

0. RESUMEN EJECUTIVO

La Empresa Propietaria de la Red (EPR) llevará a cabo el Proyecto SIEPAC (Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central), el cual se fundamenta en la creación y puesta en marcha del mercado eléctrico centroamericano mayorista de electricidad para posteriormente implementar las obras de infraestructura de transmisión regional. Para llevar a cabo este propósito se creará un eje troncal eléctrico, constituido por una línea de transmisión que transportará la energía eléctrica a un voltaje de 230 kV, que unirá los sistemas eléctricos centroamericanos.

0.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El Proyecto SIEPAC se compone de una línea eléctrica de simple 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, 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 apoyos que sirven de soporte a las fases y que la mantienen separadas entre sí y del suelo.

En el diseño de la línea se ha previsto el uso de apoyos metálicos de simple circuito, con una disposición “delta” de las fases, cada fase está compuesta por un conductor. Las fases están suspendidas de las torres por las cadenas de aisladores.

Para la construcción de la línea se espera contratar la mano de obra de las áreas aledañas al desarrollo de las obras. En cuanto al mantenimiento de la línea, solamente se contará con cuadrillas para mantener limpias las bases de las torres y la servidumbre.

Para la ejecución de la red de caminos, se aprovecharán los accesos existentes (carreteras, caminos, senderos, trochas, etc.), mejorándolos en anchura y condiciones de pavimento o terracería, si ello fuera necesario, y acondicionándolos al paso de la maquinaria que han de soportar. El contratista es el responsable de dejarlos en las condiciones que se encontraban

con anterioridad a su uso y si se abren otros nuevos, éstos deben mantenerse para su uso posterior en las fases de operación y mantenimiento de la línea.

Todas estas estructuras civiles y de generación eléctrica, serán construidas siguiendo las disposiciones legales que dicten las diferentes instancias de la región.

0.2. ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

El trazado ha sido definido sobre la base de los documentos entregados por EPR, las giras de campo y aspectos socio-ambientales. Han sido consideradas diferentes variables ambientales de manera tal que el trazado, en su conceptualización y diseño, produzca el menor impacto y el mínimo de riesgos naturales.

Se estudió para Guatemala dos rutas que forman parte cada una de ellas del interconexión SIEPAC.

La Ruta I, Guate-Este-El Salvador tiene su origen en la subestación Guate-Este, ubicada en el Departamento de Guatemala, en las cercanías de la Finca San Vicente en el Municipio de Santa Catarina Pinula, luego discurre 2,1 km hacia el sur, más o menos paralela a la carretera (CA-1); próximo al camino que conduce hacia la aldea Las Manzanillas entre Villa Canales y San Agustín Vista al Lago. Desde este punto, la línea adopta una dirección este, atravesando de forma perpendicular la carretera (CA-1), entrando en el Municipio de Fraijanes hasta la carretera que va desde Lo de Diéguez hacia Yumanes y Villas Praderas (8,8 km), en el Municipiode Santa Rosa de Lima.

Posteriormente, toma rumbo 30° hacia Sur-este en línea recta, 19,7 km hasta llegar a las Lomas Ojo de Agua atravesando la carretera nacional 3, que une a Santa Rosa de Lima y Barberena. Este tramo discurre paralelo al río Las Cañas y a la carretera 13, la cual es nueva y une al poblado de Amberes en la intersección con la carretera 3, próxima a la Finca El Trapichito.

Desde este punto y con dirección 45° aproximadamente, hacia el sureste, se extiende 44km en línea recta hasta Finca Rancho Santa Teresa en Sapuyuca, atravesando el río Los Esclavos, paralelo a Estanzuela, en las inmediaciones de Monte Verde, Los Matochos, interceptando el río El Molino a la altura de la Carretera Panamericana CA-1.

El último tramo de la Ruta I presenta dos ligeras desviaciones, una en Sapuyuca y la otra en El Coyol. A partir de este punto se mantiene casi la misma dirección que en el tramo anterior, pasando por Tierra Blanca, El Tempisque, Las Pilas y El Espinal, hasta llegar a la intersección con el río Paz, a 5 km aguas arriba del puente de la carretera CA-8, sobre el río Paz, frontera con El Salvador (14,5 km), sumando un total de 89,1 km.

Esta ruta se encuentra inmersa, según la clasificación de Holdrige, Bosque Muy Húmedo Subtropical Cálido “bmh-S(c)”, Bosque Húmedo Subtropical Cálido “bh-S(c)”, Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical “bh-MB”, y Bosque Húmedo Subtropical Templado “bh-S(t)”.

La temperatura varía entre los 15° C y 23° C con una humedad relativa de aproximadamente 75%, presentando precipitaciones medias entre 1.000 y 1.300 mm

En general, no se identifican coberturas forestales significativas. Sin embargo, se aprecian asociaciones mixtas de cultivos, un bosque de coníferas maduro en Yumanes. En el área del Tablón y el Molino hay la presencia de cobertura vegetal significativa con asociaciones latifoliadas de cultivos mientras que en San Ixtán prevalecen las asociaciones de bosque secundarios con arbustos.

Los ecosistemas terrestres encontrados son los pertenecientes al bosque tropical semidecíduo mixto montano inferior, bosque tropical siempreverde estacional mixto montano inferior, bosque tropical siempreverde estacional mixto submontano, bosque tropical semidecíduo latifoliado submontano y sistemas agropecuarios.

Las series de vegetación incluyen bosques siempreverdes, arbustales o rastrojos, herbazales, cultivos anuales y permanentes, bosques semidecíduos, bosques decíduos y potreros.

De la flora presente en esta ruta se identificaron las siguientes especies: *Casuarina* cf. *equisetifolia* (casuarina), *Eucalytus camaldulensis* (eucalipto), *Pinus montezumae* (pino macho), *Cupressus lusitanica* (ciprés), *Erythrina rubrinervia* (silbador), *Ceiba pentandra* (ceiba), *Tabebuia rosea* (roble), *Cedrela odorata* (cedro amargo), *Cordia alliodora* (laurel) y *Terminalia amazonia* (volador).

Estas especies son de importancia maderable y la especie *Ceiba pentandra* (ceiba) tiene importancia folklórica, ya que es el árbol nacional de Guatemala.

Entre las especies medicinales se encuentran: *Pimienta dioica* (pimienta gorda), *Lantana camara* (tres negritos, cinco negritos), *Mimosa albida* (zarza, dormilona), *Mimosa pudica* (dormilona), *Cirsium mexicanum* (cardo santo, zarza quemada), *Heliotropium indicum* (cola de alacrán), *Acalypha guatemalensis* (hierba de cáncer), *Mentha x piperita* (hierba buena), *Ruta chalapensis* (ruda), *Acacia farnesiana* (cahito), *Smilax spinosa* (zarzaparrilla) y *Malachra alceifolia* (malva) y *Eucalytus camaldulensis* (eucalipto), esta última además de ser medicinal también es considerada como una especie maderable.

Una de las especies que presentó mayor diversidad de usos fue la *Yuca guatemalensis* (izote), la cual se emplea con fines ornamentales, alimenticios y medicinales.

Entre la fauna registrada de interés especial por estar incluida en la lista roja de Guatemala y a nivel internacional, en CITES, se identificó la presencia de el *Felis pardalis* (tigrillo, ocelote) y *Felis jaguarrundi* (onza o leocillo), *Leptotila verreauxi* (paloma o paloma rabiblanca), *Aratinga canicularis* (cotorra o perica), *Ortalis vetula* (chachalaca), *Brotogeris jugularis* (perico) y *Amazona albifrons* (loro). También se registró la presencia de *Iguana iguana* (iguana verde).

Entre los gavilanes, las especies *Accipier bicolor* (gavilán bicolor) y *Accipier chionogaster* (gavilán pechiblanco) se observan en el área de El Trapichito y Monte Verde.

En el área de estudio de esta ruta se localizan los sitios arqueológicos Canchón, Jorgia y Graciela; y los sitios arqueológicos de Jalpatagua y Las Pilas.

Otro aspecto a resaltar son las lagunetas. Al NE de Villas Pradera se encuentra la laguneta Carrizal en Carrizal, al SO de Salitre a unos 4,5 km se localiza la laguneta El Bosque, a la altura de la Finca El Trapichito hacia el SO se ubica la laguna El Pino (6,3 km de distancia con respecto a la línea), cerca de Lomas Ojo de Agua en las proximidades del área de influencia directa se encuentra la laguneta El Junquillo, laguneta El Pijije, laguneta Los Llanos y el sitio arqueológico El Junquillo. Entre Potrerillos y Amberes se localiza el balneario Las Victorias. Al norte de Estanzuela al final del tramo se divisa, en las proximidades del área de influencia directa del Proyecto, el volcán Jumaytepeque.

Las unidades geológicas encontradas incluyen el Grupo Padre Miguel, pómez, aluvión, toba dacítica, flujo de riolita, toba pomácea endurecida, andesita y basalto no dividido, cenizas, flujo Quebracho y rocas volcánicas.

El área de estudio del Proyecto pasa por dos fallas secundarias, transversales al alineamiento, sobre el río Las Minas y quebrada El Anono. Entre Villas Praderas y Teocinte se localizan dos pequeñas fallas aproximadas y una tercera aproximada transversal a la línea que corre paralela a la quebrada La Puerta.

La capacidad agrológica indica que los suelos pertenecen a las clases III, IV, VI, VII y VIII, estando, los de las mesetas, dedicados a la ganadería lechera y a los viveros para la exportación de plantas ornamentales.

Los suelos fértiles son utilizados para el plantío café, siendo este cultivado, en el Departamento de Santa Rosa, debido a su capacidad agrológica, bajo sombra. Su principal mercado es el exterior.

Además de esta cualidad distintiva, en los suelos se cultivan maíz, plátano, mango, cítricos y frijol.

Los suelos de la Ruta I son considerados como suelos con alto y muy alto peligro de erosión, debido al manejo inadecuado, sobreexplotación y pérdida de cobertura vegetal, hechos que agravan su delicada condición y que se suman a las inexistentes medidas de conservación de los mismos.

Se han identificado varias zonas de inundación, como lo son: valle de Santa Rosa de Lima, valle de Los Esclavos, valle de Jalpatagua y valle del río Pululá.

El trazado de la línea en esta ruta, si bien es cierto que pasa por las regiones previamente mencionadas, no intercepta los puntos bajos de tales zonas, ya que la misma discurre sobre cotas superiores a las cotas de inundación, como se describe más adelante en la definición de tramos homogéneos. Esta línea inicia en una zona con elevaciones promedio de 1.900 msnm y termina en la frontera con El Salvador en elevaciones promedio de 550 msnm.

En cuanto a vulnerabilidad sísmica, la ruta es considerada como vulnerable, puesto que se localiza dentro de la zona 4,2, donde se pueden alcanzar aceleraciones pico del suelo (APS) en unidades de gravedad de hasta 0,35 (ver Anexo 8, Geología de Guatemala).

La Ruta II, Panaluya-Frontera con Honduras parte desde la subestación Panaluya en Río Hondo, Departamento de Zacapa, próximo a la intersección de las carreteras CA-9 y CA-10, cerca de las riberas del río Motagua, proyectándose en todo su recorrido, paralela a la carretera CA-10 hasta Vado Hondo, en el Departamento de Chiquimula.

Desde el inicio de su recorrido atraviesa las planicies del río Motagua hasta los Llanos de La Fragua, abarcando las áreas de cultivo tecnificado para la exportación. Pasa por diferentes poblaciones y aldeas como Estanzuela, La Fragua, Zacapa, Santa Rosalía, Santa Lucía, Aguas Blancas, El Ingeniero, Petapilla, Chiquimula, Labor Ponderosa, San Esteban, el Obraje hasta llegar a Vado Hondo, en un recorrido total de 37,7 km.

El siguiente tramo, con dirección noreste mantiene la trayectoria de la Carretera Nacional 21, que va desde Vado Hondo hasta El Florido en la Frontera con Honduras, que recorre 35,7 km y

atraviesa al final de su recorrido, las planicies del río Grande o Comotán, afectando a las poblaciones de El Pinal, San Jorge, Veguitas, Los Planes, San Juan Ermita, Buena Vista, Tesoro, Los Vados, Tierra Blanca, Jocotán, Comotán, Brasilar, Lelá Chancó, El Cuje, Shupá, La Libertad, Caparjá y por último El Florido, abarcando una longitud total de 73,4 km.

Esta ruta atraviesa las zonas de vida del Bosque Seco Subtropical “bs-S”, Monte Espinoso Subtropical “me-S”, Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical “bh-MB”.

La temperatura media varía entre los 24 °C y 28 °C con una humedad relativa de aproximadamente 65-80%, presentando precipitaciones medias entre 500 y 1.200 mm

La cobertura vegetal observada corresponde a bosque secundario arbustal, asociaciones de bosque secundario con arbusto, asociaciones latifoliadas y cultivos

Los ecosistemas terrestres presentes son arbustales deciduos microlatifoliados de tierras bajas con suelos bien drenados, sistema agropecuarios extendidos, arbustal deciduo latifoliado de tierras bajas en suelos pobres bien drenados, bosque tropical semideciduo latifoliado de tierras bajas bien drenado, bosque mixto, bosque tropical mixto submontano, bosque tropical semideciduo latifoliado submontano, bosque tropical siempreverde estacional mixto submontano.

La serie de vegetación presente identificada en el terreno es perteneciente a bosque espinoso deciduo, bosque siempreverde, arbustales o rastrojos, herbazales, áreas de pastos mejorados y cultivos anuales.

De la flora presente se identificaron las siguientes especies de importancia maderable: *Swietenia macrophylla* (caoba), *Tabebuia rosea* (matilisguate), *Platymiscium pinnatum* (quira), *Pachira quinata* (cedro espino), *Astronium graveolens* (zorro)

Algunas especies medicinales reportadas son: *Tecoma stans* (timboco, chanté, timboque, flor amarilla), *Ricinus comunis* (higuerilla), *Acalypha guatemalensis* (hierba de cáncer),

Chenopidium ambrosoides (apazote), *Mentha x piperita* (hierba buena), *Pluchea carolinensis* (salvia), *Crescentia alata* (morro) y *Malachra alceifolia* (malava).

De la Lista Roja de Especies de la flora de Guatemala, además de estar protegidas por las leyes internacionales, se encuentran en abundancia entre Panaluya y Santa Rosalía, especies de la familia Cactaceae; entre Vado Hondo y San Juan Ermita se identificó una orquídea de la especie *Oncidium cf. ampliatum*, entre San Juan Ermita y Brasilar, *Euphorbia* sp.1 y *Euphorbia* sp.2 de la familia Euphorbiaceae.

Con respecto a la fauna protegida de esta ruta se identificó la presencia de *Felis jaguarundi* (onza o leoncillo), en la región de la Fragua; *Leptotila verreauxi* (paloma o paloma rabiblanca), *Clelia clelia* (sumbadora), *Boa constrictor* (boa, mazacuata), *Iguana iguana* (iguana verde), *Ctenosaura similis* (garrobo, iguana negra), *Bubo virginianus* (tecolote), *Felis jaguarundi* (onza, leoncillo), *Odocoileus mayensis* (venado), *Odocoileus virginianus* (venado de cola blanca), *Aratinga canicularis* (cotorra, perica), *Amazona albifrons* (loro), *Tyto alba* (lechuza) *Ortalis vetula* (chachalaca),

Geológicamente la Ruta II está conformada por aluvión, Complejo Las Ovejas, Plutón Chiquimula, Grupo Padre Miguel, basalto, Grupo Santa Rosa, facies San Jorge, Formación Cobán, conglomerado en Graben Jocotán, rocas plutónicas y metamórficas

La capacidad de uso de la tierra en esta ruta está clasificada como clase III, destacándose los suelos de valle no diferenciados como las áreas de mayor vocación agrícola, cultivable por su relieve plano y ondulado. También están presentes las clases VI, VII y VII.

Entre Vado Hondo y San Juan Ermita, los suelos se clasifican como entisoles, los que se definen como adecuados para la producción forestal y protección de cuencas hidrográficas debido al relieve quebrado predominante.

Se desarrollan además la ganadería extensiva, cultivos de melón para la exportación, maíz blanco, chile, tabaco, yuca, papa, frijol, mango enano y sorgo.

Los suelos de esta zona presentan peligro de erosión que va desde alta a muy alta con excepción del área de valle.

Esta ruta es vulnerable a movimientos sísmicos debido a la presencia de la falla del Motagua falla del Jocotán y otras más.

Los tramos de la línea que atraviesan terrenos con pendientes mayores al 15% y en donde existe susceptibilidad del terreno a movimientos gravitacionales en masa (deslizamientos), se identifican, a través del Mapa de Zonas de la Red Vial Amenazadas por Deslizamiento elaborado por MAGA (2002), en donde se señalan las carreteras construidas que experimentan problemas de deslizamiento, de las cuales el tramo de Vado Hondo a El Florido, que se encuentra en el área de influencia del corredor, presenta esta cualidad. Lo anterior se origina como producto de los cortes realizados a los cerros.

Las zonas propensas a riesgo de inundación son: valle del río Motagua, valle del río Grande de Zacapa y valle del río Grande o Camotán. Para evitar que la línea de esta ruta pase por las zonas antes mencionadas, se ha procurado que el alineamiento discurra por el pie de monte de la topografía existente, desde Vado Hondo hasta El Florido, el promedio de elevación sobre el cual se proyecta la alineación está en el orden de los 600 msnm

0.3. PROBLEMAS AMBIENTALES CRÍTICOS GENERADOS POR EL PROYECTO

Se entiende por acciones del Proyecto las distintas intervenciones que se contemplan en el mismo y que son necesarias para lograr los objetivos en él definidos. Estas actuaciones se clasifican, según el momento en que se produzcan, en actuaciones de la fase de construcción y operación.

A continuación se identifican las fuentes de impacto ambiental consideradas para el Proyecto:

1. Fase de construcción:

- Habilitación y construcción de caminos de penetración.
- Definición de trazado y conformación de la servidumbre.
- Construcción de instalaciones auxiliares y zonas de acopio.
- Construcción de zapatas y redes de tierra.
- Montaje de estructuras, aisladores y cables (incluye el tendido de los cables).
-

2. Fase de operación:

- Mantenimiento de la servidumbre de la línea.
- Presencia de la infraestructura, operación y mantenimiento de la línea de alta tensión.

Los efectos potenciales que producirá la línea sobre el medio ambiente se recogen en el siguiente cuadro:

Cuadro 0.1: Componentes y factores ambientales potencialmente afectados durante la fase de construcción y operación de la línea

COMPONENTES Y FACTORES AMBIENTALES POTENCIALMENTE AFECTADOS			
SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	FACTOR AMBIENTAL
MEDIO FÍSICO	M. INERTE	Geología y geomorfología	Laderas Perfil topográfico
		Suelo	Propiedades físicas Drenaje Capacidad de infiltración
		Hidrología	Patrón de red de drenaje Hidrología superficial
		Hidrogeología	Nivel de agua subsuperficial Calidad de agua subterránea
		Calidad de agua superficial	Calidad físico-química y biológica
		Ruido	Nivel de presión sonora (NPS)
		Calidad del aire	Partículas Gases

COMPONENTES Y FACTORES AMBIENTALES POTENCIALMENTE AFECTADOS			
SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	FACTOR AMBIENTAL
	M. BIÓTICO	Flora y vegetación	Estructura y composición de vegetación Diversidad de especies Hábitats para la flora
		Fauna	Composición de especies Hábitats para la fauna
	M. PERCEPTUAL	Paisaje	Calidad visual Fragilidad visual
MEDIO SOCIOECONÓMICO	M. SOCIO CULTURAL	Infraestructura	Efectos sobre infraestructura local Efectos sobre infraestructura privada
		Uso de suelo	Patrón de uso de suelo Cambios en el valor de la tierra
		Patrimonio cultural	Lugar de valor cultural
	M. ECONÓMICO	Socioeconomía	Calidad de vida Empleo y nivel de ingresos

0.4. DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS GENERADOS

Ruta I, Guate – Este – El Salvador

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.

Según lo expuesto, el impacto sobre el suelo se considera moderado, pero compatible con la instalación de la línea.

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 del desbroce de la capa vegetal y movimiento de tierra para conformar los caminos de acceso, colocar las instalaciones, y del 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.

Impacto: *Disminución en la capacidad de infiltración del suelo por compactación del terreno*

El movimiento continuo 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.

Indirectamente las aguas subterráneas son afectadas al no darse la percolación a la velocidad natural, disminuyendo así el volumen almacenado y la transmisión del flujo hacia los acuíferos.

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 tiene relación 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 Plan 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 la hidrología superficial*

La hidrología superficial podrá verse afectada por obstrucciones en los cauces, debido a la construcción de pasos en estos para facilitar el acceso a las torres. 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 Proyecto en zonas donde el nivel freático es somero. Se afectará el almacenamiento y calidad de aguas subterráneas y la red de drenajes.

Aunado a lo anterior está la compactación del suelo por el paso continuo del equipo pesado, lo que disminuye la velocidad de infiltración en los caminos de acceso.

Es considerado como impacto compatible.

- 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 a media ladera por zonas de topografía ondulada. Tampoco se producirán excesivos movimientos de tierra, optimizando si se siguen medidas precautorias para la construcción de los caminos de acceso.

- 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, etc.

Al respecto, las medidas incluidas en el plan de manejo, tales como la restricción en los horarios de construcción, implicarán que este impacto sea compatible para el entorno.

- Calidad de agua superficial

Impacto: *Variación de la calidad de las aguas*

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*

Al producirse un derrame o vertido de sustancias contaminantes, como los aceites y combustibles utilizados en los equipos pesados y vehículos, el suelo superficial es el primero en contaminarse y eventualmente las aguas subterráneas si éstas llegan a infiltrarse hasta el nivel freático. Se valora como impacto compatible.

Medio Biótico:

- Vegetación y flora

Impacto: *Fragmentación de ecosistemas y eliminación de cubierta vegetal*

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 desmoche 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 e invasión de especies vegetales exóticas, en cuanto a impactos directos, y una mayor accesibilidad de las comunidades silvestres vegetales, deforestación, como impacto indirecto.

En la Ruta I, Guate-Este-El Salvador, el tramo más sensible al impacto ambiental en cuanto a su afección a la flora, es el 1, de Guate-Este-Las Manzanillas-Carretera a Yumanes-Villas Pradera.

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 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 maquinaria y equipo, lo cual afectará la estabilidad ecológica de la zona, provocando que las especies se trasladen a zonas más tranquilas. En adición, se pueden suscitar casos de atropellos y accidentes. 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 los animales que habitan en el área, adicionalmente, las fuentes de recursos alimentarios disminuirán.

Durante las actividades de montaje de estructuras, aisladores y cables, las aves colisionarán con las mismas, ya que ciertas rutas son sobrevoladas continuamente.

El impacto se considera moderado.

Impacto: *Alteración del hábitat*

Las actividades de apertura de caminos de acceso, excavaciones, despeje de la franja de servidumbre, así como el izado de las torres y tendido de cables generan en el área del Proyecto movimiento de personal, materiales y maquinarias las cuales disminuyen e invaden, a veces de forma permanente, el espacio o hábitat de las especies propias del área.

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 al roce y despeje, 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 fragilidad visual. Se agrega a lo anterior, la instalación de infraestructuras 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 con lo anterior, este impacto se ha calificado como negativo, moderado.

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. Se puede tomar como ejemplo de este último caso, los restos paleontológicos encontrados en el área de Estanzuela, Zacapa. Además, debe considerarse que en la región pueden haber sitios sagrados, los cuales tienen que tomarse en cuenta. Este impacto se justifica debido a lo significativa que es la cultura prehispánica y colonial en Guatemala. La zona de oriente, específicamente en la Ruta I, Guate-Este-El Salvador, contiene información acerca del pasado precolombino y colonial del país, por lo que el patrimonio cultural que pueda ser rescatado implica un avance al conocimiento de Guatemala. Pero de acuerdo con lo establecido en el inventario ambiental para el medio socioeconómico y, en particular, en lo referido al patrimonio cultural y arqueológico, cabe mencionar que el área de influencia del Proyecto comparativamente hablando, no corresponde a los grandes centros culturales y arqueológicos con los que cuenta Guatemala y que se localizan principalmente más al norte (sector Petén y en los sectores altiplánicos). Por lo anterior, en este sector no se presentan, a priori, importantes centros de desarrollo de la cultura indígena ni restos importantes de sitios arqueológicos. Impacto compatible.

- 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 poblaciones dispersas en la zona rural, a excepción del área cercana a la subestación Guate-Este. 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 moderado.

- 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 de los apoyos y disposición del exceso de suelo removido, siempre que éste 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 compatible.

- 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 se ha calificado como negativo, de baja intensidad. Este cambio 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 Guatemalteca 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.

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 maquinaria de mantenimiento)*

Por el hecho de generarse el efecto corona, 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 constatado 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. En conjunto se considera que el impacto en la calidad del aire es 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 y emisión de ruido en el transformador.

El nivel sonoro generado por el funcionamiento de la línea eléctrica, es similar al valor medio que existe en medios rurales. Por lo tanto el impacto se valora como moderado.

- Calidad del agua

Impacto: Impacto nulo

Medio Biótico:

- Vegetación:

Impacto: *Pérdida de ecosistemas y Alteración de la estructura de la vegetación y hábitat para la flora*

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. También influirán las actividades de mantenimiento de la línea sobre la proliferación de especies heliófilas pertenecientes a las familias de las gramíneas y ciperáceas, 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, aunque moderado.

Impacto: *Afectación somera 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 hábitats 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 esporádico de trabajadores y vehículos 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, vegetación herbácea y árboles para construir sus nidos. 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.

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. Impacto moderado.

Medio Socioeconómico

- 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 moderado, es de carácter parcial y de intensidad media.

- Infraestructura

Impacto: *Efectos sobre la infraestructura local*

Se considera un impacto positivo permanente de magnitud alta, 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, un mejor abastecimiento y una mayor confiabilidad en el sistema.

Además, los caminos de acceso a las torres serán de beneficio tanto a los habitantes cercanos como a los productores del área, ya que facilitan la salida de sus productos al mercado local.

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 irreversibles e irrecuperables de manera inmediata, por lo que se valora como moderado con el Proyecto.

- Patrón de uso de suelo

Impacto: *Cambio en el patrón de uso de suelo*

El cambio en el patrón de uso de suelo está orientado al área correspondiente a la servidumbre que debe mantenerse a ambos lados de la línea la cual deberá estar libre de toda vegetación que dificulte el acceso al personal de mantenimiento y/o ponga en riesgo la operación y seguridad de la línea; esta 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 de 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 90 km con una elevada cantidad de tierras afectadas, el impacto producido es considerado como moderado.

- Campos electromagnéticos

Impacto: *Afección de la salud humana*

Como la intensidad de los campos desciende conforme aumenta la distancia a la línea eléctrica y los centros poblados se encuentran a una distancia considerable, este impacto de carácter negativo, se ha evaluado como de baja magnitud y relevancia. Impacto compatible.

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.

Ruta II, Panaluya – Frontera con Honduras

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 esta 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.

Según lo expuesto, el impacto sobre el suelo se considera moderado, pero compatible con la instalación de la línea.

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 del desbroce de la capa vegetal y movimiento de tierra para conformar los caminos de acceso, colocar las instalaciones, y del 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.

Impacto: *Disminución en la capacidad de infiltración del suelo por compactación del terreno*

El movimiento continuo 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.

Indirectamente las aguas subterráneas son afectadas al no darse la percolación a la velocidad natural, disminuyendo así el volumen almacenado y la transmisión del flujo hacia los acuíferos.

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 tiene relación con la modificación que se producirá en la calidad del aire, principalmente por el levantamiento de polvo y aumento de gases de maquinaria a partir de las obras y acciones del Proyecto que involucran movimientos de tierra, excavaciones y construcción de zapatas.

Al respecto, las medidas correctoras incluidas en el Plan de manejo tales como: humectación de caminos, control de emisiones de motores, implicarán que este impacto sea compatible, no siendo significativo sobre la salud de las personas del entorno donde se sitúa el Proyecto.

- Hidrología e Hidrogeología

Impacto: Alteración de la 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 compatible.

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 Proyecto en zonas donde el nivel freático es somero. Se afectará el almacenamiento y calidad de aguas subterráneas y la red de drenajes.

Aunado a lo anterior está la compactación del suelo por el paso continuo del equipo pesado, lo que disminuye la velocidad de infiltración en los caminos de acceso.

Es considerado como impacto compatible.

- 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 el movimiento de tierras, cimentaciones y 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 a media ladera por zonas de topografía ondulada. Tampoco se producirán excesivos movimientos de tierra, optimizando la construcción de los caminos de acceso.

- 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 y operación de maquinaria y equipos.

Al respecto, las medidas incluidas en el plan de manejo, tales como la restricción en los horarios de construcción, implicarán que este impacto sea compatible para el entorno.

- Calidad de agua superficial

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. 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*

Al producirse un derrame o vertido de sustancias contaminantes, como los aceites y combustibles utilizados en los equipos pesados y vehículos, el suelo superficial es el primero en contaminarse y eventualmente las aguas subterráneas si éstas llegan a infiltrarse hasta el nivel freático. Se valora como impacto compatible.

Medio Biótico:

- Vegetación y flora

Impacto: *Fragmentación de ecosistemas y eliminación de cubierta vegetal*

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 desmoche de la franja de seguridad.

En la Ruta II, Panaluya-Frontera con Honduras, el tramo más sensible al impacto ambiental en cuanto a su afección a la flora, es el 6, de Brasilar-Shupá-El Florido.

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 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 maquinaria, personal y equipo, lo cual afectará la estabilidad ecológica de la zona, provocando que las especies, principalmente de locomoción rápida (macrofauna) se desplacen a zonas más tranquilas. En adición, se pueden suscitar casos de atropellos y accidentes. Esta acción afectará la frecuencia y biodiversidad 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.

Durante las actividades de montaje de estructuras, aisladores y cables, las aves colisionarán con las mismas, ya que ciertas rutas son sobrevoladas continuamente.

La tala de árboles en la faja de la servidumbre y el desbroce en los caminos de acceso crean un efecto corredor en el cual algunas especies son más visibles, lo que aumenta su exposición y por lo tanto el riesgo o peligro antes los cazadores y depredadores naturales.

El impacto se considera moderado.

Impacto: *Alteración del hábitat*

Las actividades de apertura de caminos de acceso, excavaciones, despeje de la franja de servidumbre, así como el izado de las torres y tendido de cables generan en el área del Proyecto movimiento de personal, materiales y maquinarias las cuales disminuyen e invaden, a veces de forma permanente, el espacio o hábitat de las especies propias del área.

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 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. Impacto moderado.

De acuerdo con 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 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. Se puede tomar como ejemplo de este último caso, los restos paleontológicos encontrados en el área de Estanzuela, Zacapa. Además, debe considerarse que en la región pueden haber sitios sagrados, los cuales tienen que tomarse en cuenta. Este impacto se justifica debido a lo significativa que es la cultura prehispánica y colonial en Guatemala. La zona de oriente, específicamente en la ruta Panaluya-Frontera con Honduras, contiene información acerca del pasado precolombino y colonial del país, por lo que el patrimonio cultural que pueda ser rescatado implica un avance al conocimiento de Guatemala. Pero de acuerdo con lo establecido en el inventario ambiental para el medio socioeconómico y, en particular, en lo referido al patrimonio cultural y arqueológico, cabe mencionar que el área de influencia del Proyecto comparativamente hablando, no corresponde a los grandes centros culturales y arqueológicos con los que cuenta Guatemala y que se localizan principalmente más al norte (sector Petén y en los sectores altioplánicos). Por lo anterior, en este sector no se presentan, a priori, importantes centros de desarrollo de la cultura indígena ni restos importantes de sitios arqueológicos. Impacto compatible.

- 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 poblaciones dispersas en la 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 moderado.

- 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 de los apoyos y disposición del exceso de suelo removido, siempre que éste 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 periodos 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 los propietarios por la explotación de los terrenos, etc., pero en todo caso es de poca relevancia, debido a que la afección en superficie es mínima. Este impacto 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 Guatemalteca para lograr un entendimiento con la comunidad eventualmente afectada, las servidumbres de pasos y las compensaciones correspondientes. En este sentido, y de acuerdo con 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.

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 maquinaria 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 constatado 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. En conjunto se considera que el impacto en la calidad del aire es compatible.

- Hidrología e Hidrogeología

Impacto: Impacto nulo

- Geología y Geomorfología

Impacto: Impacto nulo

- Ruido

Impacto: *Aumento de las emisiones acústicas*

Durante la operación de la línea se prevé un aumento de las emisiones acústicas del Proyecto, generadas por el efecto corona en los conductores y emisión de ruido en el transformador.

El nivel sonoro generado por el funcionamiento de la línea eléctrica, es similar al valor medio que existe en medios rurales. 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 y Alteración de la estructura de la vegetación y hábitat para la flora*

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. También influirán las actividades de mantenimiento de la servidumbre sobre la proliferación de especies heliófilas pertenecientes a las familias de las gramíneas y ciperáceas, 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: *Afectación somera 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 hábitats 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 esporádico de trabajadores y vehículos 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, vegetación herbácea y árboles para construir sus nidos. 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.

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 puntual y de baja intensidad.

- Infraestructura

Impacto: *Efectos sobre la infraestructura local*

Se considera un impacto positivo permanente de magnitud alta, 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, un mejor abastecimiento y una mayor confiabilidad en el sistema.

Además, los caminos de acceso a las torres serán de beneficio tanto a los habitantes cercanos como a los productores del área, ya que facilitan la salida de sus productos al mercado local.

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, por lo que se valora como moderado con el Proyecto.

- Patrón de uso de suelo

Impacto: *Cambio en el patrón de uso de suelo*

El cambio en el patrón de uso de suelo está orientado al área correspondiente a la servidumbre que debe mantenerse a ambos lados de la línea la cual deberá estar libre de toda vegetación que dificulte el acceso al personal de mantenimiento y/o ponga en riesgo la operación y seguridad de la línea; esta 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 de 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 74 km con una elevada cantidad de tierras afectadas, el impacto producido es considerado como moderado.

- Campos electromagnéticos

Impacto: *Afección de la salud humana*

Como la intensidad de los campos desciende conforme aumenta la distancia a la línea eléctrica y los centros poblados se encuentran a una distancia considerable, este impacto de carácter negativo, se ha evaluado como de baja magnitud y relevancia. Impacto compatible.

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.

0.5. VALORACIÓN DE IMPACTOS

Como base común para la valoración de todos los impactos identificados, se ha recurrido a la utilización de criterios cualitativos (Conesa, 1997).

La metodología utilizada contiene dos matrices, una para cada una de las fases del Proyecto, construcción y 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.

Cuadro 0.2: Matriz de Valoración de Impactos en la fase de construcción de la Ruta I, Guate – Este – El Salvador

FASE DE CONSTRUCCIÓN															
MEDIO FÍSICO															
MEDIO INERTE	Impactos	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia		
Suelo	Ocupación del suelo	-	4	2	4	4	2	2	1	4	4	4	-41	moderado	
	Disminución de la capacidad de infiltración del suelo por compactación del terreno en los caminos de acceso	-	4	2	4	4	2	2	1	4	4	4	-41	moderado	
	Aumento en la inestabilidad de laderas	-	2	2	2	2	2	2	1	1	4	2	4	-28	moderado
	Generación de procesos erosivos	-	2	2	4	2	2	2	1	1	4	2	4	-30	moderado
Calidad del 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	Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	-	1	1	2	2	2	1	1	4	2	4	-23	compatible	
	Alteraciones en la hidrología superficial	-	2	1	4	2	2	1	1	4	1	4	-27	moderado	
Geología y Geomorfología	Alteración de unidades geomorfológicas	-	2	2	4	2	2	1	1	4	1	4	-29	moderado	
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	2	1	2	2	2	2	1	1	4	2	-24	compatible	
Calidad del Agua	Contaminación de las aguas subterráneas	-	1	2	2	2	2	1	1	4	1	4	-24	compatible	
	Variación de la calidad de aguas superficiales	-	2	1	4	2	1	1	1	4	1	2	-24	compatible	
MEDIO BIÓTICO															
Flora y Vegetación	Eliminación de la cubierta vegetal	-	4	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-47	moderado	
	Fragmentación de ecosistemas	-	4	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-47	moderado	
Fauna	Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-	4	2	4	2	4	2	1	4	4	8	-45	moderado	
	Alteración de hábitat	-	4	2	2	4	4	2	1	4	4	8	-45	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 SOCIOCULTURAL															
Patrimonio Cultural	Afección a lugares culturales y patrimoniales	-	1	1	4	2	2	1	1	4	1	4	-24	compatible	
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-	2	2	4	4	4	2	4	1	1	4	-34	moderado	
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	-	4	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-47	moderado	
MEDIO ECONÓMICO															
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	4	4	4	2	2	1	1	4	2	1	37	beneficioso	

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

	Impacto severo
	Impacto moderado
	Impacto compatible
	Impacto positivo
	Sin impacto

Cuadro 0.3: Matriz de Valoración de Impactos en la fase de operación de la Ruta I, Guate – Este – El Salvador

MEDIO FÍSICO															
MEDIO INERTE	Impactos	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia		
Suelo	No se identifican impactos	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Calidad del Aire	Emisiones de ozono, SF ₆ 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			
Geología y Geomorfología	No se identifican impactos	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	4	4	2	2	1	1	4	1	4		-30	moderado
Calidad del Agua	No se identifican impactos	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
MEDIO BIÓTICO															
Flora y Vegetación	Alteración de la estructura y del hábitat	-	2	2	4	4	4	2	1	4	4	8		-41	moderado
	Pérdida de ecosistemas	-	2	2	4	4	2	2	1	4	4	4		-35	moderado
	Afectación somera de la vegetación que crece en la servidumbre	-	4	2	4	4	2	2	1	4	2	8		-43	moderado
Fauna	Afectación a sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-	4	2	4	4	4	2	1	4	4	8		-47	moderado
	Alteración de hábitat	-	2	2	4	4	4	2	1	4	4	8		-41	moderado
MEDIO PERCEPTUAL															
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	-	4	2	2	4	2	1	1	4	4	4		-38	moderado
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL															
MEDIO SOCIOCULTURAL															
Patrimonio Cultural	No se identifican impactos	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-	2	2	2	4	2	1	1	4	2	4		-30	moderado
Infraestructura Local	Efectos sobre la infraestructura privada	-	2	2	4	4	4	2	1	4	4	8		-41	moderado
	Efectos sobre la infraestructura local	+	4	2	4	4	2	1	1	4	4	2		38	beneficioso
Patrón de Uso del Suelo	Cambio en el valor de la tierra	-	2	2	4	4	4	2	1	4	2	8		-39	moderado
	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	4	2	4	4	4	2	1	4	4	4		-43	moderado
Campos electromagnéticos	Alteración en la salud humana	-	1	1	2	2	2	1	1	4	4	2		-23	compatible
MEDIO ECONÓMICO															
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	4	2	4	2	2	1	1	4	2	2		34	beneficioso

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

	Impacto severo
	Impacto moderado
	Impacto compatible
	Impacto positivo
	Sin impacto

Cuadro 0.4: Matriz de Valoración de Impactos en la fase de construcción de la Ruta II, Panaluya – Frontera con Honduras

FASE DE CONSTRUCCIÓN														
MEDIO FÍSICO														
MEDIO INERTE	Impactos	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	
Suelo	Ocupación del suelo	-	4	2	4	4	2	2	1	4	4	4	-41	moderado
	Disminución de la capacidad de infiltración del suelo por compactación del terreno en los caminos de acceso	-	1	1	4	2	2	1	1	4	2	4	-25	moderado
	Aumento en la inestabilidad de laderas	-	2	2	2	2	2	2	1	4	2	4	-29	moderado
	Generación de procesos erosivos	-	2	2	2	2	2	2	1	4	1	4	-30	moderado
Calidad del 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	1	-20	compatible
Hidrología e Hidrogeología	Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	-	1	1	2	2	2	1	1	4	2	4	-23	compatible
	Alteraciones en la hidrología superficial	-	1	1	2	2	2	1	1	4	1	2	-20	compatible
Geología y Geomorfología	Alteración de unidades geomorfológicas	-	2	2	2	2	2	1	1	1	4	2	-25	moderado
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	2	4	1	1	1	1	4	1	1	-21	compatible
Calidad del Agua	Contaminación de las aguas subterráneas	-	1	1	2	2	2	1	1	4	2	4	-23	compatible
	Variación de la calidad de aguas superficiales	-	1	1	2	2	2	1	4	1	4	2	-23	compatible
MEDIO BIOTICO														
Flora y Vegetación	Eliminación de la cubierta vegetal	-	4	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-47	moderado
	Fragmentación de ecosistemas	-	2	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-41	moderado
Fauna	Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-	2	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-41	moderado
	Alteración de hábitat	-	2	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-41	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 SOCIOCULTURAL														
Patrimonio Cultural	Afección a lugares culturales y patrimoniales	-	1	1	4	2	1	1	1	4	1	4	-23	compatible
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-	2	2	4	2	1	1	4	1	1	2	-26	moderado
Infraestructuras y Servicios	Efectos sobre la infraestructura local	-	4	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-47	moderado
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	2	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-41	moderado
MEDIO ECONÓMICO														
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	4	4	4	2	2	1	1	4	2	2	38	beneficioso

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

	Impacto severo
	Impacto moderado
	Impacto compatible
	Impacto positivo
	Sin impacto

Cuadro 0.5: Matriz de Valoración de Impactos en la fase de operación de la Ruta II, Panaluya – Frontera con Honduras

FASE DE OPERACIÓN															
MEDIO FÍSICO															
MEDIO INERTE	Impactos	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia		
Suelo	No se identifican impactos	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Calidad del Aire	Emisiones de ozono, SF ₆ 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			
Geología y Geomorfología	No se identifican impactos	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	2	4	1	1	1	1	4	1	1	-21	compatible	
Calidad del Agua	No se identifican impactos	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
MEDIO BIÓTICO															
Flora y Vegetación	Alteración de la estructura y del hábitat	-	2	2	4	4	2	2	1	4	4	8	-39	moderado	
	Pérdida de ecosistemas	-	2	2	4	2	2	2	1	4	2	8	-35	moderado	
	Afectación somera de la vegetación que crece en la servidumbre	-	2	2	4	2	2	2	1	4	2	8	-35	moderado	
Fauna	Afectación a sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-	2	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-41	moderado	
	Alteración de hábitat	-	2	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-41	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 SOCIOCULTURAL															
Patrimonio Cultural	No se identifican impactos	-	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	1	2	4	2	1	1	4	2	2	-23	compatible	
Infraestructura Local	Efectos sobre la infraestructura privada	-	4	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-47	moderado	
	Efectos sobre la infraestructura local	+	4	2	4	4	2	1	1	4	4	2	38	beneficioso	
Patrón de Uso del Suelo	Cambio en el valor de la tierra	-	2	2	4	4	4	1	1	4	4	8	-40	moderado	
	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	4	2	4	2	4	1	1	4	4	8	-44	moderado	
Campos electromagnéticos	Alteración en la salud humana	-	1	1	2	2	2	1	1	4	4	2	-23	compatible	
MEDIO ECONÓMICO															
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	4	2	4	2	2	1	1	4	2	2	34	beneficioso	

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

	Impacto severo
	Impacto moderado
	Impacto compatible
	Impacto positivo
	Sin impacto

0.6. JUSTIFICACIÓN DE LA SELECCIÓN DE LA CATEGORÍA DEL ESTUDIO

El desarrollo Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto SIEPAC-Tramo Guatemala obedece a los Términos de Referencias entregados por el BID y aceptados por el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales en atención a lo establecido en el Decreto 68-86 del Congreso de la República.

