencia

para la salud. El campo electromagnético disminuye en intensidad proporcionalmente al cuadrado de la distancia a los conductores.

- ❑ Otra medida para minimizar el efecto de los campos electromagnéticos (en la vertical a los conductores), es disponer los conductores de manera que la distancia entre los de la misma fase sea la máxima posible y, al menos, las que determinen el Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión (R.L.A.T.) y las normas y especificaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (C.E.I.)

8.2. MEDIDAS PREVENTIVAS EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN

En la fase de construcción de la infraestructura eléctrica, los impactos generados suelen tener un carácter fundamentalmente temporal, sin que ello implique que puedan producirse impactos residuales.

La fase de construcción de la línea se caracteriza, fundamentalmente, por la actividad de maquinaria de obra, afecciones al suelo, generación de diferentes residuos (en todas sus tipologías), de vertidos, de ruido y el trasiego humano en el área de estudio.

Las medidas preventivas que se presentan son aquellas que tienden a minimizar las acciones de dichas actividades sobre el medio. Entre ellas se pueden citar las siguientes:

MEDIDA PREVENTIVA SOBRE EL SUELO

Para minimizar los impactos productos de las actividades constructivas que involucran movimiento de tierra, excavaciones, tala de la cubierta vegetal, etc. se consideran la aplicación de las siguientes medidas:

- ❑ Durante la operación de excavado, se debe retirar la tierra orgánica y acopiarla en lugares no contaminados, para poder optimizar su uso y reutilizarla con posterioridad.

- A la hora de definir la ubicación de los apoyos, se evitarán las laderas de fuerte pendiente, para evitar procesos erosivos y de deslizamiento de taludes.
- En zonas de pendiente acusada, se utilizarán apoyos con patas desiguales, para reducir la superficie de explanación, los terraplenes y los movimientos de tierras.
- Para evitar cualquier tipo de contaminación al suelo, se deben disponer los residuos producidos en función de su naturaleza.
- Se señalarán convenientemente los caminos de acceso establecidos, de manera que sólo se utilicen éstos para el trasiego de maquinaria y/o personal de obra.
- El uso del suelo en la zona de obras será el mínimo posible y no se ocupará mayor superficie que la que defina la Dirección de Obra.
- En caso de utilizar instalaciones auxiliares, el suelo sobre el que se instalen, debe protegerse contra posibles afecciones. La protección del mismo dependerá del tipo de instalación. Como en fase de proyecto no está prevista la necesidad de las mismas, será responsabilidad del contratista proteger las características del suelo pertinentemente, si dichas instalaciones se llevan a cabo.
- Se realizará la retirada y acopio de la tierra vegetal para su posterior recuperación y aprovechamiento. Para evitar el deterioro durante su conservación, se evitará el apilamiento en montículos mayores de 3 m, así como su mezcla con materiales inertes. En el caso de que transcurran más de dos meses antes de su reutilización, será necesario realizar una revegetación para que se conserven las propiedades físico-químicas del suelo.
- Al inicio de la obra se comprobará la correcta señalización de los caminos y de las áreas de actuación. De esta manera se optimizará la ocupación el suelo, así como posibles afecciones sobre el mismo y sobre la vegetación del entorno.

MEDIDA PREVENTIVA SOBRE LA CALIDAD DEL AIRE

La calidad del aire es un importante factor ambiental que es necesario salvaguardar y proteger, utilizando todas las herramientas precisas para su conservación. En la fase de obras, tal factor ambiental es muy susceptible de verse impactado, por lo que deben tomarse las correspondientes medidas.

- En época seca y fuerte viento, se procederá al riego de estabilización con agua de las pistas de tierra y de los acopios de tierra, para minimizar las generaciones de partículas.
- En el transporte de tierra se cubrirá la carga de los camiones con lonas y se lavarán las ruedas de los vehículos y maquinaria que pasen por pistas de tierra una vez que vayan a salir del área de actuación, con el fin de evitar la emisión de partículas al aire.
- Se exigirá a los contratistas que las maquinarias y los vehículos utilizados, hayan pasado las inspecciones reglamentarias y que cumplan con la legislación vigente en materia de emisiones y de ruidos. Para reducir las emisiones sonoras, los vehículos y maquinaria de obra adecuarán su velocidad en situaciones de actuación simultánea.

MEDIDA PREVENTIVA SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA

Se trata, de otro importante factor ambiental susceptible de verse impactado por las obras, teniendo en cuenta además, que el trazado de la línea eléctrica atraviesa cierto número de cauces.

Entre las medidas a utilizar, se pueden citar:

- Se evitarán las cercanías de ríos y arroyos al definir la ubicación de los apoyos, para minimizar la afección a los mismos.
- No verter aguas negras o contaminadas a los cauces públicos (ríos, arroyos, lagunas, etc.).

- Respetar una distancia suficiente a los márgenes de los cauces públicos, evitando la construcción de apoyos en esas zonas
- Construir, si es necesario, sistemas de decantación en los accesos próximos a los cauces, para evitar que lleguen arrastres de sólidos en suspensión a los mismos.
- Se establecerán zonas definidas de lavado de las cubetas de hormigón. Dichas zonas no estarán situadas en las proximidades de un cauce.

MEDIDA PREVENTIVA SOBRE LA FAUNA Y A LA FLORA

En la fase de obras de construcción, y en general, durante todo el proyecto, se debe tener un especial cuidado con la protección de la fauna y de la vegetación existentes.

Siempre es recomendable proteger la vegetación existente en la zona de proyecto, pues, entre otras cosas, ésta es generadora y protectora del suelo, y cuidar que ciertas actividades, como las que producen ruido, incidan negativamente sobre las especies faunísticas que existan en el área.

Entre las medidas previstas, se pueden citar:

- El ancho de la calle o servidumbre se ajustará lo máximo posible, comprobando que sus dimensiones son las especificadas en el proyecto constructivo, con el fin de minimizar la superficie de desbroce de la vegetación.
- Contemplar la posibilidad de elevar ciertos apoyos para evitar la tala las especies arbóreas de interés.
- Redactar un Plan de Prevención de Incendios, donde se definirán los patrones de actuación en la ejecución de las obras.
- Evitar las actividades ruidosas en periodos de cría o anidamiento de especies faunísticas, así como operaciones nocturnas.

- No se ubicarán los apoyos en zonas con vegetación de interés; evitando en la medida de lo posible que sean atravesadas por el trazado de las líneas.

8.3. MEDIDAS PREVENTIVAS EN LA FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Las medidas generales propuestas (tanto preventivas como mitigadoras), tienden a establecer, sobre todo, medidas de seguridad, con el fin de evitar accidentes.

Se pueden citar, por tanto, algunas de ellas:

- De forma periódica, se debe realizar una poda en las calles con el fin de que ciertas especies vegetales no supongan un riesgo para la línea eléctrica.
- Comprobar que, durante el periodo de vida de la línea eléctrica, no aparecen asentamientos humanos bajo la misma, mediante revisiones periódicas a todo el trazado.
- Realizar tareas de mantenimiento a los caminos de acceso a los apoyos, despejándolos de obstáculos que pudieran llevar a tener que practicar otros nuevos.

8.4. MEDIDAS DE MITIGACIÓN EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN

Las medidas mitigadoras aplicables a las fases del Proyecto, como ya se ha mencionado, son las que minimizar los impactos inevitables (o difícilmente evitables), generados por éste.

MEDIDAS MITIGADORAS SOBRE EL SUELO

- Aprovechamiento y recuperación de la tierra vegetal que se haya extraído durante la fase de construcción. Se utilizará principalmente para la cubierta de zonas que queden fuera de servicio, como los accesos que no vayan a ser utilizados.

- Descompactación mediante labores superficiales de los terrenos afectados por la construcción que queden fuera de servicio, ya que el paso de la maquinaria puede haber afectado a terrenos que no sean propiamente los de dar servicio a la línea. En este caso, una labor gradeo, puede servir para descompactar los mismos.
- Se restituirán los servicios y servidumbres que hayan sido afectados por las obras de forma inmediata, una vez terminada la actuación en los mismos, y en el tiempo establecido.

MEDIDAS MITIGADORAS SOBRE LA VEGETACIÓN

- Recuperar la vegetación que ha sido eliminada en zonas de servicio que queden fuera de uso mediante revegetación. La revegetación se llevará a cabo definiendo las especies a utilizar, las superficies a revegetar, el tipo de revegetación, las especies y mantenimiento necesario. Para ello se utilizarán criterios estéticos (que no rompan las características del paisaje en ninguno de sus aspectos: color, forma, etc.), funcionales (compatibles con las instalaciones) y ecológicos (especies autóctonas y compatibles con las características físicas y biológicas del entorno).
- Para un mejor revegetación de especies se recomienda un inventario forestal que proporcione mayor detalle de las especies a utilizar.
- Los sitios a reforestar como compensación por la tala inevitable de árboles serán aquellos propiedad de EPR o de la contraparte nacional (ETESA), nunca en sitios privados. Se deberá garantizar la sobrevivencia de las especies utilizadas.

8.5. MEDIDAS MITIGADORAS DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

Durante el mantenimiento, se establecerán medidas de seguridad para evitar accidentes, que deberán ser cumplidas por todo el personal.

MEDIDAS MITIGADORAS SOBRE LA VEGETACIÓN

Durante el mantenimiento, se establecerán medidas de seguridad para evitar accidentes, que deberán ser:

- Periódicamente se realizará en las servidumbres una poda de los árboles de crecimiento lento y la eliminación sistemática de la vegetación que suponga un riesgo para la línea, las de crecimiento rápido. Para ello se establecerá un Plan de Mantenimiento donde se fijará un calendario de revisiones para cada tramo, que tendrá en cuenta el crecimiento de las distintas especies y el riesgo que supongan.

8.	MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN	539
8.1.	Medidas preventivas en la fase de diseño	540
8.2.	MEDIDAS PREVENTIVAS EN LA Fase de CONSTRUCCIÓN	543
8.3.	Medidas preventivas en la fase de Operación y Mantenimiento	547
8.4.	Medidas de mitigación en la fase de construcción.....	547
8.5.	MEDIDAS MITIGADORAS DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN	
	548	

9. PROGRAMA LAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)

De manera genérica, El PMA persigue los siguientes objetivos específicos:

- Comprobar la realización de las medidas de prevención, corrección y compensación propuestas en el Estudio de Impacto Ambiental para cada una de las fases del Proyecto.
- Proporcionar información para la verificación de los impactos predichos.
- Permitir el control de la magnitud de ciertos impactos cuya predicción resulta difícil de realizar durante la fase de elaboración del Estudio.
- Programar, registrar y gestionar todos los datos en materia ambiental en relación con las actuaciones del Proyecto en todas sus fases.

En el proceso de desarrollo del Plan de Manejo se distinguirán las dos partes:

1- Elaboración del plan:

- Definir a partir del EsIA los impactos objeto a considerar en el Plan de Manejo Ambiental de acuerdo al nivel de importancia de impacto.
- Definir los objetivos concretos del PMA.
- Determinar los datos necesarios a tener en cuenta para un correcto funcionamiento del Plan: indicadores de impacto, mediciones, frecuencia de la toma de datos, etc.

2- Instrumentación y operación del plan desarrollado:

- Elaborar un modelo de informes periódicos a presentar por parte del Organismo Ejecutor del Plan de Monitoreo Ambiental de acuerdo a las exigencias del MARN.
- Elaborar el Plan de Monitoreo del del PMA de acuerdo a las exigencias del Organismo Competente y a la secuencia de trabajos del Promotor del Proyecto.

Los Programas de Manejo Ambiental constituyen la filosofía de prevención y mitigación de impactos ambientales del Proyecto, y consisten en la adopción de una serie de medidas que, de acuerdo a su naturaleza, se pueden dividir en:

- Los Planes Operativos, que abarcan desde la fase de diseño hasta la fase de operación de la línea. Introducen los criterios ambientales necesarios para minimizar los impactos ambientales.
- Plan de Seguridad, encaminado a identificar los peligros a los que pueden exponerse los trabajadores y a establecer las medidas de protección que deben adoptarse durante los trabajos, dentro del ámbito del proyecto.
- Plan de Contingencia, encaminado a minimizar los impactos ambientales y la salud en condiciones de emergencia o riesgo natural.
- Plan de Capacitación Técnico Ambiental, encaminado a definir las áreas y contenidos básicos en las que es necesario realizar acciones formativas en materia ambiental en el ámbito del Proyecto.
- Plan de Monitoreo Ambiental, encaminado al seguimiento de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias, para minimizar los impactos ambientales identificados (plan de vigilancia ambiental).

A continuación, pasan a enumerarse las acciones desarrolladas para cada uno de los planes.

9.1. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEDIDAS AMBIENTALES

Se desarrolla a continuación un Plan de Implementación de las Medidas Ambientales para cada una de las fases del proyecto, diseño, construcción y operación.