0.7. MEDIDAS DE MITIGACIÓN, VIGILANCIA, SEGUIMIENTO Y CONTROLES PREVISTOS

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 posibilite concretar las actuaciones necesarias para 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

0.8. MEDIDAS PREVENTIVAS EN LA FASE DE DISEÑO

En la fase de diseño del Proyecto, o fase de proyecto, deben tenerse 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, incluyendo las áreas protegidas.
- 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.
- Siempre que no se ha podido evitar, se ha mantenido el paralelismo con infraestructuras viarias relevantes, igualmente se han evitado tramos perpendiculares prolongados a estas infraestructuras.

MEDIDAS PREVENTIVAS APLICABLES AL 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.

Otra medida adoptable es la elección del tipo de apoyos, si bien para líneas eléctricas de 230 kV, éstos deben tener unas características técnicas especiales para que puedan funcionar con garantías de seguridad predefinidas. Aún así, es posible la elección de aquellos apoyos que produzcan el menor impacto visual.

Asimismo, y 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.

MEDIDAS PREVENTIVAS APLICABLES A LA 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 es significativa.

- 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 riesgo de colisión, consistentes en espirales helicoidales de PVC de colores vistosos, tiras en X de neopreno con cinta luminiscente o boyas amarillas o naranjas con bandas negras, para evitar colisiones no deseadas. Para la Ruta I, el mayor riesgo se presenta en el tramo GU1-4, en el área cercana a El Tempisque (ver Mapa MG-13A); y en la Ruta II, el mayor riesgo está en el tramo GU2-1, en el área cercana a La Fragua (ver Mapa MG-13B). Si luego de iniciadas las operaciones se reporta una alta frecuencia de colisiones en un área, en la misma también deberán instalarse los salvapájaros.

MEDIDAS PREVENTIVAS APLICABLES A LA 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, la que determine los Reglamentos

Técnicos de Líneas Eléctricas de Alta Tensión y las normas y especificaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional.

MEDIDAS PREVENTIVAS APLICABLES A LA FAUNA Y LA VEGETACIÓN

La fauna terrestre no parece que puede verse afectada significativamente por el Proyecto. En cuanto a la vegetación, y en función del inventario realizado, es necesario evitar la localización de apoyos en las zonas detectadas más sensibles, 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.

0.9. 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:

MEDIDAS PREVENTIVAS APLICABLES AL SUELO

Por el hecho de existir una unidad de obra consistente en excavación de las zapatas donde se ubicarán los apoyos, esta operación puede afectar al suelo, así como otras actividades definidas en el proyecto constructivo, por lo que se pueden aplicar las medidas que se enumeran a continuación:

- Durante la operación de excavado, se debe retirar la tierra vegetal y acopiarla en lugares no contaminados, para poder 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 gestionar 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.
- 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-biológicas 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.

MEDIDAS PREVENTIVAS APLICABLES A 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 caso de tiempo seco 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 emisiones 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 la maquinaria 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.

MEDIDAS PREVENTIVAS APLICABLES A LA CALIDAD DEL AGUA

Se trata, asimismo, 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 existentes, 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 sanitarias o contaminadas a los cauces públicos (ríos, arroyos, lagunas, etc.).
- Respetar una distancia mínima 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.

MEDIDAS PREVENTIVAS APLICABLES A LA FAUNA Y A LA FLORA

En la fase de obras, y en general, durante todo el Proyecto, se debe tener 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 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 salvaguardar de la tala las especies arbóreas de interés.

- Proponer 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.
- Iluminación nocturna en campamentos.

0.10. MEDIDAS PREVENTIVAS EN LA FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Esta fase es la que corresponde al periodo de operación y mantenimiento de la línea.

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 aparezcan 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.

0.11. MEDIDAS DE MITIGACIÓN EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN

Las medidas mitigadoras aplicables a las fases del Proyecto, como ya se ha comentado, son las que tratan de 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. Tales servicios pueden incluir alcantarillado, vados, líneas de distribución, entre otros que se determinarán en campo una vez inicien las obras.

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).

0.12. 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 calles una poda de los árboles de crecimiento lento y la eliminación sistemática de los pies 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.

Para la prevención y mitigación de los impactos generados por el Proyecto, además de la selección de las distintas medidas preventivas y mitigadoras, es necesario la elaboración de Planes de Manejo Ambiental. El EsIA elaborado incluye los siguientes:

- Plan Operativo, que abarca desde la fase de diseño hasta la fase de operación de la línea. Introduce los criterios ambientales necesarios para minimizar los impactos ambientales.
- Plan de Seguridad, que permite 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 Mantenimiento y Control de equipos y estructuras.
- Plan de Contingencia, encaminado a minimizar los impactos ambientales en condiciones de emergencia.

- Plan de Capacitación Técnico Ambiental, donde se definen las áreas y contenidos básicos en las que es necesario acometer acciones formativas en materia ambiental en el ámbito del Proyecto dirigidas a los trabajadores y contratistas.
- Plan de Seguimiento Ambiental, encaminado al seguimiento de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias, para minimizar los impactos ambientales identificados.

A continuación se presenta el Plan de Seguimiento Ambiental.

PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL						
COMPONENTE AMBIENTAL	IMPACTOS AMBIENTALES	PARÁMETROS A MONITOREAR	FRECUENCIA O PERIODICIDAD DEL MONITOREO	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO (US\$)
VEGETACIÓN Y FLORA	Eliminación de la vegetación Afectación somera de la vegetación en el área de la servidumbre Fragmentación de ecosistemas Ocupación del suelo Generación de procesos erosivos Alteraciones en la hidrología superficial y red de drenaje	Densidades de siembra y viabilidad de las plantaciones	Semanal durante la primera fase de siembra, tras concluir la fase de construcción. Después supervisión visual cada tres meses.	Contratista	MARN	400,00/mes
RUIDO	Aumento de las emisiones acústicas Alteración del hábitat y perturbación de la fauna Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	Intensidad de los dB y duración	Anualmente durante la fase de operación	Contratista	MARN	150,00/muestra
CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	μT	Semestralmente	Promotor	MARN	150,00 (equipo)
HIGIENE Y SEGURIDAD LABORAL	Riesgos por accidentes	Indicadores de buena salud de las personas involucradas y no involucradas	Al inicio y finalización de cada semestre	Contratista	MARN	
CAPACITACIÓN DEL PERSONAL	Persistencia de Contaminación	Formación sobre ambiente	Al inicio de las obras	Contratista	MARN	4.800,00

Tras la aplicación de las medidas preventivas y correctoras, pueden configurarse una serie de impactos, denominados residuales, que si bien han disminuido en cuanto a su afección al medio, no han podido eliminarse.

En el EsIA se valoran todos los impactos que produce la línea de transmisión una vez se apliquen las medidas correctoras, de dicha valoración se concluye lo siguiente:

- ✓ Los impactos residuales, para todos los tramos homogéneos, son los que afectan al paisaje, y a la eliminación de individuos de fauna.
- ✓ Si bien es cierto que estos impactos siguen siendo significativos, se reducen todos considerablemente cuando se aplican las medidas correctoras.
- ✓ La disminución del impacto residual se producirá con el paso del tiempo debido a la capacidad del medio de absorber los impactos generados.

0.13. PLAN DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA

Dentro de los lineamientos que contemplan la elaboración del EsIA, se prevé la participación de la ciudadanía, puesto que ésta es el sujeto de las acciones que se desarrolla sobre un determinado territorio.

En este contexto, como una etapa más del Estudio, se emprendieron una serie de acciones tendientes a conocer la percepción de la población que vive en las zonas por las cuales pasará el tendido a construirse, igualmente se incluyeron a los líderes y autoridades locales, cuyo actuar es decisivo en cuanto agentes difusores y de apoyo a una iniciativa de este tipo.

El tendido pasará por varias localidades, de éstas varias fueron visitadas y por muestreo, la población que ahí vive, entrevistada. Además de estos, se precisó la opinión de algunos líderes y de la autoridad local respecto al tema.

Los resultados de dichas entrevistas son la base del plan de información que se elaboró con el fin de divulgar el Proyecto. Éste deberá buscar, principalmente informar a la población respecto

a los alcances y al Proyecto propiamente como tal, aclarar dudas relacionadas a situaciones de riesgo asociadas al mismo y que preocupan a la población, al uso de la tierra y a una posible mayor cobertura eléctrica que beneficie de forma directa a las localidades involucradas. Deberá además lograr consensos y disminuir posibilidades de rechazo, conflictos y posibles situaciones confrontacionales.

0.	RESUMEN EJECUTIVO	1
0.1.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	1
0.2.	ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.....	2
0.3.	PROBLEMAS AMBIENTALES CRÍTICOS GENERADOS POR EL PROYECTO.....	9
0.4.	descripción de impactos generados	11
0.5.	valoración de impactos	38
0.6.	justificación de la selección de la categoría del estudio	43
0.7.	MEDIDAS DE MITIGACIÓN, VIGILANCIA, SEGUIMIENTO Y CONTROLES PREVISTOS 43	
0.8.	Medidas preventivas en la fase de diseño.....	44
0.9.	MEDIDAS PREVENTIVAS EN LA Fase de CONSTRUCCIÓN.....	47
0.10.	Medidas preventivas en la fase de Operación y Mantenimiento.....	51
0.11.	Medidas de mitigación en la fase de construcción.....	52
0.12.	MEDIDAS MITIGADORAS DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN 53	
0.13.	PLAN DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA.....	57

1. INTRODUCCIÓN

1.1. PRESENTACIÓN

El presente Estudio de Impacto Ambiental, es una ampliación de los documentos presentados en los años '94 por el instituto Nacional de Electrificación (INDE) y 1997 por ENDESA SERVICIOS, correspondientes al Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central (SIEPAC), a su paso por Guatemala.

Independientemente de que el SIEPAC se haya conformado en 1987, impulsado por seis empresa 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. Ésta se constituye como una empresa regida por el derecho privado, la cual, mediante el "*Tratado Marco del Mercado Eléctrico de América Central*", firmado en la ciudad de Guatemala el 30 de diciembre de 1996, ha suscrito su respectivo protocolo el 11 de julio de 1997 en la ciudad de Panamá, que 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 de la 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 el Estudio de Impacto Ambiental para el Proyecto SIEPAC, tramo Guatemala.

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

La base para la realización del EsIA, para el caso de Guatemala, 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 respecto a los cuales, el Ministerio de Ambiente y Recurso Naturales, (MARN) ha mostrado su aceptación.

El Estudio de Impacto Ambiental (EslA) se define como el documento en 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 forma parte de una 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 Guatemala, la temática ambiental se rige por la Ley de Protección y Mantenimiento del Medio Ambiente, Decreto 68-86, que establece en su Artículo 1 que “el Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional, propiciarán el desarrollo social, económico, científico y tecnológico que prevenga la contaminación del medio ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Por lo tanto, la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, suelo, subsuelo y el agua, deberán realizarse racionalmente”.

En el Capítulo IV, referido a la Evaluación Ambiental, del Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental, Artículo 15, define al “Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental, como el documento técnico que permite identificar y predecir los efectos sobre el ambiente que ejercerá un proyecto, obra, industria, o cualquier actividad determinada y descubre, además, las medidas para evitar, reducir, corregir, compensar y controlar los impactos adversos. Es un proceso de toma de planificación que proporciona un análisis temático preventivo reproducible e interdisciplinario de los efectos potenciales de una acción propuesta y sus alternativas prácticas en los atributos físicos, biológicos, culturales y socioeconómicos de un área geográfica determinada. Es un proceso cuya cobertura, profundidad y tipo de análisis depende del proyecto propuesto. Evalúa los potenciales riesgos e impactos ambientales en su área de

influencia e identifica vías para mejorar su diseño e implementación para prevenir, minimizar, mitigar o compensar impactos ambientales adversos y potenciar sus impactos positivos”.

El propósito principal del proceso de EslA, es animar a que se considere el medio ambiente en la planificación y en la toma de decisiones para, en definitiva, establecer actuaciones más compatibles con el medio ambiente.

En Guatemala, la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente del año 1986 (reformada en el 2000), en su Artículo 8, establece que todo proyecto, obra, industria o cualquier actividad que por sus características puedan producir deterioro a los recursos naturales renovables o no renovables, al ambiente o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos naturales del patrimonio natural, previamente a su desarrollo deberá, necesariamente, elaborar un estudio de evaluación de impacto ambiental.

Por otro lado, el recientemente aprobado “Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental” del año 2003, en su Artículo 1, norma los procedimientos para el proceso de evaluación, control y seguimiento ambiental estipulados por la Ley 68-86.

En el Capítulo VI, Artículo 27, especifica las categorías de los proyectos, obras, industrias o cualquier otra actividad sujeta al proceso de Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental antes de iniciar su realización.

En este contexto se materializa el presente Estudio de Impacto Ambiental para el tramo guatemalteco del Proyecto SIEPAC.

1.2. OBJETIVO DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

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.

El objetivo de la realización del EsIA para el Proyecto SIEPAC tramo Guatemala, se enmarca en la necesidad de realizar diversas tareas, entre las que se incluye la descripción 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 Plan de Manejo Ambiental y el resumen y la 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 TR, propuestos por el BID, es tramitar la consecución y aprobación de la viabilidad ambiental y social del Proyecto SIEPAC tramo Guatemala, con base a los acuerdos de la legislación vigente del Ministerio de Ambiente y Recurso Naturales (MARN) y de los pilares fundamentales establecidos en el marco del Plan Puebla-Panamá.

Del análisis realizado, se concluye que de acuerdo con 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, y de forma significativa, al paisaje.. Las líneas de transmisión se consideran entre las más impactantes al medio perceptual.

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 Guatemala exige, con el fin de preservar los valores ambientales en todo el territorio nacional.

1.3. METODOLOGÍA EMPLEADA EN EL EsIA

Apoyarse en una metodología específica supone utilizar un medio de síntesis de la información y de la valoración de alternativas sobre una base común. La utilización de metodologías estructuradas proporciona la base para la valoración de alternativas a través un marco único de factores de decisión. Las metodologías pueden ser útiles también en la valoración de coste-eficiencia de las medidas correctoras de los impactos.

Para la elaboración del EsIA del Proyecto SIEPAC, tramo Guatemala, 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 Guatemala. Éste 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.

Para determinar la importancia de los impactos asociados al tipo de proyecto en cuestión, se realiza una caracterización de los mismos. Ésta se materializa a través de una serie de atributos, siempre teniendo presente un conocimiento básico de las características ambientales del medio correspondiente.

Estos atributos son:

- Naturaleza: Alude al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-).
- Intensidad: Se refiere al grado de la incidencia sobre el medio, en el ámbito específico en que actúa.
- Extensión: Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el

entorno del proyecto considerado; si la acción produce un efecto localizable de forma pormenorizada dentro de este ámbito espacial, el impacto tiene un carácter Puntual. Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo éste, se considera una extensión Total. Las situaciones intermedias se consideran como Parcial y Extensa.

- Momento en que se produce: Alude al tiempo que transcurre entre la realización de la acción y la aparición del efecto. Se consideran tres categorías según que este período de tiempo sea cero, de uno a tres años, o más de tres años, denominándose respectivamente dicho momento como Inmediato, Medio plazo y Largo plazo.
- Duración o persistencia: Está ligada con el tiempo que supuestamente permanece el efecto a partir del inicio de la acción. Tres, son las situaciones consideradas, según que la acción produzca un efecto Fugaz, Temporal o Permanente.
- Reversibilidad del efecto: Se refiere a la posibilidad de reconstruir las condiciones iniciales una vez producido el efecto. Se puede caracterizar como a Corto plazo, a Medio plazo, a Largo plazo e Irreversible.
- Sinergia: Capacidad del impacto para asociar sus efectos a los de otros impactos.
- Efecto: Muestra la relación entre la causa del impacto y su efecto sobre el medio, discriminando entre aquellos cuyo efecto se produce de forma directa cuando actúa la causa, y aquellos cuyo efecto se manifiesta a través de efectos sobre otros factores del medio.
- Recuperabilidad: Muestra la posibilidad de recuperación por medios humanos. Ésta se clasifica en Inmediata, a Medio plazo, Mitigable e Irrecuperable.
- Fragilidad: Vulnerabilidad o grado de susceptibilidad que tiene el medio a ser deteriorado ante la incidencia de determinadas actuaciones.

La importancia del efecto viene representada por un número que se deduce de los atributos anteriores.

Finalmente, la metodología descrita adopta 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.

Tal como se ha enunciado, en este estudio la metodología propuesta ha sido implementada de manera que se puedan identificar y describir los impactos ambientales generados por el Proyecto. La valoración de impactos ha seguido la siguiente metodología general:

Identificación de fuentes de impacto ambiental:

Esta identificación consiste en el análisis de cada una de las obras y actividades del Proyecto en cada una de sus fases y su definición como fuentes de impacto ambiental.

A) Identificación de componentes y factores ambientales susceptibles de ser impactados:

La identificación de los componentes y factores ambientales del medio Físico, Biótico, Socioeconómico y Cultural y Perceptual, susceptibles de ser afectados por el Proyecto, se presenta en el apartado 8.2 " Identificación de los Efectos Potenciales", del presente Estudio.

B) Identificación y Descripción de Impactos:

La identificación de impactos ambientales consiste en la determinación de los efectos, alteraciones y modificaciones en las condiciones básicas de los componentes ambientales, producto de las diferentes obras y acciones del Proyecto en cada una de sus distintas fases.

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 determinó, ponderando cada uno de los factores anteriormente descritos mediante la siguiente fórmula:

$Importancia (I) = +/- (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$	
Rango de Valores	$13 < I < 100$

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 compatible: Impacto de poca intensidad. 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, ($50 < I \leq 75$).

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, ($I > 75$).

Impacto beneficioso: Impacto de naturaleza positiva que trae beneficios ambientales al área.

1.4. CONTENIDO DEL ESTUDIO

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, el BID, presenta para este Proyecto y los cuales fueron aceptados por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

A continuación se detalla el contenido del Estudio.

0. INFORME EJECUTIVO

Es un resumen en el cual se presenta la información que demuestre la viabilidad ambiental del Proyecto. En él se presentan las principales características del Proyecto, la descripción de los impactos más significativos y las medidas correctoras planteadas.

1. INTRODUCCIÓN

En la Introducción se presenta a la empresa promotora del Proyecto, EPR, se definen los objetivos que se persiguen con la elaboración del EsIA, se describe la metodología de evaluación de impactos que se ha utilizado y el contenido del estudio. Asimismo en este punto se listan los términos y siglas técnicas utilizados en el documento. Incluye además el índice del documento y el desglose del equipo profesional responsable por el mismo, su respectiva capacitación y experiencia en los temas pertinentes al estudio.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

En este capítulo se presentan los antecedentes generales del Proyecto SIEPAC, enmarcado dentro del contexto centroamericano, las ventajas e importancia de la interconexión internacional, así como la necesidad y objetivos de la instalación. También se incluyen en este capítulo la justificación y la metodología empleada a la hora de seleccionar y definir la alternativa de trazado de la línea que finalmente se ha adoptado para ambas rutas del tramo Guatemala. Se ha incluido un mapa esquemático de los trazados que permite, de forma expedita, la visualización de los mismos.

3. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO

Con el fin de analizar correctamente la incidencia que sobre los elementos del medio pueda llegar a tener un determinado proyecto, es importante conocer cuáles de sus componentes, o las labores inherentes a su ejecución, los puedan afectar.

Para ello, el presente capítulo se centra en describir, por un lado, las particularidades del Proyecto y los componentes que lo distinguen y por otro, los métodos y operaciones necesarios para su ejecución, sus necesidades de espacio y de las implicaciones que su presencia supone a mediano y largo plazo en el entorno concreto donde se va a situar.

Se describen además los condicionantes técnicos, las obras propiamente tales y las instalaciones auxiliares, la maquinaria y materiales utilizados en la construcción, mano de obra, los cruzamientos y servidumbres necesarias, el control durante las obras y en las etapas de operación y mantenimiento

4. MARCO POLÍTICO, LEGAL Y ADMINISTRATIVO

En este capítulo se presenta y analiza el marco político que rige la temática ambiental en Guatemala y las instituciones cuyo ámbito de acción atañe a los distintos aspectos abordados en el Proyecto en sus diferentes etapas.

A partir del siguiente capítulo el estudio se ha dividido por ruta, a la Ruta I, Guate – Este – El Salvador se le asignó la letra A y a la Ruta II, Panaluya – Frontera con Honduras la letra B.

5. DEFINICIÓN DE TRAMOS HOMOGÉNEOS

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

6. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

En este capítulo se describe, con el apoyo de cartografía específica, el área de influencia del Proyecto, incluyendo aspectos geográficos, el medio físico, el medio biológico, las diferentes variables de índole socioeconómicas y otros, con el fin de conocer y caracterizar el entorno por el cual pasará el tendido y las limitaciones que éste pueda encontrar a su paso, y en las diferentes etapas del desarrollo del Proyecto en general.

6.1. Situación geográfica

En este punto se caracteriza, de forma muy breve, el entorno en el cual se implementará el Proyecto en el contexto centroamericano, así como de forma detallada su ámbito de influencia a escala nacional, determinando sus alcances y áreas de influencia respectivos.

6.2. Medio físico

6.2.1. Geomorfología

Se analizan, en este acápite las formaciones geomorfológicas y su dinámica en las zonas de influencia del Proyecto.

6.2.2. Geología

En este punto se describen y analizan aspectos geológicos, especialmente referidos al área de influencia del Proyecto, definida dentro de los tramos homogéneos, previamente definidos, pero también del entorno en general.

6.2.3. Litología

Se describen las diversas unidades litológicas que afloran a lo largo de la línea, en cada uno de las rutas.

6.2.4. Edafología

Se han especificado los diferentes tipos de suelos que conforman el área de influencia del Proyecto. Se ha descrito la capacidad agrológica de los suelos del área, definida esta como la adaptación que presentan los suelos a determinados usos específicos bien como su capacidad de uso.

6.2.5. Hidrografía, hidrología e hidrogeología

Con relación al agua, en este punto se han descrito aspectos de la hidrología, hidrografía e hidrogeología de la zona afectada por el Proyecto, incluyendo la red hidrográfica, los principales ríos y sus respectivas cuencas de cada una de las rutas.

Este capítulo se refiere además a las aguas subterráneas y a la calidad de las aguas, tanto superficiales como subterráneas a escala nacional y local. Se menciona también la infraestructura hídrica existente en los departamentos por los cuales se proyecta el paso del tendido eléctrico.

6.2.6. Clima

En este punto se han analizado los datos climáticos y temperaturas medias correspondientes a estaciones meteorológicas localizadas cerca del área del Proyecto.

Asimismo se ha caracterizado el régimen climático, térmico y pluviométrico de la zona y de forma genérica, a escala nacional, variables como la radiación solar, la evapotranspiración, la humedad relativa, el régimen de vientos y tormentas.

6.3. Medio Biótico

6.3.1. Vegetación

La vegetación ha sido caracterizada según diferentes aspectos, a saber, las series de vegetación potencial, y las asociaciones vegetales actuales. Se analizaron los procesos e interacciones habidos en el área de influencia, enfocados especialmente a aspectos agrícolas y de asentamientos humanos y que implicaron la intervención de la vegetación característica de la zona.

La vegetación fue clasificada según zonas de vida en función de aspectos biogeográficos y bioclimáticos. En este capítulo se describieron además las series de vegetación potencial que relacionan las clases de vegetación con el uso de suelo y las características climáticas del área de estudio, la cobertura vegetal, la diversidad de especies encontradas en cada una de las rutas, la existencia de ecosistemas únicos y el uso potencial de la vegetación, entre otros aspectos.

Se elaboró asimismo, un catálogo general de especies presentes en las distintas formaciones vegetales, existentes en la zona de influencia del Proyecto, destacando especies según su uso, protegidas, raras y/o en vías de extinción, catalogadas por la Legislación nacional e internacional.

6.3.2. Fauna

En este apartado, se presenta la fauna existente en el área de influencia directa e indirecta del trazado y los hábitats existentes. Se incluye también un catálogo general de especies presentes y su estado de conservación.

Se destacan en este contexto los mamíferos, los reptiles y anfibios. Se caracteriza de forma individual a la avifauna, sus hábitats y rutas migratorias y las áreas de nidificación y crías.

Se introduce el tema de los corredores biológicos en el contexto nacional guatemalteco.

6.3.3. Protección del medio biológico

Se introduce el tema desde la perspectiva conceptual en temas como las áreas protegidas, la gestión ambiental y la restauración ecológica.

6.3.4. Principales problemas y amenazas ambientales

En este punto se abordan los principales problemas y amenazas ambientales observados a lo largo del área de influencia del Proyecto.

6.4. Medio socioeconómico

6.4.1. Situación

Como primer punto se describe la estructura político-administrativa del país y de los cinco departamentos por los cuales pasará el tendido eléctrico. Asimismo se caracterizó en cuanto cantidad de habitantes y superficie a los municipios correspondientes a cada uno de estos departamentos que están incluidos en el área de afección del Proyecto, la ordenación del territorio, la estructura de los núcleos de población, además de la infraestructura y servicios comunitarios existentes. Cada uno de estos aspectos ha sido abordado según ruta.

6.4.2. Población

En este punto se dan a conocer aspectos poblacionales diversos de las localidades que conforman cada una de las rutas y también a escala nacional. Se hace referencia y analiza la cantidad total de habitantes y viviendas, su distribución según sector de residencia, género y edad, la dinámica poblacional relativa a cada municipio de ambas rutas, densidad de población actual y prevista. Se describen aspectos relacionados con analfabetismo y nivel de escolaridad, tasa de crecimiento, migración y población indígena. También se describe la Población Económicamente Activa de los cinco departamentos y su importancia en el contexto nacional, su distribución según rama de actividad y sector de residencia.

En este apartado se mencionan además aspectos relacionados con la salud, referidos a la esperanza de vida al nacer, tasa de natalidad y mortalidad, las principales causas de morbilidad y mortalidad.

En lo referido a viviendas, estas se caracterizan según tipo y cantidad en cada uno de los municipios que conforman el área de influencia del Proyecto.

6.4.3. Economía

La economía a escala nacional se describe en este punto. Se hace referencia a indicadores como el PIB y los sectores más importantes de la economía a esta escala.

6.4.4. Usos del suelo

El uso del suelo, componente territorial descrito en este apartado, tiene relación con la conformación de los asentamientos humanos respectivos. En este contexto, es importante asociar variables como la pobreza de la población, característica que define en gran medida lo habido en un determinado territorio, como el que compone las dos rutas por las cuales pasará el tendido.

Dentro de este marco, en este apartado se describe la conformación del espacio en cuanto a unidades productivas, actividades agrícolas y otras actividades económicas. Se describen los usos potenciales de los suelos que conforman los departamentos de cada ruta según las respectivas categorías de uso y superficie correspondiente y cobertura actual de éstos.

6.4.5. Comunidades indígenas

Guatemala está conformada fundamentalmente por tres grupos sociales y culturales, siendo éstos el indígena, el ladino y el de origen caribeño, que habitan en conjunto las distintas conformaciones poblacionales, lo que implica que en este estudio se haya considerado analizar lo habido en este ámbito.

En este contexto, en este punto se describen los principales indicadores y características de la población indígena y se analizaron aspectos relacionados con las diferentes etnias y su cultura, con el uso y preservación del idioma y las interacciones socioculturales habidas en el transcurso de la historia.

6.4.6. Patrimonio histórico y cultural

El patrimonio histórico y cultural de las localidades del área de influencia del Proyecto, ha sido caracterizado y los elementos más importantes han sido identificados en este apartado. En este punto también se hace referencia a aspectos arqueológicos y a los monumentos históricos existentes en las zonas aledañas al trazado de las líneas.

6.5. Paisaje

En este apartado se describen las características intrínsecas del paisaje de la zona, las características visuales de las unidades descriptivas del paisaje, la definición de cuencas visuales, los componentes singulares del paisaje, tanto desde una perspectiva positiva como negativa.

7. RIESGOS NATURALES

Uno de los aspectos a considerar en el análisis de los componentes del Proyecto SIEPAC es la relación con las áreas de riesgo que puedan dificultar el adecuado funcionamiento del mismo. Para realizar este análisis, la geomorfología ha sido la base conceptual para la determinación de los riesgos naturales que se considera sean significativos a la hora de prever situaciones de emergencia.

En este contexto, se han identificado ciertos procesos y fenómenos naturales, que implican un riesgo ambiental importante en poblaciones e infraestructuras, sus efectos y sus probabilidades de ocurrencia.

7.1. Riesgo sísmico

En este punto se describió la sismicidad a la cual está sometida la República de Guatemala, y las diferentes zonas del país, incluyendo aquellas en las cuales transcurren ambos trazados de la línea SIEPAC.

7.2. Riesgo volcánico

Los riesgos volcánicos, han sido caracterizados desde un contexto geomorfológico, en este punto. Además se han nombrado las formaciones volcánicas más significativas y su presencia en las áreas de influencia del Proyecto.

7.3. Riesgo de erosión

Aquí se enmarca, dentro de un contexto teórico y genérico, los riesgos de erosión de los suelos en el área del Proyecto. Este punto se complementa con el anterior, en el cual se mencionan los aspectos edafológicos.

7.4. Riesgo de estabilidad del sustrato

En este punto se menciona de forma somera los riesgos asociados a la estabilidad del sustrato, especialmente en lo relativo a deslizamientos.

7.5. Riesgos derivados de los procesos hidrológicos

En este punto se analizan los riesgos derivados de los procesos hidrológicos, incluyendo los asociados a las inundaciones y los maremotos, que aún siendo, estos últimos, un tema poco estudiado en Guatemala, deben ser considerados como un riesgo a la hora de plantearse el desarrollo de proyectos de infraestructura como el SIEPAC.

7.6. Riesgos de incendio

El análisis de este riesgo, fue elaborado basándose en lo constatado en los recorridos realizados en ambos corredores, en los cuales se observó una gran incidencia de este tipo de fenómenos, asociados, sobretodo con las labores agrícolas.

8. IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO

8.1. Descripción de las actividades del Proyecto potencialmente impactantes

Tras el análisis del Proyecto SIEPAC, se definieron las distintas acciones del Proyecto que pudiesen impactar al medio analizado. En este contexto, se evaluaron y consideraron 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 de éste.

8.2. Identificación de los efectos potenciales

En este punto se han identificado los efectos potenciales que 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, tanto en la fase de construcción como de operación.

8.2.1 Efectos potenciales sobre el suelo

En este punto se describen los efectos potenciales que un proyecto de esta naturaleza podría tener sobre el suelo.

8.2.2. Efectos potenciales sobre el agua

Se describen los efectos potenciales sobre el agua, reconociendo la probabilidad de ocurrencia de los mismos, especialmente en la fase de construcción.

8.2.3. Efectos potenciales sobre la atmósfera

Los efectos potenciales sobre la atmósfera se describen en este apartado y se considera que su ocurrencia se produce principalmente en la etapa de operación.

En este punto se analiza además el Efecto Corona, característico de este tipo de proyecto. Se mencionan y analizan los campos eléctricos y magnéticos.

8.2.4. Efectos potenciales sobre la flora y la vegetación

En este punto se analizaron los efectos potenciales sobre la flora y la vegetación. Se reconoce que el efecto sobre estos componentes del paisaje es más significativo en la etapa de construcción.

8.2.5. Efectos potenciales sobre la fauna

Al estudiar los impactos sobre la fauna, mencionados en este punto, estos se analizaron de forma diferenciada durante la fase de construcción y de operación de la línea, por considerarse que los eventuales efectos son particulares a cada una de ellas.

8.2.6. Efectos potenciales sobre el medio socioeconómico

Los efectos sobre la población se analizaron en las etapas de implementación y operación del Proyecto, como se podrá observar en el presente apartado. Se consideraron además los efectos sobre los diferentes ámbitos productivos, sobre la infraestructura y servicios existentes en las localidades por las cuales pasará el tendido, sobre el patrimonio histórico y cultural de las zonas afectadas y los espacios naturales protegidos.

8.2.7. Efectos potenciales sobre el paisaje

Se han incorporado en la discusión respecto al tema de los efectos potenciales, aspectos relacionados a su influencia sobre el paisaje, descritos en el presente punto.

8.3. Caracterización y valoración de impactos

8.3.1 Criterios de caracterización

En este punto se han cuantificado a los impactos del Proyecto SIEPAC- Tramo Guatemala, 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.

Se han identificado además las fuentes de impacto los componentes y factores ambientales susceptibles de ser impactados y los impactos propiamente tales.

8.3.2. Identificación de fuentes de impacto ambiental

En este punto se describen las fuentes de impacto ambiental consideradas para las distintas etapas del Proyecto.

8.3.3 Identificación de componentes y factores ambientales susceptibles de ser impactados

Aquí se presentan de forma sintética los componentes y factores ambientales analizados en el apartado 8.2.

8.3.4. Identificación y descripción de Impactos

En este apartado se presenta la identificación de impactos para las fases de construcción y operación, en los cuales se entrecruzan las fuentes de impacto ambiental identificadas en cada una de sus fases, junto con los componentes y factores ambientales susceptibles de ser impactados.

8.3.5. Valoración de impactos

Como resultado de la aplicación del método de valoración o jerarquización de los impactos detectados, definido en el punto 8.3.1, se obtienen las tablas que se presentan en este punto.

8. 4. Evaluación de impactos por tramos

En este punto se presenta 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.

8. 5. Impactos significativos

De la evaluación de impactos por tramos del Proyecto de la línea SIEPAC- Tramo Guatemala, se han extraído aquellos que se han valorado como impactos significativos, es decir, los valorados como impactos moderados, severos o críticos. Dichos impactos se presentan en este punto.

9. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN

En este capítulo se describen las medidas preventivas y de mitigación para los impactos significativos definidos en los puntos anteriores. El conjunto de tales medidas tiene 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.

9.1. Medidas preventivas en la fase de diseño

Las medidas preventivas durante la fase de diseño, descritas en este apartado, consideran, una serie de prescripciones o directrices generales que constituyan un marco de actuación para definir medidas que eviten los impactos negativos sobre el entorno.

9.2. Medidas preventivas en la fase de construcción

En este apartado se describen las medidas preventivas a ser implementadas durante la fase de construcción y considera los impactos generados que suelen tener un carácter fundamentalmente temporal, sin que ello implique que puedan producirse otros de carácter residual. Se consideran las medidas pertinentes a mitigar los impactos sobre el suelo, el aire, el agua, la fauna y la flora.

9.3. Medidas preventivas en la fase de operación y mantenimiento

Las medidas generales propuestas y descritas en este apartado (tanto preventivas como mitigadoras), tienden a establecer, sobre todo, medidas de seguridad, con el fin de evitar accidentes.

9.4. Medidas de mitigación en la fase de construcción

Las medidas mitigadoras aplicables a las diferentes fases del Proyecto, son las que tratan de minimizar los impactos inevitables (o difícilmente evitables), generados por éste y se presentan en el punto presente. Se considera las aplicables al suelo y a la vegetación, específicamente.

9.5. Medidas mitigadoras durante el funcionamiento de la instalación

En este punto se enumeran las medidas de seguridad establecidas en el transcurso del mantenimiento que contempla la operación del Proyecto.

10. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

En este capítulo se presenta el Plan de Manejo Ambiental.

10.1. Plan de implementación de las medidas ambientales

En este apartado se presenta el Plan de Implementación de las Medidas Ambientales para cada una de las fases del Proyecto, diseño, construcción y operación.

10.2. Plan de capacitación técnico-ambiental

Durante la ejecución de todo proyecto, es importante que el personal que participa de éste, tenga los conocimientos ambientales indispensables que ayuden a preservar y minimizar los impactos sobre el ambiente. Es aquí donde una capacitación adecuada tiene relevancia, ya que al darse formación 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. Bajo estos criterios se elaboró el Plan de capacitación presentado en el punto presente.

10.3. Plan de seguridad

El Plan de Seguridad, que se presenta en este apartado, tiene como objetivo reducir gradualmente los riesgos en el trabajo de la construcción y operación de la línea SIEPAC.

10.4. Plan de contingencia

El plan de contingencia presentado en el presente punto, considera riesgos como el de incendio, derrames y fugas de líquidos peligrosos.

10.5. Plan de seguimiento ambiental

El Plan de Seguimiento Ambiental, que se presenta en el presente acápite, tiene como finalidad principal, llevar a buen término las actuaciones dirigidas a la minimización o desaparición de los posibles impactos ambientales.

11. COSTOS DE LOS PLANES DE MANEJO

En este capítulo se presentan los costos relativos a la aplicación de los planes de manejo respectivos en las diferentes etapas del Proyecto: diseño, construcción, operación y mantenimiento.

12. IMPACTOS RESIDUALES

En este capítulo se presenta un análisis de la valoración de los impactos una vez aplicadas las medidas correctoras.

12.1 Valoración de impactos consecuencia de la introducción de medidas correctoras

Se describen, en este punto, los criterios y la metodología empleada en la valoración de los impactos residuales. Se presentan además los resultados tabulados según el tramo homogéneo y la fase del Proyecto.

13. INFORMACIÓN PÚBLICA

En este capítulo se presenta el Plan de información pública que se ha elaborado a partir de las encuestas y entrevistas aplicadas a la población y actores locales, cuya residencia son las localidades incluidas en el área de influencia directa del Proyecto, con el fin de conocer su conocimiento respecto al Proyecto SIEPAC.

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones y recomendaciones que se presentan en este capítulo atañen a todo el documento de forma general.

15. Anexos

En este capítulo se concentran todos los anexos del documento, incluyendo las referencias bibliográficas y el álbum fotográfico.

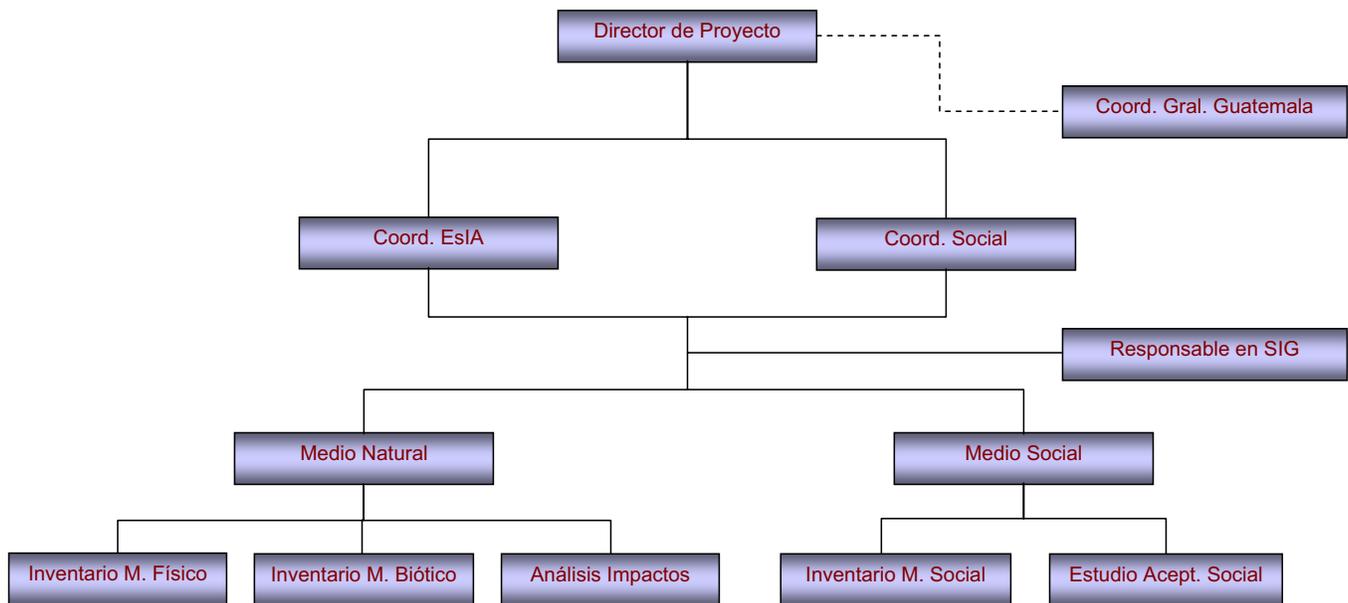
1.5. EQUIPO DE TRABAJO

En este apartado se define el equipo de trabajo que participa en el estudio, tanto en la parte ambiental como en la social.

Organizativamente, el equipo está compuesto por:

- Un Director de Proyecto
- Un Coordinador General en Guatemala
- Un Coordinador del EsIA,
- Un Coordinador de Medio Social
- Un grupo de especialistas en inventario del Medio Biótico
- Un grupo de especialistas en Estudios y Medio Socioeconómico
- Un especialista en Cartografía y SIG.
- Consultores de apoyo

El organigrama del equipo técnico de trabajo se muestra a continuación.



En el cuadro siguiente aparecen las características profesionales del equipo técnico participante en el presente trabajo.

Se ha considerado, además de sus nombres y apellidos, la experiencia profesional poseída en el ámbito ambiental, su especialización y las tareas realizadas en el desarrollo del estudio. Como se aprecia en el cuadro, se trata de un conjunto multidisciplinario de profesionales que aportan sus conocimientos en las diferentes áreas del trabajo.

Tal variedad de especializaciones asegura un mejor desarrollo del estudio, al considerar todos sus aspectos desde varias perspectivas ambientales y sociales, lo que incrementa la valía de aquél.

CARGO	PROFESIONAL	ESPECIALIZACIÓN	AÑOS EXPERIENCIA	PARTICIPACIÓN EsIA
Director de Proyecto	Guillermo A. Torres	Ingeniero Hidráulico	17	Gestión de Proyecto e interlocutor con EPR y BID
Coord. Gral. Guatemala	José Barboza	Licenciado en Geografía	20	Coordinación general Guatemala
Coordinador EsIA	Lucía Girón	Ingeniera Civil	4	Coordinación de equipo M. Biótico, Físico y equipo documentalista
Coordinadora M. Social y Estrategia de Comunicación	Heloisa Schneider	Ingeniera Agrónoma	8	Coordinador equipo Social Realización de encuestas e informe de Aceptabilidad Social. Plan de información
Especialista M. Biótico	Miriam Mata	Licenciada en Biología	10	Desarrollo M. Biótico
Especialista M. Biótico	Nilka Torres	Licenciada en Biología	15	Inventario M. Biótico
Especialista en Evaluación de Impactos Ambientales	Verónica Tellado	Ingeniera Agrónoma	4	Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales. Medidas correctoras y Plan de Manejo
Especialista en Evaluación de Impactos Ambientales	Laura Wong	Ingeniera Civil	4	Identificación de Impactos Ambientales. Medidas correctoras y Plan de Manejo
Especialista M. Social	Víctor Jordán	Licenciado en Sociología	20	Apoyo estudio M. Social, inventario social
Especialista en Geología /Agronomía	Aurealuz Aguilar	Ingeniera Agrónoma Maestría en Recursos de Agua y Suelo	20	Inventario M Físico
Especialista en Arqueología	Karla Cardona	Licenciada en Arqueología	10	Inventario M. Social, evaluación del patrimonio histórico y cultural y sitios de interés arqueológicos
Responsable Cartografía	Anayansi Ortega	Arquitecta	5	Dirección y control de calidad de la información SIG y cartográfica.

1.	INTRODUCCIÓN	62
1.1.	Presentación	62
1.2.	objetivo del estudio de impacto ambiental	65
1.3.	Metodología Empleada en el EsIA.....	67
1.4.	Contenido del estudio	72
1.5.	Equipo de trabajo.....	87

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

A continuación se realiza una descripción general del Proyecto, con el fin de enmarcarlo en la realidad socioeconómica de Centroamérica. En el presente 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 emprenderlo.

2.1. DATOS GENERALES

El nombre del Proyecto objeto de estudio es ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA DE LOS PAÍSES DE AMÉRICA CENTRAL (SIEPAC), TRAMO GUATEMALA.

2.2. ANTECEDENTES DEL PROYECTO SIEPAC

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 muy 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 enfrentar el problema de forma conjunta, buscando soluciones globales.

En el momento actual 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 los países. 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. Sin embargo, esta solución se ha descartado pues no supone una remedio a medio o largo plazo, dado que carece de la capacidad de transporte suficiente para satisfacer las necesidades que se precisan.

El Proyecto SIEPAC se originó en 1987, en 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 con base al análisis de una línea de esta tensión que discurre por la traza ya estudiada.

2.3. VENTAJAS DE LA INTERCONEXIÓN INTERNACIONAL

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 costes 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 costes de explotación.

Estas razones pueden agruparse, de acuerdo con los conceptos básicos que se mejoran desde el corto al largo plazo, en la forma siguiente:

- 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 limitantes del desarrollo económico.
 - Aumento importante de la fiabilidad de la red en áreas fronterizas: por el apoyo mutuo de las redes de transporte 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.
- Ahorros en los costes 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, compartidas por varios.

- 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, estacionales, climáticas, etc., aprovechando la diversificación del mercado para una mejor explotación del conjunto de las centrales de generación.
- 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 costes 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 son proporcionales a dicha capacidad, y en general superan ampliamente los costes 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 costes 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 costes 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.

2.4. NECESIDAD Y OBJETIVOS DE LA INSTALACIÓN.

Como ya se ha mencionado, según los datos existentes, en un futuro relativamente 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 muy significativas, que pueden verse condicionadas o limitadas, por lo que se considera necesario y urgente realizar un proyecto conjunto de

interconexión eléctrica a escala regional, que permita enfrentar el problema de forma conjunta, buscando soluciones globales.

El Proyecto SIEPAC es una iniciativa de cooperación multilateral para la construcción de un sistema de interconexión eléctrica en el istmo centroamericano, consistente en una línea de transporte que unirá los sistemas eléctricos de estos seis países permitiendo el transporte de toda la energía potencialmente intercambiable, reforzando y estabilizando los sistemas eléctricos de los mismos, abriendo múltiples posibilidades de coordinación, operación y programación conjunta del sector eléctrico en los seis países interesados.

El Proyecto presenta una parte apreciable de las ventajas técnicas mencionadas en el epígrafe precedente, de entre las que es preciso destacar el hecho de que implica notables ventajas económicas derivadas de la optimización de los sistemas eléctricos por economías de escala, ya que permite optimizar el sistema eléctrico centroamericano como un conjunto único, que respetando la autonomía de sus diversos componentes nacionales, posibilita la adopción de soluciones comunes frente a problemas globales, como incrementos generalizados de la demanda o desarrollo de grandes proyectos supranacionales, o bien problemas locales o temporales, como un mal año hidrológico en una cierta zona del istmo, que no justifican el desarrollo de nuevas centrales al ser un problema circunstancial, pero que se da periódicamente, con la problemática que ello conlleva para el país o zona afectada, ya que en ocasiones se han producido y producen problemas de suministro, con cortes de la corriente o bien racionamiento.

Estas situaciones que se presentan hoy en día se verían solucionadas en gran parte con el desarrollo de este Proyecto, como se aprecia en el punto siguiente en el que se analiza y justifica la solución propuesta.

En la evaluación del Proyecto SIEPAC hay que tener en cuenta además de las razones puramente técnicas o económicas, el que su desarrollo posee un importante carácter político para el área, ya que:

- Se trata de un proyecto de fuerte contenido integracionista, debido a que para su construcción hace falta un consenso entre los políticos de todos los países y durante un número apreciable de años, lo que implica para algunos más de una legislatura, debiendo ser asumido por el conjunto de la clase política centroamericana como un proyecto conjunto de sumo interés para todos.
- Colabora al desarrollo regional, al permitir la disponibilidad de energía en cantidad y calidad suficiente para posibilitar el desarrollo de las particularidades económicas regionales y nacionales, al dar estabilidad al suministro de energía eléctrica, paso indispensable para el desarrollo de la industria moderna.
- Colabora igualmente al proceso de pacificación regional, aportando argumentos económicos en pro de la solución de los conflictos entre países mediante la generación de beneficiosas interrelaciones energéticas y económicas.

Los principales componentes del proyecto, en su configuración definitiva, son:

- Una línea de transporte de energía eléctrica de 230 kV, que a través de algo más de 1.380 km. de recorrido unirá los sistemas eléctricos de todos los países del Istmo Centroamericano. Esta línea entrará en servicio en el año 2007.
- 14 estaciones transformadoras 230 kV que unirán las actuales redes eléctricas nacionales a la línea eléctrica de interconexión.
- Un conjunto de modernas instalaciones, los centros de control a instalar en cada uno de los países, que mejorarán los sistemas eléctricos actuales de éstos.

Para el diseño definitivo del proyecto se realizaron un número apreciable de estudios técnicos, económicos y ambientales, desarrollados por diferentes equipos de trabajo, formados por especialistas de cada una de las empresas eléctricas participantes, que han sido ayudados en los aspectos que han precisado por el Instituto de Investigaciones Tecnológicas de España y

Power Technologies Inc. como consultores externos, con base a los cuales se ha diseñado el Proyecto SIEPAC con su alcance actual.

2.5. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DE LA PROPUESTA.

Desde 1987 las compañías eléctricas IRHE de Panamá (hoy ETESA), ICE de Costa Rica, INE de Nicaragua, ENEE de Honduras, CEL de El Salvador e INDE de Guatemala junto con el grupo ENDESA de España vienen impulsando el Proyecto SIEPAC.

La solución técnica propuesta para el Proyecto SIEPAC es el resultado de los estudios realizados sobre la factibilidad del mismo.

El objetivo principal de estos estudios ha sido identificar y analizar la conveniencia económica y técnica de su desarrollo, así como las características y oportunidad de la red troncal de interconexión, dados los requisitos de intercambio de potencia y energía previstos para corto, medio y largo plazo entre los países del istmo centroamericano.

En la realización de estos estudios han participado especialistas en la planificación de la generación y del transporte de cada una de las empresas eléctricas del istmo centroamericano, el BID, a través de un consultor designado a tal fin, y técnicos del equipo de ENDESA. Los estudios se realizaron entre octubre de 1992 y enero de 1997, si bien se sigue trabajando en algunos de ellos.

Los primeros estudios de factibilidad técnico-económica del Proyecto terminaron en 1989, recomendando la construcción de una red troncal a 230 kV, que conectaría a los seis países, desde Guatemala hasta Panamá a través de 1.380 km de recorrido. La red constaría de 16 subestaciones, y de un centro de control para coordinar la explotación conjunta en cada uno de ellos.

La documentación elaborada se centró esencialmente en los estudios de análisis técnico, tales como Análisis de Estabilidad Transitoria y Transitorios Electromagnéticos.

A comienzos de 1991, se decidió reformular el Proyecto dividiéndolo en dos etapas, para adaptarlo a las posibilidades económicas y las necesidades más inmediatas de cada uno de los seis países. Esta división en etapas contempla básicamente una energización inicial a 230 kV, para más tarde, una vez completado el conjunto de las instalaciones, operar a 500 kV.

Para analizar el proyecto reformulado 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.

Los estudios complementarios se llevaron a cabo, sin embargo posteriormente ante la dificultad de materializar los grandes proyectos hidroeléctricos, tales como Boruca y otros, así como la dificultad de materializar el grado de coordinación supuesto en los estudios se decidió en octubre de 1995 realizar un nuevo conjunto de estudios de factibilidad. Dichos estudios serían realizados por el Instituto de Investigaciones Tecnológicas de la Universidad Pontificia de Comillas (IIT) y el Power Technologies Inc. (PTI).

Estos nuevos estudios se han realizado bajo un enfoque novedoso, los lazos de interconexión se vislumbran como opciones en el proceso de planificación del sistema integrado de generación-transformación. Las decisiones relacionadas con la expansión del sistema de generación se han visto afectadas por las decisiones asociadas a la expansión del sistema de transformación y viceversa. La herramienta de planificación utilizada ha sido el modelo SUPER/SIEPAC y se utilizó el criterio de planificación bajo incertidumbre.

Se consensuaron los criterios generales para determinar los seis escenarios de incertidumbre. Utilizando dichos criterios y teniendo en cuenta la experiencia obtenida con la optimización de los 16 escenarios estudiados presentados en San José del 6 al 10 de agosto de 1996, se elaboraron seis escenarios preliminares.

Los criterios consensuados para determinar los 6 cubren un rango de posibles materializaciones de la incertidumbre en el crecimiento de la demanda, y un grado de coordinación en la planificación y en la operación entre los países. Las distintas opciones de proyectos regionales son analizadas de forma gradual según se incrementa el grado de coordinación de los escenarios. De esta forma, se materializa de forma realista los distintos grados de integración posibles.

Las incertidumbres contempladas en los criterios se clasifican de acuerdo con los siguientes aspectos:

- Crecimiento de la demanda bajo y alto.
- Grado de coordinación en la planificación de la generación: se materializa de forma gradual en los distintos escenarios pasando desde planificación individual para cada uno de los países, a planificación en grupos de tres países, y llegando hasta la planificación regional en el conjunto de los seis países. Se distinguen tres grados
 - Grado 0: se planifican los subsistemas de forma individual, para lo cual se modela el sistema suponiendo que las interconexiones entre los subsistemas tienen capacidad nula de intercambio y que las opciones de interconexión son las contempladas con carácter nacional.
 - Grado 3: en los escenarios de coordinación parcial se permite planificar en grupos de tres países. En estos casos se aprovecha la simultaneidad de la carga al estar interconectados. esto permite flexibilizar la fecha de entrada de los proyectos de escala nacional e incorporar opciones de proyectos regionales con economías de escala que aumentan conforme a la gradualidad de los escenarios. Este grado de coordinación puede requerir expandir las interconexiones existentes y comprometidas hasta el año 1999 entre los países del grupo donde se permite la coordinación de acuerdo con las necesidades de intercambio resultantes.

- Grado 6: en los escenarios de mayor se permite planificar entre los seis países. Esto permite flexibilizar la fecha de entrada de los proyectos de escala nacional e incorporar las opciones de proyectos regionales con mayor economía de escala. Este grado de coordinación puede requerir expandir las interconexiones existentes y comprometidas entre todos los países de acuerdo con las necesidades de intercambio resultantes.

- Grado de coordinación en la operación: se materializa de forma gradual en los distintos escenarios pasando desde operación coordinada en grupos de tres, y llegando hasta operación regional para los seis países. Se distinguen al igual que en el caso previo tres grados:
 - Grado 0: en los escenarios de referencia se simula la operación coordinada con las interconexiones existentes y comprometidas hasta el año 1999, sin expandir la interconexión durante el periodo de estudio.

 - Grado 3: en algunos escenarios se permite la coordinación de la operación en grupos de tres países. Esto se simula manteniendo el enlace Honduras-Nicaragua con la capacidad existente, pudiendo expandir los enlaces de la interconexión entre los países de los grupos donde se permite la coordinación de acuerdo con las necesidades de intercambio resultantes.

 - Grado 6: en los escenarios de mayor coordinación, se permite la operación coordinada entre los seis países pudiendo expandir todos los enlaces de la interconexión de acuerdo con las necesidades de intercambio resultantes.

A continuación se describen los seis escenarios determinados, incluyendo las opciones de generación térmica e hidráulica regionales para el medio (MP) y el largo plazo (LP) para cada uno de ellos. Las escalas de los proyectos van acordes con el nivel de coordinación y la demanda. En cuanto a los proyectos térmicos, se parte de escalas de 150 MW, 220 MW, hasta

350 MW con las tecnologías disponibles en el catálogo de grupos regionales térmicos, principalmente de ciclo combinado diesel (CCD) y gas natural (CCGN), búnker (BK) y carbón (CB). En cuanto a los proyectos hidráulicos se hace especial énfasis en las posibilidades de los proyectos más grandes: Siquirres 412 MW en Costa Rica, El Tigre 704 MW en Honduras y El Salvador, Patuca 431 MW en Honduras y Gran Boruca 1.520 MW (Boruca Pequeño 460 MW) en Costa Rica.

El periodo de estudio de planificación comprende desde el año 1996 hasta el 2015, incluyendo dos años más como periodo de extensión. El periodo de estudio se divide en tres subperiodos: a) 1996 a 1999 corto plazo, b) 2000 a 2007 medio plazo y iii) 2008 a 2015 largo plazo.

- Escenario 1: Planificación Individual

No existen proyectos térmicos o hidráulicos, la coordinación para la planificación entre los países es nula, grado 0 a mediano y largo plazo, y la operación se mantiene en el grado 3. El crecimiento de la demanda es bajo

- Escenario 2: Planificación Individual a Medio Plazo y Parcial a Largo plazo

No existen proyectos hidráulicos, si térmicos a largo plazo, proyectos CCD y CB, la coordinación para la planificación entre los países es nula a mediano plazo, y grado 3 a largo plazo, y la operación se mantiene en el grado 3, para medio y largo plazo. El crecimiento de la demanda es bajo.

- Escenario 3: Planificación Individual a Medio Plazo y Parcial a Largo plazo

Al igual que en el caso previo no existen proyectos hidráulicos, sí térmicos a largo plazo, proyectos CCD y CB, la coordinación para la planificación entre los países es nula a mediano plazo, y grado 3 a largo plazo, y la operación se mantiene en el grado 3 para mediano plazo, pero se incrementa a 6 para largo plazo. El crecimiento de la demanda es alto.

- Escenario 4: Planificación y Operación Parcial

Existen proyectos térmicos tipo CCD y CB desde el plazo medio, y se desarrollan proyectos hidráulicos (Tigre I en Honduras y El Salvador, Siquirres 412 MW y Boruca Pequeño 460 MW, ambos en Costa Rica), la coordinación para la planificación entre los países es de grado 3 a mediano y largo plazo, y la operación se mantiene igualmente en el grado 3, para medio y largo plazo. El crecimiento de la demanda es bajo

- Escenario 5: Planificación y Operación Gradual

Existen proyectos térmicos tipo CCD y CB, así como CCGN en Panamá, desde el plazo medio, así como CCGN en Guatemala a largo plazo. Se desarrollan proyectos hidráulicos (Tigre I en Honduras y El Salvador, Siquirres 412 MW en Costa Rica, Boruca Pequeño 460 MW en Costa Rica y Patuca II en Honduras). La coordinación para la planificación entre los países es de grado 3 a medio plazo y de 6 a largo plazo, y la de operación se mantiene en el grado 3 para medio plazo, pero se incrementa a 6 para largo plazo. El crecimiento de la demanda es alto.

- Escenario 6: Planificación y Operación Regional

Existen proyectos térmicos tipo CCD y CB, así como CCGN en Panamá y Guatemala, desde el plazo medio. Se desarrollan proyectos hidráulicos (Tigre I en Honduras y El Salvador, Siquirres 412 MW en Costa Rica, Boruca Pequeño 460 MW en Costa Rica y Patuca II en Honduras). La coordinación para la planificación y la de operación entre los países son de grado 6 a medio y largo plazo. El crecimiento de la demanda es alto

Una vez determinados estos escenarios se procedió a aplicar el modelo ya mencionado SUPER/SIEPAC conforme al criterio de mínimo costo, analizándolo para el periodo de estudio comprendido entre 1996 y el año 2015, y refiriéndolo al modelado de la demanda para cada uno de los escenarios, integrando el modelado y calibración de la producción hidráulica, el grado de coordinación en la planificación y en la operación y los márgenes de reserva y excedentes.

Como resultado de estos estudios de planificación de la generación se obtuvieron para cada escenario los flujos (de potencia y energía) de intercambio en los diferentes enlaces de la interconexión que sirvieron de la red de transmisiones.

Estos estudios han determinado cuales son los refuerzos necesarios en el corto plazo y cual es la red de mínimas inversiones que, conforme a los posibles grados de integración esperados en la realidad, y tomando como base el escenario más pesimista, permita satisfacer las necesidades a mediano plazo.

La conclusión del equipo de consultores es que el proyecto SIEPAC debe consistir en un simple circuito de 230 kV, con dos opciones. La primera sería una línea de simple circuito de 230 kV con posibilidad de otra línea independiente de 230 kV en el futuro. La segunda sería una línea de doble circuito de 230 kV con el primer circuito instalado.

2.5.1. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

Hasta 1997, el análisis de alternativas se ha basado en el método de aproximaciones sucesivas y en el trabajo de gabinete, cobrando los condicionantes técnicos relativa importancia frente a los ambientales.

Estos condicionantes estaban marcados por la ubicación de las subestaciones y la definición de los puntos de cruce en las fronteras que menos impacto ambiental produzcan. En total son cuatro puntos de paso obligado por los que deberá discurrir obligatoriamente la línea. Para el tramo Guate-Este - El Salvador los puntos son: la subestación Guate-Este y la frontera entre Guatemala y El Salvador, y para el tramo Panaluya - El Florido los pasos obligados son: la subestación Panaluya y el paso fronterizo entre Guatemala y Honduras.

La definición de un corredor básico para la línea SIEPAC, se fundamentó en lo siguientes condicionantes:

- La línea deberá eludir las zonas y parajes más sensibles desde el punto de vista ambiental.
- Los centros de transformación deberían situarse lo más próximo posible a los principales centros de reparto de potencia.
- La longitud de las líneas debía ser la menor posible.

En el tramo Guate-Este-El Salvador, una vez delimitado el corredor básico que discurre por la vertiente del Pacífico se procedió a definir el trazado. Es en esta vertiente donde se concentra la mayor parte de la población, lo cual conlleva una disminución en su valor ecológico, por lo intervenido que se encuentra el área, lo que a su vez favorece el proyecto, ya que los impactos se producirán a menor escala que por la vertiente caribeña.

El primer trazado parte de la existencia de otras infraestructuras, en particular las líneas de interconexión entre los países a 230 kV, y la Carretera Panamericana (CA-1). El trazado original del SIEPAC se definió paralelo a estas infraestructuras.

Luego de análisis exhaustivos por parte de los integrantes de los equipos ambientales nacionales, se han analizado un número apreciable de variaciones sobre el trazado original, con el objetivo de reducir los posibles impactos. Como resultado final, se propusieron tres posibles alternativas, las cuales se pasan a analizar para, una vez seleccionada la idónea, pormenorizar en el componente ambiental del trazado (ver Mapa 2.5.1).

- Alternativa 1 (Guate-Este - Fraijanes - Río Paz): La longitud aproximada de la línea es 90 km. La coordenada UTM del punto de interconexión con El Salvador es (838.250 m E, 1.554.000 m N), en las cercanías de Las Pilas. El área de estudio se extiende, desde la interconexión, hasta su finalización en la subestación Guate-Este, 2 km a cada lado del trazado de la línea. Se utiliza parte del derecho de vía de la actual línea de interconexión con El Salvador.

- Alternativa 2 (Guate-Este - Río Paz): La extensión de la línea es 96 km, corre paralela e independientemente a la línea de interconexión eléctrica con El Salvador, y a la Carretera Panamericana.
- Alternativa 3 (Escuintla – Río Paz): Tiene una longitud aproximada de 118 km y tiene la particularidad de atravesar la Cordillera Volcánica y continuar paralela a la base de la Planicie Costera hasta un nuevo sitio de subestación eléctrica en Escuintla. Desde este punto es necesario prolongar la línea unos 30 km aproximadamente hasta la subestación Guate Sur.

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

Se cotejarán las diferentes alternativas con un análisis de ventajas e inconvenientes.

En función de las alternativas analizadas, y con base a los estudios realizados por el INDE, SOLUZIONA, S.A., utiliza como trazado base la alternativa 1, proponiendo la modificación en su tramo inicial, de tal manera que se obvia el paso por la subestación Fraijanes y desplazando el tramo un poco más al noreste (ver Mapa MG-2A). Al realizar esta variación disminuye un poco la longitud de la línea y se reducen los impactos socioeconómicos, al evitar un emplazamiento con alta concentración de población que va en aumento sobre la ruta original. La longitud de este trazado se mantiene alrededor de los 90 km.

La viabilidad de esta ruta queda sustentada por lo siguientes aspectos:

- Técnicamente resulta viable.
- Es la alternativa que menor longitud de la línea presenta.
- No producirá mayores impactos en el medio ambiente, que se presentan de leves a moderados, y en gran parte reversibles, a corto plazo.
- Discurre en forma casi paralela a la Carretera Panamericana (CA-1), y se encuentra en las cercanías de otros caminos y carreteras, lo cual facilita el acceso a diversos puntos.

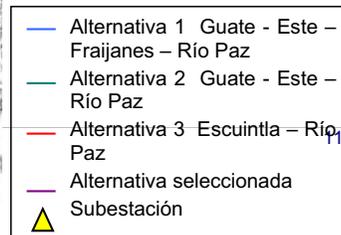
- Se aprovecha la servidumbre o derecho de vía del trazado actual de la línea de interconexión 230 kV.
- Se puede decir que no existen sitios, espacios y especies de avifauna que necesiten de una protección y/o tratamiento especial, salvo cuatro especies que se encuentran en enclaves situados fuera de la influencia directa del proyecto.
- No existen masas forestales que presenten valor alguno, ya sea comercial o que deban ser protegidas.

Cuadro 2.4.1: Cuadro comparativo entre alternativas para la ruta Guate-Este-El Salvador.

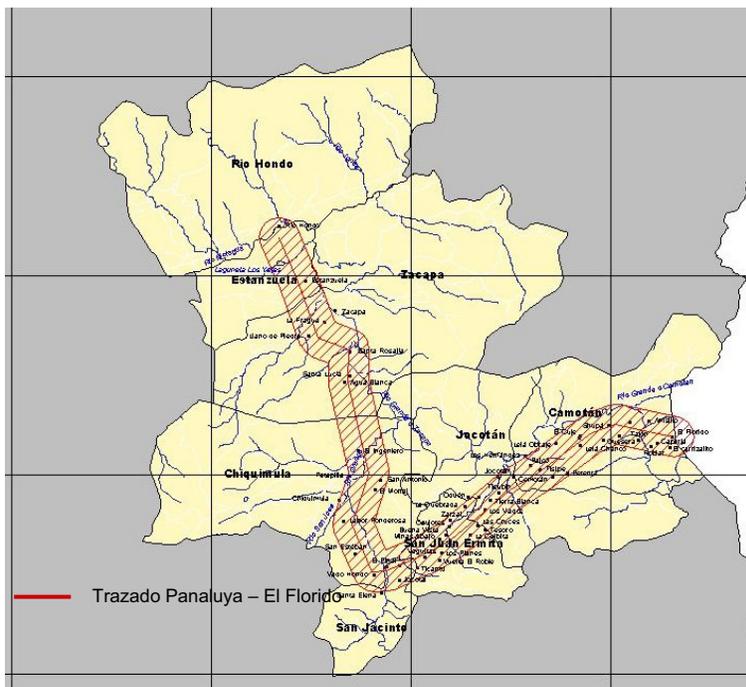
ALTERNATIVA	LONGITUD (km)	N° PTOS. DE INFLEXIÓN	PTO. INTERCONEXIÓN	VENTAJAS	INCONVENIENTES
				<ul style="list-style-type: none"> Se aprovecha parte del 	<ul style="list-style-type: none"> Intenso desarrollo urbanístico en los alrededores de la subestación Guate Este
					<ul style="list-style-type: none"> Intenso desarrollo urbanístico en los alrededores Uso intensivo del suelo con variedad de cultivos Mayor longitud
					<ul style="list-style-type: none"> Mayor longitud Cruza un relieve montañoso de fuertes pendientes y taludes inestables



Mapa 2.5.1: Esquema de las alternativas estudiadas para el tramo Guate - Este - El Salvador.



Para el tramo Panaluya-Frontera con Honduras, se procedió a verificar en campo las condiciones ambientales existentes del trazado propuesto. Después de hacer una revisión minuciosa al trazado presentado en la Justificación Ambiental se decidió desplazarlo en algunos sectores para disminuir al mínimo la cantidad de poblaciones afectadas. La longitud del nuevo trazado es de aproximadamente 73,4 km, cuenta con 22 puntos de inflexión y el punto de interconexión se encuentra en la coordenada UTM (x= 906.300 m; y=1.643.850 m), la subestación de salida es Panaluya (ver Mapa 2.5.2).



Mapa 2.5.2: Esquema del trazado de la alternativa propuesta por el INDE y verificada por SOLUZIONA para el tramo Panaluya - Frontera con Honduras.

2.5.2. TRAZADO PROPUESTO

2.5.2.1. RUTA I, GUATE-ESTE-EL SALVADOR

A continuación se describe el trazado de la ruta Guate-Este–El Salvador propuesto por SOLUZIONA, S.A.(ver Mapa 2.5.3 y MG-2A).

Tras la gira de campo, se comprueba que las obras del proyecto SIEPAC en la República de Guatemala, para este tramo, se ubican desde la región central del país y hacia el sudeste, en el cual se abarcan tres departamentos, Guatemala, Santa Rosa y Jutiapa, y se interceptan un total

de catorce municipios, varias aldeas y fincas. El proyecto discurre más o menos paralelo a la Carretera 13, que comunica a la población Lo de Diéguez con la intersección de la carretera 3, cerca de la localidad de Amberes, la cual se encuentra en muy buen estado, y en las cercanías de otras carreteras que poseen también condiciones óptimas de accesibilidad, como de muchos más caminos de penetración.

El trazado Guate – Este - El Salvador da inicio en la subestación Guate Este, ubicada en el Departamento de Guatemala, en las cercanías de la Finca San Vicente en el Municipio de Santa Catarina Pinula, luego discurre 2,1 km hacia el sur, más o menos paralela a la carretera (CA-1); próximo al camino que conduce hacia la aldea Las Manzanillas entre Villa Canales y San Agustín Vista al Lago.

Desde este punto, la línea adopta una dirección este, atravesando casi perpendicularmente la



Mapa 2.5.3: Esquema del trazado de la ruta Guate – Este – El Salvador.

carretera (CA-1), entrando en el Municipio de Fraijanes hasta la carretera que va desde Lo de Diéguez hacia Yumanes y Villas Pradera (8,8 km), en el Municipio de Santa Rosa de Lima.

El tercer tramo toma rumbo 30° hacia el sur-este en línea recta, 19,7 km hasta llegar a las Lomas Ojo de Agua atravesando la carretera nacional 3, que une a Santa Rosa de Lima y Barberena. Este tramo discurre paralelo al río Las Cañas y a la carretera 13, la

cual es totalmente nueva y une al poblado de Amberes en la intersección con la carretera 3, próximo a la Finca El Trapichito.

El cuarto tramo que se inicia en Lomas Ojo de Agua con dirección 45° aproximadamente, hacia el sureste, se extiende 44 km en línea recta hasta Finca Rancho Santa Teresa en Sapuyuca, atravesando el río Los Esclavos, paralelo a Estanzuela, en las inmediaciones de Monte Verde, Los Matochos, interceptando el río El Molino a la altura de la Carretera Panamericana CA-1, proyectándose casi paralela a los límites de San José Acatemala, Jutiapa, Oratorio, Jalpatagua, Comapa y paralelo a la carretera CA-8, hasta interceptar la carretera 3, que une a San Ixtán y San Francisco El Rosario-El Llano, pasando al norte de Jalpatagua, manteniéndose casi paralela a la línea de 230 kV ya existente, y a la carretera CA-8, hasta llegar a Finca Rancho Santa Teresa, entre El Sitio y Sapuyuca.

El quinto tramo tiene dos ligeras desviaciones, una en Sapuyuca y la otra en el Coyol. A partir de este punto se mantiene casi la misma dirección que en el cuarto tramo, pasando por Tierra Blanca, El Tempisque, Las Pilas y El Espinal, hasta llegar a la intersección con el río Paz, a 5 km aguas arriba del puente de la carretera CA-8, sobre el río Paz, frontera con El Salvador (14,5 km), haciendo un total de 89,1 km.

Cuadro 2.4.2: Coordenadas de los puntos de inflexión del trazado propuesto en el tramo Guate-Este-El Salvador

PTOS. DE INFLEXIÓN	COORDENADAS UTM – ZONA 15		COORDENADAS GEOGRÁFICAS		DISTANCIA PARCIAL (km)	DISTANCIA ACUMULADA (km)
	ESTE (m)	NORTE (m)	LATITUD (N)	LONGITUD (O)		
PM - 1	772.300	1.608.550	14° 32' 10,76"	90° 28' 23,66"		0
					2,136	
PM - 2	770.500	1.607.400	14° 31' 34,01"	90° 29' 24,17"		2,136
					8,793	
PM - 3	778.650	1.604.100	14° 29' 43,75"	90° 24' 53,36"		10,929
					4,133	
PM - 4	781.000	1.600.700	14° 27' 52,33"	90° 23' 36,22"		15,062
					8,099	
PM - 5	785.400	1.593.900	14° 24' 09,58"	90° 21' 12,02"		23,161
					3,405	

PTOS. DE INFLEXIÓN	COORDENADAS UTM – ZONA 15		COORDENADAS GEOGRÁFICAS		DISTANCIA PARCIAL (km)	DISTANCIA ACUMULADA (km)
	ESTE (m)	NORTE (m)	LATITUD (N)	LONGITUD (O)		
PM - 6	787.100	1.590.950	14° 22' 33,03"	90° 20' 16,44"		26,566
					4,121	
PM - 7	789.500	1.587.600	14° 20' 43,20"	90° 18' 57,69"		30,687
					7,906	
PM - 8	796.000	1.583.100	14° 18' 14,41"	90° 15' 22,70"		38,593
					7,393	
PM - 9	802.400	1.579.400	14° 16' 11,63"	90° 11' 50,81"		45,986
					8,224	
PM - 10	809.500	1.575.250	14° 13' 53,90"	90° 07' 55,84"		54,210
					12,271	
PM - 11	820.000	1.568.900	14° 10' 23,20"	90° 02' 08,60"		66,481
					8,182	
PM - 12	826.800	1.564.350	14° 07' 52,47"	89° 58' 24,02"		74,663
					6,351	
PM - 13	830.900	1.559.500	14° 05' 13,10"	89° 56' 09,56"		81,014
					8,110	
PM - 14	837.400	1.554.650	14° 02' 32,68"	89° 52' 35,26"		89,124

Fuente: Elaboración propia con base a hojas cartográficas del IGN.

2.5.2.2. RUTA II, PANALUYA- FRONTERA CON HONDURAS.

El otro tramo que corresponde al Proyecto SIEPAC en Guatemala, es el que se construirá desde la subestación Panaluya en Río Hondo, hasta El Florido, en la frontera con Honduras (ver Mapa MG-2B).

Este tramo atraviesa dos departamentos, Zacapa y Chiquimula, entre los cuales se localizan ocho municipios que serán impactados con la construcción de este Proyecto, como también diversos poblados y aldeas.

Este tramo se inicia en la subestación Panaluya en Río Hondo, Departamento de Zacapa, más próximo en la intersección de las carreteras CA-9 y CA-10, muy cerca de las riberas del río Motagua, proyectándose en todo su recorrido paralelo a la carretera CA-10 hasta Vado Hondo, en el Departamento de Chiquimula. Desde su recorrido inicial atraviesa las planicies del río Motagua hasta los Llanos de La Fragua, abarcando las áreas de cultivo tecnificado para la exportación, y pasando por diferentes poblaciones y aldeas como son: Estanzuela, La Fragua, Zacapa, Santa Rosalía, Santa Lucía, Aguas Blancas, El Ingeniero, Petapilla, Chiquimula, Labor Ponderosa, San Esteban, Lelá Obraje hasta llegar a Vado Hondo, en un recorrido total de 37,7 km.

El siguiente tramo, con dirección noreste mantiene la trayectoria de la Carretera Nacional 21, que va desde Vado Hondo hasta El Florido en la Frontera con Honduras, que recorre 35,7 km y atraviesa al final de su recorrido las planicies del río Grande o Camotán, afectando a las poblaciones de: El Pinal, San Jorge, Veguitas, Los Planes, San Juan Ermita, Buena Vista, Tesoro, Los Vados, Tierra Blanca, Jocotán, Camotán, Brasilar, Lelá Chancó, El Cuje, Shupá, La Libertad, Caparjá y por último El Florido, abarcando una longitud total de 73,4 km.