Los criterios ambientales en la fase de diseño de la línea, a pesar de que el tipo de apoyo que condiciona las características técnicas de la línea, está prefijado, pueden ser de dos tipos fundamentalmente:

- ❑ Elección del tipo de apoyo. En las prácticas internacionalmente reconocidas y legisladas en la mayor parte de los países de Europa para la introducción de medidas de protección para la avifauna en las zonas de interferencia con líneas eléctricas de transporte y distribución de energía eléctrica, se indican dos tipos de medidas a tomar en función del nivel de tensión de la línea. Para líneas de menos de 66 kV, se describen los tipos de apoyos en los que se ha comprobado un menor índice de electrocución de aves. En todos los casos, se recomienda la ubicación de conductores en capa o triángulo, siempre con estructuras en tensión por debajo de las posibles zonas de posada. En líneas con tensión mayor de 66 kV, que es el caso que nos ocupa, el riesgo de electrocución se minimiza frente al riesgo de colisión, debido a las mayores distancias de seguridad de conductores a elementos sin tensión. En estos casos, las medidas a adoptar son relativas a la señalización de los conductores y se analizan en el siguiente punto.
- ❑ Señalización de conductores. La señalización de conductores aparece como la medida más eficaz para minimizar el efecto de colisión de la avifauna con los conductores. Esto puede no ser considerado estrictamente un criterio de diseño de la línea aunque sí es una medida, que no afectando al tipo de apoyo o a la geometría de los conductores (que ya está fijada), puede definirse en esta etapa del Proyecto. La señalización de los conductores es necesaria cuando se evidencie la existencia de zonas de nidificación o rutas migratorias que puedan interferir con la traza de la línea. En estos casos, se hace necesario acometer las medidas necesarias para evitar o disminuir el riesgo de choque con los conductores.

Los criterios ambientales se referirán fundamentalmente a las medidas preventivas y de mitigación, incluyéndose asimismo aquellas prácticas específicas de obra (revegetación de taludes, hidrosiembras, tipos de señalización, tipos de cerramiento, zonas de acopio, etc.).

Las medidas tomadas irán encaminadas hacia aquellos impactos cuya evaluación arrojó impactos significativos.

Para el caso de la Línea de Transmisión 230 kV del Proyecto SIEPAC- Tramo El Salvador, de los impactos identificados, se valoraron, de manera global, los siguientes como significativos:

Cuadro 9.1 Impactos Significativos. Valoración Global

IMPACTOS SIGNIFICATIVOS		
VALORACIÓN GLOBAL DE TODA LA LÍNEA		
Fase de construcción		
Impacto	Valoración	Calificación
Ocupación del suelo cambio en el actual uso del suelo	-37	moderado
Generación de procesos erosivos	-50	severo
Disminución de la capacidad de infiltración del suelo. Compactación del terreno	-33	moderado
Aumento en la inestabilidad de laderas	-35	moderado
Deterioro en la calidad del aire por el incremento de la emisión de polvo y partículas de combustión	-28	moderado
Alteración de la hidrología superficial	-27	moderado
Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	-38	moderado
Alteración de las unidades geomorfológicas	-35	moderado
Contaminación de aguas subterráneas	-37	moderado
Eliminación de la cubierta vegetal	-45	moderado
Fragmentación de ecosistemas	-44	moderado
Disminución de especies terrestres y desplazamientos de individuos	-49	moderado

Alteración de hábitat y perturbación de la fauna	-49	moderado
Alteración de la calidad y fragilidad visual	-49	moderado
Afectación de lugares culturales y patrimoniales	-43	moderado
Efectos sobre la infraestructura local	-28	moderado
Cambios en el patrón de uso de suelo	-33	moderado
Fase de operación		
Impacto	Valoración	Calificación
Pérdidas de ecosistemas	-44	moderado
Afectación de la vegetación del área de la servidumbre	-44	moderado
Alteración del hábitat	-42	moderado
Afectación de los sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-35	moderado
Disminución de especies terrestres	-38	moderado
Alteración de la calidad y fragilidad visual	-42	moderado
Efectos sobre la infraestructura privada	-31	moderado
Cambios en el patrón de uso de suelo	-40	moderado
Cambio en el valor de la tierra	-42	moderado
Alteración a la salud humana	-35	moderado

El desarrollo del Plan de Seguimiento Ambiental incluye las siguientes medidas, encaminadas, como se ha expuesto, a minimizar los impactos significativos expuestos.

Cuadro 9.2 Medidas generales de mitigación

LA CONSTRUCCIÓN LA HARÁ LA EPR (EMPRESA PROPIETARIA DE LA LÍNEA)		COMPONENTES	MEDIO HUMANO	POBLACIÓN							
				USO DE LA TIERRA							
			MEDIO NATURAL	FAUNA							
				FLORA							
				AGUA							
				SUELO							
NO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN			RESPONSABILIDAD							
PREVIO A LAS OBRAS											
1.	Favorecer el empleo de la mano de obra y contratistas locales		EPR y Contratistas								X
2.	Sensibilizar los contratistas acerca del respecto y la protección del medio ambiente y la responsabilidad y obligación del orden, limpieza y limitación de uso de suelo de las obras objeto del contrato y de la obligación de prevenir o causar los mínimos daños sobre las propiedades afectadas.		EPR	X	X	X	X	X	X	X	X
3.	Planificar las obras en el cronograma y hacerlo del conocimiento de los propietarios.		EPR						X	X	
4.	Concluir y obtener las bandas de servidumbre (indemnización y/o adquisición) con los propietarios antes de emprender cualquier actividad sobre el terreno.		SOCIOS								X
5.	Concluir un acuerdo con los propietarios agricultores para limitar la quema de los residuos de caña de azúcar si existe tal cultivo en la banda de servidumbre.		SOCIOS						X	X	
6.	Realizar labor divulgativa con la población afectada a fin de informarle de las medidas de mitigación que se implementarán y lograr aceptación social del proyecto.		EPR-SOCIOS						X	X	
7.	En las zonas arboladas, donde existan, evitar la apertura de una vía de paso ancha (máximo 5 m).		EPR-SOCIOS /Contratista			X					
8.	En las zonas arboladas se debe realizar la tala estrictamente necesaria y en la servidumbre dejar una altura máxima de 1.5 m debajo de los conductores.		EPR-SOCIOS /contratista			X					
9.	Talar todos los árboles que podrían tocar los conductores, teniendo en cuenta su balanceo.		EPR-SOCIOS /contratista			X					

LA CONSTRUCCIÓN LA HARÁ LA EPR (EMPRESA PROPIETARIA DE LA LÍNEA)		COMPONENTES	MEDIO HUMANO	POBLACIÓN							
				USO DE LA TIERRA							
			MEDIO NATURAL	FAUNA							
				FLORA							
				AGUA							
				SUELO							
NO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN		RESPONSABILIDAD								
10.	Talar cualquier árbol o rama para evitar que personas puedan subir, y que las ramas maestras puedan acercarse a menos de 2 m de los conductores (tala en "V")		EPR-SOCIOS /contratista				X				
11.	Prever áreas de almacenamiento y de manutención específicas para los productos contaminantes y para el mantenimiento de los vehículos del contratista de las obras.		Contratista		X	X	X	X	X	X	X
12.	Identificar una persona responsable del medio ambiente encargada de vigilar la ejecución de las obras y el respeto de la aplicación de las medidas de atenuación en el terreno.		EPR Cntratista		X	X	X	X	X	X	X
15.	Nombrar un responsable ambiental permanente en SOCIOS para el Proyecto.		SOCIOS		X	X	X	X	X	X	X
DURANTE LAS OBRAS											
1.	Informar a los propietarios sobre el cronograma detallado de las obras.		Contratista							X	X
2.	Con el fin de limitar las molestias a las poblaciones, realizar las obras entre las 6:00 y 18:00 horas		Contratista								X
3.	Mantener los trabajos dentro de la banda de servidumbre y prohibir toda intervención fuera de las zonas previstas para las obras. Utilizar los caminos y vías existentes para acceder a la banda de servidumbre		Contratista		X	X	X	X	X	X	X
4	Para los accesos, en lo posible preservar la capa herbácea del suelo. De ser necesario las talas, realizarlas de manera selectiva.		Contratista				X				
5	Disponer los desechos domésticos y residuos de construcción en un sitio autorizado por las alcaldías del lugar.		Contratista		X	X	X	X	X	X	X
6	Prohibir cualquier abastecimiento de combustible para vehículos a menos de 30 m de las quebradas y ríos y a menos de 50 m de los embalses de generación.		Contratista		X	X		X			

LA CONSTRUCCIÓN LA HARÁ LA EPR (EMPRESA PROPIETARIA DE LA LÍNEA)		COMPONENTES	MEDIO HUMANO	POBLACIÓN							
				USO DE LA TIERRA							
			MEDIO NATURAL	FAUNA							
				FLORA							
				AGUA							
				SUELO							
NO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN		RESPONSABILIDAD								
7	En las zonas sensibles a la erosión, en las riberas y al borde de las quebradas, talar los árboles de tal manera que se conserven las raíces para proteger el suelo contra la erosión.		Contratista		X	X					
8	En zonas erosionadas, abrir una ruta central de 10 m máximo para permitir el paso de la maquinaria.		Contratista		X						
9	Si se talara árboles de manera accidental, informar al responsable del medio ambiente y seleccionar especies adecuadas para reemplazarlos.		Contratista		X	X	X				
10	Para cruzar los ríos y quebradas, utilizar puentes y puentecillos temporales para evitar vadearlos		Contratista			X					
11	En la cercanía del embalse, ríos y quebradas, dirigir las aguas de escurrimiento (en época de lluvias) hacia las zonas de vegetación; si no es posible, pasarlas a través de un filtro de piedras para evitar el transporte de sedimentos en los ríos.		Contratista		X	X		X	X	X	
12	Reparar de inmediato todo daño que se pudiera haber producido sobre las vías de acceso permanentes o a toda otra infraestructura existente.		Contratista						X	X	
13	Avisar al responsable del medio ambiente en caso de encontrar restos arqueológicos no previamente localizados, para avisar a los encargados de cada país		SOCIOS y Contratista								X
14	Al final de las obras, nivelar el terreno dentro de la banda de servidumbre y caminos de acceso.		Contratista		X	X			X	X	
DESPUÉS DE LAS OBRAS											
1.	En las zonas del área del proyecto sensibles a la erosión (todas las zonas con pendientes >50% estabilizar las pendientes mediante siembra de plantas adecuadas para este fin con raíces largas (tipo vetiver).		Contratista		X						

LA CONSTRUCCIÓN LA HARÁ LA EPR (EMPRESA PROPIETARIA DE LA LÍNEA)	COMPONENTES	MEDIO HUMANO	POBLACIÓN							
			USO DE LA TIERRA							
		MEDIO NATURAL	FAUNA							
			FLORA							
			AGUA							
			SUELO							
NO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN		RESPONSABILIDAD							
2.	Nivelar los carriles que se habrán hecho en la banda de servidumbre y en los caminos. Cerrar los caminos temporales, reordenar las entradas y las salidas.		Contratista	X	X				X	X
3.	Desmontar las obras temporales al momento de finalizar los trabajos. Restablecer el flujo normal de los cursos de agua si se ha construido un canal de derivación para instalar puentecillos y reordenar según su estado original las riberas y el lecho de los ríos y quebradas.		Contratista	X	X	X	X	X	X	X
4.	En las zonas sensibles a la erosión, cercanas de ríos o quebradas, plantar arbustos o vegetación herbácea si la vegetación arbustiva no pudo conservarse en el área del proyecto.		Contratista	X	X					
5.	Restaurar los bancos de material de préstamo (estabilizar las pendientes, plantar vegetación para evitar la erosión)		Contratista	X	X	X	X	X	X	X
6	Cuando termine la época de lluvias, inspeccionar las áreas de las obras y, si fuera el caso, corregir las erosiones causadas.		Contratista	X	X					

9.2. PLANES DE MANEJO

Para asegura el buen trabajo y efectividad de las diferentes medidas de mitigación se deberán seguir los lineamientos de los siguientes planes de manejo:

9.2.1 Planes operativos

DESMONTE Y TALA DE VEGETACIÓN

Reducir la tala innecesaria de vegetación, previniendo la eliminación de árboles de gran tamaño o de valor genético o paisajístico; la vegetación que sea necesario eliminar se señalará su caída por medio de señales de guía. Los lugares de caída serán preferiblemente en la trocha o senderos abiertos cuidando de no alterar especies fuera del área designada para éstas labores.

Los cortes de vegetación se realizarán con herramientas manuales y la tala se utilizará motosierra y no con buldózer, para evitar daños a los suelos y a la vegetación cercana.

Se debe evitar la tala de árboles o el desmonte en días de lluvias fuertes.

Los cortes en el área de la servidumbre serán los necesarios para garantizar la seguridad de los operadores y permitir las actividades de operación de la línea, para que una vez energizada la línea no se presente acercamientos de foráneos.

Las ramas o fuste de diámetros pequeños se deberá picar hasta reducirlo a partes muy menudas y luego esparcir sobre el suelo, esto reducirá el riesgo de incendio y la materia orgánica se reincorpora al suelo como nutriente al descomponerse.