Cuadro 2.4.2: Coordenadas de los puntos de inflexión del trazado propuesto en el tramo Panaluya-Frontera con Honduras

PTOS. DE INFLEXIÓN	COORDENADAS UTM – ZONA 15		COORDENADAS GEOGRÁFICAS		DISTANCIA A (km)	DISTANCIA ACUMULADA (km)
	ESTE (m)	NORTE (m)	LATITUD (N)	LONGITUD (O)		
PM - 1	866.750	1.663.871	15° 01' 28,32"	89° 35' 23,91"		0
					5,091	
PM - 2	867.850	1.658.900	14° 58' 46,25"	89° 34' 49,71"		5,091
					5,910	
PM - 3	870.750	1.653.750	14° 55' 57,47"	89° 33' 15,46"		11,001
					3,195	
PM - 4	873.750	1.652.650	14° 55' 20,22"	89° 31' 35,79"		14,196
					4,351	
PM - 5	873.650	1.648.300	14° 52' 58,94"	89° 31' 41,40"		18,547

PTOS. DE INFLEXIÓN	COORDENADAS UTM – ZONA 15		COORDENADAS GEOGRÁFICAS		DISTANCIA A (km)	DISTANCIA ACUMULADA (km)
	ESTE (m)	NORTE (m)	LATITUD (N)	LONGITUD (O)		
					7,040	
PM - 6	876.100	1.641.700	14° 49' 23,27"	89° 30' 23,01"		25,587
					6,662	
PM - 7	874.250	1.635.300	14° 45' 56,29"	89° 31' 28,10"		32,249
					5,469	
PM - 8	876.350	1.630.250	14° 43' 11,16"	89° 30' 20,61"		37,718
					1,101	
PM - 9	877.450	1.630.300	14° 43' 12,23"	89° 29' 43,87"		38,819
					1,733	
PM - 10	878.900	1.631.250	14° 43' 42,36"	89° 28' 54,97"		40,552
					2,159	
PM - 11	881.000	1.631.750	14° 43' 57,53"	89° 27' 44,61"		42,711
					2,332	
PM - 12	883.000	1.632.950	14° 44' 35,49"	89° 26' 37,21"		45,043
					3,395	
PM - 13	885.450	1.635.300	14° 45' 50,57"	89° 25' 14,18"		48,438
					1,304	
PM - 14	886.750	1.635.400	14° 45' 53,14"	89° 24' 30,73"		49,742
					1,914	
PM - 15	887.400	1.637.200	14° 46' 51,28"	89° 24' 08,06"		51,656
					2,230	
PM - 16	888.900	1.638.850	14° 47' 44,09"	89° 23' 17,10"		53,886
					3,627	
PM - 17	892.400	1.639.800	14° 48' 13,11"	89° 21' 19,73"		57,513
					2,067	
PM - 18	894.150	1.640.900	14° 48' 47,91"	89° 20' 20,70"		59,580
					1,909	
PM - 19	895.500	1.642.250	14° 49' 31,05"	89° 19' 34,89"		61,489
					3,371	
PM - 20	898.250	1.644.200	14° 50' 32,91"	89° 18' 01,99"		64,860

PTOS. DE INFLEXIÓN	COORDENADAS UTM – ZONA 15		COORDENADAS GEOGRÁFICAS		DISTANCIA A (km)	DISTANCIA ACUMULADA (km)
	ESTE (m)	NORTE (m)	LATITUD (N)	LONGITUD (O)		
					2,178	
PM - 21	900.100	1.645.350	14° 51' 09,26"	89° 16' 59,58"		67,038
					6,379	
PM - 22	906.300	1.643.850	14° 50' 17,17"	89° 13' 33,40"		73,417

Fuente: Elaboración propia con base a hojas cartográficas del IGN.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	93
2.1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO SIEPAC	93
2.2. VENTAJAS DE LA INTERCONEXIÓN INTERNACIONAL	96
2.3. NECESIDAD Y OBJETIVOS DE LA INSTALACIÓN	99
2.4. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DE LA PROPUESTA.	102
2.4.1. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS.....	108
2.4.2. TRAZADO PROPUESTO	113
2.4.2.1. RUTA GUATE-ESTE-ELSALVADOR.....	113
2.4.2.2. RUTA PANALUYA-ELFLORIDO FRONTERA CON HONDURAS	116

3. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO

Para realizar correctamente un análisis de la incidencia que sobre los elementos del medio pueda generar un cierto proyecto, es importante conocer cuáles de sus componentes, o las labores inherentes a su ejecución, los puedan afectar.

Para ello deberá realizarse una aproximación al mismo, que cumpla con dos funciones. Por un lado, y para aquellos que han trabajado ya con proyectos similares, identificar y definir sus particularidades y componentes que lo distinguen. Y por otro lado, y como segunda función, permitir a los desconocedores conocer los componentes de este tipo de instalaciones, sus necesidades constructivas, etc., proporcionando una idea clara de los métodos y operaciones que son precisos para su ejecución, de sus necesidades de espacio y de las implicaciones que su presencia va suponer a medio y largo plazo en el entorno concreto donde se va a ubicar.

A continuación se describen los elementos e instalaciones que componen el Proyecto SIEPAC, así como las actividades a implementarse en el transcurso del desarrollo del proyecto propiamente tal, la construcción y la explotación de la línea.

3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA

El Proyecto SIEPAC se compone básicamente de una línea eléctrica de simple 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 unos 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 sí 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 los Reglamentos Técnicos de Líneas

Eléctricas Aéreas de Alta Tensión (RLAT) en vigor, debiendo tenerse en cuenta además la legislación particular de cada uno de los países afectados por el Proyecto SIEPAC, que para algunos de ellos a falta de una legislación propia está representada por la de Estados Unidos. Asimismo, para el diseño y coordinación del aislamiento se seguirán las normas y especificaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

En el diseño de la línea se han previsto apoyos metálicos de simple circuito, con una disposición “delta” de las fases, estando compuesta cada una de las fases por un conductor.

La figura 1, adjuntada en el Anexo 5, muestra la configuración general de una torre de simple circuito, como las que se utilizarán 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.

3.2 DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO

A continuación se describen más ampliamente los componentes de la línea:

3.2.1 APOYOS

Los apoyos utilizados son torres de celosía de acero galvanizado, de unos 40 m de altura, 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 cuatro 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 está 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 esta premisa básica, se define cada apoyo de la línea adaptándolo a cada punto en concreto del trazado. 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 la traza, 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 se han proyectado 5 tipos básicos de estructuras de simple circuito, los cuales 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 (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.
- Apoyo de alineación (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 (vano máximo en función del viento transversal)

de 800 m con ángulo en la traza simultáneo de 2° , y un gravivano (vano máximo en función del peso que soporta cada apoyo) de 1.200 m.

- 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 de arbolado, se habrá de mantener una distancia de seguridad al arbolado de 1,5 m más una variable función de la tensión, resultando 4,5 m la altura libre a respetar sobre el arbolado.

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 cota existentes, evitando la realización de desmontes excesivos.

3.2.2 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 tres tipos: suelos, 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.

3.2.3 CONDUCTORES

La línea está constituida por un circuito compuesto 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.

3.2.4 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 con 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.

3.2.5 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 m.

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.

3.2.6 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, 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.

3.2.7 PUESTAS A TIERRA

Existe una puesta a tierra por apoyo, que tiene como función básica trasladar al suelo la sobrecarga 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. 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.

3.3 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 fallo 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 cruzados, tanto privados como públicos, entre los que se destacan las carreteras y ferrocarriles, otras líneas, zonas boscosas, etc.

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

Las normas aplicables en el 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, 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 cruces 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 edificadas, 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 25 m para carreteras de la red estatal y de 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 media 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 estudio 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 trazado de la línea corra paralelo al de otra línea ya existente, deberá respetarse una distancia mínima entre los ejes de dichos trazados 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 de arbolado 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, la caída de un árbol, bien por efecto de vientos fuertes o por la mano del hombre, como cuando en la corta de arbolado 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 de arbolado.

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 120 km/h y una temperatura de 15 °C, su separación a la masa de arbolado 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 de arbolado 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 trazado, 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 de corta de arbolado mínima.

3.4 DESCRIPCIÓN SUCINTA 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 trazado 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 trazado 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 o gestión de la servidumbre para la construcción de accesos, ubicación de los apoyos y el vuelo 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 y rehabilitación de daños

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

3.4.1 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.

3.4.2 APERTURA DE ACCESOS

En el trazado 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 en 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 unos requerimientos técnicos mínimos que permitan el paso de los vehículos necesarios, se busca la viabilidad del trazado 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 trazado 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 trazado 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 trazado. 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.

3.4.3 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 o servidumbre y la altura de los árboles a deforestar en el epígrafe sobre cruzamientos de la línea con masas de arbolado.

La constitución de esta servidumbre es una de las actividades 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, 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 trasiego 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, 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 son troceados y transportados fuera de la zona; en ocasiones, se queman los restos con el permiso de la propiedad y del organismo correspondiente, con la supervisión de equipos de bomberos si fuese necesario.

3.4.4 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 podría exigir 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.

3.4.5 RETIRADA DE TIERRAS Y MATERIALES DE LA OBRA CIVIL

Una vez finalizadas estas actividades, 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.

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. Mientras esperan a ser trasladados se acumularán en forma selectiva asegurándose que los suelos orgánicos puedan ser utilizados en sitios a restaurar o en sitios aledaños a depresiones.

3.4.6 ACOPIO DE MATERIALES DE LA TORRE

En una zona destinada para ello se almacenan los materiales. Desde esta zona de acopio o campa (zona carente de arbolado) 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 del apoyo, se procede al armado e izado del mismo.

3.4.7 MONTAJE E IZADO DE CUERPO

Los apoyos, como ya se ha mencionado, están compuestos por unas estructuras en celosía de acero galvanizado, 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 los 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.

3.4.8 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 de los apoyos.

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.

3.4.9 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 arbolado, 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 mediante 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 caballerías.

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.

3.4.10 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 tracción 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, contrapesos, ahuyentadores de aves, esferas de señalización y se cierran los puentes de la línea.

3.4.11 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 tierras procedentes de la excavación de cimentación, al suponer un volumen pequeño, se suelen extender en la proximidad del apoyo, adaptándolas lo más posible al terreno; si esto no es posible, tienen que ser trasladadas, generalmente en camiones, fuera de la zona de actuación.

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 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.

3.5 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 trazado.

Las únicas actividades 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.

3.6 MAQUINARIA Y MATERIALES UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN

3.6.1 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 buldozers 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: 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 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".

3.6.2 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, debidamente legalizados.

Por otra parte al contratista no se le exige ni impone 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.

3.7 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 trazado y que puede suponer hasta un 50 ó 70% del peonaje necesario en la obra civil.

El personal de la contrata 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 de profesionales cualificadas.

El personal local empleado, sin embargo, suele ser eventual, correspondiendo al peonaje de categoría inferior a Oficial de 3^a. Para los trabajos de tala del arbolado, lo ideal es dar preferencia de adjudicación a las Alcaldías o Ayuntamientos implicados en las obras, los cuales, si disponen de medios, personal - personas desempleadas - 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 SIEPAC, 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 está constituido por 1 capataz 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 arbolado: 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.

3.8 CRUZAMIENTOS Y SERVIDUMBRES GENERADAS (DERECHOS DE VÍA)

Si bien ya se ha hablado 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 tres 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 arbolado. 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 el 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 Ordenación.

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 inmediatos.

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 informativas, 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 Reglamento, 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 la propiedad, 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.

3.9 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 (o será) 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 un seto, 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 del levantamiento.

- Los responsables de la compañía negociarán los daños y perjuicios resultantes de la servidumbre de paso y el contratista será responsable ante la compañía 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 contraparte eléctrica guatemalteca 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.
- Demarcar con cintas de seguridad los sitios de torre, para evitar accidentes de curiosos.

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 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.

3.9.1 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.

3.9.2 PISTAS DE ACCESO

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 pintura spray de forma visible en la calzada el número de apoyos a los que se accede.

Las pistas o 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 EPR para el mantenimiento y vigilancia durante el invierno o en 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 trazado 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.

3.9.3 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 suelo seleccionado, 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, especialmente 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".

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, rematándose con una bancada según los planos correspondientes.

Si el anclaje es en roca con pernos, la parte superior se rematará 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 parte 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 masa 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.

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 del apoyo 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.

3.9.4 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 tipo de toma de tierra 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 zanca del apoyo. En general, y sobre todo para las zonas frecuentadas, la resistencia debe resultar inferior a 10 ohmios.

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.

Previamente al hormigonado, los anillos o varillas de la puesta a tierra se situarán en un pequeño surco y se tapanán 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 conexas serán inspeccionadas por el vigilante de la compañía.

3.9.5 TALAS Y PODAS

Para proceder a la tala de arbolado, se debe tener el permiso escrito de la propiedad y, en su caso, de los organismos competentes como el Instituto Nacional de Bosques (INAB). Igualmente, si se realizan tareas de quemado, se deben obtener los permisos de la propiedad y del organismo competente.

En las tareas de poda y talado, 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 al descargo de la línea.
- 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 arbolado, los componentes de la brigada deben de saber el procedimiento a seguir y estar perfectamente sincronizados.
- En caso de ser tumbados los árboles talados 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 a talar no coincide con la elegida, se forzará ésta mediante las cuerdas y la entalladura 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 un radio de 5 m del centro de la torre deberá quedar completamente destocada. Además los árboles que estén fuera de la faja de limpieza y que al caer puedan dañar la línea, deberán ser derribados por el contratista. Después de haber obtenido el correspondiente permiso estipulado para la limpieza deberá incluir el derribo de tales árboles adicionales.

El contratista deberá limpiar fajas 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 fajas deberán quedar libres de árboles, troncos y vegetación.

3.9.6 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.
- Los daños ocasionados a terceros serán 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 plumas 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 dueña de la red y a la casa proveedora.
- 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.
- 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.

3.9.7 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 por 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 m 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.

El adjudicatario elegirá los emplazamientos de los equipos y de las bobinas, teniendo en cuenta que, una vez tensado el conductor, los empalmes queden situados fuera de los vanos prohibidos por el RLAT. Este emplazamiento deberá ser conocido por la compañía para dar su aprobación.

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 trapo. 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 ventadas en sentido longitudinal.

Los cables deberán permanecer sin engrapar 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.

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 comunicación 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.).

3.10 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 del arbolado.

A continuación se describen estas actividades.

3.10.1 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 trazado 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

3.10.2 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 acoplando 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, grandes nevadas, etc.) que sobrepasan los cálculos técnicos y de seguridad utilizados en el diseño y en los Reglamentos de A.T. 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.

3.10.3 CONTROL DE LA VEGETACIÓN

Durante las revisiones periódicas rutinarias se realiza un seguimiento del crecimiento del arbolado y trepadoras que se prevé puede interferir, por su altura o dimensión, 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 a 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 necesario la apertura de nuevos accesos sino exclusivamente el mantenimiento de los ya existentes.

3.	DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO	122
3.1.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA	122
3.2	DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO	123
3.2.1	APOYOS.....	123
3.2.2	CIMENTACIONES	126
3.2.3	CONDUCTORES.....	127
3.2.4	HILOS DE GUARDA.....	127
3.2.5	DISPOSICIÓN DE LOS CABLES EN LOS APOYOS.....	128
3.2.6	CADENAS DE AISLADORES.....	128
3.2.7	PUESTAS A TIERRA.....	129
3.3	CONDICIONANTES TÉCNICOS.....	129
3.4	DESCRIPCIÓN SUCINTA DE LAS OBRAS.....	133
3.4.1	OBTENCIÓN DE PERMISOS.....	135
3.4.2	APERTURA DE ACCESOS.....	135
3.4.3	TALA DE ÁRBOLES	137
3.4.4	CIMENTACIONES.....	138
3.4.5	RETIRADA DE TIERRAS Y MATERIALES DE LA OBRA CIVIL	139
3.4.6	ACOPIO DE MATERIALES DE LA TORRE	139
3.4.7	MONTAJE E IZADO DE CUERPO	139
3.4.8	ACOPIO DE MATERIALES PARA EL TENDIDO.....	141
3.4.9	TENDIDO DE CABLES.....	141
3.4.10	TENSADO Y REGULADO DE CABLES. ENGRAPADO	142
3.4.11	ELIMINACIÓN DE MATERIALES Y REHABILITACIÓN DE DAÑOS.....	143
3.5	INSTALACIONES AUXILIARES	144
3.6	MAQUINARIA Y MATERIALES UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN	144
3.6.1	MAQUINARIA UTILIZADA.....	144
3.6.2	MATERIALES UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN	145
3.7	MANO DE OBRA.....	145
3.8	CRUZAMIENTOS Y SERVIDUMBRES GENERADAS (DERECHOS DE VÍA).....	147
3.9	CONTROL DURANTE LAS OBRAS.....	150
3.9.1	REPLANTEO	152
3.9.2	PISTAS DE ACCESO	152
3.9.3	EXCAVACIÓN Y HORMIGONADO	154
3.9.4	PUESTAS A TIERRA.....	157
3.9.5	TALAS Y PODAS.....	158
3.9.6	ARMADO E IZADO DE LA TORRE.....	159
3.9.7	TENDIDO DE CONDUCTORES Y CABLES DE TIERRA.....	161
3.10	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	165
3.10.1	REVISIONES PERIÓDICAS.....	165
3.10.2	REPARACIONES ACCIDENTALES.....	166
3.10.3	CONTROL DE LA VEGETACIÓN	167

4. MARCO POLÍTICO, LEGAL Y ADMINISTRATIVO

4.1. INTRODUCCIÓN

La República de Guatemala, de conformidad con la Constitución Política de 1985, se divide para su administración en departamentos y éstos en municipios. Actualmente existen 22 departamentos y 331 municipios.

Adicionalmente, en cuanto a la división político-legal la Constitución Política establece que el Poder Público sólo emana del Estado bajo el Organismo Ejecutivo, Organismo Judicial y Organismo Legislativo. El Organismo Ejecutivo está constituido por el Presidente, Vicepresidente de la República y los Ministros de Estado que hacen cumplir la Constitución Política y las leyes, entre otras. El Organismo Judicial está constituido por la Corte Suprema de Justicia, Cortes Superiores y en cada distrito judicial los juzgados, teniendo todas como fin administrar la justicia. El Organismo Legislativo está conformado por el Congreso de la República que tiene la función principal de dictar leyes y ejercitar el control político sobre el Organismo Ejecutivo y los demás Organismos públicos en nombre del pueblo.

Adicionalmente, los Gobiernos Departamentales, Regionales, Municipales o Autónomos, como su nombre lo dice, tienen su propia autonomía. Las Regiones cuentan con un Consejo Regional de Desarrollo Urbano integrado por los gobernadores de los Departamentos que forman la región, por un representante de las corporaciones municipales de cada uno de los departamentos incluidos en la misma y por los representantes de las entidades públicas y privadas.

Los Gobiernos Municipales ejercen su jurisdicción mediante los municipios que son instituciones autónomas. El gobierno Municipal es ejercido por el Consejo integrado por el Alcalde, los Síndicos y los Concejales.

La Constitución Política reconoce, respeta y promueve las formas de vida, costumbres, tradiciones, formas de organización social y cultura de las comunidades indígenas. Igualmente, ofrece protección a tierras y cooperativas agrícolas indígenas.

El Proyecto Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central (SIEPAC), se refiere a la interconexión de los países de Centroamérica mediante una línea eléctrica de alta tensión (230 kV). En el caso de Guatemala, SOLUZIONA Panamá realizó el EsIA de dos de las tres rutas que lo atraviesan. Éstas son: Guate - Este – El Salvador y Panaluya – Frontera con Honduras con longitudes de 89,1 y 73,4 km, respectivamente. Como todo proyecto de gran envergadura que se llevará a cabo, deben evaluarse los impactos ambientales derivados de su construcción y operación.

4.2. MARCO POLÍTICO AMBIENTAL Y LEGISLACIÓN AMBIENTAL

La Constitución Política de la República de Guatemala de 1985, reformada en 1993 estipula en el Título II De los Derechos Humanos, Capítulo II De los Derechos Sociales en la Sección Séptima relativa a la Salud, Seguridad y Asistencia Social el tema Ambiental de la siguiente forma:

- Artículo 64: Declara de interés nacional la conservación y mejoramiento del patrimonio natural de la Nación.

- Artículo 97: Medio Ambiente y Equilibrio Ecológico. El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación.

Es importante mencionar que la República de Guatemala, con el Acto Reformatorio de la Constitución Política de 1993, incluye los temas de salud y ambiente que son importantes para

el país. La Constitución establece los principios básicos de la sociedad y estos, posteriormente, son regulados por las leyes, decretos y resoluciones, como se menciona a continuación:

- Decreto Ley 106 de 1963, establece que los recursos hídricos son bienes de dominio público que pertenecen al Estado y reglamenta el uso de las mismas.
- Decreto 8-70 mediante el cual se establece la Ley General de Caza en la República de Guatemala.
- Decreto 63-79 por el cual se adopta el Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora (CITES).
- Decreto Ley 106-83 por medio del cual se eleva la Secretaría de Energía a la Categoría de Ministerio de Energía y Minas.
- Acuerdo Gubernativo 1.036-85, que establece lo concerniente a la creación del Comité Permanente de Coordinación de Agua Potable y Saneamiento (COPECAS).
- Decreto 4-86 por el cual se adopta el Convenio relativo a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como hábitat de especies acuáticas (Ramsar).
- Decreto 68-86 por el cual se creó la Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA) cuyas funciones eran: formular la política nacional relativa a la protección del ambiente; asesorar, supervisar, recomendar y dictaminar sobre todas las acciones para la aplicación de la política nacional para la protección y mejoramiento del medio ambiente; supervisar el cumplimiento de los convenios, tratados, y programas internacionales, de los que Guatemala forma parte en relación con la protección y mejoramiento del medio ambiente; recomendar los estudios, las obras y trabajos, así como la implementación de medidas que sean necesarias para prevenir el deterioro del medio ambiente; hacer las recomendaciones pertinentes, para que los proyectos de desarrollo contemplen las consideraciones ecológicas para el uso racional de los recursos naturales, la protección

del medio ambiente, zonificación del espacio y la conservación y mejoramiento del patrimonio natural y cultural del país; asesorar a las instituciones públicas y privadas sobre las actividades y programas que conciernen a la prevención, control y mejoramiento de los sistemas ambientales y promover la educación ambiental en los sistemas educativos, informativos y culturales, a fin de crear y fomentar una conciencia ecológica. Además el Consejo Técnico Asesor, podía propiciar a través de la CONAMA, la creación de funciones para promover y divulgar estudios e investigaciones concernientes al medio ambiente, conservación, uso racional y sostenido de los recursos naturales. Las fundaciones, para el mejor funcionamiento de sus objetivos, podrán recibir aportaciones del Sector Público y del Privado. Estos aportes serán deducibles en los términos y condiciones que dispongan la Ley del Impuesto Sobre la Renta. Es importante mencionar que todas estas atribuciones y funciones fueron transferidas al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala (MARN), como se indica más adelante.

- Acto Gubernativo 204-86 por el cual se crea la Comisión Ministerial Encargada de la Conservación y el Mejoramiento del Medio Ambiente con la función específica de normar todo lo referente al medio ambiente y preparar el proyecto de Ley en materia ambiental.
- Convenio suscrito el 26 de marzo de 1988 entre Guatemala y México para la protección y mejoramiento del ambiente en la zona fronteriza.
- Decreto 58-88 por el cual se establece el Código Municipal y le otorga funciones ambientales que se ejercen mediante las jurisdicciones de cada gobierno local.
- Acuerdo Gubernativo 643-88, que regula la creación del Consejo Nacional de Agua y Saneamiento (CONAGUA).
- Decreto 4-89 el cual crea la Ley de áreas protegidas y su reglamento mediante el Acuerdo Gubernativo 759-90.

- Decreto 34-89 por el cual se adopta el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono.
- Acuerdo Gubernativo 60-89, por el cual se reglamentan los requisitos mínimos y sus límites máximos permisibles de la contaminación para la descarga de aguas servidas.
- Acuerdo Gubernativo 195-89 por el cual se crea la Comisión Nacional para el Manejo de Cuencas Hidrográficas.
- Acuerdo Gubernativo 252-89 por el cual se prohíbe la utilización de clorofluorocarbonos.
- Decreto 49-90 por el cual se decreta la Reserva de la Biosfera en Sierra de las Minas.
- Acuerdo Gubernativo 1.326-90, establece la norma COGUANOR relativa a la verificación de aerosoles.
- Decreto 20-92 relativo a la certificación de control de emisiones de los vehículos automotores accionados con motor de combustión interna de gasolina.
- Decreto 81-92, por el cual se establece la Ley Reguladora para el Control de la Utilización del Plomo.
- Decreto 5-95 por el cual se adopta del Convenio de Diversidad Biológica.
- Decreto 15-95 por el cual se adopta el Convenio de Cambio Climático.
- Decreto 9-96 relativo al Convenio sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes.
- Ley 101-96 por la cual se establece la Ley Forestal en la República de Guatemala. La Ley Forestal tiene como objeto declarar de urgencia nacional y de interés social la reforestación y la conservación de los bosques, para lo cual se propiciará el desarrollo forestal y su

manejo sostenible. En su artículo 3 se estipula que los bosques pueden ser aprovechados de manera sostenible incluyendo los recursos forestales para la utilización de la madera, semillas, resinas gomas y otros productos no maderables, siempre y cuando se solicite y se le otorgue la concesión si es en bosques en terrenos nacionales, municipales, comunales o entidades autónomas o descentralizadas o por licencias, si se trata de terrenos de propiedad privada, cubiertos de bosques. Las concesiones y licencias de aprovechamiento de recursos forestales, dentro de áreas protegidas, son otorgadas exclusivamente por el Consejo Nacional de Áreas Protegidas.

El Instituto Nacional de Bosques (INAB) tiene dentro de sus funciones: otorgar, denegar, supervisar, prorrogar y cancelar el uso de las concesiones forestales, de las licencias de aprovechamiento de productos forestales, fuera de las áreas protegidas.

Las concesiones forestales son definidas en la Ley Forestal como la facultad que el Estado otorga a personas guatemaltecas, individuales o jurídicas, para que por su cuenta y riesgo realicen aprovechamientos forestales en bosques de propiedad estatal, con los derechos y obligaciones acordados en su otorgamiento. El plan de manejo es definido como un programa de acciones desarrolladas técnicamente, que conducen a la ordenación silvicultural de un bosque, con valor de mercado o no, asegurando la conservación, mejoramiento, acrecentamiento de los recursos forestales.

La Ley Forestal establece ciertas obligaciones y proyectos de repoblación. En su artículo 67 establece la obligación de la repoblación forestal a las personas individuales o jurídicas que corten bosques para tender líneas de transmisión, oleoductos, lotificaciones y otras infraestructuras. Los programas de repoblación forestal obligados, podrán realizarse en tierras del Estado de las municipalidades, de entidades descentralizadas o en tierras privadas; pero será obligatorio que se realicen en la jurisdicción departamental donde se efectúa la actividad que obligue a la repoblación. Las actividades de reforestación deben incluirse dentro del plan de manejo debidamente aprobado por el INAB. El Instituto Nacional de Bosques decide las obligaciones y actividades que deberán realizar dichas constructoras; en este caso al presentar el estudio debería ser un Estudio de Impacto

Ambiental, en detrimento del medio ambiente, la competencia sin embargo es transferida al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales aprobar o no el proyecto.

El artículo 70 establece las condiciones que dan por concluidas las obligaciones de reforestación, las cuales se dan por satisfactoriamente cumplidas cuando el bosque, a los cuatro años de establecido tenga la densidad aprobada en el plan de manejo, cuente con las medidas de protección contra incendios y el estado fitosanitario sea conveniente para el bosque.

Por otro lado, el artículo 47 establece la prohibición de eliminar bosques en las partes altas de las cuencas hidrográficas cubiertas de bosques, en especial las que estén ubicadas en zonas de recarga hídrica que abastecen fuentes de agua, las que gozarán de protección especial. En consecuencia, estas áreas solo serán sujetas al manejo sostenible.

En el caso de áreas deforestadas en zonas importantes de recarga hídrica, en tierras municipales, privadas o estatales, deberán establecerse programas especiales de regeneración y rehabilitación.

- Decreto 129-96 por el cual se decreta la Reserva Protectora de Manantiales Cerro San Gil.
- Acuerdo Ministerial 21-97 el cual reconoce el Programa de Uso y Manejo Seguro de Plaguicidas.

- Decreto 26-97 por el cual se aprueba la Ley para la Protección del Patrimonio Cultural, la cual es ejecutada por el Instituto Nacional de Antropología e Historia.

- Decreto 38-97, por el cual se adopta el Convenio de Viena, relativo a la capa de ozono.

- Decreto 41-97 por el cual se decreta Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux.

- Decreto 48-97, el cual establece la Ley de Minería en relación al reconocimiento, exploración y explotación de los recursos mineros que constituyan depósitos o yacimientos naturales del subsuelo.
- Decreto 64-97 por el cual se establece la Reserva de Uso Múltiple de la Cuenca del Lago de Atitlán.
- Decreto 90-97 por medio del cual se adopta el Código de Salud, que regula la salud y el ambiente en los temas de calidad ambiental, agua potable para consumo humano, entre otros.
- Decreto 1.237 por el cual se crea la Ley que reglamenta la pesca y acuicultura.
- Decreto 126-97 por el cual se dispone la Ley Reguladora de áreas de reservas territoriales.
- Decreto 1.551 por el cual se dicta la Ley de la transformación de la Reforma Agraria.
- Acuerdo Gubernativo 8-98 por el cual se reglamenta la Ley de Minería en la República de Guatemala.
- Decreto 90-2.000 por medio del cual se crea el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala y se le transfieren las funciones y competencias del antiguo CONAMA. El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, tiene como objetivo primordial formular y ejecutar las políticas relativas al medio ambiente, así como cumplir y hacer que se cumpla el régimen concerniente a la conservación, protección, sostenibilidad y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales en el país.

4.3. PERMISOS Y LICENCIAS AMBIENTALES

La legislación ambiental de Guatemala establece una serie de permisos para diferentes actividades, los cuales a continuación se desarrollan.

CUERPO LEGAL	ARTÍCULO	AUTORIDAD COMPETENTE	PERMISOS
Ley Forestal 101 de 1996	Art. 6	Instituto Nacional de Bosques	Otorgar, denegar, supervisar, prorrogar y cancelar el uso de las concesiones forestales de las licencias de aprovechamiento de productos forestales, fuera de las áreas protegidas.
Ley Forestal 101 de 1996	Art. 26	INAB	Concesiones Forestales en tierras del Estado.
Ley Forestal 101 de 1996	Art. 49	INAB	Inventarios Forestales o planes de manejo deben presentarse en al INAB por un profesional idóneo que debe estar inscrito en el INAB.
Ley de Áreas Protegidas, Decreto 4-89	Art. 20	Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP)	Las empresas públicas o privadas que tengan actualmente, o que en el futuro desarrollen instalaciones o actividades comerciales, industriales, turísticas, pesqueras, forestales, agropecuarias, experimentales o de transporte dentro del perímetro de las áreas protegidas, celebrarán de mutuo acuerdo con el CONAP, un contrato en el que se establecerán las condiciones y normas de operación, determinadas por un estudio de impacto ambiental, presentado por el interesado al CONAP, el cual con su opinión lo remitirá a la Comisión Nacional del Medio Ambiente para su evaluación, siempre y cuando su actividad sea compatible con los usos previstos en el plan maestro del a unidad de conservación de que se trate.
Ley de Áreas Protegidas, Decreto 4-89	Art. 33	CONAP	Para el aprovechamiento de de productos de la vida silvestre protegidos el interesado deberá contar con una autorización del CONAP.
Áreas Protegidas, Decreto 4-89	Art. 76	CONAP	La emisión de licencias de aprovechamiento, caza, pesca deportiva, transporte, tenencia comercial, manejo, exportación y comercialización de productos de flora, fauna silvestres,

CUERPO LEGAL	ARTÍCULO	AUTORIDAD COMPETENTE	PERMISOS
			correspondiente al CONAP.
Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente.	Art. 8	CONAMA (Actualmente el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales)	Para todo proyecto, obra, industria o cualquier actividad que por sus características puedan producir deterioro a los recursos naturales renovables o no renovables, al ambiente o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos naturales del patrimonio natural, será necesario previamente a su desarrollo a un estudio de evaluación de impacto ambiental, realizado por técnicos de la materia y aprobado por la Comisión Nacional del Medio Ambiente.
Acuerdo Gubernativo 23-2003		Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales mediante la Dirección General de Gestión Ambiental y Recursos Naturales	La aprobación o no de los Estudios de Impacto Ambiental.
Ley General de Electricidad	Art. 10	Comisión Nacional de Energía Eléctrica de Guatemala y Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.	Los proyectos de generación y transporte de energía eléctrica deberán adjuntar la evaluación de estudio de impacto ambiental que se determinará a partir del estudio respectivo, el que deberá ser objeto de dictamen por parte de la CONAMA, actualmente está función es del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, dentro de un plazo no mayor de sesenta (60) días a partir de su recepción. En su dictamen del Ministerio de Medio Ambiente, definirá, en forma razonada, la aprobación o inaprobación del proyecto.
Acuerdo Gubernativo 256-97	Art. 4	Ministerio de Energía y Minas	Por el cual se reglamentan las solicitudes para la obtención de autorizaciones definitivas de plantas de generación y geotérmicas, transporte y distribución serán presentadas por el interesado ante el Ministerio, adjuntando la evaluación del estudio de impacto ambiental entre otros requisitos

4.4. ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL EN GUATEMALA

- Decreto 68-86 del Congreso de la República

Por medio del cual se dicta la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. Establece lo siguiente:

- Artículo 8: “Para todo proyecto, obra, industria o cualquier actividad que por sus características puedan producir deterioro a los recursos naturales renovables o no renovables, al ambiente o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos naturales del patrimonio natural, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación de impacto ambiental, realizado por técnicos de la materia y aprobado por la Comisión Nacional del Medio Ambiente. El funcionario que omitiere exigir el estudio será responsable personalmente por incumplimiento de deberes, así como el particular que omitiere dicho estudio de impacto ambiental será sancionado con multa de Q 5.000,00 a Q 100.000,00 (quetzales). En caso de no haber cumplido con este requisito en el término de seis meses de haber sido multado, el negocio será clausurado en tanto no cumpla”.

El Consejo Técnico Asesor del CONAMA se reunía, para conocer y aprobar los Estudios de Impacto Ambiental. El Coordinador de la Comisión Nacional de Medio Ambiente decidió aprobar “El Instructivo de Procedimiento para la Evaluación de Impacto Ambiental”, el cual tuvo una vigencia de siete años, entre los años 1990- 1997, pero nunca fue sancionado por el Ejecutivo, y por lo tanto su existencia fue nula y era aplicado bajo lineamientos técnicos y no así jurídicos por lo que cualquier resolución en la que su base jurídica fuera este instructivo, podía ser materia de amparo y de inconstitucionalidad, debido a que su promulgación legal no existía.

Cabe resaltar que con la creación del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales las competencias del CONAMA fueron transferidas a dicho Ministerio y por ende, toda la materia de evaluación de impacto ambiental es ahora su competencia.

- Decreto 4-89 sobre la Ley de Áreas Protegidas, reformada por el Decreto 110-96

La Ley de Áreas Protegidas establece en su articulado disposiciones sobre los Estudios de Impacto Ambiental de la siguiente manera: las empresas públicas o privadas que tengan actualmente, o que en el futuro desarrollen instalaciones o actividades comerciales, industriales, turísticas, pesqueras, forestales, agropecuarias, experimentales o de transporte dentro del perímetro de las áreas protegidas, celebrarán de mutuo acuerdo con el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), un contrato en el que se establecerán las condiciones y normas de operación, determinadas por un estudio de impacto ambiental, presentado por el interesado al CONAP, el cual con su opinión lo remitirá a la CONAMA para su evaluación, siempre y cuando su actividad sea compatible con los usos previstos en el plan maestro de la unidad de conservación de que se trate.

- Acuerdo Gubernativo 23-2003 por el cual el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales expide el Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental

Dicho Reglamento establece ciertas definiciones, entre ellas la de impacto ambiental como: “Cualquier alteración significativa, positiva o negativa, de uno o más de los componentes del ambiente, provocadas por acción del hombre o fenómenos naturales en un área de influencia definida”.

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales es la entidad competente para la evaluación, control y seguimiento de los Estudios de Impacto Ambiental mediante la Dirección General de Gestión Ambiental y Recursos Naturales que tiene entre sus atribuciones:

- Conocer y analizar los instrumentos de evaluación, control y seguimiento ambiental que se le presenten.
- Diseñar y aplicar los métodos y las medidas necesarias para el buen funcionamiento de los instrumentos de evaluación, control y seguimiento ambiental.
- Verificar el adecuado cumplimiento de los procedimientos técnicos y administrativos del EsIA.
- Mantener actualizado el registro de consultores.

La Dirección General de Coordinación Nacional tiene la función de coordinar con las delegaciones Regionales, Departamentales y Municipales del Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales el cumplir con las funciones de apoyo de la Dirección General de Gestión Ambiental como parte de la estructura del sistema de evaluación, control y seguimiento ambiental. Además para recibir, analizar, inspeccionar y dar seguimiento ambiental el Reglamento crea un grupo de Asesoría Técnica de Expertos conformados por profesionales de reconocida experiencia cuyo fin es el de aportar su opinión sobre la evaluación, control y seguimiento de proyectos, obras o industrias.

Los instrumentos de evaluación ambiental son los documentos técnicos en los cuales se establecen los procedimientos ordenados que permiten realizar una identificación y evaluación sistemática de los impactos ambientales de un proyecto, obra o industria.

Existen diferentes instrumentos de evaluación ambiental de conformidad con el reglamento: evaluación ambiental estratégica, evaluación ambiental inicial, estudio de evaluación de impacto ambiental, evaluación de riesgo ambiental, evaluación de impacto social y evaluación de efectos acumulativos.

Los proyectos, obras, industrias o actividades se clasifican en tres:

- Categoría A: Se refiere a los proyectos, obras, industrias o actividades como los de más alto impacto ambiental potencial o riesgo ambiental de entre todo el listado taxativo.
- Categoría B: corresponde a los proyectos, obras, industrias o actividades consideradas como las de moderado impacto potencial y riesgo ambiental y no corresponden ni a la categoría A ni a la C. Se subdivide en dos categorías la B1, que comprende las que se consideran como de moderado a alto impacto ambiental potencial o riesgo ambiental y la B2, las que son consideradas de moderado a bajo impacto ambiental potencial o riesgo ambiental.
- Categoría C: corresponde a aquellos proyectos, obras, industrias o actividades consideradas como las de bajo impacto ambiental o riesgo potencial de entre todo el listado.

El listado taxativo de los proyectos, obras, industrias o actividades que corresponden a cada una de las categorías, será aprobado vía Acuerdo Ministerial.

El proceso administrativo para la evaluación del estudio de impacto ambiental es el siguiente:

1. Se inicia el trámite con la presentación de la evaluación ambiental inicial, por parte del proponente ante la Dirección General de Gestión Ambiental y Recursos Naturales.
2. El Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales podrá exigir que se presente el diagnóstico ambiental de la obra, proyecto o actividades ya existentes si éstas no cuentan con la aprobación respectiva.
3. La Dirección General de Gestión Ambiental y Recursos Naturales o las Delegaciones del Ministerio, revisarán las evaluaciones ambientales iniciales y mediante resolución determinará el instrumento de evaluación ambiental que corresponda realizar al proponente. En los casos que no se requiera de una evaluación ambiental la Dirección notificará al proponente los compromisos que debe adquirir.
4. El MARN y el proponente informarán al público mediante un diario de circulación, que se ha presentado el instrumento de evaluación de impacto ambiental, con el objeto de recibir observaciones o incluso manifestaciones de oposición bien fundamentadas.
5. La Dirección General de Gestión Ambiental y Recursos Naturales podrá realizar las inspecciones que estime convenientes para efectos de la revisión y análisis de la evaluación ambiental o diagnóstico ambiental. Igualmente, podrá solicitar opiniones a otras entidades.
6. En cualquier caso cuando la información presentada no fuere suficientemente clara se podrá pedir, por única vez, una ampliación, para lo cual se le concederá un plazo de quince días a partir de su notificación.

7. Se podrá suspender cualquiera de los procedimientos de evaluación si la Dirección General de Gestión Ambiental y Recursos Naturales comprueba que se ha incumplido con la Ley o, si hay impactos altamente significativos.
8. La resolución final correspondiente la emitirá la Dirección General de Gestión Ambiental y Recursos Naturales aprobando o rechazando las evaluaciones ambientales o diagnósticos ambientales según sea el caso.

El reglamento establece las multas y sanciones que se imponen a los infractores del mismo.