Los trabajos de tala se harán con la ayuda de una cuadrilla de desmonte, cuyas actividades estarán bajo la supervisión de un especialista (técnico o ingeniero forestal) quien definirá el alineamiento correcto de las áreas que serán intervenidas para los caminos y ruta del trazado de la línea.

Las dimensiones de los troncos principales deberán ser comerciales para que el propietario del terreno haga un buen uso del mismo.

DESECHOS VEGETALES:

Los troncos y material vegetal resultantes de los cortes podrán ser aprovechados para fines constructivos de tablaestaca, trinchos, como medidas para el de los procesos erosivos. El material vegetal que no se utilice se dispondrá en el sitio de tal forma que se incorpore al suelo por medio de su descomposición, para esto se deberá cortar hasta reducirlo en partes menudas.

Queda prohibido la quema de vegetación así como disponerla en los ríos y cuerpos de agua.

REVEGETACIÓN

Para reestablecer la vegetación en las zonas donde se han realizado cortes y desmontes, así como las zonas de protección y control de erosión; se preparará el suelo para la siembra, fertilización y tapado mediante el uso de maquinaria agrícola apropiada para las labores.

Se regarán uniformemente las semillas y/o partes vegetativas (propágulos) de especies gramíneas sobre el suelo previamente escarificado superficialmente, luego se cubrirán mediante el uso de rastrillos.

De ser necesario se utilizarán capas de material geotextil para recubrir las zonas más erodables y permitir un mejor crecimiento de la vegetación.

Se tendrá preferencia por revegetar con especies nativas del área, o en su defecto con aquellas compatibles con el entorno.

9.2.2 Plan de capacitación técnico-ambiental

Durante la ejecución de todo proyecto, es importante que el personal que participa en éste, tenga los conocimientos ambientales indispensables que ayuden a preservar y a causar el

mínimo impacto posible en el ambiente. Es aquí donde una capacitación adecuada tiene relevancia, ya que al formarse al personal, se le concientiza de la calidad del ambiente que le rodea y de las responsabilidades que conllevan sus actuaciones durante los trabajos que realicen.

Tanto los Contratistas como sus colaboradores, deberán mostrar siempre una actitud de responsabilidad frente al medio ambiente, ejecutando todos los trabajos conforme a la normativa legal vigente, tanto en lo que se refiere al cumplimiento de normas de calidad ambiental, como a la aplicación de las normas de seguridad en el desarrollo de las distintas fases del Proyecto. El Contratista será responsable de velar porque su personal cumpla con lo establecido en la normativa.

Con el fin de mitigar impactos, prevenir riesgos o contenerlos, todo el personal que labore en el proyecto debe tener algún tipo de conocimiento de materias que se impartirán de acuerdo a un cronograma y a las necesidades propias del proyecto en la medida que este se desarrolla, cuyos contenidos mínimos se relacionan con temas como el manejo de residuos sólidos y líquidos, manejo de vegetación, obligaciones legales, procedimientos operativos, prevención de incendios y otro tipo de accidentes y fallas, manejo de hallazgos arqueológicos no identificados previamente, obligaciones del contratista, tanto legales como propias de la labor que este desempeñe para el proyecto, operativos de emergencia y otros que se definan como importantes para el buen desempeño del proyecto.

- Deben evitarse las siguientes actividades:
 - Quemar aceites, grasas, neumáticos y cualquier tipo de residuo sólido.
 - Verter al suelo, o a cursos de agua, materiales de desecho de procesos constructivos y de cualquier sustancia nociva al ambiente (aceites, combustibles, pinturas, diluyentes, lubricantes, aguas servidas sin tratamiento, desechos sólidos domésticos, sales minerales, detergentes, u otros).
 - Cortar especies vegetales que no correspondan a lo estrictamente requerido por las necesidades del Proyecto.
 - Recolectar especies vegetales.

- Pescar, cazar, capturar o dañar a cualquier especie de fauna en el área del Proyecto.
 - Depositar cualquier tipo de residuo, doméstico o industrial, fuera de los sitios autorizados para ello, que en el futuro puedan constituir focos potenciales de incendios de vegetación o de contaminación ambiental.
 - Mantener motores con emisiones superiores a lo establecido en la normativa legal vigente y/o sin equipos silenciadores en condiciones adecuadas.
 - Transitar a velocidades superiores a los 60 km/h por cualquier vía pública en la zona del Proyecto.
 - Realizar el mantenimiento de los equipos en el área de influencia directa del Proyecto.
 - Trabajar en la demolición o construcción de estructuras durante periodos de lluvias o de crecidas.
 - Acopiar materiales de construcción en el lecho de los ríos.
 - Arrojar al suelo objetos encendidos tales como cigarrillos, fósforos, entre otros.
- Forma de actuar ante:
- Hallazgo de restos arqueológicos o históricos: detener los trabajos y avisar inmediatamente al jefe de trabajo de campo para detener las obras en el área y al personal CONCULTURA quien evaluará la situación y dictará la forma de actuación.
 - Ante el descubrimiento o sorprendimiento de cualquier trabajador del Contratista provocando daños o destruyendo la flora o fauna: el personal de inspección ambiental podrá ordenar su retiro.
 - La obstrucción accidental de cauces: retirar los elementos que estén provocando la obstrucción.
 - El derrame de sustancias tóxicas a los cauces durante las labores de construcción: recolectar la mayor cantidad del elemento vertido al cauce, avisar adecuada y oportunamente a los usuarios de las aguas y resto del personal sobre la existencia de contaminantes en ellas.
 - El aumento de sólidos en suspensión por vertidos accidentales a los cauces: recolectar la mayor cantidad del elemento vertido.

- El vertido de líquidos y/o sólidos tóxicos en los caminos de servicio o en los terrenos adyacentes: recoger los elementos vertidos al suelo teniendo precaución con la toxicidad de ellos.
 - El incendio de la vegetación existente dentro de la servidumbre: dar alarma temprana, movilizar prontamente los equipos disponibles, combatir con rapidez el foco del fuego, luego de ser detectado hasta su extinción, con la ayuda de los bomberos.
 - La mordedura de víboras venenosas: una vez identificada la especie de víbora, inyectar suero antiofídico antes de las tres horas de ocurrido el accidente y traslado del afectado al centro de salud más cercano.
 - El atropello de transeúntes o colisión o volcamiento de vehículos: brindar los primeros auxilios en el lugar del accidente, trasladar al afectado al centro de salud más cercano.
- Es de cumplimiento lo siguiente:
- El área del proyecto debe permanecer aseado y dentro de las normas de sanidad.
 - Los accesos, la vegetación y las zonas circundantes a las instalaciones del Contratista, deberán ser mantenidas en condiciones de orden y aseo.
 - Utilizar las letrinas sanitarias químicas
 - Reciclar todos los residuos que lo permitan.
 - Proteger la flora y la fauna local.
 - Contribuir a mantener las condiciones ecológicas de la zona y ceñirse a las instrucciones y prohibiciones adicionales.
 - Evitar toda destrucción o modificación innecesaria en el paisaje natural.
 - Tomar las precauciones establecidas para evitar incendios durante el periodo de construcción.
 - Proteger los cursos naturales de agua evitando su contaminación.
 - Acopiar en las áreas temporales establecidas, los materiales provenientes de las excavaciones que vayan a ser utilizados posteriormente, para la ejecución de rellenos o para la reforestación.
 - Mantener expedito y sin interrupciones el tránsito vehicular por los caminos públicos.

- Retirar del lecho de los ríos todos los elementos utilizados que puedan caer a los mismos durante la construcción de la línea.
- Despejar el cauce de elementos extraños antes de comenzar los trabajos.
- El respeto a la propiedad privada, quedando prohibido sin la autorización del propietario, el aprovechamiento de cualquier material, equipo, etc., de los predios privados respectivos.
- Limitarse a las áreas mínimas para el desarrollo de la construcción.
- Aplicar las normas de seguridad.

Para el seguimiento de los puntos mencionados anteriormente, el Contratista puede apoyarse con el uso de letreros, inspecciones sorpresas, material escrito y distribuido entre los trabajadores, cursos de formación, sanciones a sus trabajadores por incumplimiento, una adecuada señalización, y de la delimitación de las áreas con su respectiva identificación.

PLAN DE CAPACITACIÓN

Elaborar un Plan de Capacitación, tiene como fin no sólo definir prioridades en cuanto a temáticas que deben, obligatoriamente, ser de dominio tanto de empleados como administradores y contratistas, sino que, además, permite definir un calendario y ordenar, de acuerdo a los tiempos del proyecto, las necesidades de información y conocimiento relacionadas con cada etapa y variables que conforman el mismo. En este contexto, se propone un Plan de Capacitación que abarca los contenidos mínimos que se estiman necesarios a una buena gestión ambiental, prevención y minimización de eventuales impactos derivados del proyecto propiamente tal y de las labores de implementación del mismo. Dicho plan se aplica tanto a los trabajadores de la empresa como a los contratistas.

Cuadro 9.5: Plan de Capacitación técnico-ambiental

Tema	Participantes	Prioridad (*)	Imparte(**)		Horas (**)	Recursos HH/\$	Fecha ejecución (**)
			Int	Ext			

			Imparte(**)				
Obligaciones legales	Trabajadores y contratistas	2	X	X	4		
Prevención de riesgos laborales	Trabajadores	1	X	X	4		
Procedimientos operativos internos	Trabajadores	2	X		4		
Obligaciones del contratista	Contratista	1	X		4		
Manejo de residuos sólidos, líquidos, tóxicos y peligrosos	Trabajadores y contratistas	2		X	6		
Manejo de sustancias tóxicas	Trabajadores y contratistas	1	X	X	4		
Manejo de vegetación	Trabajadores y contratistas	2		X	4		
Prevención de incendios	Trabajadores y contratistas	2	X	X	4		
Manejo de hallazgos arqueológicos	Trabajadores y contratistas	1		X	4		
Manejo de situaciones de emergencia	Trabajadores y contratistas	2	X	X	4		
(*) puede cambiar de acuerdo a necesidades propias del proyecto (**) puede ser impartida por personal interno o externo, pero siempre especialistas en la materia (***) son las horas mínimas (****)se define de acuerdo a las respectivas etapas de desarrollo del proyecto							

CONTENIDOS MÍNIMOS

Los cursos de capacitación se dirigen para conocer o bien diseñar instrumentos de gestión cuyo fin es evitar o minimizar impactos al medio ambiente y a la salud humana y permitir un

eficiente desarrollo del proyecto . En este sentido, se consideran que en este tipo de actividad debieran entregarse conocimiento, por lo menos, en las materias que se mencionan a continuación:

- Obligaciones legales

Legislación ambiental

Legislación laboral

Legislación tributaria

Legislación sanitaria

Contratos de trabajo

Otras que aporten al desarrollo del proyecto

- Prevención de riesgos laborales

Legislación pertinente

Procedimientos y normativa interna

- Procedimientos operativos

Facturación

Recepción de material

Formas de pago

Dispositivos de seguridad

Calidad del producto

- Obligaciones del contratista

Procedimientos de la empresa con relación a facturación, entrega de material, forma de pago, dispositivos de seguridad, calidad del producto, calidad del servicio, compromisos asumidos, capacitación de su personal y otros pertinentes

- Manejo de residuos sólidos, líquidos, tóxicos y peligrosos

Identificación y caracterización de los productos.

Gestión de residuos según clasificación: sólidos, líquidos, tóxicos y peligrosos.

Almacenamiento

Transporte

Legislación pertinente

Normativa interna

- Manejo de sustancias tóxicas

Identificación y caracterización

Manejo de sustancia tóxicas

Procedimiento ante situaciones de emergencia

Transporte y almacenamiento

Legislación pertinente

Normativa interna

- Manejo de vegetación

Técnicas de control de maleza, de crecimiento de árboles y vegetación en general

Reconocimiento básico de especies de valor ecológico

Mejores prácticas

Poda

- Prevención de incendios

Técnicas de prevención de incendios

Normativa interna y legislación pertinente

Primeros auxilios

Manejo de situaciones de riesgo

Curso básico de bomberos

- Manejo de hallazgos arqueológicos

Gestión de hallazgos arqueológicos

Identificación de sitios con potenciales recursos arqueológicos

Reconocimiento de la autoridad competente

Marco legal

Difusión o diseño de un manual de procedimiento interno basado en el marco legal.

- Manejo de situaciones de emergencia

Primeros auxilios

9.2.3 Plan de seguridad

El objeto del presente Plan de Seguridad, es reducir gradualmente los riesgos en el trabajo de la construcción y operación de la línea SIEPAC.

Se entiende por riesgo laboral, la posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo.

Los planes de seguridad se diseñan para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Riesgos asociados a los trabajos:

- Caídas de personas desde altura
- Caída de objetos
- Accidentes eléctricos
- Derrumbes de las paredes de una excavación
- Mordedura de víboras
- Carga de objetos pesados
- Accidentes con herramientas automáticas
- Esfuerzo físico
- Partículas
- Cortaduras (filosas y laserantes)
- Condiciones climático-ambientales (insolación, rayos, etc.)
- Riesgo asociado a enfermedades infecto-contagiosas

Se exponen a continuación, las medidas que deberán tomarse durante las distintas fases del proyecto.

a) **Fase de construcción:**

En los lugares de trabajo deberán tomarse las siguientes medidas mínimas de protección a la salud de los trabajadores:

1. Los desechos y residuos no deben acumularse en el sitio de trabajo, se debe disponer en los rellenos o lugares estipulado para eso.
2. La iluminación del sitio de trabajo debe ser suficiente y debe estar adaptada a las necesidades del caso. La fuente de luz puede ser tanto natural como artificial.
3. Para la realización de trabajos al aire libre deberán tenerse en cuenta las posibles condiciones ambientales desfavorables, de forma que el trabajador quede protegido en todo momento. Los trabajos se prohibirán o suspenderán en caso de tormenta, lluvia, vientos fuertes o cualquier otra condición ambiental desfavorable que dificulte la visibilidad, o la manipulación de las herramientas.
4. Deben proveerse las instalaciones sanitarias y medios necesarios para lavarse, así como agua potable en lugares apropiados, en cantidad suficiente y calidad establecidas por las autoridades de salud.
5. Los sitios de trabajo deben contar con vestuarios para cambiarse de ropa al comenzar y terminar las labores.
6. Deben establecerse lugares apropiados para que los trabajadores puedan consumir sus alimentos y bebidas en los lugares de trabajo.
7. En la medida de lo posible, deben eliminarse o reducirse los ruidos y vibraciones perjudiciales a la salud de los trabajadores.

Las medidas a adoptar para prevenir, reducir y eliminar los riesgos que amenacen la seguridad y la salud de los trabajadores en los lugares de trabajo, son las siguientes:

- ❑ El Contratista está en la obligación de dictar una charla de preingreso relacionada con seguridad e higiene industrial, a todo el personal contratado a fin de elevar el nivel de concienciación hacia el cumplimiento de las normas y procedimientos de seguridad.
- ❑ Los trabajadores deben contar con la ropa, equipo y cualquier otro medio de protección individual, que fuere necesario, para la ejecución de los trabajos en forma segura. El Contratista facilitará al trabajador la ropa y equipo individual de protección, además, estará en la obligación de hacer que sus trabajadores usen en forma correcta dichos equipos e implementos de seguridad. No se permitirá iniciar sus labores en el frente de trabajo a aquellos trabajadores que no estén provistos del equipo de protección personal requerido. El no uso del equipo se considerara una moción grave al contrato de construcción.
- ❑ El Contratista deberá mantener una cantidad adecuada de equipos de protección personal en los almacenes dentro de sus instalaciones a fin de garantizar permanentemente la disponibilidad de dichos equipos.
- ❑ Informar a todos los trabajadores todo lo concerniente a la protección de la maquinaria, equipo y herramientas. Además, deberán ser instruidos sobre los peligros que entraña la utilización de los equipos y las precauciones que deben tomar. Deberán, también, colocarse los dispositivos de protección para que puedan ser utilizados, y los trabajadores estarán obligados a cuidar y observar lo establecido sobre los dispositivos de protección que tenga la maquinaria.
- ❑ Prohibir la introducción, venta, uso y consumo de drogas alucinógenas y bebidas alcohólicas. Igualmente, queda prohibido presentarse al trabajo en estado de ebriedad o bajo el efecto de cualquiera de dichas sustancias.
- ❑ Prohibido el uso de armas en el proyecto, exceptuando los funcionarios responsables de la seguridad.
- ❑ Se deberá contar con el equipo y la preparación necesaria para combatir un conato de incendio en las instalaciones y obras que se realicen.

- Las paredes de las excavaciones deben tener el ángulo de reposo adecuado según el tipo de terreno.

Los equipos de protección mínimos con los que deberán contar los trabajadores incluyen:

- Protector de oídos
- Casco de seguridad
- Botas de seguridad, zapatos dielectricos.
- Lentes de seguridad
- Cinturón de seguridad (cinturón de sujeción y arneses anticaída)
- Chalecos reflexivos

b) **Fase de operación:**

En los lugares de trabajo deberán tomarse las siguientes medidas mínimas de protección a la salud de los trabajadores:

1. Para la realización de trabajos al aire libre deberán tenerse en cuenta las posibles condiciones ambientales desfavorables, de forma que el trabajador quede protegido en todo momento. Los trabajos se prohibirán o suspenderán en caso de tormenta, lluvia, vientos fuertes o cualquier otra condición ambiental desfavorable que dificulte la visibilidad, o la manipulación de las herramientas.

Las medidas a adoptar para prevenir, reducir y eliminar los riesgos que amenacen la seguridad y la salud de los trabajadores en los lugares de trabajo son las siguientes:

- El Contratista está en la obligación de dictar una charla de preingreso relacionada con seguridad e higiene industrial, a todo el personal contratado a fin de elevar el nivel de concienciación hacia el cumplimiento de las normas y procedimientos de seguridad.

- ❑ Los trabajadores deberán disponer de un apoyo sólido y estable, que les permita tener las manos libres, y de una iluminación que les permita realizar su trabajo en condiciones de visibilidad adecuadas, las fuentes de luz serán distribuidas y orientadas según las necesidades del caso. Los trabajadores no llevarán objetos conductores, tales como pulseras, relojes, cadenas o cierres de cremallera metálicos que puedan contactar accidentalmente con elementos en tensión.
- ❑ La zona de trabajo deberá señalizarse y/o delimitarse adecuadamente, siempre que exista la posibilidad de que otros trabajadores o personas ajenas penetren en dicha zona y accedan a elementos en tensión.
- ❑ Los trabajos en tensión sólo podrán ser realizado por personal capacitado, siguiendo un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión. Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.
- ❑ El método de trabajo empleado y los equipos y materiales utilizados deberán asegurar la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico, garantizando, en particular, que el trabajador no pueda contactar accidentalmente con cualquier otro elemento a potencial distinto al suyo. Entre los equipos y materiales citados se encuentran:
 - a) Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, etc.) para el recubrimiento de partes activas o masas.
 - b) Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc.).
 - c) Las varas aislantes.
 - d) Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).
 - e) Los equipos de protección individual frente a riesgos eléctricos (guantes, gafas, cascos, etc.).

- ❑ Los equipos y materiales para la realización de trabajos en tensión se elegirán, de entre los concebidos para tal fin, teniendo en cuenta las características del trabajo y de los trabajadores y, en particular, la tensión de servicio, y se utilizarán, mantendrán y revisarán siguiendo las instrucciones de su fabricante.
- ❑ Cuando se realicen trabajos en los apoyos sin tensión en el lugar del corte debe ejecutarse el descargo y creación de la zona protegida. Además, el trabajador deberá contar con los protocolos de actuación que se harán por escrito y llevará consigo en todo momento. Estos protocolos serán redactados por CEL.
- ❑ El descargo se refiere al corte efectivo de todas las fuentes de tensión, visible o señalado por un medio seguro y al bloqueo o enclavamiento, si es posible, de todos los aparatos de corte en posición de apertura, y señalización en el mando de estos de prohibición de maniobrar.

La zona protegida será el área alrededor de la torre y que comprende una distancia mínima correspondiente a la servidumbre para todo personal ajeno a los trabajos de mantenimiento.

- ❑ Para evitar el riesgo de caídas de objetos utilizar la bolsa portaherramientas y cuerda de servicio, y cuerdas y poleas para subir y bajar materiales.
- ❑ Frente al riesgo de caídas de personas desde altura se debe inspeccionar la torre y el terreno, y llevar a cabo ascensos y descensos seguros (enganchar el cinturón de seguridad a una cuerda salvavidas).
- ❑ Antes de realizar los trabajos en las torres de la línea se debe colocar la puesta a tierra y en cortocircuito.
- ❑ Con respecto a las posturas de trabajo no deben mantenerse en posturas estáticas prolongadas y deben evitarse los giros y posiciones forzadas.

- ❑ El Contratista deberá mantener una cantidad adecuada de equipos de protección personal en los almacenes dentro de sus instalaciones a fin de garantizar permanentemente la disponibilidad de dichos equipos.

- ❑ Disposiciones generales para trabajos sin tensión:
 - a) Para la supresión de la tensión se seguirá el siguiente proceso: desconectar, prevenir cualquier posible retroalimentación, verificar la ausencia de tensión, poner a tierra y en cortocircuito, y proteger frente a elementos próximos en tensión.
 - b) Una vez finalizados los trabajos el procedimiento a seguir para reponer la tensión es: retirada de las protecciones adicionales y de la señalización que indica los límites de la zona de trabajo, retirada de la puesta a tierra y en cortocircuito, desbloqueo y/o la retirada de la señalización de los dispositivos de corte y cierre de los circuitos para reponer la tensión.

- ❑ Prohibir la introducción, venta, uso y consumo de drogas alucinógenas y bebidas alcohólicas. Igualmente, queda prohibido presentarse al trabajo en estado de ebriedad o bajo el efecto de cualquiera de dichas sustancias.

El equipo de protección colectiva incluye, como mínimo, pero sin limitarse a ello, lo siguiente:

- Cintas
- Vallas
- Protectores aislantes
- Detectores de ausencia de tensión
- Equipos de puesta a tierra y en cortocircuito
- Pararrayos

El equipo de protección individual incluye, como mínimo, pero sin limitarse a ello, lo siguiente:

- Casco de seguridad especial para alta tensión con barbuquejo
- Cinturón de seguridad (cinturón de sujeción y arneses anticaída)

- Varas
- Botas de trabajo o de seguridad
- Guantes de protección frente a riesgos mecánicos
- Guantes aislantes
- Bolsas portaherramientas y cuerda de servicio
- Ropa de protección
- Alfombra aislante
- Gafas protectoras

9.2.4 Plan de contingencia

Objetivos y Alcance

El objetivo del Plan de Contingencia es brindar información necesaria y formas de actuación ante la una emergencia; ya que el desconocimiento de la misma es, en ocasiones, las causas de incremento de muertos y mayores destrucciones de la comunidad.

Organización Previa

Para la correcta y eficiente implementación del Plan de Contingencia se deberá contar, como mínimo, con lo siguiente:

- Capacitar al personal en las medidas de actuación de ante situaciones de emergencia.
- Identificar los sitios de posibles refugios o zonas seguras.
- Contar con equipo de primeros auxilios y personal capacitado para brindarlo.
- Tener en un lugar visible los números telefónicos de emergencia.

Plan General de Acción

Cuadro 9.6 Plan general de acción ante huracanes

HURACANES		
ANTES (Prevención)	DURANTE (Reacción)	DESPUÉS (Respuesta)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Planifique y Organice en conjunto la evacuación de las viviendas y el sitio de trabajo. ▪ Revise la resistencia de su 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conserve la calma, no permita que el pánico se apodere de usted y tranquilice a los que están a su 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Siga las instrucciones impartidas por el Comité Nacional de Emergencia. ▪ Tenga en sintonía la radio

HURACANES		
ANTES (Prevención)	DURANTE (Reacción)	DESPUÉS (Respuesta)
<p>casa o campamento, principalmente la fortaleza y anclaje de la viga y los muros que soportan los pisos y el techo.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Si se está laborando cerca de ríos, mares procure desalojar el sitio con la debida anticipación e ir a un lugar alto, distante, resistente y cubierto. ▪ Si su casa o lugar de campamento es buen resguardo, asegure el techo. ▪ Tenga un botiquín de primeros auxilios, una caja de herramientas y un pito para dar aviso de un peligro cercano o si se queda atrapado. ▪ Tenga a mano un transistor y una lámpara de manos con baterías en buen estado ▪ Infórmese por radio u otros medio de los avisos que den las autoridades competentes. ▪ Almacene agua potable ▪ Maneje alimentos que no sea necesario refrigerar, cocinar o preparar. ▪ Baje al piso todos los objetos que se pueden caer ▪ Con la colaboración de las autoridades competentes evite que árboles o postes de la luz se puedan caer. ▪ Ayude a sus vecinos para que 	<p>alrededor.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ No deje ninguna ventana abierta. ▪ Quédese en la habitación más pequeña de la casa o campamento, que tenga paredes más fuertes. ▪ Si se encuentre en la intemperie, busque refugio bajo techo. Si no puede acuéstese en el piso, en el lugar que le ofrezca mayor protección, ya sea en cuneta, zanja o alcantarilla, y cúbrase la cabeza con los brazos. ▪ No encienda fósforos, ni velas o algo que provoque un incendio. ▪ Desconecte o suspenda sistemas de gas o electricidad en su casa. ▪ Recuerde que al pasar el ojo del huracán hay un momento de aparente calma, eso significa que sólo la mitad de la tormenta ha pasado y que aún falta la otra mitad. No salga por ningún motivo porque volverán los vientos huracanados y las lluvias ▪ Mantenga encendido el radio. Es probable que exista transmisión radial, aunque también puede ser que el huracán las interrumpa. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Asegúrese que no existan elementos que hayan quedado débiles y se puedan caer, tales como ramas de árboles, postes, transformadores, etc. ▪ Evite pararse sobre cables eléctricos caídos o sueltos. No camine descalzo. ▪ Procure no utilizar servicios hospitalarios, de comunicaciones, etc., a no ser que los necesite realmente. ▪ Verifique el estado de resistencia de su casa o campamento para saber si puede o no permanecer allí. Los muros pueden haberse debilitados. ▪ Si el agua ha invadido su casa o vecindario limpie los desagües. ▪ Durante el huracán, es posible que el agua se haya contaminado, por eso procure hervirla o dejarla reposar durante 24 horas (así las impurezas se van al fondo)