4.5. POLÍTICAS ENERGÉTICAS

El Ministerio de Energía y Minas de la República de Guatemala es la autoridad competente para normar todo lo relativo en cuanto a las normas y políticas energéticas del país.

- Dirección General de Energía (DGE), es la dependencia del Ministerio de Energía y Minas, que tiene como propósito formular y coordinar las políticas, planes de Estado, programas indicativos que promueven el empleo de energías renovables y el uso eficiente de los recursos energéticos para mejorar la calidad de vida de la población guatemalteca. Así también, promover las aplicaciones pacíficas de la energía nuclear en la industria, agricultura, ambiente y salud estableciendo las condiciones mínimas de seguridad a fin de proteger la salud, los bienes y el medio ambiente.

La Dirección General de Energía tiene las siguientes obligaciones:

- Elaborar y proponer al Ministerio los planes para la investigación, desarrollo y ejecución de programas y proyectos relacionados con la electrificación rural.
- Velar para que el proceso de autorizaciones para la instalación de centrales, prestación del servicio de transporte, el servicio de distribución final de electricidad y constitución de servidumbres, se realice conforme a la Ley General de Electricidad.

- Coordinar la identificación, selección, los concursos para la evaluación socioeconómica, los estudios de ingeniería y construcción de proyectos de electrificación rural, de beneficio social o utilidad pública, así como la supervisión de los mismos de acuerdo con las políticas del Estado.
- Convocar a concurso las zonas de servicio de distribución final de energía eléctrica.
- Promover el desarrollo de programas dirigidos al estudio, uso eficiente y conservación de las fuentes energéticas renovables, a través de proyectos competitivos, además de su divulgación para vincularlos al desarrollo del país. Así como el vínculo de la asistencia tecnológica y financiera con toda entidad internacional de desarrollo del subsector.
- Velar porque se cumplan en el territorio nacional, las disposiciones legales y los tratados internacionales suscritos y ratificados por Guatemala, en materia de energética.
- Controlar, supervisar, fiscalizar y establecer las condiciones mínimas de seguridad que deben observarse en las actividades generadas por la investigación, promoción y desarrollo de las aplicaciones de los radioisótopos y radiaciones ionizantes.
- Estudiar y emitir dictamen sobre los expedientes en materia de su competencia.
- Recopilar y analizar los datos estadísticos referentes a las fuentes energéticas y preparar publicaciones de divulgación de las mismas, así como servir de órgano de información del ministerio de energía y minas, respecto a su uso y posibles aplicaciones.
- Decreto 93-96 por el cual se crea la Ley General de Electricidad

La presente Ley establece el desarrollo del conjunto de actividades de generación, transporte, distribución y comercialización de electricidad. Igualmente, se crea la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE) como un órgano técnico del Ministerio. Dentro de sus funciones se encuentran las de cumplir la presente ley y sus reglamentos e imponer sanciones a los infractores; velar por el cumplimiento de las obligaciones de los adjudicatarios y concesionarios

además de proteger los derechos de los usuarios; definir las tarifas de transmisión y distribución sujetas a regulación, entre otras obligaciones.

En materia de instalación de obras, generación, transporte y distribución el Artículo 10 establece lo siguiente: “Los proyectos de generación y transporte de energía eléctrica deberán adjuntar la evaluación de estudio de impacto ambiental que se determinará a partir del estudio respectivo, el que deberá ser objeto de dictamen por parte de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), actualmente esta función es del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, dentro de un plazo no mayor de sesenta (60) días a partir de su recepción. En su dictamen del Ministerio de Ambiente, definirá, en forma razonada, la aprobación o no aprobación del proyecto o en el caso la aprobación con recomendaciones, las que deberán cumplirse. En caso de omitirse el dictamen en el plazo estipulado, el proyecto, bajo la responsabilidad del Ministerio, se dará por aprobado, deduciendo las responsabilidades, por la omisión, a quienes corresponda.

□ Acuerdo Gubernativo 256-97 que reglamenta la Ley General de Electricidad

Por el cual se reglamentan las solicitudes para la obtención de autorizaciones definitivas de plantas de generación y geotérmicas, transporte y distribución las cuales serán presentadas por el interesado ante el Ministerio, adjuntando la evaluación del estudio de impacto ambiental entre otros requisitos.

□ Resolución CNEE 09-99 de normas técnicas

La resolución tiene como objetivo establecer los derechos y obligaciones de los prestatarios y usuarios del Servicio Eléctrico de Distribución, índices o indicadores de referencia para calificar la calidad con que se proveen los servicios de energía eléctrica, tanto en el punto de entrega como en el punto de utilización de tales servicios, tolerancias permisibles, métodos de control, indemnizaciones, sanciones y/o multas. Estas Normas serán de aplicación obligatoria para todos los participantes que hacen uso de los Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica.

□ Resolución CNEE 49-99 de normas técnicas de diseño y operación del servicio de transporte de energía

La norma tiene por objeto establecer las disposiciones, criterios y requerimientos mínimos para asegurar que las mejoras y expansiones de las instalaciones del servicio de transporte de energía eléctrica, se diseñen y operen, garantizando la seguridad de las personas y bienes y la calidad del servicio. Igualmente, las normas serán de aplicación obligatoria, en la República de Guatemala, para todas las personas individuales o jurídicas, que tengan relación con el diseño, construcción, supervisión, operación y mantenimiento de las instalaciones de servicio de transporte de energía eléctrica, incluyendo sus mejoras, ampliaciones e instalaciones temporales.

En cuanto al impacto ambiental se deberá proceder de acuerdo con lo indicado en la Ley General de Electricidad y su Reglamento, u otra norma específica que en el futuro se apruebe.

El artículo 22 estipula las sanciones, “el Transportista deberá cumplir con lo establecido en la Ley General de Electricidad y su Reglamento y con los requisitos de estas Normas. El incumplimiento de los estándares y medidas de seguridad de las instalaciones del Servicio de Transporte de Energía Eléctrica establecidas en estas normas, resultará en sanciones, aplicadas por la Comisión, de acuerdo con lo establecido en la Ley General de Electricidad y su Reglamento, u otro reglamento que la Comisión establezca para este fin”.

4. marco político, legal y administrativo.....	172
4.1. INTRODUCCIÓN	172
4.2. MARCO POLÍTICO AMBIENTAL Y LEGISLACIÓN AMBIENTAL.....	173
4.3. permisos y licencias ambientales	179
4.4. ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL EN GUATEMALA.....	182
4.5. POLÍTICAS ENERGÉTICAS	186

5A. DEFINICIÓN DE TRAMOS HOMOGÉNEOS

La existencia a lo largo del corredor de variaciones topográficas notorias, con formaciones volcánicas o actividad sísmica que suponen un riesgo para la línea, zonas con apreciables variaciones climáticas, diferentes formaciones boscosas, fauna nativa diversa, distintos usos del suelo y otros aspectos socioeconómicos, ausencia de poblaciones indígenas, etc., descritos de forma minuciosa en el capítulo siguiente, suponen una dificultad manifiesta a la hora de analizar el Proyecto de una forma global. Por ello, a continuación, se realiza un análisis pormenorizado que permite identificar aquellos aspectos más relevantes presentes en el espacio a ser intervenido y, sobre todo, a lo largo del trazado y sus inmediaciones.

A partir de este análisis, se definieron una serie de tramos de características homogéneas respecto a los diversos componentes del medio y con una respuesta al desarrollo del Proyecto, mediante una metodología común a todos los equipos nacionales, que posibilita la correcta realización de la evaluación de los impactos que la ejecución del Proyecto SIEPAC pueda generar.

5A.1. DESCRIPCIÓN Y DEFINICIÓN DE TRAMOS HOMOGÉNEOS

En el presente apartado se identifica de forma pormenorizada los elementos que puedan verse afectados por el trazado propuesto.

Para ello, se han dividido, a efectos prácticos, los trazados en tramos de características homogéneas, en los que se precisa la incidencia que cada una de las actividades previstas en el desarrollo del Proyecto pueda 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, teniendo en cuenta aspectos como el relieve morfológico, la existencia o ausencia de amenazas naturales en las proximidades, accesos, la red hidrográfica, la cubierta vegetal, la fauna, la presencia de mayor o menor población, la

infraestructura, el patrimonio, etc., buscando asignarlos a las diversas comarcas o unidades naturales presentes en la franja.

En este contexto, las longitudes de los tramos son muy diferentes entre sí, variando su extensión desde un número escaso de kilómetros, inferior a la decena, hasta casi treinta, dado 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, pero que, sin embargo, la reducida dimensión del mismo, desaconseja 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.

A continuación, se irán describiendo los principales parámetros que definen el territorio atravesado por la línea en ambas rutas.

Para una mejor definición y análisis de las características ambientales a lo largo de los corredores, se dividió el trazado de la ruta Guate-Este – El Salvador en cuatro tramos (GU1-1, ..., GU1-4) (ver Mapa MG-2A).

Esta definición en tramos permite realizar una mejor descripción de las zonas que atraviesa el tendido, 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.

En los párrafos siguientes se presenta una descripción de los tramos homogéneos que comprenden la ruta.

- Tramo GU1-1 (Guate - Este-Las Manzanillas - Villas Pradera)

Tramo con longitud de 15,4 km, compuesto de tres alineaciones.

El tramo parte de la subestación Guate-Este, saliendo en dirección 30° SO hacia el camino que conduce a la aldea de Las Manzanillas donde se ubica el PM-1 (2,3 km). Luego sigue en dirección 45° SE, perpendicular a la carretera CA-1, hasta llegar al PM-2 a orillas de la carretera (13) que une a Lo de Diéguez con Villas Pradera. En el PM-2 la línea continúa en dirección SE 30° hasta pasar por la entrada de Villas Pradera. Este tramo se caracteriza por atravesar puntos elevados, entre los 1.700 y 1.900 m.s.n.m.

Al inicio de este segmento de la línea se cruza el río Las Minas y la parte alta de las subcuencas del río Rustrián, río Santa Isabel, quebrada La Perla y río Lo de Diéguez.

Otra particularidad a resaltar del tramo es que se encuentra en los límites de un área urbana de alto valor catastral, muy cerca de los residenciales Canchón, Autódromo de Guatemala, San Agustín Vista al Lago, Villa del Pinar y Finca Graciela. Al salir del área residencial cruza la carretera (2) que va hacia Puerta del Señor y Fraijanes, pasa cerca de la Granja Penal Pavón, y a unos 500 m de la planta procesadora de carne EXGABAL, hasta llegar a la intercepción del PM-2. Luego sigue su recorrido por Finca Sabanetas, Finca San Carlos, Santa Teresa, pasando por Yumanes y finalizando en las cercanías de la entrada a Villas Pradera.

Dentro del área de influencia directa se localizan los siguientes sitios arqueológicos: Sitio Arqueológico Canchón, Jorgia y Graciela.

Durante su recorrido la línea pasa por cuatro municipios, éstos son: Santa Catarina Pinula, Fraijanes, Villa Canales y Santa Rosa de Lima.

El paisaje está dominado por la presencia de áreas residenciales, edificaciones y el aspecto urbano que éstas proporcionan a las cuencas visuales afectadas.

Las unidades geológicas encontradas en el tramo provienen de la actividad volcánica del Terciario y Cuaternario, destacándose los siguientes materiales: pómez y aluvión con sedimentos y suelos, toba dacítica, flujo de riolita autobrechiforme, toba pomácea endurecida y

andesitas y basalto no dividido. Estas unidades geológicas se encuentran en la provincia volcánica.

En este sector se encuentran dos fallas secundarias, transversales al alineamiento, sobre el río Las Minas y la qda. El Anono. En el sector entre Villas Pradera a Yumanes existe una falla aproximada que es transversal al alineamiento lo que hace al tramo vulnerable a sismos.

Los suelos en este tramo pertenecen al orden Andisol, cuyas principales cualidades son: el desarrollo sobre la ceniza volcánica y un alto potencial de fertilidad (ver Mapa 4A). Las características físicas son buenas y el contenido de materia orgánica es de regular a alto. Entre sus limitaciones de manejo se señalan la deficiencia de humedad, retención de fosfatos y erodabilidad. Los suelos predominantes incluyen: Morán, Pinula y Fraijanes; los dos primeros presentan peligro de alta erosión y el último erosión muy alta.

La capacidad agrológica indica que los suelos del tramo pertenecen a las clases III, VI, VII y VIII (ver Mapa 10A). Los suelos en las mesetas están dedicados a la ganadería lechera y viveros para la exportación de plantas ornamentales. Además, se observan cultivos de maíz y frijol en suelos con pendientes en un rango entre el 8% y el 20%. Los usos de suelo en esta área corresponden a centros poblados, infraestructura vial, líneas de transmisión, agricultura y ganadería, sobre todo siembra de café que se inicia desde Yumanes y pasa por Villas Pradera.

En este tramo se advierten dos zonas de vida, al inicio de la línea comprendiendo el área de Guate-Este y Las Manzanillas se encuentra la zona de vida: Bosque Húmedo Subtropical Cálido, "bh-S(c)", caracterizado por presentar temperatura media en rangos de 22 a 27 °C, con precipitaciones entre 1.200 – 2.000 mm y con una tasa de evapotranspiración de 0,95%. Hacia el área de la carretera a Yumanes y Villas Pradera la zona de vida presente es Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical "bm-MB", caracterizado por una temperatura media en rangos de 15 a 23 °C, con precipitación de 1.344 mm y con una tasa de evapotranspiración de 0,75% (ver Mapa 12A).

Este tramo, en general, presenta una temperatura de 23 \pm °C, precipitación de 1.300 mm y humedad relativa de 75 %.

En cuanto a la cobertura forestal, solamente al inicio de la línea en Guate-Este, ésta corresponde a una asociación mixta de cultivos, después se da una primera inflexión ocupada por un bosque mixto; en el resto de este tramo no hay cobertura forestal significativa, salvo a la altura de Yumanes en donde se aprecia un bosque de coníferas maduro.

Los ecosistemas terrestres del sector son, en el área de Guate-Este y las Manzanillas, Bosque Tropical Semideciduo Mixto Montano Inferior, Bosque Tropical Siempreverde Estacional Mixto Montano Inferior, Bosque Tropical Siempreverde Estacional Mixto Submontano y Sistema Agropecuario. Hacia la carretera a Yumanes y Villas Pradera prevalecen los ecosistemas de sistemas agropecuarios y cafetales de altura.

Las series de vegetación incluyen bosques siempreverde, arbustales o rastrojos, herbazales y cultivos anuales. En el área de la carretera a Yumanes y Villas Pradera la serie de vegetación característica es la zona de potreros, inclusive se observan efectos de erosión en cárcavas en las zonas de pendientes pronunciadas esto es más evidente en Villas Pradera.

De acuerdo con la bibliografía consultada y el recorrido de campo en este tramo, para la flora, se han registrado 88 especies de las cuales sobresalen las arbóreas como: *Casuarina* cf. *equisetifolia* (casuarina), *Eucalytus camaldulensis* (eucalipto), *Pinus montezumae* (pino macho), *Cupressus lusitanica* (ciprés), *Erythrina rubrinervia* (silbador) y *Ceiba pentandra* (ceiba). Estas especies son de importancia maderable y la especie *Ceiba pentandra* (ceiba) es de importancia emblemática o heráldica, ya que es el árbol nacional de Guatemala. Entre las especies medicinales se encuentran: *Pimienta dioica* (pimienta gorda), *Lantana camara* (tres negritos, cinco negritos), *Mimosa albida* (zarza, dormilona), *Mimosa pudica* (dormilona), *Cirsium mexicanum* (cardo santo, zarza quemada), *Heliotropium indicum* (cola de alacrán) y *Eucalytus camaldulensis* (eucalipto), esta última además de ser medicinal también es considerada como una especie maderable.

Para el caso de la fauna se han registrado un total de 33 especies. Entre los mamíferos predominan el *Silvilagus floridanus* (conejos) y el *Sciurus vulgaris* (ardilla común). Entre las aves están: *Aratinga canicularis* (cotorra o perica), *Columbina minuta* (tortolita o paloma guatemalteca de suelo), *Leptotila verreauxi* (paloma o paloma rabiblanca), *Cassidix mexicanus* (sanate) y *Ortalis vetula* (chachalaca); de estas especies *Leptotila verreauxi* (paloma o paloma rabiblanca), *Aratinga canicularis* (cotorra o perica) y *Ortalis vetula* (chachalaca) se encuentran en la Lista Roja de Guatemala como especies en peligro de extinción y a nivel internacional en el apéndice CITES 1, 2 y 3 respectivamente. Finalmente, para los reptiles la especie dominante es *Ameiva undulada* (ameiva o borriguero) y entre los anfibios predomina el *Bufo marinus* (sapo común).

□ Tramo GU1-2 (Villas Pradera – Monte Verde)

Este tramo tiene una longitud de 23,3 km. El trazado discurre paralelo a la carretera (13) que inicia en Villas Pradera hasta llegar a la población de Amberes, cruza la carretera que une a Teocinte con Santa Cruz Naranjo y pasa casi perpendicularmente sobre la carretera (3) en las inmediaciones de la Finca El Trapichito. Luego continúa hasta Lomas Ojo de Agua en el PM-3 para finalmente cambiar la dirección 45° al SE en dirección hacia Monte Verde, pasando al norte de Estanzuela.

En su sección inicial se mantiene paralelo al río Las Cañas. Más adelante cruza los ríos Teocinte, Don Gregorio, qda. Ojo de Agua y río Los Esclavos.

Las poblaciones más importantes en este tramo son Salitre, que se localiza en el parteaguas del río Las Cañas y La Plata, sobre la carretera (13); Teocinte, Santa Cruz Naranjo, que está en las inmediaciones del área de influencia directa, al igual que El Naranjo; Don Gregorio, sigue Potrerillos, Amberes, Finca El Trapichito que se localiza entre las ciudades de Santa Rosa de Lima y Barberena, le siguen Ojo de Agua, Lomas Ojo de Agua, Portezuelo, Estanzuela hasta llegar a Monte Verde.

Otro aspecto a resaltar son las lagunetas, al NE de Villas Pradera se encuentra la laguneta Carrizal en Carrizal, al SO de Salitre a unos 4,5 km se localiza la laguneta El Bosque, a la altura

de la Finca El Trapichito hacia el SO se ubica la laguna El Pino (6,3 km de distancia con respecto a la línea), cerca de Lomas Ojo de Agua en las proximidades del área de influencia directa se encuentra la laguneta El Junquillo, laguneta El Pijije, laguneta Los Llanos y el sitio arqueológico El Junquillo. Entre Potrerillos y Amberes se localiza el balneario Las Victorias. Al norte de Estanzuela al final del tramo se divisa en las proximidades del área de influencia directa el volcán Jumaytepeque.

La geología del tramo revela que pómez y aluvión, andesitas y basaltos no divididos, andesitas sin dividir, cenizas y flujos del volcán Jumaytepeque que se introdujeron en el valle del río Los Esclavos y conforman las unidades geológicas de la región. La zona ha sido cubierta por lava volcánica y además presenta barrancos profundos, empinados y colinas fuertemente onduladas.

En el sector entre Villas Pradera y Teocinte se encuentran dos fallas pequeñas y otra aproximada que es transversal a la línea que corre paralela a la qda. La Puerta. Además, en el trayecto entre Lomas Ojo de Agua y Monte Verde el corredor es atravesado por una falla. Es importante notar que el trazado propuesto pasa en las partes bajas del volcán Jumaytepeque, cuyas erupciones de lava fluida ocurrieron en el Cuaternario temprano o sea hace 2 millones de años (ver Mapa 13A).

En este tramo los suelos están asociados a los órdenes: Andisoles, Entisoles, Ultisoles e Inceptisoles (ver Mapa 4A). Los Entisoles, se caracterizan porque la humedad del suelo es variable, su potencial de fertilidad es bajo, y la poca profundidad y pedregosidad limitan su uso en actividades productivas. Estos suelos se encuentran entre los poblados de Villas Pradera, Teocinte y El Trapichito.

Los suelos Ultisoles están presentes en el sector de El Trapichito, Lomas Ojo de Agua hasta las cercanías del valle del río Los Esclavos. Sus características físicas se clasifican como buenas a regulares, sin embargo su manejo favorece el mantenimiento de la producción de café para exportación. Estos suelos se caracterizan por la elevada alteración de sus minerales. Además de los anteriores, los suelos Inceptisoles se ubican ampliamente en el valle del río Los Esclavos

y en Monte Verde. Se destacan por el incipiente desarrollo del perfil del suelo. Según la clasificación de Simmons y otros en este sector se observan los siguientes suelos: Fraijanes, Salamá, suelos aluviales, Barberena y Pinula. Los suelos Fraijanes presentan muy alta erosión y los Barberena y Pinula, erosión alta.

Se destacan en el recorrido de la línea propuesta suelos de capacidad agrológica VIII, VII, VI, IV y III (ver Mapa 10A). Estos suelos asociados a las capacidades agrológicas son suelos muy fértiles en donde se cultiva café bajo sombra para la exportación, principalmente en el Departamento de Santa Rosa. Además de esta cualidad distintiva, en los suelos se cultivan maíz, plátano, mango, cítricos y frijol. Los usos de suelo incluyen centros poblados, infraestructura vial y en menor proporción se dedican a la ganadería extensiva. Una característica a favor de este tramo son los buenos accesos disponibles.

En este tramo se diferencian dos zonas de vida, el área de Teocinte y El Trapichito y hacia el lado izquierdo de Lomas Ojo de Agua y Monte Verde. Para el primer área se presenta la zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical “bm-MB”, caracterizado por una temperatura media en rangos de 15 a 23 °C, con precipitación de 1.344 mm y con una tasa de evapotranspiración de 0,75 %. Al lado izquierdo de la línea hacia Lomas Ojo de Agua y Monte Verde se halla la zona de vida Bosque Muy Húmedo Subtropical Cálido “bmh-S(c)” caracterizado por una temperatura media en rangos de 21 a 25° C, precipitaciones entre 2.136 y 4.327 mm y con una tasa de evapotranspiración de 0,45% (ver Mapa 12A).

Las características generales del tramo son: temperatura de 18 °C, precipitación de 1.300 mm y humedad relativa de 75 %.

Según las observaciones realizadas en campo y la revisión de los mapas de cobertura forestal, se determinó que la poca vegetación existente comprende herbazales y pocos arbustos aislados de bajo porte.

El ecosistema terrestre presente en el área de Teocinte, El Trapichito, Lomas Ojo de Agua y Monte Verde es el sistema agropecuario en una gran extensión. Hacia el sur de Monte Verde

en el área de Los Matochos se observa un porción reducida de Bosque Tropical Siempreverde Estacional Mixto Submontano.

Las series de vegetación comunes en todo el segmento son: bosques semidecuidos, arbustales o rastrojos y cultivos permanentes. En el área de Teocinte se observaron cultivos anuales y para el área de Lomas Ojo de Agua y Monte Verde bosques deciduos y cafetales de sombra.

Según la literatura revisada y la visita de campo, en este tramo se han reportado 91 especies de flora de las cuales sobresalen las arbóreas como: *Gliricidia sepium* (madre cacao), *Enterolobium cyclocarpum* (conacaste), *Jacaranda mimosifolia* (jacaranda), *Cedrela odorata* (cedro amargo), *Hymenaea courbaril* (guapinol), *Cordia alliodora* (laurel), *Erythrina rubrinervia* (silvador) y *Tabebuia rosea* (matiliguate). Entre estas especies son importantes maderablemente: *Tabebuia rosea* (matiliguate), *Cedrela odorata* (cedro amargo) y *Cordia alliodora* (laurel). La especie *Gliricidia sepium* (madre cacao) se emplea como cerca viva. Algunas de las especies medicinales halladas son: *Acalypha guatemalensis* (hierba de cáncer), *Pimenta dioica* (pimienta gorda), *Ruta chalapensis* (ruda) y *Chenopodium ambrosoides* (apazote) esta última, también se emplea como condimento. Una de las especies que presentó mayor diversidad de usos fue *Yuca guatemalensis* (izote), la cual se emplea con fines ornamentales, alimenticios y medicinales.

Los usos de suelo incluyen cultivos permanentes y anuales. Las especies más cultivadas del tipo permanente son: *Coffea arabica* (café), *Citrus limon* (limón), *Citrus sinensis* (naranja) y *Bixa orellana* (achiote) y para los anuales se destacan: *Zea maíz* (maíz), *Phaseolus vulgaris* (frijol), *Musa sapientum* (banano) y *Musa paradisiaca* (plátano)

Para el caso de la fauna se han reportado 95 especies. Entre los mamíferos predominan: *Silvilagus floridanus* (conejos), *Sciurus vulgaris* (ardilla común), *Nasua narica* (pizote o gato solo), *Urocyon cineroargenteus* (gato de monte), *Agouti paca* (tepezcuintle), *Didelphis marsupialis* (tacuazin), *Dasyurus novencintus* (armadillo).

De las aves se pueden mencionar: *Coragyps atratus* (zopilote), *Icterus galbula* (chorcha), *Aratinga canicularis* (cotorra o perica), *Columbina minuta* (tortolita o paloma guatemalteca de suelo), *Leptotila verreauxi* (paloma o paloma rabiblanca) y *Cassidix mexicanus* (sanate). De estas especies *Leptotila verreauxi* (paloma o paloma rabiblanca) está incluidas en el apéndice CITES 1 y las especies *Aratinga canicularis* (cotorra o perica) y *Ortalis vetula* (chachalaca) se encuentran en el apéndice CITES 2 y 3 respectivamente. Entre los gavilanes, las especies *Accipiter bicolor* (gavilán) y *Accipiter chionogaster* (gavilán pechiblanco) se encuentran dentro del apéndice CITES 2 y se observan en el área de El Trapichito y Monte Verde.

Por último, las siguientes serpientes han sido registradas en el área: *Boa constrictor* (boa), *Micrurus nigrocinctus* (coral), *Crotalus durissus* (cascabel) y *Clelia scytalina* (zumbadora), entre los reptiles la especie dominante es *Ameiva undulada* (ameiva o borriguero). De los anfibios se han registrado las siguientes especies: *Bufo marinus* (sapo común), *Bufo canaliferus*, *Bufo Coccifer*, *Bufo ibarraí* y *Iguana iguana* (iguana verde),

□ Tramo GU1-3 (Monte Verde-Las Vegas (El Molino)-El Tablón)

La longitud de este segmento es 15,7 km. Este tramo inicia al norte de la ciudad de Cuilapa, corre paralelamente al río Los Esclavos, más adelante intercepta la carretera Panamericana CA-1 en un punto al norte de El Molino (2 km). Después mantiene su dirección SE paralelamente a la línea divisoria de los municipios de San José Acatempa, Casillas, Cuilapa, Oratorio y Nueva Santa Rosa, para finalizar al sur de El Tablón y Las Delicias.

El trazado, como se describió al principio, discurre paralelo al río Los Esclavos, atravesando las partes altas de las quebradas Zapatero, Zacuapa, río El Molino y qda. Juntal. Las poblaciones más importantes en este tramo son: Los Matochos, Rodeo El Molino, El Molino, en las cercanías del área de influencia se tiene al norte, Llano Grande, San José Acatempa, El Tablón y Las Delicias y al sur la ciudad de Oratorio y El Zapotillo.

En este tramo se localiza, fuera del área de influencia directa, a unos 7,5 km en dirección SO de Los Matochos el embalse de la hidroeléctrica Los Esclavos, donde se encuentra el puente colonial. Al sur de El Molino se ubica la laguneta Juan Miguel.

En este tramo las unidades geológicas predominantes son depósitos de aluvi3n en el valle del río Los Esclavos, rocas volcánicas ampliamente distribuidas en el área de El Molino hasta San Ixtán y sedimentos volcánicos en el sector de San Ixtán a El Tabl3n. Es importante resaltar que el área es vulnerable a sismos. Monte Verde es una aldea situada en las laderas del volcán Jumaytepeque, laderas que descienden hasta el valle angosto del río El Molino. Posteriormente al cruzar el río El Molino el relieve cambia a ondulado ya que es afectado por la falla de Jalpatagua.

Los suelos de este tramo están representados por los siguientes 3rdenes: Entisoles, Ultisoles e Inceptisoles (ver Mapa 4A). Los suelos Inceptisoles ocupan aproximadamente el 85% del área en este tramo y se encuentran desde Monte Verde hasta El Tabl3n, distinguiéndose por ser jóvenes sus horizontes y escasos rasgos de desarrollo. Los suelos Entisoles en este tramo del corredor se encuentran en una proporci3n aproximada de 10% al sur del trazado siguiendo las partes planas adyacentes al río Los Esclavos. Estos suelos que presentan poco desarrollo, se encuentran expuestos a condiciones de exceso de humedad. Los suelos Ultisoles se hallan en una pequeña porci3n de aproximadamente 5%, los cuales debido al lavado presentan bajo potencial de fertilidad, humedad deficiente y bajo contenido de materia orgánica. Según la clasificaci3n de Simmons y otros en este sector los suelos predominantes incluyen Cuilapa, Barberena, suelos aluviales, Comapa, Sansare. Estos suelos son muy fértiles y los tres primeros están asociados a erosi3n alta. Por el contrario los suelos Comapa presentan erosi3n ligera.

En estos suelos se cultiva café asociado con vegetaci3n baja, maíz, frijol, árboles frutales y además se encuentran pastos. Los usos de suelo incluyen aldeas, infraestructura vial, agricultura y ganadería.

En este tramo tambi3n se encuentran dos zonas de vida, en el área de El Molino al lado derecho de la línea se presenta la zona de vida Bosque Muy Húmedo Subtropical Cálido “Bmh-S(c)”, caracterizado por presentar temperatura media en rangos de 21 a 25 °C, con precipitaciones entre 2.136 y 4.327 mm y una tasa de evapotranspiraci3n de 0,45 %. Hacia el

lado izquierdo de El Molino y El Tablón se halla la zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical “bm-MB”, determinado por la temperatura media en rangos de 15 a 23 °C, con precipitación de 1.344 mm y una tasa de evapotranspiración de 0,75 % (ver Mapa 12A).

Este sector presenta, en general, una temperatura entre 18 y 21 °C, precipitaciones de 1.000 mm y humedad relativa de 75 %.

En cuanto a la cobertura forestal para las áreas de El Molino (lado derecho de la línea) y El Tablón hay cobertura forestal significativa, sin embargo al lado izquierdo de El Molino hay asociaciones latifoliadas de cultivos.

El ecosistema terrestre que prevalece entre El Molino y El Tablón es el sistema agropecuario, y el mismo abarca una gran extensión.

Las series de vegetación comunes en todo el tramo son: bosques semidecíduos, bosques decíduos, arbustales o rastrojos y cultivos anuales.

Después de consultar la literatura disponible y realizar la visita al área se determinaron 58 especies de las cuales sobresalen las arbóreas como: *Samanea* cf. saman (hawai, upagui), *Bursera simaruba* (palo jote), *Diphysa robinooides* (guachiplilín), *Terminalia amazonia* (volador), *Andira inermis* (chaperno), *Gliricidia sepium* (madre cacao), *Enterolobium cyclocarpum* (conacaste), *Cedrela mexicana* (cedro), *Hymenaea courbaril* (guapinol) y *Cordia alliodora* (laurel). De estas especies son de importancia maderable: *Cedrela mexicana* (cedro), *Diphysa robinooides* (guachiplilín), *Terminalia amazonia* (volador) y *Cordia alliodora* (laurel). Las especies *Bursera simaruba* (palo jote) y *Gliricidia sepium* (madre cacao) se emplean como cerca viva. Algunas de las especies medicinales son: *Bursera simaruba* (palo jote), *Pluchea carolinensis* (salvia), *Mentha x piperita* (hierba buena), *Lantana camara* (tres negritos), *Ruta chalapensis* (ruda) y *Chenopodium ambrosoides* (apazote). Al igual que en el tramo anterior la especie *Yuca guatemalensis* (izote) presentó mayor variedad de usos, inclusive se informó que su inflorescencia se bate con huevos y representa un gran alimento para las personas del área de El Tablón.

Entre los cultivos anuales se destacan: *Zea maíz* (maíz), *Musa sapientum* (banano) y *Musa paradisiaca* (plátano).

Para la fauna se han registrado 49 especies. Entre los mamíferos predominan: *Urocyon cineroargentis* (gato de monte), *Agouti paca* (tepezcuintle), *Silvilagus floridanus* (conejos), *Procyon* sp. (mapache), *Mustela frenata* (comadreja), *Dasyopus novencintus* (armadillo), *Chironectes minimus* (tacuazines), *Didelphis marsupialis* (tacuazin), *Sciurus vulgaris* (ardilla común) y *Nasua narica* (pizote o gato solo). De ellos el *Agouti paca* (tepezcuintle), *Dasyopus novencintus* (armadillo) y *Chironectes minimus* (tacuazines), aparecen en la Lista Roja de Guatemala.

Las siguientes aves han sido reportadas: *Colinus leucopogon* (codorniz), *Columbina talpacoti* (tortolita), *Crotophaga sulcirostris* (pijuy), *Icterus galbula* (corcha, oropéndola), *Leptotila verreauxi* (paloma o paloma rabiblanca), *Cassidix mexicanus* (sanate), *Columbina minuta* (tortolita o paloma guatemalteca de suelo), *Accipiter bicolor* (gavilán) y *Accipiter chionogaster* (gavilán pechiblanco). De ellas la especie *Leptotila verreauxi* (paloma o paloma rabiblanca) está incluida en la Lista Roja de Guatemala y en el apéndice 1 de CITES, éstas fueron avistadas en El Tablón. Los gavilanes registrados para el área de El Molino son: *Accipiter bicolor* (gavilán), *Accipiter chionogaster* (gavilán pechiblanco) y *Buteo jamaicensis* (gavilán colirroja) los mismos se encuentran en el apéndice 2 de CITES.

Entre las especies de serpientes se registraron: *Agkistrodon bilineatus* (cantil de agua), *Clelia scytalina* (zumbadora), *Boa constrictor* (boa), *Micrurus nigrocinctus* (coral) y *Crotalus durissus* (cascabel). De estas especies la que aparece en la Lista Roja de Guatemala y en CITES 2 es *Boa constrictor* (boa). De los anfibios la especie registrada fue *Bufo marinus* (sapo común) y de los reptiles la *Iguana iguana* (iguana verde) que está protegidas por las leyes nacionales

□ Tramo GU1-4 (El Tablón-Las Pilas)

Éste es el tramo más largo de la ruta, con una longitud de 28,5 km.

El tramo parte al sur de El Tablón, paralelo a los límites de los municipios de San José Acatempa, Jutiapa, Oratorio, Jalpatagua y Comapa. Atraviesa la parte alta de la cuenca hidrográfica del río El Amatillo, cruza la carretera (3) entre San Ixtán y San Francisco El Rosario, para luego seguir paralelo a la carretera Nacional (CA-8), al río Pululá y a la línea de transmisión 230 kV que interconecta a Guatemala y El Salvador. Durante su recorrido pasa cerca de los siguientes sitios: ciudad de Jalpatagua (1,5 km), Sapuyuca, Monzón, El Melonar, El Coyal, Tierra Blanca, Escuinapa, Finca Pipilapa y Las Pilas. Finalizando en el punto de interconexión con El Salvador, a 5 km del puesto fronterizo en el puente El Jobo sobre el río Paz. La dirección que mantiene el trazado durante el trayecto es SE.

La línea pasará por el río Amatillo, qda. El Veral, qda. El Barrero, qda. El Izote hasta el río Paz.

En este sector se localizan los sitios arqueológicos de Jalpatagua y Las Pilas (1,5 km).

Las unidades geológicas predominantes incluyen rocas volcánicas, sedimentos, basalto, felsitas, arenitas volcánicas y lahar. También se encuentran depósitos de aluvión en los valles del río Paz y sus afluentes.. Este tramo es muy vulnerable a sismos, ya que se encuentra al igual que los otros tres tramos en la Provincia Volcánica, donde la actividad volcánica fue intensa y en donde actualmente no hay volcanes en actividad. Adicionalmente, debe recordarse que alejado del corredor en dirección SE se encuentra la falla de Jalpatagua (ver Anexo 8, Geología de Guatemala).

En el tramo predominan los suelos Entisoles en un 95% del área, e incluyen los subórdenes Orthents y Psamments (ver Mapa 4A). Dentro de la provincia volcánica se encuentran asociados a los valles de los ríos Pululá, Lempa y Paz, en donde ocupan suelos poco inclinados y de textura arenosa. Los suelos del suborden Orthents son característicos de relieves accidentados, en donde la poca profundidad efectiva, la pedregosidad interna y los afloramientos rocosos constituyen limitaciones para su manejo en actividades agrícolas. Los suelos Inceptisoles ocupan aproximadamente un 5% del área total y se ubican en pequeños segmentos aislados al norte de la línea central en dirección de Sapuyuca y El Coyal. Los

suelos que por su condición incipiente presentan poca evidencia de desarrollo en este tramo se identifican en las regiones con poca precipitación.

Los suelos fértiles de la región están dedicados al cultivo de café bajo sombra. A continuación se encuentran potreros donde predomina la hierba jaragua, maíz blanco, sorgo, frijol negro y jocote corona.

Predominan en el sector los suelos: Cuilapa, Güija, Mongoy y suelos de valles no diferenciados. Los suelos Güija presentan peligros de erosión baja en comparación con los Cuilapa y Mongoy que presentan peligro de erosión alta. Los usos de suelo incluyen centros poblados, infraestructura vial, agricultura de secano y riego, y ganadería.

A lo largo del tramo se hallan dos zonas de vida, en las áreas de San Ixtán, Sapuyuca, El Coyol y El Salvador al lado derecho de la línea se encuentra la zona de vida Bosque Húmedo Subtropical (Templado) “bh-S(t)”, caracterizado por presentar temperatura media en rangos de 18 a 22 °C, con precipitación entre 1.100 a 1.349 mm y con una tasa de evapotranspiración de 1%, cabe destacar que después del área de Sapuyuca, incluyendo las comunidades de El Sitio y Monzón, prevalece esta zona de vida a ambos lados de la línea, después se interrumpe al noreste de El Coyol para luego abarcar ambos lados de la línea hasta llegar al río Paz frontera con El Salvador. Por otra parte, hacia el lado izquierdo de San Ixtán hasta la comunidad de San Jerónimo y en una pequeña porción de El Coyol se halla la zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical “bm-MB”, caracterizado por presentar temperatura media en rangos de 15 a 23 °C, con precipitación de 1.344 mm y con una tasa de evapotranspiración de 0,75 % (ver Mapa 12A).

Las características generales del tramo son: temperatura de 20 a 21 °C, precipitaciones de 1.000 a 1.100 mm y humedad relativa de 70 a 75%.

En cuanto a la cobertura vegetal para las áreas de San Ixtán en el límite con Sapuyuca, prevalecen las asociaciones de bosques secundarios con arbustos a ambos lados de la línea. Más adelante de Sapuyuca, la comunidad de Monzón al lado derecho de la línea presenta

asociaciones de cultivos mixtos; después en El Coyol a ambos lados de la línea se hallan bosques secundarios arbustales y a la altura de la comunidad de Las Pilas se aprecia un área al lado derecho de la línea sin cobertura forestal significativa.

Los ecosistemas terrestres presentes en este tramo entre la carretera a San Ixtán hasta Sapuyuca, en ambos lados de la línea, pertenecen al sistema agropecuario en una gran extensión. Después de Sapuyuca hasta El Coyol existe una pequeña porción localizada en la parte central de ambos lados de la línea con un bosque tropical semidecíduo latifoliado submontano, y por último después de El Coyol hasta Las Pilas frontera con El Salvador vuelve a prevalecer nuevamente en ambos lados de la línea el sistema agropecuario.

Las series de vegetación comunes en todo el tramo son: bosques deciduos, arbustales o rastrojos, herbazales, potreros y cultivos anuales principalmente, también en el área de El Coyol y Las Pilas frontera con El Salvador se dan cultivos permanentes.