HURACANES		
ANTES (Prevención)	DURANTE (Reacción)	DESPUÉS (Respuesta)
<p>realicen todos los preparativos de la emergencia.</p> <ul style="list-style-type: none"> Desconecte y guarde las antenas de radio y televisión que pueda tumbar 		

Fuente: Centro para Prevención de Desastres Naturales de América Central

Cuadro 9.7 Plan general de acción ante terremotos

TERREMOTOS		
ANTES (Prevención)	DURANTE (Reacción)	DESPUÉS (Respuesta)
<ul style="list-style-type: none"> Desarrollar planes de emergencia, que indiquen cómo actuar ante un sismo; estos planes deben de incluir la ubicación de aquellos sitios más seguros de la casa o edificios, así como las salidas de emergencias disponibles. Se debe establecer además, los procedimientos para realizar una evacuación segura y ordenada posterior a la ocurrencia de un temblor fuerte. Estos planes deben ser conocidos por todas las personas que permanecen frecuentemente en las áreas vulnerables y ponerse a prueba mediante simulacros. Las construcciones o reparación de viviendas y/o estructuras deben ampararse en códigos de construcción previamente establecidos, o en especialistas en la 	<ul style="list-style-type: none"> Conserve la calma, no permita que el pánico se apodere de usted y tranquilice a los que están a su alrededor. No utilice elevadores y si es posible cierre el gas, agua, y la electricidad. Si permanece adentro de la casa o sitio de hospedaje dirijase a los lugares más seguros previamente seleccionados. Aléjese de las ventanas, muebles, árboles, cables y estructuras que puedan caerse. Si está dentro de un local, permanezca dentro; no salga corriendo, puede exponerse a ser atropellado. 	<ul style="list-style-type: none"> Si hay lesionados, incendios o fugas pida auxilio, en el caso de heridos procure prestarle primeros auxilios, si está en capacidad, de lo contrario busque ayuda calificada. Infórmese por la radio, u otros medios de comunicación de los avisos que darán las autoridades. Si es necesario evacuar, hágalo con calma, no se devuelva por ningún motivo. No use fósforos, ni use aparatos eléctricos para evitar otros daños. Inspeccione su casa u oficina. Si presentan daños no la habite. Localice fugas de agua, gas, líneas eléctricas rotas,

TERREMOTOS		
ANTES (Prevención)	DURANTE (Reacción)	DESPUÉS (Respuesta)
<p>materia.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Realizar estudio técnico de la resistencia de la estructura, para determinar posibles áreas que reforzar o reconstruir, así como los lugares más seguros y las áreas más susceptible de daños. ▪ Planifique y organice en conjunto con los trabajadores la evacuación de las zonas de trabajo y residencia. ▪ Mantener teléfonos de emergencia (Secretaría Ejecutiva, Defensa Civil, Bomberos, Cruz Roja, Policía, Médicos) lámpara de mano, extinguidor de incendios, agua embotellada y comida enlatada para unos tres días, destapador de latas y botellas. Es adecuado tener a mano un pito como sistema de alerta y para pedir ayuda. ▪ Tener personal capacitado para brindar los primeros auxilios ▪ Identifique los lugares más seguros dentro de su vivienda o sitios de hospedaje, revise que las salidas principales y alterna, estén libres de obstáculos. ▪ Fije cuadros, espejos, armarios, lámparas y candiles, plantas colgantes.. ▪ Inmovilice los muebles en la pared o el piso 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Si está en un edificio de varios pisos y no está cerca de un mueble firme, colóquese contra una pared interior y con ambas manos cúbrase la cabeza y colóquela entre las rodillas. ▪ En caso de tener un mueble sólido, escritorio o mesa, agáchese y manténgase debajo. ▪ No encienda fósforos, ni vela o algo que provoque un incendio. ▪ Si se encuentra en el exterior busque lugares el aire libre y asegúrese de estar salvo de cables del tendido eléctrico, postes o árboles. ▪ Si se encuentra en la ciudad asegúrese de estar alejados de escaleras exteriores, fachadas de edificios, rótulos, balcones; aléjese de edificios de muchos niveles en donde las ventanas y estructuras pueden esparcir escombros peligrosos sobre la calle. ▪ Si se encuentra en su vehículo: Maneje serenamente a un lugar alejado de puentes, vías rápidas y tendido eléctrico, estacionese en un sitio fuera de peligro y permanezca en su vehículo hasta que deje de temblar. ▪ Si se encuentra en lugares públicos y muy concurrido: no grite, no corra y no empuje. Salga serenamente o 	<p>drenajes colapsados. Si existen daños procure repararlos.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Después de un sismo grande, pueden presentarse otros (réplicas), manténgase preparado. ▪ Evite pararse sobre cables eléctricos caídos o sueltos. No camine descalzo. ▪ En caso de quedar atrapado conserve la calma, trate de comunicarse con el exterior golpeando con algún objeto. Si emplea escaleras, esté seguro que resistirá el peso y el movimiento. ▪ No propague rumores y colabore con las autoridades. ▪ Absténgase de curiosear por las calles, especialmente en las zonas de remoción y rescate de víctimas, pues su presencia pasiva puede entorpecer las labores de salvamentos. ▪ Antes de abandonar la casa, desconecte el agua, el gas y la electricidad ▪ Si usted es profesional de la ingeniería, medicina, enfermera o afines, coopere con los organismos de emergencia. Su participación ciudadana en forma ordenada, facilitará la actuación de los entes encargados de actuar en casos de siniestros.

TERREMOTOS		
ANTES (Prevención)	DURANTE (Reacción)	DESPUÉS (Respuesta)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aleje la cama de lugares peligrosos(roperos, muebles donde se colocan televisores, equipos de sonidos, VHS, computadoras etc.) ▪ Asegúrese de llevar consigo una identificación ▪ Coloque los objetos grandes y pesados en lugares bajos o en el suelo. ▪ Mantenga en un lugar visible y accesible previamente establecido, copia de la llave de su casa u oficina. No la cambie de lugar. ▪ Reúnase con su equipo de trabajo y evalúe los recursos disponibles de la comunidad (médicos, constructores, ingenieros, equipos de comunicación, provisiones etc.) ▪ Con su equipo de trabajo conozca e identifique las rutas alternas a la que usualmente utiliza, en caso de ser necesario de utilizar otras vías cuando ocurra el sismo. 	<ul style="list-style-type: none"> permanezca en su lugar, aléjese de los escaparates de exhibición que contengan objetos que puedan caer, protéjase debajo de cualquier mueble fuerte. ▪ Si está en la playa aléjese, pues pueden ocurrir grandes olas o si están cerca de ríos aléjese de las orillas y busque refugio en un sitio alto y de poca pendiente, porque pueden ocurrir deslizamiento de tierra, represamiento y avalancha. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Colabore con sus vecinos, compañero de trabajo y con cualquier ciudadano afectado. ▪ No use agua de los grifos para beber; el agua puede estar contaminada. Use como reserva el agua de calentamiento, tanques de inodoros y otros tanques limpios. ▪ No descargue inodoros hasta verificar que las tuberías de aguas negras no están rotas. ▪ No permanecer en zonas propensas a deslizamientos, es decir, zonas de fuertes pendientes donde se presenten agrietamientos o desprendimientos de materiales.

Fuente: Centro para Prevención de Desastres Naturales de América Central

INCENDIO

Los riesgos de incendios a los que puede estar sometido el personal que labora en la construcción y operación de una línea de transmisión, por las características y ubicación de la misma, son en su mayoría incendios de tipo forestal.

Por causas naturales, estos incendios son ocasionados por la caída de rayos; pero la mayoría de ellos son causados por la acción del hombre, directa o indirectamente. Estos incendios pueden ser causados por la quema por parte de los agricultores, descuido al botar las colillas de cigarrillos, por cocinar en el bosque o encender fogatas, entre otras.

Cuadro 9.8 Plan general de acción ante incendios

INCENDIOS	
ANTES (Prevención)	DURANTE (Protección y Seguridad)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mantener extinguidores apropiados en lugares previamente identificados para ello. ▪ Revisar las condiciones mecánicas de los equipos, evitando sobrecalentamiento de los mismos. ▪ Nunca jugar con fósforos y/o encendedores, ni tirar colillas de cigarrillo encendidas al suelo. ▪ Supervisar las fogatas, evitando que el fuego se salga de control. ▪ Si el clima es seco y está ventoso, no hacer fogatas. ▪ Al encender una fogata, selecciona un lugar abierto, lejos de los árboles, las hojas y las ramas secas. Limpia la tierra de basura o desperdicios 3 metros a la redonda del lugar donde se planea realizar la fogata. ▪ Nunca dejes solo el fuego. Antes de dejar el área, con cuidado apagar el fuego con agua y tierra. ▪ Mantén limpio el entorno forestal. No dejar o tirar botellas o cristales en el bosque. Estos podrían hacer las veces de vidrio refractor e iniciar un incendio. ▪ Eliminar toda basura, desperdicios y del material inflamable que se encuentren alrededor del área de trabajo y puedan ser material combustible, como pasto, hojas y 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Si el incendio está cerca, mantener la calma y alejarte lo más posible del incendio. ▪ Cubrir la boca con un pañuelo seco, si el humo es denso y se dificulta la respiración. ▪ En caso de incendiarse la ropa, tirarse al suelo y rodar una y otra vez hasta que el fuego se apague. ▪ Si es un compañero el que se está incendiando, envolverlo con una manta y hacerlos rodar por el suelo hasta que el fuego se extinga.

ramas secas. <ul style="list-style-type: none">▪ Almacenar adecuadamente las sustancias inflamables.	
---	--

Fuente: Centro para Prevención de Desastres Naturales de América Central

EMERGENCIAS AMBIENTALES

Se han identificado las siguientes situaciones de riesgo ambiental que pudieran provocar un accidente con posible impacto ambiental:

- Riesgo de incendio. Provocadas por descargas atmosféricas, faltas fase- tierra u otro evento análogo. Esta situación incluye los posibles riesgos de incendio provocados por eventos naturales que pudieran provocar la caída del apoyo o rotura de conductores
- Fugas y derrames accidentales. Provocados por fugas o derrames accidentales de combustibles u otro producto químico durante la fase de construcción (acopio de combustible de grupos electrógenos, vehículos o maquinaria).
- Atropello de comunidades faunísticas: Esta situación es provocada por el paso de maquinarias pesadas durante las actividades de movimiento de tierra y desbroce de la capa vegetal para la definición del trazado, instalaciones auxiliares, construcción de zapatas y red de tierra, entre otras. Y la fase de operación en las actividades de mantenimiento de la servidumbre y operación de la línea.
- Accidentes laborales: Esta situación es provocada por el desarrollo de las actividades cotidianas del trabajador en la construcción y operación de la línea; al manejo de equipos pesados y herramientas de trabajo, así como la exposición a alturas.

Para facilitar la rápida actuación del personal ante la situación de emergencia se presentan algunas fichas de actuación en las que se indicarán:

- Situación de riesgo identificado.
- Impactos medioambientales asociados.
- Secuencia de actuación ante el evento. Aquí se definirán, una vez que se ha producido la emergencia, los pasos que hay que dar para minimizar los riesgos de daño a las personas y al Medio Ambiente.
- Responsabilidades. Aquí se definirán quiénes son los responsables de actuar ante la emergencia, de establecer las medidas preventivas para que ésta no ocurra y para minimizar o reparar los daños provocados al medio ambiente después de ocurrida la situación de que se trate.
- Medidas: se describirán las medidas preventivas encaminadas a reducir la probabilidad o posibilidad de daño ante la situación considerada así como las actuaciones encaminadas a minimizar los daños medioambientales una vez ocurrida la situación de emergencia.
- Teléfonos de contacto. Se incluirán los teléfonos de personal externo que, en caso necesario, deban incluirse para actuar e informar ante la emergencia considerada.

A continuación se presentan Los Planes de Contingencia ante las situaciones de emergencia identificadas.

SITUACIÓN DE EMERGENCIA: Riesgo de incendio estructura forestal	
IMPACTOS MEDIO AMBIENTALES ASOCIADOS	1 Afección a la vegetación y a la fauna
	2 Posible impacto sobre la población
SECUENCIA DE ACTUACIÓN	
1	Llamar inmediatamente a los bomberos
2	Con carácter general, se aislará la fuente del incendio por medios físicos, para evitar que se siga propagando. Si el fuego es provocado por un agente sólido se tratará con agua o polvo, si el agente es líquido se usará polvo, halones o CO ₂ , nunca agua, si se trata de metales sólo se usará arena y si es material eléctrico se actuará del mismo modo que si es líquido. Respecto a los gases no hay nada muy efectivo

3	Tomar las medidas de protección personal adecuadas para trabajar en la zona
4	Se tomarán todas las precauciones expuestas en el manual de primeros auxilios para accidentes por quemaduras
MEDIDAS	1 Comunicar con la Oficina de Bomberos cualquier suceso que implique un incendio
	2 Comunicación del incidente al Ministerio de Salud, MARN y CEL

SITUACIÓN DE EMERGENCIA: Derrames de productos, aceites o combustibles

IMPACTOS MEDIO AMBIENTALES ASOCIADOS	1	Contaminación de suelos por derrame de aceites o combustible
	2	Contaminación de aguas por derrame de aceites o combustible
SECUENCIA DE ACTUACIÓN		
1	Aislar la fuente del derrame por medios físicos, para evitar que se siga produciendo: - Hacer rodar los tanques hasta que no salga su contenido, calzarlos y taponarlos	
2	Tomar las medidas de protección personal adecuadas para trabajar en la zona del derrame: gafas protectoras, guantes y botas de goma	
3	Contención del derrame por medios físicos: - Barreras absorbentes de arena - Barreras absorbentes de aserrín Se rodeará la fuente del derrame con una altura suficiente de absorbente para evitar o minimizar su extensión	
MEDIDAS	1	Comunicar con la Oficina de Bomberos y el COEN
	2	Comunicación del incidente al Ministerio de Salud y MARN
	3	En caso de accidente en el transporte, el conductor, comunicará el accidente o inmovilización del vehículo, a la autoridad y al cuerpo de bomberos, indicando: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Lugar del accidente o inmovilización ▪ Cantidad y clase de la materia transportada ▪ Duración prevista de la inmovilización ▪ Efectos previsibles del accidente o inmovilización ▪ Necesidad de trasvasar las materias peligrosas

SITUACIÓN DE EMERGENCIA: Atropello de comunidades faunísticas		
IMPACTOS MEDIO AMBIENTALES ASOCIADOS	1	Disminución de especies terrestre
SECUENCIA DE ACTUACIÓN		
1	Disminuir la velocidad del vehículo	
2	Asegurarse que no haya otras especies en sitios cercanos al accidente que puedan verse afectadas.	
MEDIDAS	1	Disminuir la velocidad del vehículo
	2	Informar a la oficina más cercana de MARN del accidente.
	3	Seguir las instrucciones de actuación dadas por MARN.

SITUACIÓN DE EMERGENCIA: Accidentes laborales		
IMPACTOS MEDIO AMBIENTALES ASOCIADOS	1	Afectación a la salud humana
SECUENCIA DE ACTUACIÓN		
1	Despejar el área del accidente	
2	Identificar el accidente	
3	Brindar los primeros auxilios	
4	Llamar inmediatamente al centro o puesto de salud más cercano; seguir todas sus indicaciones.	
MEDIDAS	1	Verificar la seguridad de las instalaciones
	2	Verificar que los trabajadores lleven el equipo de protección.
	3	Revisar la correcta señalización del área de trabajo.

Metodología de evaluación y seguimiento

La evaluación del Plan de Contingencia será realizada después de cada simulacro o emergencia, con el fin de actualizarlo, complementarlo y adecuarlo. Esta se realizará mediante la observación y seguimiento de todo el proceso de ejecución, y se anotará en un Formulario de Evaluación.

El formulario de Evaluación tendrá como mínimo los siguientes campos: (Hora, Acción desarrollada, Participante, Acción esperada, Observaciones)

La evaluación se realizará confrontando la respuesta esperada con respecto a la obtenida. De las conclusiones obtenidas se desprenderán las modificaciones al Plan de Contingencia y a la organización de futuros simulacros.

También serán evaluados los siguientes aspectos:

- *Equipo:* Dentro del área de trabajo se deberá contar con el equipo mínimo de seguridad y elementos básicos para enfrentar una contingencia.
- *Entrenamiento:* se evaluará el programa de capacitación y los planes de entrenamiento periódicos para el personal, incluyendo prácticas para las cuadrillas, cursos y simulacros.
- *Documentación:* La documentación debe ser clara y concisa, incluir los procedimientos de actuación, antes, durante y después de la contingencia; los números de contactos, etc.

Se evaluará la estructura del documento, la asignación de responsabilidades y su conocimiento por parte de todo el personal involucrado.

Programa de capacitación y simulacros

Las capacitaciones en la correcta forma de actuación ante las contingencias identificadas y para la realización de los simulacros deberán ser dictadas por la entidad competente, Comité de Emergencia Nacional (COEN) en conjunto con el Contratista del Proyecto.

Los simulacros deben corresponder a un Plan de Emergencia o Contingencia elaborado con anterioridad y que contenga la estrategia más adecuada para enfrentar una contingencia. Se debe preparar un guión que simule las circunstancias reales y que incluya secuencia de horarios, objetivos, relación de participantes, recursos necesarios, formatos de observación y de evaluación.

Los simulacros deberán ser llevados a cabo por personal superior del Comité de Emergencia Nacional con responsabilidad en el planeamiento y la coordinación operativa, y el personal encargado de las tareas de las observaciones y evaluaciones.

Cuadro 9.9 Preparación de un simulacro

PREPARACIÓN DE UN SIMULACRO	
Propósito	Justificación y descripción general del objetivo del Simulacro.
Lugar	Determinación del lugar donde se realizará el Simulacro.
Desarrollo	Descripción de la situación de emergencia y tareas a realizar por los participantes.
Zona de Trabajo	Enumeración de la zona de trabajo (región, provincia/s, municipio/s, localidad/es)
Inicio	Evento ó acción que da inicio al Simulacro. .
Fin	Determinación de las acciones que dan por cumplido el objetivo del Simulacro
Puntos a considerar	Definiciones sobre el origen de los datos utilizados en el Simulacro (reales o ficticios) y los nombres de los Grupos de Trabajo.
Programa de Actividades	Definir por cada día de actividad: Hora, Responsable, Actividad, Lugar
Consecuencias a tener en cuenta	Listado de las consecuencias directas y asociadas que genera la situación de emergencia.
Situación	<ol style="list-style-type: none"> 1. Situación geográfica. Descripción del área involucrada en el Simulacro 2. Mapa de la zona 3. Descripción de la zona
Situación Base	Descripción de las condiciones (meteorológicas, hidrológicas, geológicas, etc.)
Situación Inicial	Descripción, en tiempo y lugar, de la situación que inicia el Simulacro.

Fuente:Elaboración propia en base a datos del Centro para Prevención de Desastres Naturales de América Central y <http://www.proteccioncivil.gov.ar> consultada en octubre de 2003.

Inventarios logísticos

El inventario logístico conduce a las gestiones necesarias para proveer los materiales identificados en los planes desarrollados por Operaciones y Planificación.

Para el desarrollo del Simulacro, el Organismo responsable de la ejecución deberá contar con los siguientes elementos:

1. Cartografía.

2. Medios de comunicación

2.1. Telefónicos

2.2. Radiales

3. Equipamiento informático

3.1. PC

3.2. Impresoras

4. Medios audiovisuales

4.1. Retroproyector

4.2. Equipamiento de audio y micrófonos

4.3. Megáfono

5. Insumos

5.1. Papel

5.2. Bolígrafos

6. Medios de movilidad

9.2.5 Plan de Seguimiento Ambiental

El Plan de Seguimiento Ambiental, tiene como finalidad principal, el llevar a buen término las actuaciones dirigidas a la minimización o desaparición de los posibles impactos ambientales. De los Planes de Manejo propuestos para este proyecto, el Presente Plan de Seguimiento Ambiental coincide en sus contenidos y filosofía con los Planes de Vigilancia Ambiental descritos comúnmente con esta denominación en la bibliografía relativa a EsIA.

Los objetivos fundamentales que se han planteado son los siguientes:

- Verificar tanto la correcta ejecución de las obras de construcción del proyecto como la explotación del mismo, de forma que se cumplan en ambas fases las medidas correctoras previstas.
- Comprobar que los impactos producidos por la puesta en funcionamiento son los previstos, tanto en magnitud como en lo que se refiere al elemento afectado.
- Detectar si se producen impactos no previstos en el estudio, y poner en marcha las medidas correctoras pertinentes en caso necesario.
- Seguir la evolución de las medidas correctoras adoptadas, comprobar la eficacia de las mismas y, determinar, en caso negativo, las causas que han provocado su fracaso y establecer las nuevas medidas a adoptar.

En general, un Programa de Seguimiento Ambiental, debe tener, además de unos objetivos perfectamente definidos, un programa de desarrollo temporal, articulado en varias fases íntimamente relacionadas con el progreso de la ejecución del Proyecto y de la obra, marcando una serie de hitos en la realización del mismo.

Sin embargo, las especiales circunstancias que posee la construcción de una línea de alta tensión, en la que es difícil fijar de antemano los avances de los diversos trabajos, condiciona la

realización de un Programa de Seguimiento por etapas perfectamente definidas, debido a la dificultad de programación de este tipo de obras, motivada esencialmente por la imposibilidad de conocer a priori, dónde y cuándo, se van a iniciar los trabajos, así como la progresión de los mismos, ya que en gran medida está en función del proceso de adquisición de servidumbres y expropiaciones.

Esta situación, supone que el Plan de Seguimiento Ambiental no se defina estrictamente como un programa secuencial, debiendo interpretarse entonces como una asistencia técnica a acometer durante las distintas fases, de tal manera que se consiga evitar o subsanar, los posibles impactos que pudieran aparecer, tanto en aspectos ambientales generales, como en la aplicación de las medidas correctoras.

El objetivo que se persigue con el mismo, es evitar que se provoquen la mayor parte de los impactos imputables a la línea, así como determinar cuáles son las labores a ejecutar en cada momento y caso, para corregir o minimizar las alteraciones generadas, de tal manera que, una vez finalizada y puesta en servicio la línea, sea compatible con los usos tradicionales del territorio.

Serán, de aplicación para el Plan de Seguimiento Ambiental, en la ejecución de esta obra, toda la legislación vigente presentada el capítulo de análisis del Marco Legal, y cuantas disposiciones oficiales existan sobre la materia de acuerdo con la legislación vigente y directrices ambientales del BID que guarden relación con la misma, con sus instalaciones auxiliares, o con trabajos necesarios para ejecutarlas.

El Programa de Seguimiento permitirá la comprobación sobre el terreno de que el trayecto de las calles y la ubicación de los apoyos que se ha proyectado, es compatible con la conservación de las masas de vegetación y que las necesidades de desbroce sean lo más leves posible. Otro aspecto fundamental, es la realización de esfuerzos de diseño, con criterios medioambientales, en el trazado de los accesos de nueva construcción.



Se presenta a continuación, el Plan de Monitoreo para la Línea de Transmisión Eléctrica 230 kV del Proyecto SIEPAC-Tramo El Salvador.

CRONOGRAMA DE SEGUIMIENTO

	DÍAS																														1	2	3	4		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30					
CONSTRUCCIÓN																																				
Medición de sustancias tóxicas en suelo																																				
Higiene y seguridad laboral																																				
Protección del suelo																																				
Protección de talud																																				
Protección de cuerpos de agua																																				
Protección de áreas verdes(*)																																				
Trampas de sedimentos y aceite (*)																																				
Buen estado del equipo																																				
Protección de la capa vegetal (*)																																				
Evitar el demonte innecesario (*)																																				
Educación ambiental																																				
Recolección de desechos																																				
Indicadores de buena salud de las																																				
OPERACION																																				
Medición de la intensidad de los dB y																																				
Densidades de siembra y viabilidad de																																				
Medición de u l																																				

Nota: (*) Dependen del cronograma de trabajo del contratista responsable de la construcción del Proyecto.

SEMANALMENTE PARA LA PRIMERA FASE DE SIEMBRA

9.2.6 Actividades generales de Monitoreo

Se constatarán los efectos que realmente habrá generado la construcción de los accesos y la realización de obras de drenaje en los mismos, tanto para asegurar la libre circulación de los cursos atravesados, como para asegurar su mantenimiento a largo plazo.

Igualmente, se comprobarán los posibles daños sobre los cultivos presentes o la vegetación existente y su capacidad de regeneración, así como las afecciones provocadas en las instalaciones auxiliares y si en las mismas se da un rebrote firme de la vegetación precedente. También se evaluará la necesidad de acometer labores de revegetación o recuperación en los terrenos que queden fuera de uso.

Además, será necesario vigilar las actividades propias de la obra, tales como movimientos de maquinaria y de personal en las zonas acotadas para ello. Las tareas de mantenimiento de la maquinaria, que implican el uso de lubricantes y aceites, sustitución de piezas de repuesto, etc., estarán permanentemente supervisadas, de modo que cualquier tipo de residuo sea convenientemente almacenado y trasladado a plantas de tratamientos específicos o a vertederos controlados.

Por otro lado, es necesario verificar, en esta fase, la ejecución de medidas correctoras definidas en los Planes Operativos como aquéllas para la recuperación de la vegetación y control de la erosión, o para mitigar el riesgo de colisión por parte de las aves.

A continuación, se presentan las actividades de verificación, clasificadas por elementos del medio.