Para el tramo se han identificado 132 especies de flora, de las cuales sobresalen las arbóreas como: *Crescentia alata* (morro), *Terminalia catappa* (almendro), *Enterolobium cyclocarpum* (conacaste), *Ceiba pentandra* (ceiba), *Gliricidia sepium* (madre cacao), *Eucalyptus* sp, *Curatella americana* (hoja de lija raspacho), *Samanea* cf. saman (hawai, upagui), *Cochlospermum vitifolium*, *Simarouba amara* (aceituno), *Hymenaea courbaril* (guapinol), *Bursera simaruba* (palo jote), *Cordia alliodora* (laurel), *Leucaena guatemalensis* (quiebra hacha), *Guazuma ulmifolia* (guácimo), *Erythrina rubrinervia* (silbador), *Helicteres guazumaefolia*, *Salix chilensis* (sauce) y *Swietenia macrophylla* (caoba). De estas especies son de importancia maderable: *Swietenia macrophylla* (caoba) y *Cedrela mexicana* (cedro). Para el área de Las Pilas, frontera con El Salvador, se aprecian varias hectáreas cultivadas con *Spondias purpurea* (jocote). Las especies medicinales que se destacan son: *Ruta chalapensis* (ruda), *Acacia farnesiana* (cahito), *Smilax spinosa* (zarzaparrilla) y *Malachra alceifolia* (malva). Los cultivos anuales que prevalecen son: *Sea maíz* (maíz), *Sorghum vulgare* (maicillo o sorgo).

En este tramo para la fauna se registraron 132 especies. Entre los mamíferos predominan *Urocyon cinereoargenteus* (gato de monte), *Potos flavus* (micoleón), *Odocoileus virginianus* (venado

cola blanca), *Nasua narica* (pizote, gato solo), *Agouti paca* (tepezcuintle), *Silvilagus floridanus* (conejos), *Procyon* sp. (mapache), *Mustela frenata* (comadreja), *Felis pardalis* (tigrillo, ocelote), *Felis jaguarrundi* (león o leocillo), *Dasyus novencintus* (armadillo), *Sciurus vulgaris* (ardilla común) y *Sciurus griseoflavus* (ardilla gris). De estos mamíferos los felinos se encuentran con mayor estatus de conservación, las especies *Felis pardalis* (tigrillo, ocelote) y *Felis jaguarrundi* (onza o leocillo) se encuentran en la Lista Roja de Guatemala y en el apéndice CITES 1, otras especies de mamíferos también se encuentran protegidos por las leyes nacionales e internacionales.

Entre las aves se encontraron: *Ortalis leucogastra* (chacha), *Columbina talpacoti* (tortolita), *Columbina minuta* (tortolita, paloma guatemalteca de suelo), *Icterus galbula* (corcha, oropéndola), *Leptotila verreauxi* (paloma o paloma rabiblanca), *Brotogeris jugularis* (perico), *Amazona albifrons* (loro), *Pteroglossus torquatus* (tucán), *Accipiter bicolor* y *Accipiter chionogaster* (gavilán pechiblanco). De ellas la *Leptotila verreauxi* (paloma o paloma rabiblanca) se encuentran en la Lista Roja de Guatemala y en el apéndice 1 de CITES, también las especies *Brotogeris jugularis* (perico) y *Amazona albifrons* (loro) aparecen en el apéndice CITES 2 y 3 respectivamente.

Por último, entre los reptiles las especies de serpientes registrados son : *Clelia scytalina* (zumbadora), *Porthidium godmani* (cantil), *Porthidium ophryomegas* (víbora chantía), *Boa constrictor* (boa), *Micrurus nigrocinctus* (coral) y *Crotalus durissus* (cascabel). También se reportó la presencia de la especie: *Iguana iguana* (iguana verde), la cual aparece en la Lista Roja de Guatemala y en el apéndice 2 de CITES.



5A.	DEFINICIÓN DE TRAMOS HOMOGÉNEOS	191
5A.1.	DESCRIPCIÓN Y DEFINICIÓN DE TRAMOS HOMOGÉNEOS	191

6A. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

El presente documento tiene como propósito brindar la descripción del medio ambiente, con base a la información colectada durante la gira inicial realizada por la República de Guatemala en el período del 7 al 12 de febrero de 2003. Durante este tiempo se visitó el corredor de la línea 230 kV conocido como Guate - Este - El Salvador.

Como parte del EsIA; está la descripción del medio físico que incluye entre otros la geología, geomorfología, edafología y riesgos naturales porque la normativa del país lo señala, y por la localización puntual de este Proyecto y extensión.

Es importante señalar que la alineación Guate - Este a El Salvador atraviesa los departamentos de Guatemala, Santa Rosa y Jutiapa. Este tramo se caracteriza porque se desarrolla en elevaciones que van de 350 a 1.940 m.s.n.m. en la provincia volcánica.

El medio ambiente se encuentra muy manipulado debido a su transformación para ubicar edificaciones urbanas e interurbanas, así como áreas de cultivos y ganadería.

El antecedente de este estudio lo representa el Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) a escala regional que fue presentado en 2002.

La metodología del estudio del medio físico en los dos corredores de la línea 230 kV en la República de Guatemala que a continuación se detalla es de carácter descriptivo.

Se detallan los inventarios de los medios físico, biológico y socioeconómico realizados sobre el terreno, o con base a la documentación existente sobre el tema, con el fin de, posteriormente, poder identificar, evaluar y mitigar los impactos ambientales generados por el Proyecto.

6A.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA

América Central es un puente natural que conecta a América del Norte y América del Sur, mediante una faja estrecha y alargada, dispuesta en sentido noroeste-sudeste, que separa el Océano Pacífico del Mar Caribe. La conforman siete países: Guatemala, Belice, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá.

Limita al Norte con México y el Mar Caribe, al Este con el Mar Caribe y América del Sur, al Sur con el Océano Pacífico y al Oeste con México y el Océano Pacífico.

Abarca una superficie de 520.918 km², alcanzando su longitud máxima 1.800 km aproximadamente. Tiene de ancho entre 576 y 80 km.

La zona es un mosaico sumamente heterogéneo de climas, configuraciones topográficas, suelos, vegetación y vida animal, que ha servido, desde tiempos prehistóricos, de asentamiento a culturas muy diversas, constituyendo aún hoy, un área rica en contrastes, en la que se entremezclan poblaciones indígenas, de ascendencia europea y africana.

En cualquier análisis de América Central debe considerarse, en primer lugar la actividad geológica que caracteriza esta región, ya que constituye una característica esencial de su integridad territorial, a través de los volcanes activos existentes y los movimientos sísmicos que periódicamente sacuden los países que la componen.

Desde el punto de vista biológico en esta parte del continente americano se ha producido una mezcla entre las especies características de América del Norte y del Sur lo que la convierte en una de las zonas de mayor diversidad biológica del mundo.

Los rasgos geográficos más patentes de América Central son las cadenas montañosas, los volcanes, que son más de 200, de los cuales muchos están activos, y las largas líneas costeras, que en la costa caribeña alcanzan 2.379 km y en la del Pacífico 3.287 km.

Otro rasgo geográfico importante es la presencia de una planicie angosta que se extiende a lo largo de ambas costas, cuyo ancho en algunos lugares, entre mar y montaña varía de 15 a 40

km. En algunas zonas de dicha planicie, cercanas a los puertos principalmente, se han implementado cultivos de exportación como bananas y piñas.

Con relación al clima, toda América Central, aunque se localice entre los trópicos, presenta una amplia variedad de climas, siendo la altitud el factor más determinante de estas diferencias climáticas. La elevación del suelo, desde el nivel del mar hasta más de 4.000 m, divide la región en tres zonas según la temperatura, variando sin embargo, las temperaturas que caracterizan cada país, muy poco a lo largo del año. Estas zonas son: cálida, característica de áreas cuyas elevaciones oscilan entre 0 y 900 m.s.n.m.; templada, en altitudes mayores a 900 m.s.n.m. y menores a 1.800 m.s.n.m.; y fría, la cual corresponde a zonas con elevaciones mayores a 4.000 m.s.n.m.

Por otro lado, las principales diferencias estacionales no radican en la temperatura sino en las precipitaciones. La estación de las lluvias, de abril a noviembre, en la mayor parte de América Central, es definida como el "invierno" y la estación seca, de noviembre a abril, es el "verano", no coincidiendo con la estacionalidad característica del hemisferio Norte, sino con la del hemisferio Sur.

Otra diferencia que marca el clima de América Central tiene relación con la costa en la que están localizadas los países. La costa caribeña es mucho más lluviosa que la del Pacífico, lloviendo en la primera, a menudo el doble, lo que diferencia de forma evidente el paisaje y la composición de flora y fauna de ambas. En la costa del Pacífico, el paisaje adquiere tonos amarillentos en la estación seca en cambio en la costa caribeña, la vegetación es siempre verde.

En lo tocante a la flora y fauna, ambas son excepcionalmente ricas y variadas en Centroamérica, impactando su composición, aparte de la situación geográfica, otros factores como la diversidad de climas locales, las diferencias en las precipitaciones y los distintos tipos de suelo que caracterizan a cada uno de sus países.

El istmo centroamericano está cubierto por cinco tipos principales de vegetación, asociados a las diferencias de altitudes que caracterizan su geografía. Su composición varía desde bosques tropicales hasta otros de tipo mixto, incluyendo coníferas y otros todavía más especializados, con características alpinas.

Con relación a la vida animal, ésta presenta tanta variedad como la flora, existiendo muchas especies de mamíferos, aves, insectos, reptiles, anfibios y peces.

Entre los mamíferos ya catalogados se incluyen jaguares, pumas, ocelotes y otros felinos; monos aulladores, monos de cara blanca y monos tití, osos hormigueros, armadillos, agutíes, taltuzas o cotuzas, pecaríes, tapires, perezosos, jabalíes, varias especies de venados entre otros

Los reptiles y anfibios incluyen tortugas marinas y terrestres, cocodrilos, iguanas, ranas y cientos más, entre las que hay que citar muchas especies de serpientes. También abundan los peces, tanto de ríos y lagos como en las costas del Pacífico y del Caribe. En aguas costeras se encuentran además manatíes.

En cuanto a las aves es importante mencionar la fuerte ocurrencia de endemismos, particular en cada país.

Entre las aves de la región se mencionan, asociados a su belleza y colorido, los tucanes, muchas especies de pericos, guacamayos, colibríes, halcones, águilas arpías, patos, palomas, y cientos más.

La República de Guatemala es el tercer país más grande en extensión de América Central. Está localizado entre los 13° 44' a 18° 30' de latitud Norte y entre los 87° 24' 92° 14' longitud Oeste en la región más oeste de Centro América. Limita al Norte y Oeste con México, al Este con el Océano Atlántico, las Repúblicas de Honduras y El Salvador y al Sur con el Océano Pacífico.

La superficie del país es 109.150 km²⁽¹⁾, de los cuales 108.406 km² corresponden a área terrestre y 744 km² a lagos. Está compuesto por cinco regiones geográficas bien marcadas y definidas: el Altiplano, El Petén, el valle del Motagua y el lago Izabal, la costa del Caribe y la costa Pacífica.

Su frontera con los países limítrofes son:

- Belice, 226 km
- El Salvador, 203 km
- Honduras, 256 km
- México, 962 km

Es un país esencialmente montañoso. Del total de su superficie, un 5% se encuentra a 500 m.s.n.m., mientras que el 35% está sobre los 1.000 m.s.n.m. y el 3% sobre los 3.000 m.s.n.m.



Mapa 6A.1.1. Localización regional de Guatemala.

Las formas de la tierra de Guatemala están relacionadas directamente con los procesos geológicos de los complejos sistemas montañosos. El sistema orográfico está caracterizado por la cordillera de los Andes², que se divide en dos: la Sierra Madre y los Cuchumatanes, cuya altura sobre el nivel del mar de su cumbre supera a los 3.800 m siendo ésta la parte más alta de Centro América.

Las montañas de Guatemala están caracterizadas por temperaturas promedio mínimas de 10 °C y en el pie de monte de 20 °C. La precipitación y humedad tienen valores máximos en este pie de monte que encara los vientos predominantes de las fuentes cercanas de humedad.

¹MAGA. Base de Datos Digital de la República de Guatemala a escala 1:250.000, 2001.

²Ídem.

Más de la mitad de los guatemaltecos dependen de las montañas como fuente de agua dulce. Del total del país, 744 km² corresponden a lagos. De éstos, son cinco los principales: Amatitlán, Atitlán, Güija, Izabal y Petén Itzá, sin mencionar al gran número de lagunas y lagunetas.

Los 38 volcanes existentes en Guatemala, unidos a las cuatro fallas tectónicas, convierten al país en una zona sísmica. Todos ellos emergen alineados sobre la cordillera que corre paralela a la costa del Pacífico en una extensión de 260 km, desde la frontera con México hasta la de El Salvador, constituyendo el eje volcánico que se encuentra invariablemente a una distancia media de 70 a 80 km del litoral Pacífico, sobre la sierra Madre. A través de la historia del país, los volcanes han estado unidos a acontecimientos importantes, como los traslados de la ciudad capital del país.

El país está dividido en departamentos y éstos en municipios, habiendo una escala administrativa todavía menor como lo son las aldeas y los caseríos, los cuales dependen administrativamente de las autoridades municipales respectivas. Actualmente son 22 los departamentos existentes, 331 los municipios, además de 2.494 aldeas y 6.804 caseríos.

Con relación al área de influencia del Proyecto, el trazado de la línea de alta tensión contempla los municipios y poblaciones citadas en el Cuadro 6A.1.1. El Mapa 6A.1.2 muestra los municipios que se encuentran dentro del área de influencia directa del Proyecto.

Cuadro 6A.1.1: Municipios y pueblos abarcados en el área de influencia del proyecto por ruta

RUTA I. GUATE - ESTE - EL SALVADOR				
DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	PUEBLO	COORDENADAS UTM (m)	
			ESTE	NORTE
Guatemala	Santa Catarina Pinula	Canchón	772.500	1.607.500
		Solares de Villa	774.500	1.607.450

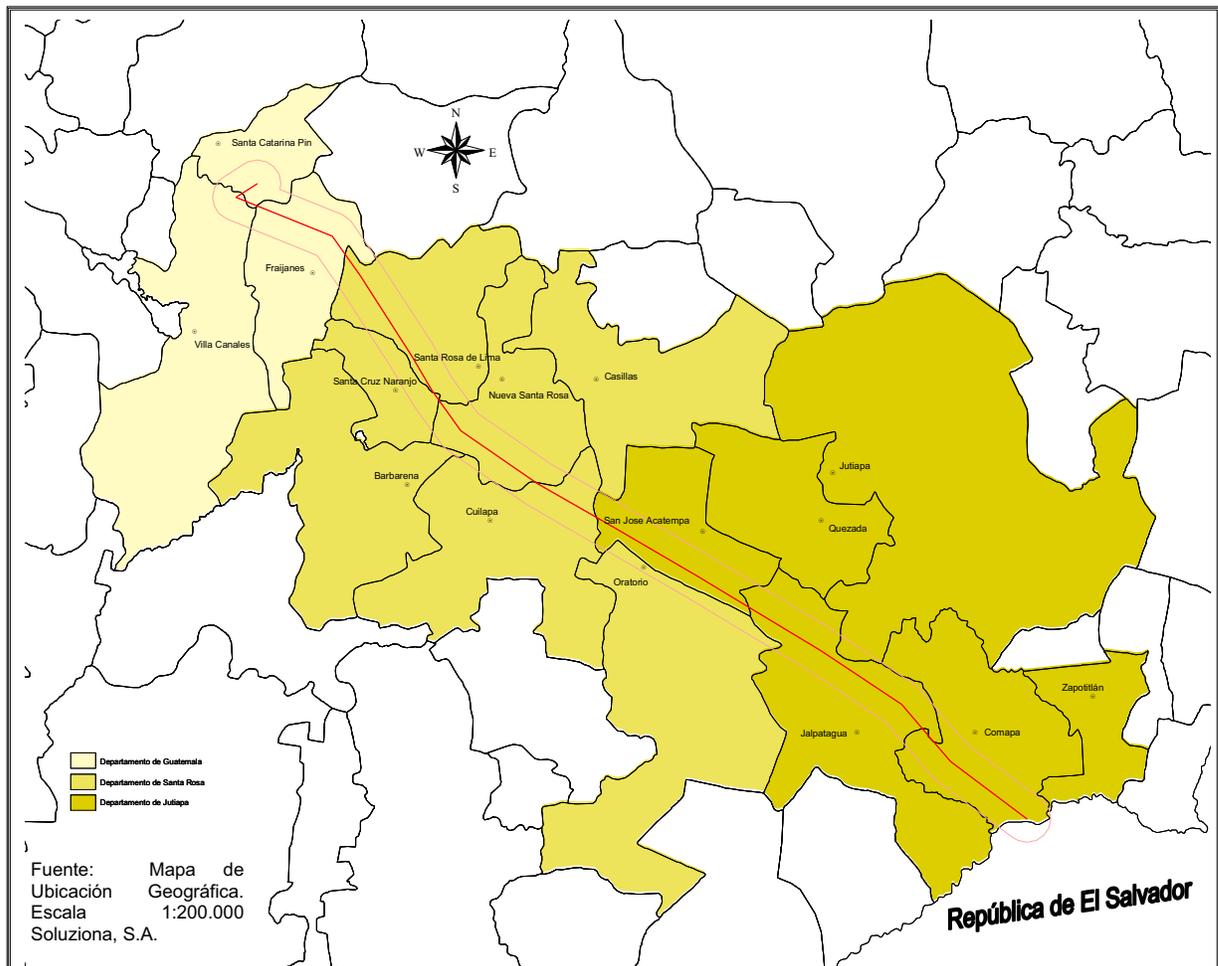
RUTA I. GUATE - ESTE - EL SALVADOR				
DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	PUEBLO	COORDENADAS UTM (m)	
			ESTE	NORTE
		Real		
	Villa Canales	Cumbres de San Nicolás	770.200	1.605.250
	Fraijanes	Villas del Pinar	773.400	1.605.000
	Villa Canales	San Agustín Vista al Lago	770.500	1.606.850
	Fraijanes	Pavón	775.500	1.606.750
		Lo de Diéguez	777.500	1.606.500
Santa Rosa	Santa Rosa de Lima	Yumanes	780.350	1.601.500
		Carrizal	783.450	1.600.000
		Villas Pradera	781.000	1.599.500
		Salitre	784.500	1.596.500
		Teocinte	783.500	1.594.500
	Santa Cruz Naranjo	Potrerosillos	785.600	1.592.500
		Finca El Trapichito	786.850	1.590.850
	Nueva Santa Rosa	Ojo de Agua	789.500	1.588.850
		Lomas Ojo de Agua	789.000	1.587.000
		Estanzuela	793.300	1.584.000
	Cuilapa	Monte Verde	795.200	1.582.950
		Barillas	796.400	1.581.450
		Los Matochos	800.450	1.581.650
	Oratorio	El Zapotillo	802.100	1.577.000
		El Tablón	809.650	1.576.800
		Las Delicias	810.800	1.576.200
Jutiapa	San José Acatempa	El Molino	801.000	1.578.000
	Jalpatagua	San Ixtán	821.500	1.570.000
		Talpetates	825.500	1.567.850
		San Jerónimo	825.100	1.566.850
		Jalpatagua	823.000	1.564.750
		Sapuyuca	825.500	1.564.200
		El Sitio	828.000	1.565.000
		Monzón	826.800	1.562.600
	Comapa	El Melonar	828.000	1.560.750
		El Coyol	830.150	1.559.950
		El Tempisque	834.300	1.556.600
		Escuinapa	837.500	1.556.350
		Las Pilas	836.200	1.554.950

Fuente: Elaboración propia con base en mapas topográficos del IGN, 2003.

La realización del Proyecto SIEPAC en este tramo atravesará a Guatemala por los departamentos de Guatemala, Santa Rosa y Jutiapa, tal como se puede observar en los mapas de dichos departamentos.

Los municipios que se verán afectados por el paso de la línea son: Santa Catarina Pinula, Villa Canales, Fraijanes, Santa Rosa de Lima, Santa Cruz Naranjo, Barberena, Nueva Santa Rosa, Casillas, Cuilapa, Oratorio, San José Acatempa, Jalpatagua, Jutiapa y Comapa.

En los próximos apartados se encuentran las características del tramo.



Mapa 6A.1.2. Trazado y municipios dentro del área de influencia en la Ruta I, Guate – Este – El Salvador

6A.2. MEDIO FÍSICO

6A.2.1. GEOMORFOLOGÍA

Con base a la bibliografía, la clasificación que se presenta se basa en el principio de unidades morfo-téctónicas es decir, que toma en cuenta su constitución interna (estructura geológica) como su relieve externo.

El mismo principio ha sido empleado para México por Guzmán y de Cserna (1963) y para América Central por Dengo y Bohneenberger (1967). La clasificación ha sido también empleada por Dengo (1965), para toda América Central, en forma de ensayo, al tomarla como base para una descripción general de suelos y tipos de vegetación, mediante la combinación de unidades morfo-téctónicas con los diferentes factores de clima, en particular la temperatura y la precipitación pluvial.

Con base al relieve general se observa que bajo la división de Tierras de Relieve Montañoso se encuentra la Provincia Volcánica

En esta zona se encuentra la línea 230 kV que se dirige desde Guate Este a Las Pilas. La bibliografía indica que el conocimiento de esta zona se debe principalmente al trabajo de más de veinte años de Howel Williams, junto con diferentes investigadores asociados, en particular A. R. McBirney. Se señala que es evidente que la Cadena Volcánica está asociada con una zona de afallamiento paralela a la costa del Pacífico, que se inicia, aproximadamente, en la frontera entre Chiapas y Guatemala (Volcán Tacaná) y se extiende en dirección sureste, casualmente hasta otro volcán fronterizo, El Chingo entre Guatemala y el Salvador. Dentro de esta cadena se observan volcanes que no están activos como El Jumaytepeque además de la presencia en el sector de varios conos cineríticos en la región de Barberena y norte de Monte Verde. El estudio detallado, de la distribución de los focos volcánicos muestra que, aunque la zona principal de afallamiento es de noroeste a sureste, grupos individuales de volcanes están localizados a lo largo de fallas menores, con otras direcciones, principalmente norte-sur, sobre todo en el área del sureste de Guatemala. Pueden también mencionarse entre ellos el volcán de Ipala el cual se encuentra entre las fallas de Jalpatagua y Jocotán.

Por otra parte se señala que con base a la historia tectónica, entre las formas volcánicas más comunes predominan los aparatos compuestos de forma cónica, es decir, formados por coladas de lava, capas de escoria, lapilli, ceniza, etc., entre los cuales están los volcanes de Tacaná, Tajumulco, Santa María, Atlitán, Toliman, Fuego, Acatenango y Agua, todos éstos ubicados fuera del área de influencia del corredor de la línea 230 kV en dirección de Guate - Este - El Salvador.

Los productos volcánicos en América Central Septentrional son de tipo ácido, principalmente riodacítica, y a veces hasta riolítica, en particular aquellos que corresponden a erupciones violentas y que han rellenado áreas extensas en Guatemala. Como consecuencia han resultado en un variado relieve, desde conos con pendientes fuertes a montes bajos con pendientes leves, hasta zonas planas de relleno de valles. Los rellenos de valles se observan claramente en los valles de los ríos Los Esclavos, El Molino y afluentes del río Paz

Los volcanes que captan la atención de los estudiosos incluyen el Volcán de Agua, el Volcán de Fuego, Acatenango y Santa María – Santiaguito, los cuales se encuentran activos y fuera del área de influencia. En la revisión bibliográfica no se encontró información que pueda probar una amenaza para el proyecto. Sin embargo, es necesario considerar la evolución de las investigaciones que sobre la actividad de los mismos se realice.

6A.2.2. GEOLOGÍA

La bibliografía señala que el término América Central se usa para la región comprendida por las repúblicas de Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá. La estructura geológica regional indica que América Central presenta dos partes o provincias diferentes, una Septentrional y otra Meridional que tienen un origen geológico compartido. Las clasificaciones anteriores han sido reconocidas por casi todos los investigadores de geología regional del área; por ejemplo Vaughan (1918), Woodring(1928), Schuchert (1935), y Sapper (1937), así como por autores de publicaciones más recientes, lo anterior se ha constituido en referencia para su utilización como parte del estudio. La América Central Septentrional es parte

del Continente Norteamericano y su límite estructural se puede situar en la parte central de Nicaragua y a lo largo del declive continental del lado sur del Banco de Nicaragua, en consecuencia la República de Guatemala se incluye como parte de la América Central Septentrional. En adición, la topografía submarina en las áreas aledañas a América Central muestra dos fosas prominentes cuya historia tectónica está íntimamente relacionada con algunos de los aspectos terrestres. Una de estas fosas es conocida como la Fosa de Bartlett o de Cayman ubicada en el Caribe, con profundidades mayores a 6.000 m, limita el Banco de Nicaragua en su flanco norte, separándolo del Promontorio de Cayman, que a su vez constituye el límite meridional de la Cuenca Marina de Yucatán. Además de ésta la otra fosa se localiza en el Pacífico, la cual es llamada Fosa o Trinchera Mesoamericana (también conocida como Fosa de Acapulco y de Guatemala), se extiende paralelamente a la costa del Pacífico de México y América Central, desde las Islas Tres Marías hasta la Península de Nicoya con profundidades superiores a los 6.600 m a la altura de la frontera Guatemala-México, donde se encuentran las mayores altitudes de América Central, sobre las cimas de los volcanes Tajumulco y Tacaná. Al indagar sobre su historia geológica es posible conocer que la América Central Septentrional está constituida por un basamento de rocas metamórficas de la era paleozoica sobre el cual yacen rocas sedimentarias del paleozoico Superior (Pennsylvánico y Pérmico) a lo largo de una franja angosta. Estas rocas paleozoicas están cubiertas en grandes extensiones por sedimentos mesozoicos, principalmente por rocas carbonáticas del Cretácico. La evidencia de rocas intrusivas correspondientes a diferentes edades, así como la variación en sus cualidades es posible por su presencia en diversas áreas, además de rocas volcánicas del Terciario y el Cuaternario. Lo anterior tiene una clara expresión en el corredor Guate - Este a El Salvador en el sector al sur de San José Acatempa en donde las rocas volcánicas terciarias tienen como límite sur la falla de Jalpatagua en toda su extensión hasta Las Pilas. Además las rocas cuaternarias predominan mayormente desde el inicio del corredor en Guate Este hasta las proximidades de San José Acatempa.

De acuerdo con la literatura de referencia, de la Orogénesis Lamídica resultó el patrón tectónico que caracteriza la estructura actual de América Central Septentrional en el que se distinguen los siguientes elementos: a) un antepaís que se extiende desde la parte sur del departamento de El Petén en Guatemala hacia el norte, cubriendo toda la Península de Yucatán. El antepaís, en su parte sur, se presenta plegado, mientras que hacia el norte los pliegues son más abiertos y los

estratos aparecen casi horizontales o inclinados por fallas normales. El Arco de la Libertad y los Montes Maya marcan el límite de las dos zonas de diversa intensidad de plegamiento; b) una zona de fallamiento y plegamiento intensa denominada por Lloyd y Dengo (1960) como Cinturón Afallado de Alta Verapaz, que es parte de lo que Álvarez (1958) denominó Pliegues Frontales en Chiapas y ambas son a la vez parte de la Franja Plegada Marginal del Golfo de México según la clasificación de Atwater (1959). Esta zona presenta numerosos pliegues angostos y alargados y en su parte frontal se caracteriza por fallas de corrimiento imbricadas, inclinadas hacia el sur. Este tipo de plegamiento hace pensar que tales estructuras resultaran por un décollement de las calizas y dolomitas del Cretácico que corrieron sobre las rocas más plásticas, posiblemente anhidritas del Cretácico Inferior (Formación Cobán); c) un entrepaís o zona central rígida donde afloran las rocas metamórficas y sedimentarias del Paleozoico, representado por la Sierra Madre del Sur de Chiapas y la Cordillera Central de Guatemala; y d) un traspais de rocas del Mesozoico y Paleozoico, pero plegadas con menor intensidad que la de la zona de pliegues frontales. En el traspais se encuentran la mayoría de las intrusiones ígneas. Posteriormente a la Orogénesis Láminidica fue seguida por el levantamiento general de América Central Septentrional. Señala el estudio de Dengo que el levantamiento general fue acompañado o seguido por fallas normales correspondiendo tal evento a una nueva fase tafrogénica durante la cual se formaron varios grabens. Algunos de éstos, como la parte baja del Polochic, fueron el sitio de sedimentación marina, mientras que otros, dentro del continente, controlaron la sedimentación de materiales de origen continental, principalmente en el área comprendida entre el valle del río Motagua en Guatemala, hacia el sur, hasta el norte de Nicaragua.

Con respecto a la formación de graben en la Provincia Volcánica es importante señalar que en el Sector de San José Pinula donde se inicia el corredor de la línea hacia El Salvador, se reconocen en la porción este, bloques fallados que forman el graben San José Pinula.

La bibliografía reporta fallas en el área en dirección noroeste-suroeste asociados a bloques fallados del Terciario. El desplazamiento a lo largo de estas fallas es menor de 200 m. Las fallas a lo largo del límite suroeste son de una zona mayor de fallas, las cuales forman el límite

oriental del graben San José Pinula. La falla que modela el valle de San José Pinula se cree que continúa al sur en Nueva Santa Rosa.

La bibliografía describe que de la historia geológica se desprende que los conjuntos de fallas han sido el resultado de diversos sistemas de esfuerzos ocurridos durante distintas épocas geológicas, aunque existen posiciones encontradas que señalan que responden a un solo sistema de esfuerzos que ha producido todas las fallas y que parcialmente el sistema ha estado activo en diferentes tiempos (ver Anexo 8, Geología de Guatemala).

6A.2.3. LITOLOGÍA

A continuación se presenta una descripción con sus interrelaciones estratigráficas de las diversas unidades litológicas que afloran a lo largo de la línea, la cual se encuentra en los mapas geológicos.

- Trs – sedimentos volcánicos aislados en Canchón
- Trw – Toba dacítica, dividida en toba soldada riodacítica entre Canchón y La Salvadora.
- Tab – andesito – basalto, al sur de Lo de Diéguez
- Qpal – pómez y aluvión con sedimentos y suelos, constituyen las unidades predominantes en Fraijanes, Lo de Diéguez, Yumanes, Teocinte, El Trapichito hasta el valle del río Los Esclavos
- Tip – toba poniceca endurecida en sectores de Yumanes a Salitre
- Qab – andesito y basalto no dividido predominantes al sur de Villas Pradera
- Tar – representación aislada de flujo de riolita autobrechiforme en Villas Pradera

- Qbq – basaltos que se observan al sur de Nueva Santa Rosa, dentro del corredor de la línea desde El Trapichito hasta Lomas Ojo de Agua
- Qcc – conos cineríticos alineados en dirección sur hacia Barberena y al norte de Monte Verde.
- Qbj – cenizas y flujos lavíticos (andesitas) del volcán Jumaytepeque que se extienden hacia Estanzuela e interceptan el valle del río Los Esclavos
- Qal – depósitos de aluvión en el valle del río Los Esclavos, valle del río El Molino y valles de afluentes del río Paz, en los que se encuentran arenas, limos y arcillas entre otros.
- Ta – andesitos sin dividir afloran en Monte Verde
- Qbh – basalto Cerro Hondo
- Ql – lahar en área base del volcán y el acumulado en el área de influencia del río Los Esclavos.
- Tv – rocas volcánicas del Terciario en el sector de El Molino hasta Las Pilas
- Tvs – sedimentos volcánicos Terciarios El Tablón, Las Pilas
- Tpm – Grupo Padre Miguel: basalto, felsitas, arenitas volcánicas y lahar, desde Las Pilas hasta San Ixtán

6A.2.4. EDAFOLOGÍA

6A.2.4.1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LOS SUELOS DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA

Los suelos de la República de Guatemala han sido clasificados atendiendo a la Primera Aproximación al Mapa de Clasificación Taxonómica de los Suelos de la República de Guatemala que se basa en los estudios de las Series de Suelo de Simmons y otros (1959), revisadas por el MAGA (2000) y el mapa de Fisiografía-Geomorfología con cobertura nacional a escala 1:250.000.

De acuerdo con la correlación establecida, se obtuvo la clasificación presentada. Ésta fue elaborada bajo criterios de diagnóstico particulares de la clasificación taxonómica, estando los detalles del comportamiento de cada uno de los suelos descritos a continuación de la clasificación taxonómica.

La bibliografía señala que la Primera Aproximación al Mapa de Clasificación Taxonómica de los Suelos de la República de Guatemala fue preparada sobre la base de asociaciones de dos o más unidades de clasificación a nivel de suborden de la Taxonomía de Suelos. Para las unidades de clasificación que están en forma asociada, sus nombres aparecen separados por guiones, el nombre del primer suelo es superior en superficie al nombre que aparece seguido. Con base a esta aclaración, se inicia la presentación de suelos en el corredor de la línea 230 kV.

6A.2.4.2. CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS

En este tramo la correlación de las Series de Suelos de Simmons y otros (1959), revisadas por el MAGA (2000), con la clasificación taxonómica a nivel de suborden muestra la siguiente composición:

Suelos Aluviales	Psamments - Orthents
Suelos Barberena	Ustults - Ustalfs
Suelos Cuilapa	Ustepts - Ustands - Ustalfs
Suelos Culma	Ustalfs - Ustepts
Suelos Chicaj	Usterts

Suelos Fraijanes	Ustands - Ustalfs
Suelos Guija	Orthents- Ustepts
Suelos Mongoy	Orthents - Ustepts
Suelos Morán	Ustults - Ustalfs
Suelos Pinula	Ustepts - Orthents
Suelos Salamá	Orthents - Psamments
Suelos Sansare	Ustepts - Orthents
Suelos de Valles	Orthents - Ustepts

En el tramo de Guate Este a El Salvador se visualizan cuatro grupos: Andisoles, Entisoles, Ultisoles e Inceptisoles (ver Mapa MG-4A).

- Andisoles

Los suelos andisoles se desarrollan sobre ceniza volcánica y poseen un alto potencial de fertilidad. La condición de fertilidad debe tener especial interés cuando los suelos se utilizan para la producción agrícola.

Sus características físicas son adecuadas para su manejo, aunque los suelos ubicados en terrenos con fuerte pendiente, son propensos a erosionarse.

Como cualidad distintiva se señala su alta retención de fosfatos, la cual constituye una limitante para su uso.

El suborden Ustands indica que este tipo de suelos está seco entre 90 y 180 días del año y que presentan deficiencia de humedad, siendo esta característica una limitante para las actividades agrícolas.

- Entisoles

Estos suelos tienen poca o ninguna referencia del desarrollo del perfil, al igual que de los horizontes genéticos. La condición anterior está influenciada por las condiciones extremas, entre ellas el relieve, el cual influye en la erosión o en la deposición de materiales minerales y

orgánicos. Otra condición extrema en los entisoles es el exceso de agua. Se han encontrado estos suelos en áreas muy accidentadas o en partes planas.

Entre los subórdenes se destacan el Psammets, éstos son arenosos y se ubican en superficies poco inclinadas con menos de 35% de fragmentos rocosos. Por lo general están en áreas cercanas a ríos o de actividad volcánica reciente. Estos suelos no tienen capas deposicionales de materiales minerales en el interior. Pueden estar cubiertos de bosques de galerías, así como estar cultivados y formar parte de los suelos denominados suelos de vega.

El suborden Orthents resalta en su condición una profundidad variable que va de poco a muy poco profundo. Por lo general se ubica en áreas de fuerte pendiente, así como en áreas de pendiente moderada a suave, que proceden de deposiciones o coluviamientos gruesos o recientes

- Ultisoles

Los ultisoles por lo general presentan una elevada alteración de los materiales minerales. El horizonte interior tiene un alto contenido de arcilla y baja saturación de bases. Estos suelos, debido al lavado que han experimentado, son pobres. Los suelos ultisoles presentan bajos niveles de productividad. La utilización de éstos requiere la incorporación de tecnologías no convencionales y requiere de un manejo extensivo, en la cual no se consideran cultivos o actividades productivas exigentes en nutrientes.

Entre los subórdenes de este grupo destaca el Ustult, que representa a suelos que están secos en su interior entre 90 y 180 días del año. Además presentan deficiencia de humedad. El manejo de estos suelos indica que tienen fuertes limitaciones debido a la poca disponibilidad de humedad y su baja fertilidad. Con base a sus cualidades físicas requiere el suministro de agua y la práctica de actividades de carácter extensivo.

- Inceptisol

Estos suelos jóvenes presentan un bajo desarrollo de sus horizontes, sin embargo en comparación con los entisoles son más evolucionados, incluso en sus horizontes. Se destaca

entre los subordenes el Usteps que se caracteriza por la permanencia seca entre 90 y 180 días al año y deficiencia de humedad. Los suelos de este orden se encuentran en regiones con poca precipitación, por lo que requieren de riego.

Con base en la bibliografía consultada, los suelos arriba señalados se indican a continuación atendiendo a la clasificación presentada por Simmons, Tárano y Pinto (1959):

Suelos aluviales no diferenciados (Sa): pertenecen a esta clasificación aquellos suelos aluviales jóvenes de características diferentes. En muchos lugares tienen buen drenaje, son arenosos, de reacción neutra a alcalina y moderadamente oscuros, pero en otros están pobremente drenados, son pesados y oscuros.

Suelos Barberena (Bb): suelos con drenaje interno bueno, desarrollados sobre un flujo rocoso o lahar pedregoso, en un clima seco-subhúmedo. Su relieve es fuertemente ondulado a escarpado.

El suelo superficial tiene un espesor de 40 a 50 cm, es franco arcilloso, de color café muy oscuro. El subsuelo tiene un espesor aproximado de 40 a 50 cm, de textura arcillosa y color café rojizo oscuro.

Los suelos presentan declive de 15 a 20%, el drenaje a través del suelo es moderado y su capacidad de abastecimiento de humedad es alta. El peligro de erosión es alto, la fertilidad es alta y el combate de erosión es el principal problema asociado en el manejo de este tipo de suelos.

Suelos Comapa (Cc): suelos desarrollados sobre lava máfica en un clima seco-subhúmedo a húmedo. Ocupan relieves ondulados y presentan un drenaje interno moderado.

El suelo tiene una profundidad aproximada de 15 a 25 cm, textura arcillosa friable y de color café oscuro. El subsuelo es de color café rojizo, consistencia friable y textura arcillosa con un espesor aproximado de 20 a 50 cm. El declive del suelo es de 2 a 5%, el drenaje a través del

suelo es regular y su capacidad de abastecimiento de humedad es alta. El peligro de erosión es ligero, la fertilidad es regular y el problema especial en el manejo del suelo lo constituye el mantenimiento de materia orgánica en textura pesada.

Suelos Cuilapa (Cu): los suelos Cuilapa poseen buen drenaje interno, en relieve escarpado, sobre lahar de color oscuro. El suelo superficial es café muy oscuro y posee textura franca friable y espesor de 25 a 35 cm.

El subsuelo es de color café o café rojizo, de consistencia friable y textura franco arcillosa o arcillosa y con espesor de 20 a 50 cm.

Suelos Culma (Cul): suelos sobre lahar con un contenido alto de materia orgánica, con relieve ondulado a muy ondulado y drenaje interno bueno. El suelo superficial es de color café muy oscuro y su textura es franco arcillosa, pedregosa y friable, con profundidad de 25 a 30 cm de espesor.

El subsuelo es de color café rojizo, consistencia friable y textura arcillosa y tiene un espesor de 40 a 50 cm. El suelo presenta declive de 5 a 12% con drenaje moderado y capacidad alta de abastecimiento de humedad. El peligro de erosión es alto, su fertilidad regular y la pedregosidad y el combate de erosión son los principales problemas de manejo de éste.

Suelos Chicaj (Chj): suelos en relieve casi plano, provienen de ceniza volcánica cementada de color claro y drenaje interno malo.

El suelo superficial tiene una profundidad aproximada de 20 a 50 cm, es arcilla plástica de color gris muy oscuro. El subsuelo está constituido por roca pomácea cementada. Este suelo presenta declives de 0 a 2%, su drenaje es muy lento y su capacidad de abastecimiento de humedad es baja.

La erosión en este suelo es baja, su fertilidad regular y el problema especial asociado a su manejo es el mejoramiento de estructura.