SUELO / PAISAJE:

- Se controlará la no aparición de vertederos incontrolados de materiales de excavación y desechos en terrenos adyacentes a las obras.

- Las cajas, embalajes, desechos, etc., y el hormigón desechado producto de la obra, que no cumpla las normas de calidad, deben ser eliminados en lugares aptos para el vaciado de escombros y predefinidos en el Plan de Obra.
- Se controlará la no formación de cárcavas y procesos erosivos en los taludes y superficies desprovistas de vegetación debido a la construcción de la línea.
- En este sentido, el Contratista Principal, está obligado a definir la localización exacta de las instalaciones de obra, tales como parques de maquinaria, almacenes de materiales, aceites y combustibles, etc., teniendo siempre en cuenta la protección y la no afección a los valores naturales del área. Este plano deberá ser sometido a la aprobación de la Dirección de Obra. Se vigilará que no se ocupe más superficie de la señalada en el plano de localización, que deberá ser la mínima posible.
- La retirada de tierra vegetal se efectuará de acuerdo a los criterios especificados para la extracción en los Planes Operativos.
- Se procederá al tratamiento adecuado de las superficies compactadas por las instalaciones y obras auxiliares y a su posterior restauración, restituyendo donde sea viable la forma y aspecto original del terreno.
- Se almacenarán los aceites usados en condiciones satisfactorias, evitando las mezclas con el agua o con otros residuos no oleaginosos y cuidando que los bidones en los que se almacena se encuentran en buen estado, y se almacenarán en posición vertical para evitar fugas incontroladas.
- Vigilar las condiciones de almacenamiento, utilización y retirada de las pinturas utilizadas.
- Se controlará, el que los taludes que fuera necesario realizar se diseñen y ejecuten, en la medida de lo posible, con formas redondeadas, evitando aristas y formas antinaturales.

VEGETACIÓN:

- Se contará con la autorización del MARN para la realización de talas y desbroces, así como para la quema de la broza. En este caso se controlará que se realice fuera de las zonas arboladas, en las condiciones meteorológicas adecuadas y que existe una vigilancia permanente hasta el completo apagado de los restos.

- Previamente a la ejecución del desbroce, se deberán marcar convenientemente por medio de estacas o señales, aquellos pies que puedan ser dañados por la maquinaria durante la fase de obras.
- Se realizará el mantenimiento de las calles de las líneas, vigilando que no queden restos del desbroce para evitar la posibilidad de incendios forestales.

FAUNA:

- En el caso de que se detectara un aumento de mortalidad de avifauna por colisión, se procederá a la instalación de salvapájaros donde sea preciso. Estas medidas se detallarán, en su caso, indicando el tipo de señalización y el tramo de línea afectado.

MEDIO SOCIOECONÓMICO:

- Se controlará, que en la medida de lo posible, no circulen camiones y maquinaria pesada destinada a la ejecución de las obras durante la fase de construcción por los núcleos poblados más próximos.
- Se vigilará que no se arrojan piedras y vertidos de materiales de excavación a los prados, cultivos colindantes y masas de arbolado cercanas.
- Se vigilará que no se entre ni se afecta a las propiedades vecinas. En caso de que por accidente, alguna de ellas sea dañada, se controlará que se lleve a cabo la rehabilitación de todos los daños ocasionados.
- Se deberán mantener cerrador los protones o portillos de aquellas propiedades que se deban utilizar para acceder a los sitios de la obra.

9.2.7 Parámetros de seguimiento

VEGETACIÓN

Luego de concluida la construcción de la línea, durante la fase de siembra, se dará seguimiento visual y por conteo de la densidad de siembra y estado de las plantaciones utilizadas para la revegetación. Se deberán evaluar los siguientes parámetros: tipo de vegetación utilizada, sobrevivencia, porcentaje de cobertura y arraigo a la tierra.

SUELO:

Se realizará un seguimiento semanal durante la construcción de la línea de las condiciones del suelo en el área de trabajo y sitios de acopio para verificar que no hayan contaminación de suelos.

De producirse accidentes de derrames de sustancias contaminantes, se procederá a ejecutar lo establecido en la ficha de medida de contingencia para contaminación de suelos. El inspector verificará que se haya cumplido con las medidas de contingencias establecidas.

RUIDO:

La intensidad de los decibeles generados durante la fase operación será medida con un sonómetro tipo 2, adecuado para mediciones generales en terreno, resistente a los campos electromagnéticos, con intervalos de 30 a 140 dB.

Los equipos que pueden ser utilizados en las mediciones son:

- Sonómetro modular de precisión Brüel & Kjaer modelo 2260 Tipo1, N° de serie 2234435.
- Calibrador acústico Brüel & Kjaer, modelo 4231 N° de serie 2218354.
- Micrófono Brüel & Kjaer, modelo 4189, N° de serie 2364270.
- Termoanemómetro Testo, modelo 0560 4350, N° de serie 00549927.
- Sonda anemómetro Testo, modelo 06359344, N° de serie 104.
- Termohigrómetro Testo, modelo 615, N° de serie 00278001.

Se realizarán mediciones bajo la línea de transmisión, y a ambos lados a las distancias paralelas a la línea de 15 y 30 m.

Los registros serán tabulados y comparados con los niveles máximos permisibles por la legislación nacional y en su defecto por normas internacionales.

Estas mediciones se realizarán diariamente durante la fase de construcción en los días laborables y anualmente cuando inicie operaciones la línea.

RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS:

La intensidad del campo electromagnético generado por la presencia de líneas de transmisión de alta tensión será medida con un equipo medidor CEM EMF-027 con un rango de 20/200/2,000 μ T, 200/2,000/20,000 mG y punta de prueba separada, o equipo similar.

Las mediciones se realizarán semestralmente bajo la línea, a 15 m y 50 m paralela a la línea desde el eje central, a ambos lados. Se llevará un registro de los datos obtenidos, fecha, sitio de la muestra, condiciones atmosféricas y observaciones; los que se tabularán para el análisis del comportamiento de la intensidad del campo electromagnético.

Las comparaciones de los niveles de intensidad del campo electromagnético se harán, hasta tanto no se tenga normativa local, con las normas internacionales de exposición a campos eléctricos y electromagnéticos existentes, como la Normativa de la Organización Mundial de la Salud, la Asociación Internacional de Protección contra Radiaciones (IRPA) o la Comisión Internacional de Protección contra las Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP).

Para la realización de las mediciones de contaminación de suelo, niveles de ruido, contaminación atmosférica, campos electromagnético-s se podrá y es recomendable, contratar los servicios de un laboratorio certificado y especializado que cuente con los procedimientos de medidas y estándares aceptados por MARN.

Los resultados obtenidos se entregarán al Ministerio de Ambiente y al de Salud como garante y depositarios oficiales de la información

HIGIENE Y SEGURIDAD LABORAL:

Se realizará una revisión semestralmente de los reportes de accidentes laborales, reportes de situaciones de incumplimiento a las normas, sanciones e incidentes en el área de trabajo. Se

revisará el Plan de Seguridad e Higiene Laboral con el que deberá contar el Contratista durante la fase de construcción y se verificará su cumplimiento.

CAPACITACIÓN DEL PERSONAL:

Al inicio de las labores de construcción se realizará una capacitación técnico-ambiental a todo el personal involucrado en las labores de construcción referente a las normas y comportamiento que se deberán seguir en todo momento.

9.2.8 Sitios de muestreo

Para dar seguimiento a los parámetros de nivel de ruido y campos electromagnéticos, se propone tomar las muestras en los poblados que se muestran a continuación, pero sin limitarse a ellos. Estos han sido seleccionados considerando que

- a) Estén localizados directamente bajo la línea de transmisión o a una distancia menor de 500 m de ella, a ambos lados;
- b) La línea atraviese poblaciones de alta densidad, centros urbanos.

Medición de ruido y campos electromagnéticos (Fase de operación)		
Departamento	Municipio	Poblado/Cantón
Ahuachapán	Atiquizaya	San Juan El Espino
San Miguel	Comacarán	Las Torrecillas



Santa Ana	Santa Ana	Los Apoyos
San Vicente	San Idelfonio	San Lorenzo
San Miguel	Chapeltique	San Pedro
Ahuachapán	Ahuachapán	La Danta
Ahuachapán	Ahuachapán	Hda. El Obarjuelo
Santa Ana	Santa Ana	San Felipe
San Vicente	Santa Clara	El Rosario
La Unión	Pasaquina	Los Encuentros



9.	Programa lan de manejo ambiental (pma)	550
9.1.	Plan de implementación de las medidas ambientales	552
9.2.	PLANES DE MANEJO	572
9.2.1	Planes operativos.....	572
9.2.2	Plan de capacitación técnico-ambiental.....	573
9.2.3	Plan de seguridad	581
9.2.4	Plan de contingencia.....	588
9.2.5	Plan de Seguimiento Ambiental	601
9.2.6	Actividades generales de Monitoreo	614
9.2.7	Parámetros de seguimiento	616
9.2.8	Sitios de muestreo	619

10. ANÁLISIS DE BENEFICIOS COSTOS

En este capítulo se presenta los costos ambientales asociados a las medidas de mitigación en las fases de diseño, construcción de la línea.

Actualmente, el Proyecto SIEPAC se encuentra en la fase de Factibilidad y Pre Inversión. El monto estimado para la línea es de US \$32.000.000,00 de los cuales 48.660.000 corresponden a SIEPAC Tramo El Salvador, estimando una vida útil de 30 a 50 años.

De acuerdo a datos suministrados por la Empresa Propietaria de la Red (EPR), dueña y promotora del Proyecto, los costos estimados para las medidas ambientales están en un rango de 1 a 1,5% del monto total del Proyecto.

A continuación se detallan los costos ambientales de las medidas de mitigación propuestas para el Tramo de El Salvador.

10.1. FASE DE DISEÑO

Elaboración de EsIA: 112.000

10.2. FASE DE CONSTRUCCIÓN

- Costo de las medidas de mitigación
 - Siembra de semillas y partes vegetativas (Incluye revegetación de taludes y base de las torres)

CANTIDAD	COSTO UNITARIO
----------	----------------

Ancho de la servidumbre (m)	30	Se recomienda la utilización de especies nativas. El precio incluye semilla, fertilizante y mano de obra (USD/Has)	250,00
Área a reforestar, 20% del total	0,20		
Recorrido total (km)	285		
Área a reforestar, 15% del total	0,15		
Área total a reforestar (Has)	25,65	Costo total de siembra(USD)	6.412,5
Inspección y seguimiento 1.500			
Total de la medida \$US			7.912,5

Nota: Cifras actualizadas a diciembre de 2003.

$$A = \frac{0,20 * 30 m * 285.000 m * 0,15}{10.000 m^2 / ha}$$

$$A = 25,65 ha$$

$$Costo total de siembra = 25,65 ha * \$250$$

$$Costo total de siembra = 6.412,5\$ / ha$$

- Camión cisterna

Aplicación sobre las áreas donde se construirán los caminos de acceso durante la época seca, considerando que son 3 meses.

CANTIDAD		COSTO UNITARIO	
Días	90	El precio incluye un camión cisterna equipado con agua, un chofer y su ayudante (USD/día)	150,00
Total de días	90	Costo total (USD)	11.571,00

Nota: Cifras actualizadas a diciembre de 2003.

$$Costo total = 150\$ / día * 90 días * \frac{6 días / semana}{7 días / semana}$$

$$Costo total = \$11.571,00$$

- Propuesta para el área protegida de Rancho Grande

CANTIDAD	
Perímetro	19.456 mL
Superficie	575 manzanas
Número de mojones	225
Costo total	20.000\$US

Nota: Cifras actualizadas a diciembre de 2003.

10.3. FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Limpieza de la servidumbre y partes vegetativas

CANTIDAD		COSTO UNITARIO	
Jornaleros para una hectárea	10	Salario del jornalero (USD/día-Has)	8,00
Chóferes	2	Salario del chofer (USD/Has)	30,00
Vehículos	2	El precio incluye el combustible y el vehículo (USD/Has)	27,50
Servidumbre	30 m	Costo (USD/Has) por evento (anual)	195,00
Distancia total	285 km		
Hectáreas totales	855	Costo total (USD) por evento	166.725
		Costo a 50 años de vida útil	8.336.250

$$Ha = \frac{285.000 \text{ m} * 30 \text{ m}}{10.000} \quad Ha = 855$$

$$\text{Costo total} = [(10 \text{ jornaleros} * 8 \text{ USD} / \text{dia} - Ha + (30 \text{ USD} / Ha * 2) + (27,50 \text{ USD} / Ha * 2)] * 855$$

$$\text{Costo total por evento} = 166.725 \text{ USD}$$

10.4. PLAN DE CAPACITACIÓN TÉCNICO AMBIENTAL

La metodología a emplear por el instructor ambiental será de conferencias. El costo estimado incluye el material didáctico a entregar a los participantes.

El instructor será nombrado por EPR, de no ser así, se incluirá en el costo del Contratista.

CANTIDAD		COSTO UNITARIO	
Período (horas/mes)	8	Honorarios del instructor	300,00
Duración (meses)	3	(USD/hora)	

Total de horas	24	Costo total (USD)	7.200,00
----------------	----	-------------------	----------

Nota: Cifras actualizadas a diciembre de 2003.

Concienciación del personal mediante rótulos en áreas puntuales de movimiento del personal.

CANTIDAD		COSTO UNITARIO	
Rótulos	50	Costo por unidad (USD)	130,00
Documentación impresa			3.000,00
		Costo total (USD)	9.500,00

Nota: Cifras actualizadas a diciembre de 2003.

10.5. PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL

El seguimiento ambiental estará a cargo de un ingeniero forestal o profesional similar cuya experiencia lo acredite para realizar este trabajo. Este será contratado por EPR.

CANTIDAD		COSTO UNITARIO (US\$)	
Ingeniero ambiental o similar	1	Honorarios del inspector	4.000,00
Periodo	1 año y 6 meses	Costo (\$/mes)	72.000,00,00

Nota: Cifras actualizadas a diciembre de 2003.

PRUEBAS	PARÁMETROS	FRECUENCIA	COSTO (US\$)	COSTO TOTAL
---------	------------	------------	--------------	-------------

PRUEBAS	PARÁMETROS	FRECUENCIA	COSTO (US\$)	COSTO TOTAL
FLORA Y VEGETACIÓN	Densidades de siembra y viabilidad de las plantaciones	Semanal durante la primera fase de siembra, tras concluir la fase de construcción. Después supervisión visual		Incluido en a siembra de semillas y partes vegetativas
NIVEL DE RUIDO	Nivel de intensidad del ruido en decibeles (dB) y duración.	Anualmente durante la fase de operación	\$150,00/muestra 10 puntos de muestreo	\$75.000
NIVEL DE INTENSIDAD DEL CAMPO ELECTROMAGNÉTICO	Nivel de intensidad en microtesla (μ T) alcanzados el campo electromagnético	Semestralmente durante la operación de la línea	\$150,00 (equipo) 10 puntos de muestreo	\$150.000

Nota: para el cálculo de los campos electromagnético se utilizaron los costos/muestras (150/muestra). Sin embargo, al considerara que la empresa pueda realizar las mediciones estos valores tenderán a reducirse.

10.6. RESULTADOS

Al sumar todas los costos ambientales

- Diseño

Elaboración de EsIA: \$112.000

- Construcción

Siembra de semillas y partes vegetativas: \$7.912,5

Camión cisterna: \$11.571,00

Compensación área de Rancho Grande: \$20.000

- Capacitación

Plan de capacitación: 7.200,00+ 9.500,00=\$16.700

- Seguimiento ambiental

Seguimiento ambiental: 72.000,00,00+75.000+\$150.000=\$297.000

GRAN TOTAL =US\$ 465.183,5

Total disponible para medidas ambientales = $48.660.000 \times 0,015 = 729.900$

Nota: Los costos estimados del mantenimiento de la línea, limpieza de la servidumbre y partes vegetativas, por un período de 50 años (su vida útil) que ascienden a \$8.336.250 no han sido considerados en el cálculo de este análisis. Este costo, más que con medidas ambientales, está relacionado con los costos de operación propios de la actividad económica que se deriva de este Proyecto.

10.	ANÁLISIS DE BENEFICIOS COSTOS.....	621
10.1.	fase de diseño.....	621
10.2.	fase de construcción	621
10.3.	fase de OPERACIÓN y mantenimiento	623
10.4.	plan de capacitación técnico ambiental	623
10.5.	plan de seguimiento ambiental	624
10.6.	resultados	625

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a lo presentado en el Estudio de Impacto Ambiental de la Línea de Transmisión Eléctrica 230 kV del Proyecto SIEPAC- Tramo El Salvador, se enumeran las conclusiones de la identificación y descripción de los impactos ambientales del Proyecto:

- (a) Con la evaluación de los impactos identificados sobre las distintas fases del Proyecto se concluye que la ejecución del Proyecto, no generará impactos ambientales severos sobre el medio ambiente.
- (b) Con la adopción de las medidas preventivas y de mitigación, estructuradas mediante el plan de manejo ambiental, se gestionarán todos aquellos aspectos que inciden negativamente sobre el entorno. En este contexto, este plan deberá considerar además el correcto manejo y disposición de los residuos domésticos e industriales no peligroso que genere el Proyecto.
- (c) Los mayores impactos del Proyecto, se presentan durante la etapa de construcción de éste, en particular, sobre elementos del medio físico y biótico: suelos, vegetación y paisaje. Para el cual se presenta un plan de mitigación que minimice la acción impactante de esta actividad, en la fase de diseño, al tratar de evitar la incidencia del trazado sobre aquellos parajes de mayor calidad ecológica.
- (d) En cuanto a la Información Pública, del análisis de los datos obtenidos por las encuestas y las entrevistas, se denota un nulo conocimiento de la población en general y de las autoridades y líderes locales en particular, respecto al Proyecto, sin embargo, la gran mayoría de ambos grupos, percibe a una iniciativa de esta naturaleza como beneficiosa para su comunidad, puesto que asume que el tendido

incluye un componente de distribución eléctrica a una escala menor, como serían las localidades apartadas de las cabeceras municipales, en las cuales viven.

- (e) Para la etapa de operación, los impactos ambientales son los que inciden sobre el medio afectando aspectos tales como vegetación, paisaje y medio social. En relación a este último no se van a superar en ningún caso, los límites de riesgo por exposición a los campos electromagnéticos dados por la Unión Europea y los Estados Unidos para la población. De acuerdo a lo expuesto, no se generarán efectos ambientales significativos sobre las personas y el entorno del lugar producto de estos campos.
- (f) Las medidas correctoras del Proyecto deberán apuntar a los siguientes componentes ambientales:

Etapa de construcción:

- Geomorfología
- Suelo
- Ruido
- Calidad del aire
- Flora
- Vegetación
- Fauna
- Calidad de vida
- Patrimonio cultural

Etapa de operación:

- Vegetación
- Fauna
- Paisaje

RECOMENDACIONES

- (a) Llevar a cabo todas las medidas de prevención, mitigación, contingencia y compensación para disminuir al mínimo los impactos ambientales que provocará la ejecución del Proyecto.
- (b) Fomentar un programa de comunicación social del Proyecto. Se debe de informar a la población hasta un buen nivel de detalle del Proyecto, dentro del margen de entendimiento que posee la población involucrada. No hay que obviar la poca instrucción que la caracteriza y el grado de aislamiento de las localidades por las cuales pasa el tendido, lo que determina en gran medida el grado de desconocimiento observado y al mismo tiempo la desconfianza y expectativas que un proyecto de esta naturaleza crea.
- (c) Fomentar el Programa de Educación Ambiental tendiente a incentivar una cultura de protección y conservación de las especies vegetales y animales a todos los trabajadores involucrados en las fases de construcción y operación de la línea.
- (d) Por ser El Salvador un país altamente sísmico, se deberán tomar las medidas necesarias en diseño, como el uso de torres sísmorresistentes, para garantizar la integridad de las estructuras.

BIBLIOGRAFÍA

1. Barzetti, V. (1edit.). 1993. Parques y Progreso. BID / UICN. Washington, D.C. 167 p.
2. Baxter, S. Estudio Geológico y propuesta para la recuperación de la cárcava El Zompopero. Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). 2000b.
3. Baxter, S. Geodynamic Map of El Salvador. Hermes International Institute of Paris. 2001.
4. Baxter, S. Geologic Map of El Salvador. Hermes Internacional Institute of Paris. 2001.
5. Baxter, S. Geomorphologic Map of El Salvador. Hermes International Institute of Paris. 2001.
6. Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo. Eco-Portal CCAD Suelo-El Salvador.
7. Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo. 1992. Convenio para la Conservación de la Biodiversidad y protección de las áreas silvestres prioritarias en América Central. CCAD/UICN. Managua 13 p
8. Convenio sobre la Diversidad Biológica. 1999. Enfoque por Ecosistemas: Ulterior Elaboración Conceptual. Documento UNEP / CBD / SBSTTA / 5 / 11.
9. Departamento de Medio Ambiente, Banco Mundial Washington, D. C. Lineamientos Para La Evaluación Ambiental de Los Proyectos Energéticos e Industriales / Volumen III
10. Estudio Realizado por el Departamento de Desarrollo Regional con la Colaboración del Consejo Nacional de Planificación y Coordinación Económica (CONAPLAN) del Gobierno de El Salvador, 1974.
11. Gierloff-Emden, H.G. La Costa de El Salvador. Monografía Morfológica-Oceanográfica. Ministerio de Educación de El Salvador. 1976.
12. Grupos UNESA, Campos Eléctricos y Electromagnéticos de 50 Hz. Editorial Grupo Pandora S. A., 2001
13. Guevara Morán, et al. 1985. Perfil Ambiental de El Salvador. Estudio de Campo. EMTECSA. USAID, San Salvador. 272 p.

14. Holdridge, L.R. 1975. Mapa Ecológico de El Salvador, memoria explicativa. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San Salvador, El Salvador. 98 p
15. Huezco Mixco, Miguel, La Casa en Llamas(La Cultura Salvadoreña en El Siglo XX; Colección Ensayos; Ediciones Arcoiris, San Salvador, 1996.
16. Lilljequist. R., Andersson, L.C. & Astrand. Structural Interpretation of Landsat Images over Tertiary Volcanism in Nicaragua. Swedish Geological Survey-Inmine. 1987.
17. Lungo, Mario, La Lucha de las Masas en El Salvador; Editores Uca; Colección Debate, Volumen 7; Segunda Edición 1989, San Salvador
18. Mapas del Sistema de Información Ambiental. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), El Salvador, Centroamérica: <http://www.marn.gob.sa>
19. Martínez Peñate, Oscar (coordinador): El Salvador: Historia General; Editorial Nuevo Enfoque; San Salvador 2002.
20. Matumoto, T., Kim, J.J. & G. Latham. A Crustal Section of Northern Central America as inferred from Wide Angle Reflections from Shallow Earthquakes, Bulletin Seismology Soc. Am. 1982.
21. Ministerio de Educación- 1995. El Salvador, Centroamérica. Historia Natural y Ecológica de El Salvador-1995. Tomo N°5.
22. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). El Salvador, Centroamérica. Informe Nacional “Estado del Medio Ambiente 2000”
23. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Estrategia Nacional de Diversidad Biológica, Proyecto MARN/PNUD/GEF/97/G31 y Proyecto MARN/PNUD/ELS/97/007; San Salvador, abril de 2000.
24. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Plan Nacional de Ordenamiento Territorial, Primer Informe Parcial – Diagnostico. 2002.
25. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Primer Informe de País. Formulación de la Estrategia Nacional, Plan de Acción y Primer Informe de País sobre Biodiversidad Biológica. 1997.

26. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales; Sistema de Información Ambiental, Mapas de los Departamentos Involucrados en El Proyecto; sin fecha.
27. Paniagua, S. y G. Soto. Amenaza Volcánica en América Central. Revista Geología de América Central. 1989.
28. Plan Nacional de Ordenamiento y Desarrollo Territorial, El Salvador.
29. PNUD; Informe Sobre Desarrollo Humano El Salvador, 2001; El Salvador , 2001.
30. PNUD. Plan Maestro para el Desarrollo y Aprovechamiento de los Recursos Hídricos. San Salvador. 1998.
31. PRISMA, Actualización de la situación hidrológica de El Salvador. San Salvador. 1994.
32. Recursos Hídricos en El Salvador. Global Water Partnership Central America <http://www.gwpcentroamerica.org/recursos.htm>
33. Reyna, M., L. A. Sermeño, R. Guillén, C. Abrego, N. Herrera, M. Vásquez y N. Arriaza. 1996. Plan del Sistema de Áreas Protegidas, Zonas de Amortiguamiento y Corredores Biológicos. Proyecto Corredor Biológico Mesoamericano PNUD/GEF. Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD), Secretaría Ejecutiva del Medio Ambiente. 66 pp.
34. Ríos Nevar, Miguel Ángel. Los Suelos de El Salvador.
35. Rubio, R., A. Germain y R. Góchez. 1996. La Situación Ambiental de El Salvador en Cifras. Editorial UCA. Universidad Centoamericana José Simeón Cañas. San Salvador. 176 p.
36. Secretaría General, Organización de Los Estados Americanos. WASHINGTON. D. C. 1974 El Salvador – Zonificación Agrícola – Fase I.
37. SEMA/MAG, 1994. Plan y estrategia del Sistema Salvadoreño de Áreas Protegidas, (SISAP). Ministerio de Agricultura y Ganadería, 112 p.
38. Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET). El Salvador, Centroamérica. Boletín Agroclimático – Enero, 2003.

39. Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET). Datos Sobre Caracterización Climática de El Salvador.
40. SIEPAC. Estudio de Impacto Ambiental. Borrador Informe Nacional, El Salvador. 2002.
41. SNET. Caracterización Climática e Hidrológica de El Salvador. Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). San Salvador. 2003.
42. Williams, H. & A. Meyer. Volcanism in the southern part of El Salvador with particular reference of the collaps basins of Lake Coatepeque and Illopango. University of California at Berkeley. 1955.