Suelos Fraijanes (Fr): este tipo de suelos poseen drenaje interno bueno en relieve escarpado. La roca madre de origen es toba volcánica de color claro. El suelo superficial es de color café muy oscuro, su textura arcillosa o franco arcillosa friable con espesor de 20 a 30 cm. El subsuelo de color café a café amarillento es de consistencia friable y textura arcillosa con espesor aproximado de 40 a 50 cm.

Los suelos presentan declives de 40 a 60%, con drenaje rápido y abastecimiento de humedad moderado. El peligro de erosión es muy alto, fertilidad regular y el mayor problema es la tendencia a la erosión.

Suelos Güija (Gü): tienen su origen en lava máfica, en relieve ondulado y drenaje malo. El suelo superficial es de color casi negro y textura arcilla pedregosa plástica, con un espesor aproximado de 40 a 60 cm. El subsuelo es de color negro y consiste de lava.

Los suelos Güija presentan declives de 2 a 8%, con un drenaje muy lento y capacidad de abastecimiento de humedad baja. El peligro de erosión es bajo, su fertilidad es regular y el mayor problema que presenta es la pedregosidad.

Suelos Mongoy (Mg): suelos originados de lava máfica, con relieve escarpado y drenaje interno regular. El suelo superficial es de color café oscuro, textura arcilla pedregosa; friable y espesor de 15 a 30 cm de espesor. El subsuelo de color café rojizo y consistencia friable tiene textura arcillosa y espesor aproximado de 50 a 75 cm.

Suelos con declives de 25 a 40%, drenaje a través del suelo moderado y capacidad de abastecimiento de humedad moderadamente alta. El peligro de erosión es alto al igual que la fertilidad, y la pedregosidad siendo ambos los problemas más comunes de este suelo.

Suelos Morán (Mr): suelos con buen drenaje, se encuentran en relieves fuertemente ondulados a inclinados y se originan de ceniza volcánica pomácea.

El suelo superficial tiene profundidad de 40 a 50 cm y color café oscuro. El subsuelo es de color café rojizo, de consistencia friable y textura arcillosa con un espesor que varía de 50 a 60 cm.

Presentan declives de 8 a 15%, su drenaje es regular y su capacidad de abastecimiento de humedad es alta. El peligro de erosión es alto y los problemas de manejo asociados incluyen el combate de erosión y mantenimiento de materia orgánica.

Suelos Pinula (Pi): los suelos se originan de toba breccia de color claro, se desarrollan sobre relieves escarpados y poseen buen drenaje interno.

El suelo superficial tiene color café oscuro y textura franco limosa, gravosa; friable con espesor de 20 a 30 cm. El subsuelo es de color café, friable, con textura arcillosa a franco arcillo arenosa y espesor de 60 a 80 cm.

Este suelo presenta declives de 10 a 20%, y drenaje regular, al igual que su capacidad de abastecimiento de humedad. El peligro de erosión es alto y su fertilidad moderada. Se destacan como problemas asociados a su manejo la pedregosidad y la tendencia a la erosión.

Suelos Salamá (SI): estos suelos provienen de ceniza volcánica cementada de color claro en relieve casi plano a fuertemente ondulado y drenaje interno bueno.

Estos suelos poseen un declive de 0 a 5%, su drenaje es muy rápido y la capacidad de abastecimiento de humedad, muy baja. El peligro de erosión es alto y su fertilidad regular siendo el principal problema que enfrenta su manejo, la sequía.

Suelos Sansare (Ss) suelos con drenaje interno regular, relieve muy inclinado y origen en esquistos arcillosos. El suelo superficial es de color café rojizo oscuro y con textura franco arcillo gravosa, friable. Su espesor aproximado es de 10 a 25 cm. El subsuelo es de color café rojizo, su consistencia es plástica, su textura es arcillosa y tiene un espesor aproximado de 30 a 50 cm.

Este suelo presenta declives de 20 a 40%, su drenaje es regular y demuestra una baja capacidad de abastecimiento de humedad. El peligro de erosión es alto, su fertilidad, moderada y se señalan las pendientes inclinadas y la erosión como los problemas asociados a su manejo.

6A.2.4.3. CAPACIDAD AGROLÓGICA

La capacidad agrológica se define como la adaptación que presentan los suelos a determinados usos específicos. Los riesgos de daños al suelo o limitaciones en su uso se hacen progresivamente mayores de la clase I a la VIII.

De acuerdo con la cartografía existente se puede observar que las principales clases encontradas son:

Clase III: tierras cultivables, tienen medianas limitaciones para producción agrícola, aptas para cultivos en riego y cultivos muy rentables, relieve plano a ondulado o suavemente inclinado, productividad mediana con prácticas intensivas de manejo.

Clase IV: tierras cultivables con severas limitaciones permanentes, con relieve ondulado o inclinado, aptas para pastos y cultivos perennes, requieren prácticas intensivas de manejo. Productividad de mediana a baja.

Clase VI: tierras no cultivables, salvo para algunos cultivos perennes, principalmente para producción forestal. Tiene factores limitantes muy severos de relieve, profundidad y rocosidad. Relieve ondulado fuerte o quebrado y fuerte, que aunado a la pedregosidad y profundidad excluyen su uso para la producción de cultivos anuales.

Clase VII: tierras no cultivables, aptas solamente para fines de producción forestal, relieve quebrado con pendientes muy inclinadas.

Clase VIII: tierras no aptas para el cultivo, aptas solo para parques nacionales, recreación y vida silvestre y para protección de cuencas hidrográficas. Con relieve muy quebrado, escarpado o playones.

Con base a lo anteriormente descrito y según lo observado en el corredor Guate-Este-El Salvador, se concluye que en el sector de Guate Este a Teocinte predomina la clase VII y en menor proporción las clases III, VI y VIII. A partir de Teocinte hasta Lomas Ojo de Agua se encuentran suelos clase III y en menor presencia de la clase VI. A continuación de Lomas Ojo de Agua hasta Las Pilas sobresale la clase VII y la representatividad de las clases III, IV y VI se limita a pequeños reductos en los límites del corredor. Los detalles de extensión para cada uno de los tramos pueden observarse en el Mapa MG-10A.

□ Metodología de Investigación

En la ubicación de las clases de suelo se utilizó la cartografía generada por el Ministerio de Ganadería y Alimentación.

- Mapa de Capacidad de Uso de la Tierra. Escala 1:2.500.000. MAGA 2001. República de Guatemala (Metodología USDA).

6A.2.5. HIDROGRAFÍA, HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA

Las cuencas hidrográficas representan una unidad ideal para la planificación y manejo de los recursos naturales, incluyendo el agua. No obstante, sus límites rara vez coinciden con la división política-administrativa.

Los sistemas montañosos de Guatemala determinan dos grandes regiones hidrográficas, la de los ríos que desembocan en el Océano Pacífico, y los que lo hacen en el Atlántico, que a su vez se dividen en dos vertientes: la del Caribe y la del Golfo de México, atravesando Yucatán. La región hidrográfica del Pacífico tiene un área de 23.990 km² (22% de la superficie total del

territorio nacional) y agrupa 18 de las 36 cuencas del país. La vertiente del Caribe incluye ocho cuencas y abarca un área de 34.096 km² (31% de la superficie total del país). Las restantes diez cuencas desembocan al Golfo de México y comprenden un área de 50.803 km² (47% de la superficie total del país).

Los ríos que desembocan en el Caribe son extensos y profundos, propios para la navegación y la pesca, sus pendientes son más suaves y su desarrollo es menos brusco, ya que en la parte montañosa los ríos corren sobre grandes barrancas o cañones. Las crecidas son de mayor duración y los tiempos de propagación son también mayores. Los caudales son más constantes durante todo el año. Entre los ríos más importantes se encuentran el Motagua o río Grande y el río Dulce, desagüe natural del lago Izabal. En la cuenca hidrográfica del Golfo de México sobresalen el río de la Pasión y el Chixoy o Negro, todos afluentes del Usumacinta, el más largo y caudaloso de Centro América, y frontera natural entre Guatemala y México. Las cuencas que pertenecen a ambas vertientes presentan, en general, alta precipitación y baja densidad poblacional.

Los ríos de la cuenca hidrográfica del Pacífico se caracterizan por ser cortos, de cursos rápidos e impetuosos. Entre ellos se encuentran: el Suchiate, Naranjo, Ocosito, Samalá, Sis, Icán, Nahualate, Madre Vieja, María Linda, Los Esclavos y el río Paz, entre otros. De estas cuencas hay que caracterizar la ubicación de sus cabeceras en elevaciones considerables y fuertes pendientes, debido a que se llega a elevaciones a nivel del mar, en relativamente pocos kilómetros. El área de las 18 cuencas, excepto las transfronterizas (Coatán, Paz, Ostúa-Güija) y las cerradas (Atitlán y Olopa) es muy parecida (entre 1.000 y 2.000 km²). En esta vertiente la precipitación media anual varía considerablemente. Una cuenca que merece especial atención es la del río María Linda, donde se ubica una parte de la Ciudad de Guatemala.

El 55% del territorio guatemalteco está integrado por cuencas cuyas aguas tributan hacia los países vecinos o sus cauces en parte de su desarrollo forman límites fronterizos. El mayor aporte de aguas superficiales, 47,5%, es hacia México, 7% a El Salvador, 0,5% a Honduras y 6% hacia Belice. El río Usumacinta forma frontera con México, el río Motagua con Honduras, el río Suchiate define la frontera suroeste con México, y el río Paz al sureste con El Salvador.

Guatemala tiene tratados limítrofes de recursos hídricos con México, El Salvador y Honduras, y Comisiones de Límites y Aguas con México y El Salvador. El aprovechamiento de aguas compartidas en el tramo fronterizo solamente es contemplado en el tratado con El Salvador.

El territorio cuenta con numerosos lagos y lagunas, muchos de origen volcánico, como el espléndido lago de Atitlán, y el Amatitlán, con manantiales de aguas sulfurosas a altas temperaturas. De origen fluvial se destaca el Petén Itzá, que tiene varias islas, y en una de ellas se asienta la ciudad de Flores, y el lago de Izábal, el más grande de Guatemala, que desagua al Caribe a través del río Dulce.

De acuerdo con la Ley Forestal (Decreto 101-96), en el Artículo 47 se establece: “se prohíbe eliminar el bosque de las partes altas de las cuencas hidrográficas cubiertas de bosque, en especial las que están ubicadas en zonas de recarga hídrica que abastecen fuentes de agua, las que gozarán de protección especial”. Por otro lado, la Ley de Áreas Protegidas (Decreto 4-89), se refiere a la protección de fuentes de agua, como un programa prioritario del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas, para asegurar un suministro de agua constante y de aceptable calidad para la comunidad guatemalteca.

Sobre las zonas de recarga hídrica la Ley Forestal dice: “las zonas de recarga hídrica son áreas superficiales asociadas a una cuenca determinada, que colectan y permiten la infiltración del agua hacia niveles freáticos y/o acuíferos”.

Según la caracterización de las cuencas de Guatemala, esta ruta se localiza en una vertiente, la misma se reflejan en el Cuadro 6A.2.1.

De acuerdo con el informe Desastres Naturales y Zonas de Riesgo en Guatemala, realizado por Asesoría Manuel Basterrechea Asociados, S.A. (2000) la cuenca de los ríos Los Esclavos y río Grande de Zacapa presenta el mayor grado de degradación ambiental, con relación al sobreuso del suelo. Le siguen en degradación las cuencas de los ríos María Linda y Motagua.

La definición de las zonas de recarga hídrica del país evidencia el vínculo hidrológico con la cobertura forestal, el cual es determinante en la regulación del ciclo hidrológico, particularmente en el componente de producción de agua.

Cuadro 6A.2.1: Caracterización de las cuencas del Proyecto SIEPAC

RUTA	VERTIENTE	REGIÓN HIDROGRÁFICA	NOMBRE DE LA CUENCA	ÁREA DE LA CUENCA (km ²)	ELEVACIÓN (m.s.n.m.)		PENDIENTE MEDIA CAUCE PRINCIPAL (%)	PRECIPITACIÓN (mm)	
					MÁXIMA	MÍNIMA		MEDIA	ANUAL
Guate-Este – El Salvador	Pacífico	II	río María Linda	2.759	1.800	0,00	2,57	2.000	2.500
			río Los Esclavos	2.258	1.900	0,00	1,32	2.000	1.500
			río Paz	1.722	1.600	0,00	1,20	2.000	2.000

Fuente: Asesoría Manuel Basterrechea Asociados, S.A., 2000.

6A.2.5.1. RED HIDROGRÁFICA

Esta ruta atraviesa la parte alta de las cuencas María Linda, Los Esclavos y río Paz (ver Mapa 5A).

En la cuenca de María Linda el principal afluente es el río Aguacapa.

En la cuenca de Los Esclavos, la línea pasará sobre el río Las Cañas en distintos puntos del área de estudio, algunos de los afluentes de este río sobre los cuales pasará la línea son: río Rustrián, río Santa Isabel, quebrada La Perla, río Lo De Diéguez, qda. Agua Tibia, río Don Gregorio y qda. Ojo de Agua. El río Los Esclavos es el de mayor influencia en la zona (Ojo de Agua-Las Marías), al igual que el río Las Cañas, la línea interceptará a varios de su afluentes, entre los que destacan: qda. La Honda, qda. Zacuapa, qda. Zapatero, qda. El Rodeo, río El Molino entre otros. También puede mencionarse el río Amatillo, el cual es atravesado por la línea en la parte alta de la cuenca .

En la cuenca del río Paz, la zona de estudio atraviesa el valle del río Pululá a la altura del caserío El Coco en las inmediaciones de la frontera, finalmente llega al río Paz en la frontera con El Salvador.

Además de los afluentes hidrográficos mencionados, la región se caracteriza por contar con la presencia de varios lagos y lagunetas entre las que están: la laguna El Pino, laguneta El Junquillo, laguneta El Pijje, laguneta El Paraíso y laguneta Usumasate en las inmediaciones de Barbarena, la Laguneta San Juan Miguel cerca de Oratorio. Cabe señalar que ninguna de estas lagunas y lagunetas se encuentran dentro del área de influencia directa del proyecto.

6A.2.5.2. HIDROLOGÍA

Para el análisis hidrológico de algunos ríos dentro del área de influencia se utilizaron varias fuentes de información, entre ellas: registros de caudales en estaciones hidrométricas, página web del INSIVUMEH y datos presentados en el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto realizado por el INDE en 1994.

Durante su recorrido la línea de transmisión atravesará al río Aguacapa cerca de su nacimiento en Villa Canales. Los únicos datos de caudales disponibles de este afluente provienen de una estación ubicada 25 km aguas abajo en la estación Las Lomas, la cual es operada por el INDE. El caudal medio registrado en esta estación es de 6,31 m³/s y la máxima avenida fue reportada en octubre de 1988, la cual alcanzó un valor de 133,6 m³/s³. Otros afluentes que atravesará la línea son la quebrada El Anono y el río Las Minas.

La principal estación hidrométrica en el tramo Ojo de Agua-Las Marías es la estación La Sonrisa, la cual se localiza en la finca del mismo nombre, a unos 3 km aguas arriba del embalse de Los Esclavos. Hasta 1990 la máxima avenida reportada había registrado un caudal instantáneo de 357,59 m³/s y la misma se dio en septiembre de 1984⁴.

Según los registros hasta 1982, la máxima avenida en el río Paz se presentó en octubre de 1967 reportándose un caudal instantáneo de 1.899 m³/s⁵.

Cuadro 6A.2.2: Características de algunos ríos de la Ruta I, Guate-Este-El Salvador

NOMBRE DEL RÍO	LONGITUD DEL RÍO (km)	PUNTO DE CONTROL	CAUDAL MEDIO EN EL PUNTO DE CONTROL (m ³ /s)
Los Esclavos	144,80	La Sonrisa	15,8
Paz	133,80	El Jobo	23,2

* Río internacional, la longitud corresponde sólo al tramo guatemalteco

Fuente: <http://www.insivumeh.gob.gt/hidrologia/rios%20de%20guate.htm>, consultada el 16 de julio de 2003.

6A.2.5.3. CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES

El análisis de calidad de las aguas superficiales se realiza con el fin de establecer un punto de referencia que permitirá en un futuro, comparar las condiciones actuales con las que se presentarán una vez sea ejecutado el Proyecto. Asimismo, si se requieren de fuentes de agua

³ INDE. Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto SIEPAC en la Rep. De Guatemala, 1994.

⁴ Ibid

para suplir alguna necesidad estos análisis serán la guía a seguir para determinar el uso que se le puede dar o los tratamientos necesarios para su aprovechamiento.

En el Anexo 10 se muestran los resultados obtenidos en los análisis de calidad de agua realizados por el INSIVUMEH a los ríos Paz y Los Esclavos durante el periodo febrero a octubre de 2002. Se observa que durante los meses de la estación lluviosa la turbiedad y color del agua, en general, aumentan debido a la mayor cantidad de sedimentos que acarrear los ríos. Estas aguas son ligeramente básicas, no mostraron rastros de salinidad y su temperatura oscila entre 21 °C y 29 °C. Al compararla los resultados con las normas COGUANOR NGO 29.001 de Guatemala se determinó que éstas no son aptas para el consumo humano.

6A.2.5.4. HIDROGEOLOGÍA

6A.2.5.4.1. INTRODUCCIÓN

□ Recursos de agua subterránea

El agua proveniente de pozos y vertientes se usa para propósitos agrícolas, industriales, públicos y privados. Sin embargo, la disponibilidad de agua subterránea es sumamente variable. El desarrollo de suministros de agua subterránea confiables y seguros es un tema importante que involucra al gobierno de Guatemala, así como también a muchas organizaciones nacionales e internacionales, públicas y privadas.

El agua subterránea es generalmente abundante en acuíferos sedimentarios, a través de las planicies, valles y tierras bajas del país. Sin embargo, en las áreas montañosas la disponibilidad de agua dulce varía considerablemente de localmente abundante a escasa y en ocasiones inadecuada para su uso.

Guatemala desde el punto de vista hidrogeológico se divide en cuatro regiones: llanuras aluviales de la costa del Pacífico, altiplano volcánico, tierras altas cristalinas y región sedimentaria septentrional. Sus dos acuíferos más productivos son el aluvial de la planicie

⁵ Ibid.

costera del Pacífico y el cárstico de piedra caliza que se extiende por debajo de la Sierra de los Cuchumatanes, la Sierra de Chama y las tierras bajas de El Petén. Otros acuíferos más pequeños tienen importancia local.

Las montañas de Guatemala tienen muchos tipos de acuíferos, incluyendo acuíferos cársticos y de piedra caliza fracturados; acuíferos volcánicos piroclásticos y con depósitos de lava, permeables sedimentarios, ígneos y metamórficos. Las planicies aluviales, valles y tierras bajas constituyen el 50% del país y contienen aproximadamente el 70% de las reservas de agua subterránea disponibles.

Las áreas aluviales constituyen aproximadamente el 20% del país y contienen aproximadamente el 40% de las reservas de agua subterránea disponible. Las áreas que contienen acuíferos cársticos y de piedra caliza fracturada constituyen aproximadamente el 30% del país y se estima que contienen el 30% de las reservas subterráneas disponibles de agua. Las áreas que contienen acuíferos formados de depósitos volcánicos piroclásticos y flujos de lava constituyen el 20% del país y contienen aproximadamente el 20% de las reservas de agua subterránea disponibles. Los acuíferos que poseen una permeabilidad pobre constituyen aproximadamente el 30% del país y alrededor del 10% de las reservas de agua subterránea disponibles.

Como es sabido, la deforestación tiene un impacto negativo en los recursos de agua subterráneos del país, reduciendo la cantidad de agua que recarga a los acuíferos. Lo anterior hace que la búsqueda de agua sea a profundidades cada vez mayores y, en este sentido, cabe recordar que la mayoría de las bombas de mano no pueden bombear agua a profundidades mayores de 91 m.

Aunque el agua subterránea es generalmente más segura que los suministros de agua superficial que no han sido tratados, muchos acuíferos poco profundos en las cercanías de áreas populosas están biológicamente contaminados, principalmente debido a la disposición inadecuada de los residuos sólidos y líquidos. La mayoría de los pozos poco profundos en la planicie costera del Pacífico también se encuentran contaminados.

□ Hidrogeología

Las variaciones en las estructuras geológicas, geomorfológicas y tipos de roca, aunado a las variaciones en el comportamiento de la precipitación, son algunas de las causas que contribuyen con la variación en las condiciones del agua subterránea en las diferentes partes del país.

Los principales sistemas de acuíferos son los aluviales; cársticos y altamente fracturados de piedra caliza y acuíferos consistentes de ceniza volcánica; escoria y flujos de lava. Otros acuíferos consisten de depósitos ígneos y metamórficos y depósitos sedimentarios de areniscas interestratificadas, conglomerado, piedra caliza y poco profundos con baja permeabilidad.

En las planicies, tierras bajas y los valles, la profundidad del agua es generalmente menor de 50 m. En las montañas, la profundidad del agua es generalmente menor de 150 m, pero en algunas zonas puede llegar a los 300 m de profundidad. En muchas áreas, la profundidad del agua es tal, que su aprovechamiento resulta no rentable.

Las fluctuaciones estacionales en el nivel freático del agua pueden ser mayores de 5 m. Los acuíferos en las montañas son generalmente recargados por la lluvia, mientras que los acuíferos en las tierras bajas son recargados por otros acuíferos que se originan en las montañas y por la lluvia.

□ Evaluación de Recursos de Agua Subterránea de Guatemala

El acceso a los pozos de agua es generalmente difícil en todo el país. En el norte, la ubicación y la perforación de pozos es difícil debido a la topografía cárstica del suelo, densa vegetación y falta de caminos. Los pantanos están presentes a lo largo de la planicie de la costa del Pacífico y el Golfo de Honduras. En la parte sur del país, las pendientes empinadas de las montañas hacen de la exploración de agua subterránea una tarea difícil. La planicie de la costa del Pacífico es fácilmente accesible durante la estación seca de noviembre a abril. A continuación se mencionan los diferentes tipos de acuíferos presentes en el país:

- Acuíferos Aluviales
- Acuíferos Cársticos de Piedra Caliza

- Acuíferos Volcánicos Piroclásticos y de Lava
- Otros Acuíferos., como areniscas interestratificadas, conglomerados, calizas y lajillas.

□ Calidad de agua

La calidad del agua superficial en Guatemala representa una preocupación que va en aumento. El agua superficial se considera dulce, excepto a lo largo de la costa, donde la calidad gradualmente cambia a salobre y finalmente a salina. La contaminación biológica y química ocurre en intensidades variadas a lo largo del país. Los sistemas de disposición de aguas negras en los principales centros de población son inadecuados o no existen, por lo que las descargas crudas van directamente a los arroyos locales. Durante la época lluviosa, las enfermedades como el cólera aumentan debido a que las bacterias se esparcen a través de estas fuentes de agua superficial contaminadas.

Con excepción del agua subterránea salobre o salina que se encuentra cerca de las costas del Pacífico y del Caribe, el agua subterránea es adecuada para la mayoría de los usos. La contaminación química y biológica ocurre en acuíferos no confinados y poco profundos cercanos a centros poblacionales.

La contaminación química proveniente de actividades agrícolas es la fuente mayor de contaminación de agua superficial y subterránea y causa la degradación de los ríos y arroyos. La planicie costera del Pacífico es una de las áreas agrícolas que posee la mayor concentración de contaminación agrícola. En esta área, los recursos de agua superficial y los acuíferos de agua subterránea están contaminados.

▪ Agua superficial

La calidad de los recursos de agua superficial es generalmente dulce con excepción de las áreas a lo largo de la costa del país. Sin embargo, todos los cuerpos de agua del país se consideran contaminados. En áreas agrícolas, los pesticidas representan la primera fuente de contaminación.

Las aguas negras provenientes de la Ciudad de Guatemala han hecho del río Villalobos, que recibe el 60% de las aguas negras; y del río Las Vacas, que recibe el 40% restante, los ríos más contaminados del país.

El río Villalobos y el río Michatoya, el cual se encuentra severamente contaminado en toda su extensión, drenan al lago de Amatitlán que también está altamente contaminado. El río Samalá drena la ciudad de Quezaltenango y presenta la misma situación que los anteriores, además de presentar también contaminación de tipo industrial. El río Guacalate y otros arroyos menores, que drenan de la ciudad de Escuintla, están severamente contaminados por residuos de diversos orígenes.

A lo largo del país, pero especialmente en el noroeste, la deforestación ha implicado un aumento de la sedimentación en los arroyos y la degradación en la calidad del agua. Los arroyos de El Petén, en el norte de Guatemala, arrastran pequeñas cantidades de material flotante, debido principalmente a la falta de intervención humana. Sin embargo, el agua en esos arroyos del norte tiende a ser moderadamente dura debido al carbonato de calcio y al ambiente cárstico, especialmente en la estación seca cuando los flujos más bajos tienden a concentrar los elementos. Algunos arroyos que fluyen en estas áreas, en las que existen grandes cantidades de sulfato de calcio, arrastran dichos sulfatos. A lo largo de ambas costas hay arroyos, y pantanos que contienen gran cantidad de agua salobre o salina. A menos que sean tratadas, estas fuentes de agua no son aceptables para la mayoría de los usos.

- Agua subterránea

La contaminación biológica debido a patógenos en los acuíferos poco profundos se debe a la presencia constante de heces animales y humanas, esto constituye un problema en muchas áreas populosas y agrícolas del país. La contaminación química se relaciona principalmente al uso de fertilizantes y pesticidas en las plantaciones de caña de azúcar y bananos en las planicies del Pacífico y del Caribe.

Los acuíferos altos en la mayoría de las áreas urbanas están contaminados por muchas razones. En la Ciudad de Guatemala, el agua de lluvia que no ha sido tratada se inyecta en los

acuíferos altos en un intento por recargar el suministro de agua de la ciudad. La diseminación de los compuestos solubles provenientes de los campos de la Ciudad de Guatemala ha contaminado severamente los acuíferos locales. Únicamente los acuíferos profundos y confinados son considerados seguros y libres de la contaminación biológica y química.

Durante la estación seca, los pozos poco profundos en las tierras altas interiores se pueden secar hasta que la suficiente recarga en el acuífero ocurra. La intrusión de agua salada, lo cual actualmente no es un problema en las zonas costeras, podría ocurrir en el futuro si los pozos costeros son sobre explotados. El agua debe ser cuidadosamente analizada antes de ser consumida o usada.

→ Departamento de Guatemala

Las mejores áreas para la exploración de agua subterránea están localizadas en los acuíferos volcánicos, éstas cubren aproximadamente el 75% del departamento en las partes central y sur. El agua subterránea está generalmente disponible de muy pequeñas a muy grandes cantidades, pero las pendientes empinadas, la densa vegetación y las condiciones inestables del suelo, impiden el acceso al lugar. Estos acuíferos son utilizados para el suministro doméstico y la irrigación, y son apropiados para pozos de bombas de mano y tácticos. La mayor parte del suministro de agua (aproximadamente el 60%) para la Ciudad de Guatemala proviene de recursos de agua subterránea. Hasta 1998, un total de 86 pozos suministraban 1 m³/s a la ciudad (ver Mapa 6A).

→ Departamento de Jutiapa

Las mejores áreas para la exploración de agua subterránea son los acuíferos aluviales, estos ocupan una faja trazada paralelamente a la costa en la parte sur del departamento, y tres pequeñas áreas en la parte central. De escasas a muy abundantes cantidades de agua dulce subterránea están disponibles en esta unidad (aproximadamente 25% del departamento). Estos acuíferos aluviales son apropiados para pozos de bombas manuales y tácticos (ver Mapa 6A).

De muy pequeñas a muy grandes cantidades de agua dulce subterránea están localmente disponibles provenientes de acuíferos volcánicos, aproximadamente el 70% del departamento. Pendientes empinadas, densa vegetación y condiciones inestables de suelo pueden impedir el acceso. Estos acuíferos son apropiados para pozos de bombas manuales y tácticos.

En el resto del departamento la exploración de agua subterránea no se recomienda sin antes hacer un reconocimiento específico del lugar debido al potencial de encontrar agua de mala calidad.

→ Departamento de Santa Rosa

Las mejores áreas para la exploración de agua subterránea se extienden de noroeste a sudeste a lo largo del departamento en la planicie de la costa del Pacífico, correspondiendo con el 40% del departamento, aproximadamente. De escasas a muy abundantes cantidades de agua dulce están generalmente disponibles en acuíferos aluviales. Estos acuíferos son apropiados para pozos tácticos y de bombas manuales (ver Mapa 6A).

De muy pequeñas a muy grandes cantidades de agua dulce subterránea están disponibles localmente en acuíferos volcánicos, aproximadamente la mitad del departamento. Las pendientes empinadas, la densa vegetación y las condiciones inestables del suelo pueden impedir el acceso al lugar. Estos acuíferos son apropiados para pozos tácticos y de bombas manuales. La cabecera del departamento es Culiapa y se encuentra en este sector.

Esta información fue consultada en el documento Evaluación de Recursos de Agua de Guatemala, Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos de América, Distrito de Mobile y Centro de Ingeniería Topográfica. Junio 2000. Guatemala.

6A.2.5.5. EMBALSES EXISTENTES Y EN PROYECTO

En Guatemala existen únicamente dos embalses en las proximidades de la ruta Guate Este – El Salvador, los cuales proveen potencia y energía eléctrica para el Sistema Nacional. Ambos están localizados en el Departamento de Santa Rosa. El primero es Aguacapa sobre el río del

mismo nombre en el Municipio de Pueblo Nuevo Viñas y el segundo es Los Esclavos, sobre el río del mismo nombre en el Municipio de Cuilapa.

En proyecto existen varios, todos ellos hidroeléctricos con embalses de regulación, y que se pueden considerar como proyectos de pequeña a mediana magnitud. Estos son: Ayarza, entre el río Tapalapa y la Laguna Ayarza, en el Municipio de Casillas, Santa Rosa; El Carmen sobre el río Los Esclavos, en el Municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa; Agua Caliente, sobre el río Aguacapa, en el Municipio de Pueblo Nuevo Viñas, Santa Rosa; Buena Vista, sobre el Río Aguacapa, en el Municipio de Guanagazapa, Escuintla; y río Paz, posible desarrollo hidroeléctrico entre El Salvador y Guatemala, el primer sitio de aprovechamiento se ubica propiamente en el actual punto fronterizo de Valle Nuevo e inunda el valle del río Pululá, también denominado El Tempisque.

6A.2.6. CLIMA

El clima es producto de los factores astronómico, geográfico y meteorológico, adquiriendo características particulares por la posición geográfica y topografía del país, climáticamente se ha clasificado el país según el sistema de Thornwaite.

Para la definición del clima en área de estudio, se ha tomado como base la efectividad de la humedad y temperatura para el desarrollo de la vida vegetal, utilizando un indicador de humedad efectiva para la vida vegetal a través de la expresión: $\text{Humedad efectiva} = \text{Precipitación pluvial} / \text{Evaporación}$.

La República de Guatemala se caracteriza por un clima tropical al formar parte de los Trópicos, encontrándose localizada entre el trópico de Cáncer (23,5° N) y el de Capricornio (23,5° S), estos trópicos delimitan los paralelos donde el sol alcanza su máxima inclinación.

Sin embargo, dentro del contexto geográfico el país presenta una serie de accidentes topográficos que generan climas locales que van desde secos hasta húmedos. Esta variedad

de climas hace del país un lugar especial (en la región de América Central), en donde puede darse cualquier tipo de actividad tanto agrícola, industrial como económica.

La temperatura anual promedio es de 20° C (68 °F). En las zonas montañosas más altas las temperaturas pueden bajar más allá del punto de congelación, las noches son frías en cualquier época del año. En la mayor parte del país, la temporada seca va desde noviembre hasta abril, y la época húmeda desde mayo a octubre. Esta época se caracteriza por presentar cielos despejados antes y después de las copiosas precipitaciones, que se producen en las últimas horas de la tarde o las primeras horas de la noche.

6A.2.6.1. ESTACIONES METEOROLÓGICAS SELECCIONADAS

La sección de Climatología del Departamento de Sistemas Atmosféricos del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), es la responsable de operar y explotar la Red Nacional de Estaciones Meteorológicas, la cual es utilizada para realizar la vigilancia meteorológica, generar información básica y elaborada para su uso en diferentes actividades de la vida nacional. Para este estudio se escogieron las estaciones meteorológicas que se encuentran dentro del corredor de la línea y aquellas que están a menos de 5 km del corredor. A continuación se detallan las estaciones meteorológicas consideradas.

Para esta ruta se seleccionaron ocho estaciones meteorológicas. La totalidad de ellas reportaron datos de precipitación, seis de ellas datos de temperatura y únicamente dos de ellas datos de viento. De esta manera, con la red planteada, se cubrió un corredor medio sobre la zona de influencia del Proyecto SIEPAC.

Cuadro 6A.2.3: Estaciones meteorológicas en el corredor Guate-Este-El Salvador

ESTACIÓN	COORDENADAS UTM (m)		ELEVACIÓ N (m.s.n.m.)	FUENTE	DATOS REGISTRADOS				
	ESTE	NORTE			P	T	B.S.	H.R.	V.V.
San Agustín Mina **	767.540,00	1.607.545,13	1.350	INSIVUMEH	X	X			
La Soledad Omg/5 *	781.134,94	1.605.421,13	1.650	INSIVUMEH	X	X	X	X	X

ESTACIÓN	COORDENADAS UTM (m)		ELEVACIÓN N (m.s.n.m.)	FUENTE	DATOS REGISTRADOS				
	ESTE	NORTE			P	T	B.S.	H.R.	V.V.
Nueva Santa Rosa **	792.776,63	1.591.440,13	1.001	INSIVUMEH	X	X			
Los Esclavos *	793.692,13	1.577.303,75	737	INSIVUMEH	X	X		X	X
Hacienda Coatepeque **	808.133,94	1.569.049,25	480	PLAMAR	X	X			
Amatillo **	815.062,06	1.569.411,63	640	PLAMAR	X				
Jalpatagua **	822,956,56	1.564.681,88	557	INSIVUMEH	X	X			
El Jobo **	834.056,50	1.551.628,13	320	PLAMAR	X				

P: precipitación, T: temperatura, B.S.: brillo solar, H.R.: humedad relativa, V.V.: velocidad del viento, X: indica que la estación tiene registros del dato

Fuente: * INSIVUMEH, ** <http://www.maga.gob.gt/sig/D-INFO%20DISPONIBLE/c-ARCHIVOS%20DE%20INFO/C1-Jpg%20Nacional/Tablas%20Nacional/estaciones%20Climaticas%20Tabla.htm>, consultada el 16 de julio de 2003.

Los registros obtenidos en la página web del MAGA corresponden a la Leyenda del Mapa de Estaciones Climáticas de Guatemala en escala 1:250.000. Los datos originales del INSIVUMEH, PLAMAR e Institutos Meteorológicos Fronterizos fueron procesados por el MAGA a nivel diario y compilados a nivel mensual, para lo cual consideraron el periodo de 1961 a 1997 (más de 30 años de registro). Esto cambia para cada variable, dado que los registros varían con la medición específica que realiza cada estación.

6A.2.6.2. RÉGIMEN PLUVIOMÉTRICO

La época lluviosa en Guatemala abarca desde mayo hasta octubre, presentándose los máximos pluviométricos entre junio y septiembre. En general y a nivel nacional, el 85% de la precipitación anual cae en estos seis meses del año, no obstante no deja de ser importante el hecho de que la mayoría de las cuencas se caracterizan por presentar déficit de humedad durante los meses de la estación seca. El promedio nacional anual de precipitación es de 2.034 mm.

Las precipitaciones en el área de estudio se caracterizan por presentar valores intermedios en comparación con el resto del país.

A lo largo del recorrido, la precipitación anual media varía entre 1.000 mm y 1.700 mm. Destacándose el área de Barillas, El Molino y El Zapotillo con precipitaciones mayores a 1.600 mm, y el tramo a partir de El Melonar hasta la frontera con El Salvador con los valores mínimos

(ver Mapa MG-9A). En el Cuadro 6A.2.4 se presenta un resumen del régimen medio de lluvia en el corredor de investigación y el respectivo periodo de registro reportado por cada estación. Se observa en el cuadro la marcada diferencia entre los meses de la estación seca y los meses de la estación lluviosa.

Cuadro 6A.2.4: Precipitaciones promedios mensuales en las estaciones meteorológicas del corredor Guate-Este-El Salvador

ESTACIÓN	PERIODO DE REGISTRO	PRECIPITACIÓN PROMEDIO MENSUAL (mm)												TOTAL ANUAL
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
San Agustín Mina **	-	5,0	5,0	11,0	29,0	114,0	254,0	200,0	204,0	229,0	104,0	23,0	6,0	1.184,0
La Soledad Omg/5 *	1968-1989	7,6	6,6	4,6	39,7	162,5	317,9	247,7	248,4	324,4	204,7	58,7	16,5	1.639,3
Nueva Santa Rosa **	-	3,0	5,0	14,0	49,0	145,0	259,0	167,0	161,0	222,0	137,0	25,0	7,0	1.194,0
Los Esclavos *	1970-1989	1,9	6,4	12,3	42,2	154,6	307,9	211,9	242,9	308,1	218,4	39,1	6,6	1.552,3
Hacienda Coatepeque **	-	3,0	1,0	9,0	15,0	148,0	210,0	178,0	308,0	362,0	175,0	31,0	5,0	1.445,0
Amatillo **	-	1,0	0,0	8,0	38,0	151,0	262,0	211,0	201,0	354,0	249,0	53,0	11,0	1.539,0
Jalpatagua **	-	3,0	2,0	7,0	35,0	117,0	258,0	199,0	211,0	252,0	139,0	23,0	0	1.246,0
El Jobo **	1970-1983	4,0	4,0	8,0	25,0	95,0	197,0	158,0	225,0	202,0	102,0	18,0	7,0	1.045,0

Fuente: * INSIVUMEH, ** <http://www.maga.gob.gt/sig/D-INFO%20DISPONIBLE/c-ARCHIVOS%20DE%20INFO/C1-Jpg%20Nacional/Tablas%20Nacional/estaciones%20Climaticas%20Tabla.htm>, consultada el 16 de julio de 2003.

6A.2.6.3. TEMPERATURA

La caracterización térmica está basada en los datos recopilados en las diferentes estaciones meteorológicas ubicadas dentro o cerca del corredor de la línea (ver Cuadro 6A.2.5). En todas las estaciones se obtuvo los promedios mensuales y en algunas se consiguieron los máximos y mínimos mensuales de todo el registro. La máxima temperatura registrada es 34,8 °C y la misma se presentó en el mes de abril en la estación Los Esclavos, y la mínima es 3,9 °C reportada en el mes de enero en la estación La Soledad Omg/5.

En la mayor parte del trazado la temperatura se mantiene entre los 18 °C y 20 °C, sin embargo la variación térmica anual en el corredor oscila entre los 16,6 °C y 25,7 °C. Las máximas temperaturas medias anuales se dan después de El Coyol hacia la frontera con El Salvador, y las mínimas se presentan al norte de los municipios de Santa Catarina Pinula y Fraijanes. Nótese el contraste que existe entre el área en los alrededores de la subestación Guate-Este y el punto de interconexión con El Salvador (ver Mapa 8A).

La temperatura media de la región se ha estimado como promedio de los valores interanuales y es de 22,6 °C.

6A.2.6.4. HUMEDAD RELATIVA

La humedad relativa es la relación entre la cantidad de vapor contenida actualmente en un volumen cualquiera de aire y la que podría contener el mismo volumen si estuviese saturado, expresado en porcentaje.

Como es de esperarse en los últimos meses de la estación seca, febrero – abril, se registran los valores más bajos de humedad relativa. Para el mes de septiembre se reporta el máximo valor, 91% estación La Soledad y 85% estación Los Esclavos, lo cual es coherente con las precipitaciones registradas en dichas estaciones (ver Cuadro 6A.2.6).

Cuadro 6A.2.5: Temperaturas medias mensuales registradas en las estaciones meteorológicas del corredor Guate-Este-El Salvador

ESTACIÓN	PERIODO DE REGISTRO	TEMPERATURA (° C)													
		VALOR	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
San Agustín Mina **	1980-1985	PROM	19,1	20,2	21,6	22,6	22,8	21,7	21,4	21,8	21,2	21,4	20,2	19,7	21,1
La Soledad Omg/5 *	1968-1989	PROM	15,1	14,9	16,4	17,5	18,2	17,3	17,4	17,1	17,0	17,0	16,0	15,0	16,6
		MÁX.	25,9	27,0	28,8	28,4	28,5	25,9	25,2	25,1	25,4	24,5	25,1	25,6	28,8
		MÍN.	3,9	4,5	5,0	5,9	8,9	11,5	12,6	11,1	10,3	11,4	7,7	5,9	3,9
Nueva Santa Rosa **	1980-1984	PROM	23,0	24,1	24,8	25,2	25,3	24,5	24,9	24,1	24,0	24,1	23,5	23,7	24,3
Los Esclavos *	1970-1989	PROM	22,1	23,2	24,2	24,9	24,6	23,9	24,0	23,9	23,5	23,5	23,4	22,1	23,6
		MÁX.	34,0	34,1	34,7	34,8	34,6	32,3	32,5	32,3	31,6	32,0	33,0	33,6	34,8
		MÍN.	9,1	10,0	11,7	13,6	15,8	16,6	15,4	15,9	16,0	14,6	12,9	10,2	9,1
Hacienda Coatepeque **	1972-1977	PROM	22,9	23,3	24,8	25,7	25,8	25,4	25,1	25,2	25,0	24,3	23,8	23,1	24,5
Jalpatagua **	1972-1985	PROM	24,9	24,8	26,3	27,3	26,9	25,8	25,9	26,3	25,4	25,4	25,0	24,6	25,7

PROM.: temperatura media mensual, MÁX.: temperatura máxima mensual, MÍN.: temperatura mínima mensual

Fuente: * INSIVUMEH, ** INDE.

6A.2.6.5. INSOLACIÓN O BRILLO SOLAR

Los meses con más horas de brillo solar son los de la estación seca, aproximadamente 7 horas al día. Durante los meses de la estación lluviosa este valor decae a un promedio de 5 horas al día de heliofanía registradas.

En el Cuadro 6A.2.7 se muestran los valores de insolación media mensual reportadas en la estación La Soledad Omg/5, única estación dentro del corredor en la cual se registraba dicho dato.

Según el Mapa de Brillo Solar de la República de Guatemala, elaborado por el MAGA (2001), a lo largo del corredor se registran variaciones apreciables. El rango anual abarca desde 2.000 horas de brillo solar/año hasta 2.600 horas de brillo solar/año, registrándose los máximos valores en el área de El Sitio hasta la frontera con El Salvador y los mínimos entre Yumanes y Monte Verde. Desde Yumanes hasta la subestación Guate Este y desde Monte Verde hasta El Sitio las horas de brillo solar anuales van aumentando respectivamente.

Cuadro 6A.2.6: Humedad relativa mensual registrada en las estaciones meteorológicas

ESTACIÓN	PERIODO DE REGISTRO	HUMEDAD RELATIVA (%)												
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM. ANUAL
La Soledad Omg/5	1968-1989	81	78	78	78	84	87	87	88	91	88	85	82	84
Los Esclavos	1970-1989	70	68	68	70	77	83	81	82	85	83	77	73	76

Fuente: INSIVUMEH.

Cuadro 6A.2.7: Brillo solar mensual registrado en las estaciones meteorológicas

ESTACIÓN	PERIODO DE REGISTRO	BRILLO SOLAR (HORAS MENSUALES)												
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM. MENSUAL
La Soledad Omg/5	1968-1989	224,9	215,9	208,8	157,4	114,4	91,9	154,0	159,8	102,0	144,5	207,7	221,5	166,9

Fuente: INSIVUMEH.

6A.2.6.6. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA

El método utilizado para la caracterización del clima es el de Thornthwaite, que utiliza datos de precipitación, temperatura, humedad y evapotranspiración proporcionando un índice climático. Para ello sólo se tomaron en cuenta las estaciones de más incidencia en precipitación, y para calcular el valor medio se hizo un promedio por región (ver Mapa 7A).

El resultado de esta clasificación se describe a continuación:

- CB', clima semiseco con vegetación característica de pastizal.
- BB', clima húmedo con vegetación característica de bosque
- BB'2 que representa al clima húmedo y vegetación característica de bosque.

6A.2.6.7. RÉGIMEN DE VIENTO Y TORMENTAS

6A.2.6.7.1. VELOCIDAD DEL VIENTO

La escala de Beaufort de fuerza del viento en superficie es utilizada para estimar la velocidad del viento. Esta escala fue desarrollada en 1806 por el almirante inglés Francis Beaufort con el fin de clasificar el viento en el mar, actualmente se ha adaptado a las condiciones en tierra.

Cuadro 6A.2.8: Escala de Beaufort de fuerza del viento en superficie

	DEFINICIÓN	VELOCIDAD (km/h)	ESPECIFICACIONES
0	Calma	'1	El humo sube verticalmente
1	Ventolina	1-5	La dirección del viento se define por la del humo, pero no por las veletas y banderas
2	Flojito (brisa muy débil)	6-11	El viento se siente en la cara y se mueven las hojas de los árboles, veletas y banderas
3	Flojo (brisa débil)	12-19	Las hojas de los árboles se agitan constantemente, se despliegan las banderas
4	Bonancible (brisa moderada)	20-28	Se levanta polvo y papeles pequeños, se mueven las ramas pequeñas de los árboles
5	Fresquito (brisa fresca)	29-38	Se mueven los árboles pequeños y en los estanques se forman olas pequeñas
6	Fresco (brisa fuerte)	39-49	Se mueven las ramas grandes de los árboles, silban los alambres telefónicos y se utilizan con dificultad los paraguas
7	Frescachón (viento fuerte)	50-61	Todos los árboles se mueven, es difícil caminar contra el viento

	DEFINICIÓN	VELOCIDAD (km/h)	ESPECIFICACIONES
8	Temporal (duro)	62-74	Se rompen las ramas delgadas de los árboles, generalmente no se puede caminar contra el viento
9	Temporal fuerte (muy duro)	75-88	Ocurren desperfectos en las partes salientes de los edificios, se desprenden tejas
10	Temporal duro (temporal)	89-102	Arranca árboles y ocasiona daños de consideración en los edificios
11	Temporal muy duro (borrasca)	103-117	Ocasiona destrozos en todas partes
12	Temporal huracanado (huracán)	118-133	Daños generalizados en edificaciones, tendido eléctrico y telefónico
13		134-149	
14		150-166	
15		167-183	
16		184-201	
17		202-220	

Fuente: <http://www.windtarifa.com/tarifainfo/straitgib/winds/beaufort.htm>

En el trazado que va de Guate Este a El Salvador solamente se obtuvo información de dos estaciones en la región. Éstas son: Los Esclavos en la población del mismo nombre, que tiene principal influencia en la parte suroeste del valle del mismo nombre, y La Soledad localizada en la finca La Soledad con influencia en la parte sureste de Cuilapa. De las dos estaciones, los mayores índices en la región se registraron en la estación La Soledad, con excepción del mes de noviembre cuya velocidad media anual sólo alcanzó los 2,4 km/h. El mayor valor registrado corresponde al mes de febrero con 13,4 km/h. El promedio anual es de 6,8 km/h y la mayor parte del año los vientos que soplan se clasifican como flojito (brisa muy débil) (ver Cuadro 6A.2.9).

En la estación Los Esclavos el valor máximo, 3,2 km/h, se tiene en los meses de enero, febrero y marzo y el mínimo es de 2,2 km/h en el mes de octubre. Según las velocidades mensuales registradas los vientos en esta estación se clasifican, de acuerdo con la escala de Beaufort, como ventolinas.

Cuadro 6A.2.9: Velocidad promedio mensual registrada en las estaciones meteorológicas de la ruta Guate-Este-El Salvador

ESTACIÓN	PERIODO DE REGISTRO	VELOCIDAD DEL VIENTO (km/h)												
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
La Soledad Omg/5 **	1973-1977	8,3	13,4	5,7	9,8	5,8	4,7	6,8	4,3	4,7	6,1	2,4	9,2	6,8
Los Esclavos *	1970-1985	3,2	3,2	3,2	2,8	2,5	2,4	2,7	2,5	2,4	2,2	2,6	2,9	2,7

Fuente: * INSIVUMEH, ** INDE.

6A.2.6.7.2. TORMENTAS

Aunque no se cuenta con mayor información de tormentas, en la región, se dispone de información de aquellos eventos meteorológicos que han causado las mayores catástrofes en el país y con mayor incidencia en la zona de interés, entre ellos están los siguientes:

- 1929, temporal que se debió al efecto de un ciclón que provino del Pacífico. Los daños reportados cubrieron aproximadamente el 24% de la superficie del territorio nacional incluyendo la región de interés.
- El temporal anterior provocado por un ciclón tropical se agravó con la presencia de un frente frío. En esta ocasión se reportaron daños en un 22% del territorio nacional, principalmente en la región sur del país, incidiendo nuevamente en la zona de influencia de la línea.
- Tres huracanes que en 1933 dañaron aproximadamente un 37% del territorio nacional, incluyéndose una vez más la región del sur del país en la zona de influencia de la línea.
- Finalmente pueden mencionarse los temporales de 1969 y 1974 causados por los huracanes Francelia y Fifí, provenientes del Mar Caribe y territorio hondureño respectivamente. En el temporal del '69 se reportaron crecidas del orden de los 590 m³/s en el río María Linda afluente del Aguacapa, y en el '74 se reportaron vientos del orden de los 100 km/h, en la zona.
- El huracán Mitch, el 1° de noviembre de 1998, en el departamento de Guatemala, cayeron 154.6 mm de lluvia, cuando el promedio ha sido de 25 mm. Afectó principalmente la parte nororiental del país, la parte suroccidental y central aunque en general afectó a todo el país.

6A.3. MEDIO BIÓTICO

6A.3.1. VEGETACIÓN

6A.3.1.1. INTRODUCCIÓN

6A.3.1.1.1. IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

Esta área tiene una superficie de 360 km² a ambos lados de la línea de la ruta Guate Este – El Salvador. Se caracteriza por presentar un 70% de su superficie altamente perturbada en donde abundan especies pioneras como las gramíneas, cyperáceas y unos cuantos árboles aislados de bajo porte, además se realizan muchas prácticas agrícolas que incluyen la siembra de cultivos temporales como: maíz, sorgo, tabaco, tomate, sandía, melón, y pastos mejorados como la *Hyparrhenia rufa* (jaraguá); entre los cultivos permanentes de esta región se tienen la siembra de café y algunos cítricos. También se llevan a cabo actividades avícolas y de ganadería. El tipo de vegetación más sobresalientes corresponde en su mayoría herbazales y rastrojos.

6A.3.1.1.2. SITUACIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA

En esta área son escasas las actividades de control y mejoramiento de los suelos. También se observó que en los herbazales había procesos erosivos laminares, de surcos y de cárcavas.

En las áreas asociadas a los cuerpos de agua hay mucha sedimentación de partículas, las cuales se derivan del lavado de los suelos por los procesos erosivos, también sobre estas áreas se vierten plaguicidas y aguas residuales que contaminan y afectan la biodiversidad en general de las especies vegetales y animales.

La deforestación aunada a las características climáticas, favorecen la ocurrencia de incendios forestales de forma espontánea o provocados, incluso durante el recorrido se observó en el punto de Lomas Ojo de Agua que existen problemas de quema intensiva.

Otros de los problemas ambientales es la mala disposición de los residuos sólidos, ya que se observaron tiraderos a cielo abierto en los cuales se quema la basura intencionalmente.

Por último se reportó por parte de los residentes del área de Las Pilas la pesca inadecuada con explosivos en el río Paz en la frontera de Guatemala con El Salvador.

6A.3.1.1.3. PROCESOS E INTERACCIONES PRESENTES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA

En el área de influencia la deforestación por las prácticas de actividades agrícolas incrementa los procesos erosivos en la ruta, lo cual amerita que se instalen muros de contención especialmente en los terrenos con cárcavas. Las construcciones de carreteras sin la instalación de muros de contención o repoblación con gramíneas provocan derrumbes sobre las vías, esto se observó a la altura de Teocinte hasta El Tablón en los Departamento de Santa Rosa hasta el Departamento de Jutiapa.

El uso excesivo de plaguicidas en las áreas de cultivo, puede contaminar los recursos hídricos y afectar todos los niveles tróficos de las cadenas alimenticias de los organismos.

La fragmentación de los hábitats naturales por la deforestación y la cacería indiscriminada de especies, principalmente de mamíferos, afectan la estabilidad ecológica de las poblaciones de organismos, ya que la transformación de los hábitats trae como resultado reducción de la riqueza de algunas especies y otras en cambio, que son propias de estos hábitats perturbados aumentan su población.

6A.3.1.1.4. METODOLOGÍA

Para la realización de este estudio de impacto ambiental en su componente biológico, se empleó la metodología de evaluación ecológica rápida (EER) desarrollada por The Nature Conservancy (TNC) (Sobrevila & Bath, 1992). Esta metodología permite obtener información científica y confiable, para poder así aplicarla en las tomas de decisiones en proyectos de desarrollo para una determinada área. La misma consiste en la revisión de literatura, utilización de imágenes de satélite, fotografías aéreas y verificación en el campo de la información por medio de itinerarios en el área de influencia del Proyecto.

Para tal fin se revisaron los documentos borradores del Instituto de Electrificación de Guatemala (1994), el de EPR y el de ENDESA Servicios de 1997. Se confeccionó un listado de toda la información que se utilizaría como complemento de este estudio y se contó con la colaboración de especialistas en biología de Guatemala, adicionalmente se realizó una visita a la Universidad de San Carlos de Guatemala, universidad nacional para revisar las colecciones de referencia

del herbario, museo de vertebrados, serpentario, jardín botánico y colección de madera (xiloteca). Adicionalmente, se realizó una visita al centro de buhonerías de Antigua para obtener de los artesanos locales información sobre el potencial de la flora y fauna en la confección de sus mercancías.

Para el trabajo de campo se realizó el recorrido por el trazado. La organización de la logística de los itinerarios consistió en referenciar los puntos geográficos del área de influencia del Proyecto, utilizándose mapas cartográficos y equipos receptores del Sistema de Posicionamiento Global (GPS). Durante el recorrido se realizaron observaciones de las especies presentes en los lugares y se entrevistaron a los residentes de las comunidades vecinas del área del Proyecto para así complementar la información obtenida en el campo. Con el propósito de estudiar la fauna se realizaron caminatas a lo largo de los senderos y demás vías de acceso. Otra información que se obtuvo durante los itinerarios al área de influencia fue la detección de los principales problemas ambientales y amenazas que afectan a la estabilidad de las especies, información que sirvió de base para confeccionar el respectivo mapa.

En cuanto a la caracterización de los distintos tipos de vegetación y hábitats faunísticos se consideraron el Mapa de Zonas de Vida de Holdridge para Guatemala, Cobertura Forestal, Ecosistemas Terrestres con la clasificación de la UNESCO y el de las Áreas Protegidas. Sobre estos mapas se determinó el recorrido de la ruta importando las coordenadas de los tramos de la línea de transmisión a los formatos vectoriales utilizando el programa de ArcView. Con la información presentada en los mapas se pudo realizar una proyección más precisa sobre las características de la vegetación y de los hábitats faunísticos de las especies involucradas en el área de influencia del Proyecto.

Para determinar la densidad de la vegetación se empleó el Sistema Norlim el cual se expresa en grados y considera la distancia entre los individuos.

La determinación de los estados de conservación de las especies de animales y flora consistió en la revisión de las especies identificadas en las Listas Rojas de Guatemala para la flora y la fauna, las Listas Rojas de la Unión para la Conservación de los Recursos Naturales (IUCN) y

Centro Mundial de Conservación y Monitoreo (WCMC), también se utilizó la Base de Datos de Trópicos del Missouri Botanical Garden, Saint Louis Missouri (W³tropicos). También se obtuvo información de algunas publicaciones sobre la flora y fauna silvestre de Guatemala.

6A.3.1.2. DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN EN LA LÍNEA BASE

6A.3.1.2.1. ZONAS DE VIDA (MARCO BIOGEOGRÁFICO Y BIOCLIMÁTICO)

Las asociaciones vegetales se describen como aquellas comunidades vegetales cuyas especies son más o menos homogéneas, caracterizadas por dos o más especies dominantes, la formación de las mismas se describe en las distintas zonas de vida⁶. La descripción de dichas zonas de vida se basa en el sistema de Holdridge que es estrictamente ecológico y define cuantitativamente la relación que existe en el orden natural entre los factores del clima y la vegetación. Entre los factores de clima se consideran los valores de: biotemperatura media anual, expresada en grados centígrados; precipitación total anual, expresada en milímetros; y humedad determinada por la relación entre temperatura y precipitación. Con relación a los factores de la vegetación se consideran: la altura en metros de los árboles, área basal, números de árboles con menos de 10 cm de DAP⁷ y el número de las especies (ver Mapa MG-12A).

La superficie total de Guatemala, corresponde a la región fitogeográfica subtropical, con inclusiones que son de la región tropical. En la región subtropical, se determinaron dos pisos altitudinales: montano bajo y montano.

Las características distintivas de las zonas de vida que están incluidas la ruta del Proyecto se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro No. 6A.3.1: Zonas de vida encontradas en la Ruta I, Guate Este – El Salvador

ABREV.	ZONA DE VIDA	T. MEDIA (°C)	PRECIPITACIÓN (mm)	EVAPOTRANSPIRACIÓN (%)
--------	--------------	---------------	--------------------	------------------------

⁶ Tales zonas de vida pueden definirse como una unidad climática natural, en la que se agrupan diferentes asociaciones (por ejemplo asociación de pinos y encinos), correspondientes a determinados ámbitos de temperatura, precipitación y humedad.

⁷ Diámetro a la altura del pecho, aproximadamente a 1,3 m.

ABREV.	ZONA DE VIDA	T. MEDIA (°C)	PRECIPITACIÓN (mm)	EVAPOTRANSPIRACIÓN (%)
bh-S(t)	Bosque Húmedo Subtropical (templado)	18 – 22	1.100 – 1.349	1,0
bh-S(c)	Bosque Húmedo Subtropical (Cálido)	22 – 27	1.200 – 2.000	0,95
bmh-S(c)	Bosque Muy Húmedo Subtropical (Cálido)	21 – 25	3.284	0,45
bh-MB	Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical	15 - 23	1.344	0,75

Fuente: MAGA, 2003.

→ Indicadores vegetales

Los indicadores vegetales son aquellas especies arbóreas más comunes en una zona de vida, pero debido a la gran diversidad que presentan algunos bosques tropicales, se considera la frecuencia de 25 o más árboles de la misma especie en una hectárea para que se determine como indicador vegetal. En el Anexo 11, Especies indicadoras se listan las especies vegetales identificadas en cada una de las zonas de vida citadas anteriormente.

A continuación se detalla cada una de las zonas de vida por las cuales pasará la línea de transmisión del Proyecto.

▪ Bosque Húmedo Subtropical Templado “bh-S(t)”

Esta zona de vida se encontró desde el oeste de San Ixtán, al lado derecho de la línea de transmisión, pasando por Jalpatagua, Sapuyuca, Monzón, El Melonar, El Coyol, El Tempisque, Esquinapa y Las Pilas, hasta Río Paz, frontera con El Salvador (ver Mapa MG-12A).

A continuación se presenta la descripción de esta zona de vida a nivel nacional incluyendo las características climáticas: la precipitación oscila de 1.100 a 1.350 mm, con temperaturas promedio de 20 °C a 26 °C y una altitud que varía de 750 a 1.700 m.s.n.m. Del territorio nacional comprende el 11,3 %, que equivale a una extensión de 12.320 km². La zona de vida es muy extensa, comprende partes de varios departamentos: Quiché, Guatemala, Baja Verapaz, Santa Rosa, Jutiapa, Jalapa, Chiquimula y una fracción en Huehuetenango, los terrenos varían de ondulados a accidentados y escarpados (Holdridge, L. 1997).

▪ Bosque Húmedo Subtropical Cálido “bh-S(c)”

Esta zona de vida se encuentra al inicio de la ruta en ambos lados, incluyendo las áreas Cancón, Pavón y Villas del Pinar y Lo de Diéguez (ver Mapa MG-12A).

A continuación se presenta la descripción de esta zona de vida a nivel nacional incluyendo las características climáticas: la precipitación oscila de 1.200 hasta 2.000 mm en la costa sur y 1.160 a 1.700 mm en la zona norte de El Petén, con temperaturas promedio de 27 °C en la costa sur y 22° C en el norte y una altitud que varía de 0 a 80 m.s.n.m. Del territorio nacional comprende el 24,7%, que equivale a una extensión de 27.000 km². La zona de vida es muy extensa, comprende en la costa sur una franja de 10 a 22 km de ancho que va desde México hasta El Salvador. En el norte se ubican los bosques mayormente protegidos, comprenden una parte de la Reserva de la Biosfera Maya y también la Reserva de la Biosfera Chiquibul-Montañas Mayas (Holdridge, L. 1997).

- Bosque Muy Húmedo Subtropical Cálido “bmh-S (c)”

Esta zona de vida se encuentra al oeste de Lomas Ojo de Agua a lado derecho de la línea de transmisión, por ese mismo lado abarca Estanzuela, Monte Verde y Barrillas hasta llegar a una pequeña porción al oeste de Los Matochos, después cubre el área de El Molino incluyendo hacia el norte parte del Municipio de San José Acatempa, en ambos lados de la línea, y finalmente comprende el sur del poblado Las Delicias, al lado derecho de la línea (ver Mapa MG-12A).

A continuación se presenta la descripción de esta zona de vida a nivel nacional incluyendo las características climáticas: es una de las regiones más lluviosas del país, la precipitación oscila entre 2.136 y 4.327 mm en la costa sur y 1.587 a 2.066 mm en la zona sur de El Petén, con temperaturas promedio de 21° C a 25° C. La altitud varía de 80 a 1.600 m.s.n.m. Del territorio nacional comprende el 37,4 %, que equivale a una extensión de 40.700 km², la zona de vida es muy extensa, comprende en la costa sur una franja de 40 a 50 km de ancho, de México hasta El Salvador. En el norte abarca el Departamento de Izabal, norte de Alta Verapaz, Quiché y una parte de Huehuetenango, así como la parte sur del Departamento de El Petén (Holdridge, L. 1997).

▪ Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical “bh-MB”

Esta zona de vida es la que comprende la mayor extensión en el área del Proyecto para esta ruta, al inicio ocupa ambos lados de la línea atravesando Yumanes, Villas Pradera, Carrizal, Salitre, Teocinte, Potrerillo, finca El Trapichito y Ojo de Agua hasta llegar a Lomas Ojo de Agua, después ocupa el lado izquierdo de la línea atravesando Monte Verde, Los Matochos y Las Delicias; en esta zona ocupa ambos lados de la línea, después ocupa una inflexión pasando hacia el lado izquierdo de la línea atravesando por San Ixtán, Talpetates y San Jerónimo, por último existe una pequeña porción de esta zona de vida que ocupa el lado izquierdo de la línea, al sureste de El Sitio hasta llegar al noreste de El Coyol (ver Mapa MG-12A).

A continuación se presenta la descripción de esta zona de vida a nivel nacional incluyendo las características climáticas: el patrón de lluvias varía de 1.057 a 1.588 mm, con temperaturas de 15 °C a 23 °C. La altitud oscila entre los 1.500 y 2.400 m.s.n.m. en las Monañas del Mico. Del territorio nacional comprende el 9%, que equivale a una extensión de 9.769 km², comprende una faja que va de Mixco en el Departamento de Guatemala, dirigiéndose al noroeste del país pasando por San Juan, San Pedro, San Lucas Sacatepéquez; Chimaltenango, San Martín Jilotepeque, Zaragoza, Santa Cruz Balanyá, San José Poaquil, Chichicastenango, Santa Cruz del Quiché, Momostenango y Huehuetenango (Holdridge, L. 1997).

6A.3.1.2.2. SERIES DE VEGETACIÓN POTENCIAL (CLIMATÓFILA Y EDAFÓFILA)

Las series de vegetación potencial relacionan las clases de vegetación con el uso de suelo y las características climáticas del área de estudio.

Para esta ruta la categoría de capacidad de uso de la tierra corresponde generalmente al tipo VII, en el que se describen tierras no cultivables, aptas solamente para fines de producción forestal, ya que presentan un relieve quebrado y pendientes muy inclinadas (MAGA, 2001).

Para el área comprendida entre el Villas Pradera y Lomas Ojo de Agua, la categoría de capacidad de uso de la tierra es tipo VIII, que indica tierras no aptas para el cultivo, pero sí para parques nacionales, recreación y vida. En el área entre Sapuyuca y Las Pilas la categoría del

suelo es VI, que indica tierras no cultivables, salvo para algunos tipos de cultivos, estas zonas tienen vocación para producción forestal pero con factores limitantes muy severos como relieve, profundidad y rocosidad con relieve ondulado fuerte o quebrado (ver Mapa MG-10A).

La vegetación predominante a lo largo de toda la ruta está representada por arbustales o rastrojos y herbazales.

Cuadro 6A.3.2: Serie de vegetación potencial y características climatófilas y edafófilas en la Ruta I

SERIES DE VEGETACIÓN /	TÓFILA	TRAMO			
		GUATE ESTE - VILLAS PRADERA	TEOCINTE - MONTE VERDE	EL MOLINO - EL TABLÓN	EL COYOL - LAS PILAS
	T:	23	18	18	21-20
	P:	1.300	1.300	1.000	1.100
	H:	75	75	75	70
Bosques siempreverde		*			
Bosque semideciduo			*	*	
Bosque deciduo			*	*	*
Bosque espinoso					
Arbustales o rastrojos		*	*	*	*
Herbazales		*	*	*	*
Potreros					*
Cultivos anuales		*		*	*
Cultivos permanentes			*		*
Pastos mejorados					
T: Temperatura (°C), P: Precipitación (mm), H: Humedad relativa (%) *: Vegetación presente en base a las más relevantes.					

Fuente: Elaboración propia con base al Mapa de Clasificación de los Ecosistemas Terrestres (UNESCO Modificada), 2003.

6A.3.1.2.2.1. COBERTURA FORESTAL Y DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN

La cobertura forestal en esta ruta se caracteriza por presentar asociaciones de bosques secundarios y áreas de arbustos hacia las zonas de El Tablón y San Ixtán, ocupando aproximadamente del 70% al 50% del terreno y hacia El Coyol y parte de Las Pilas del 35% al

25%. Hacia la parte norte de El Molino la cobertura forestal corresponde a asociaciones latifoliadas de cultivos que ocupan un 15 % del terreno. Desde Guate-Este hasta la parte sur de El Molino no hay cobertura forestal significativa (ver Mapa 13A).

- **Herbazales**

El tipo de vegetación dominante en estas áreas son los herbazales, los cuales miden entre 0,5 a 1 m de altura, presentes en las primeras etapas del recorrido a la altura de Guate-Este, Las Manzanillas, carretera hacia Yumanes, Villas Pradera, Teocinte hasta el área de Monte Verde. Entre las familias vegetales más representativas en estos herbazales se encuentran: Gramineae (gramíneas) (poaceae), Cyperaceae (ciperáceas), Compositae (asteraceae (asteráceas)), Verbenaceae (verbenáceas) y Leguminosae (leguminosas). De las mismas abundan las siguientes especies: *Hyparrhenia rufa* (jaraguá), *Brachiaria* sp. (zacate pará), *Cyperus* sp. (coyolillo), *Tagetes erecta* (flor de muerto), *Baltimora recta* (flor amarilla), *Eupatorium daleoides*, *Lantana camara* (tres negritos) y *Mimosa pudica* (dormidera).

Las sabanas o herbazales comprendidas entre El Molino hasta Las Pilas, presentan una altura de 1 a 1,5 m y están representadas por las familias: Gramineae (gramíneas), Cyperaceae (ciperáceas), Agavaceae (agaváceas), Cyclanthaceae (ciclantáceas), Sapindaceae (sapindáceas), Bromeliaceae (bromeliáceas), entre otras. De las mismas abundan las siguientes: *Hyparrhenia rufa* (jaraguá), *Brachiaria* sp. (zacate pará), *Cyperus* sp. (coyolillo), *Yuca guatemalensis* (izote), *Carludovica palmata* (junco, palma toquilla, carludovica, *Serjania* sp. (barbasco, arranca pellejo) y *Aechmea* sp. (piñuela). Algunas especies observadas en los linderos de las fincas son: *Yuca guatemalensis* (izote) y *Gliricidia sepium* (madre cacao).

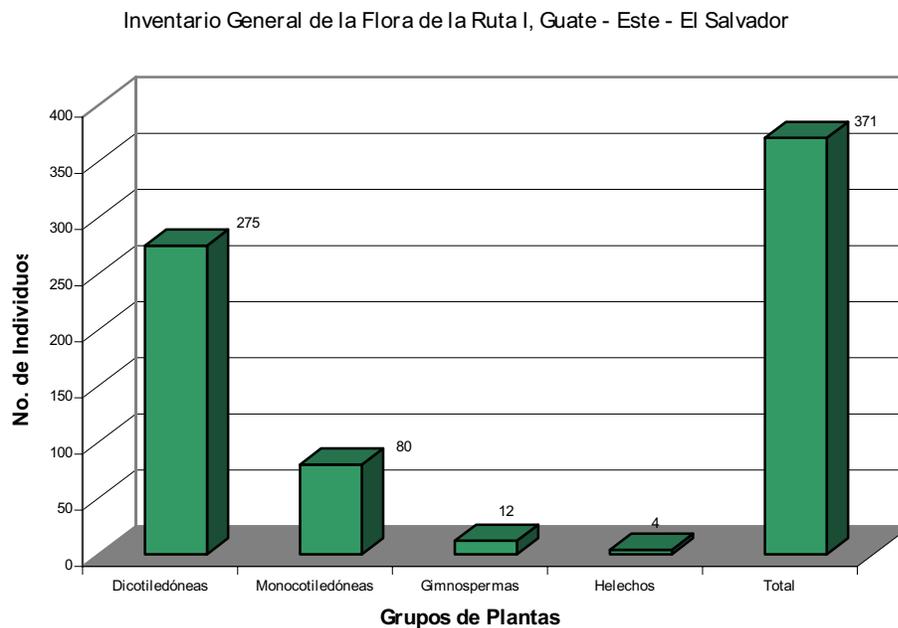
- **Arbustos y árboles**

El estrato arbóreo es de bajo porte con algunos árboles aislados de entre 8 y 12 m de altura, compuesto por especies pioneras como: *Enterolobium cyclocarpum* (conacaste), *Cordia alliodora* (laurel), *Bursera simarouba* (palo de jote) y *Gliricidia sepium* (madre cacao).

Las coníferas observadas para esta ruta son: *Pinus montezumae* (pino macho) y *Cupressus lusitánica* (ciprés común).

6A.3.1.2.2.2. DIVERSIDAD DE LAS ESPECIES VEGETALES

El total de individuos presentes en la ruta es de 371, distribuidos en las siguientes clases taxonómicas: Dicotiledóneas con 275 individuos, Monocotiledóneas con 80 individuos, Gimnospermas con 12 individuos y helechos con 4 individuos ver la relación en la siguiente gráfica.



La cantidad de individuos registrados está relacionada con la cobertura vegetal del área, para esta ruta en una considerable zona no existe cobertura vegetal significativa.

→ Familias de plantas más dominantes

De acuerdo con el inventario general de la flora, las familias más abundantes son: Leguminosae, Gramineae, Compositae, Bignoniaceae y Anacardiaceae.

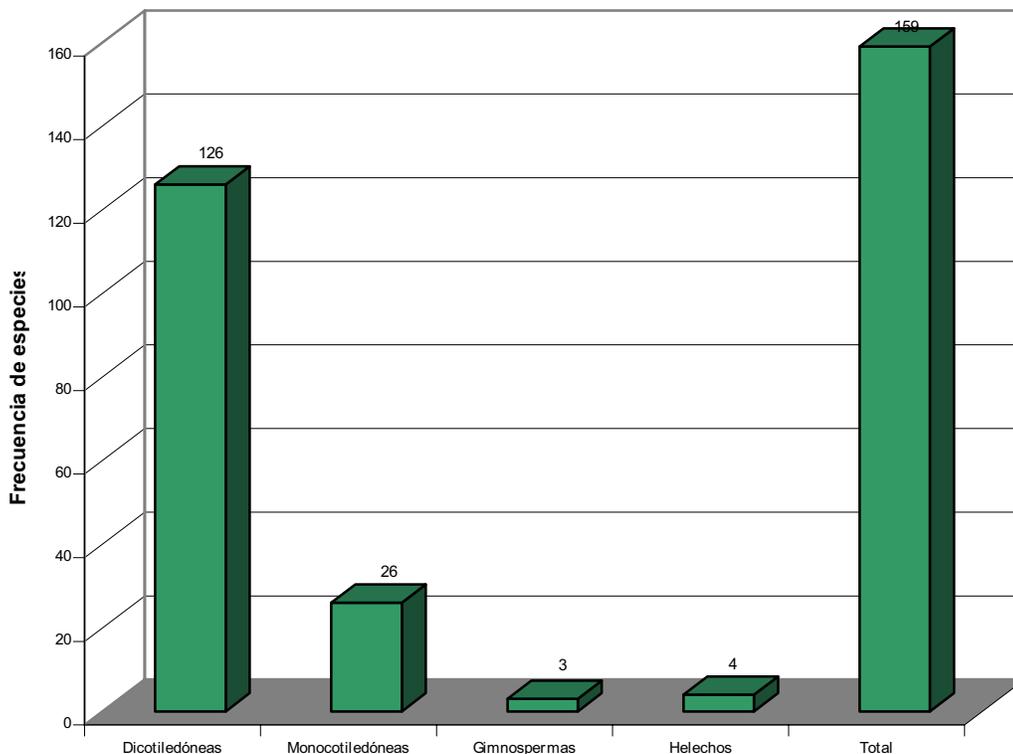
Las familias con mayor número de especies son: leguminosas con 26, gramíneas con 9 y compuestas con 9 especies (ver el Anexo 12, Inventario de flora).

En la familia Leguminosae (leguminosas) el género más representativo es *Acacia* sp. (palo espinudo), el cual se observa en áreas de potrero y montes espinosos secos, estos arbustos tienen espinas que propician asociaciones con hormigas. Entre la especie arbórea más dominante de esta familia están: *Gliricidia sepium* (madre cacao) y *Enterolobium cyclocarpum* (conacaste). La segunda familia con mayor número de registros es Gramínea, representada por: *Brachiaria* sp. (zacate pará), *Hyparrhenia rufa* (jaraguá) y *Zea mays* (maíz). La tercera familia con mayor número de registro es Bignoniacea (bignoniáceas) en la cual la especie *Crecentia alata* (morro) es la más representativa. La mayoría de las especies de estas familias son pioneras y características de hábitats altamente perturbados por las actividades antropogénicas como la deforestación, ganadería y agricultura inapropiada.

→ Riqueza de especies de la Flora

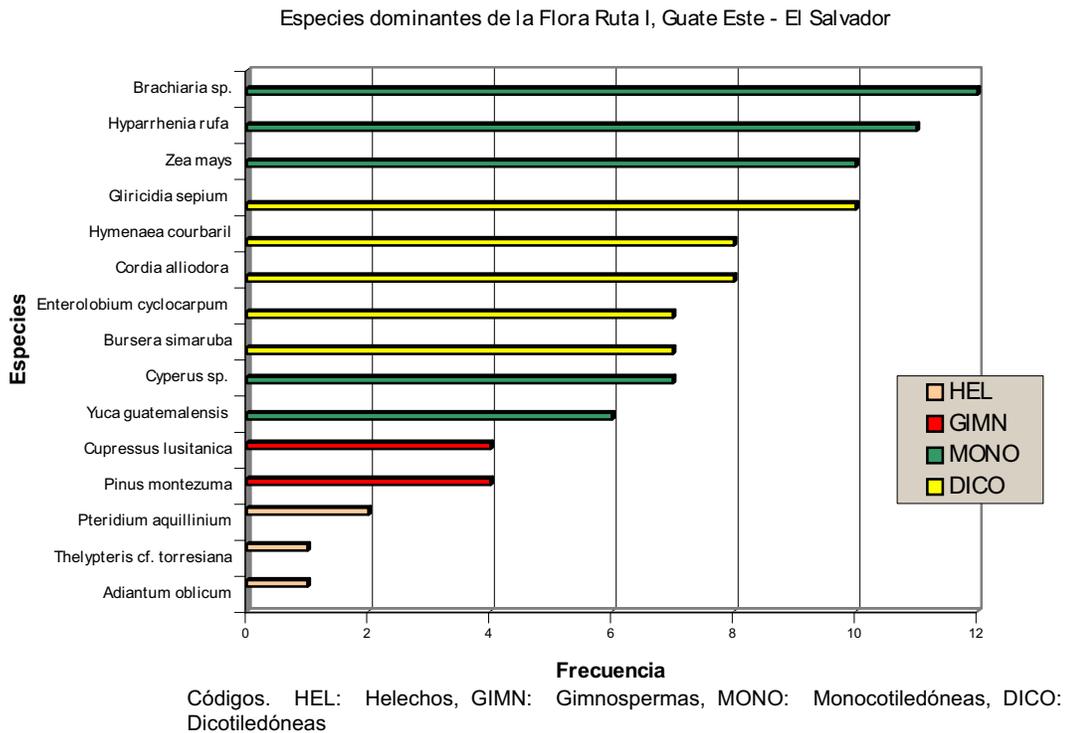
Se contabilizó un total de 159 familias repartidas en los siguientes grupos taxonómicos: 126 Dicotiledóneas, 26 Monocotiledóneas, 3 Gimnospermas y 4 especies de helechos.

Riqueza de Especies de la Flora en la Ruta I, Guate - Este - El Salvador



→ Especies dominantes de la Flora

En esta ruta las clases taxonómicas o grupo de plantas más dominantes son las dicotiledóneas y en segundo lugar las monocotiledóneas. Las gimnospermas y los helechos son las menos frecuentes respectivamente, a continuación se presentan los detalles de las especies más dominantes:



Las especies de monocotiledóneas más dominantes son: *Brachiaria sp.* (zacate pará) y *Hyparrhenia rufa* (jaraguá). Entre los cultivares el más dominante es el *Zea mays* (maíz). Dentro de las dicotiledóneas se observan como dominantes a: *Gliricidia sepium* (madre cacao), *Hymenaea corbaril* (guapinol) y *Cordia alliodora* (laurel). Entre las especies de gimnospermas las más dominates son *Cupressus lusitanica* (ciprés común) y *Pinus montezumae* (pino macho).

Los helechos observados son característicos de áreas altamente perturbadas como potreros, rastrojos y herbazales, entre la especie más dominante de este grupo destaca *Pteridium aquilinum* (helecho).

6A.3.1.2.2.3. TIPO DE VEGETACIÓN

El Mapa Regional de los Ecosistemas de Centroamérica (MBC, CCAD, CATIE ,1999) contiene una clasificación de la vegetación basada en los Tratamientos y Métodos de la Ecología de la Vegetación (D. Mueller-Dombois & H. Ellenberg, 1974). Según el documento citado, en la ruta se encuentran los siguientes tipos de vegetación.

Cuadro 6A.3.3: Tipo de vegetación encontrada en el área de influencia del Proyecto

TIPO DE VEGETACIÓN
Bosque tropical semideciduo latifoliado de tierras bajas, bien drenadas
Bosque tropical semideciduo latifoliado sub montano
Bosque tropical semideciduo mixto montano inferior
Bosque tropical siempreverde estacional mixto montano inferior
Sistema agropecuario

Fuente: Mapa Regional de los Ecosistemas de Centroamérica, 1999.

De estos tipos de vegetación la que ocupa mayor extensión en el área de influencia de la línea de transmisión es el Sistema agropecuario, donde se observan sabanas y se cultivan productos anuales. Las sabanas son llanuras de gran extensión dominadas por especies de gramíneas con algunos árboles aislados deciduos y con especies xeromorófic (D. Mueller-Dombois & H. Ellenberg, 1974).

El Bosque tropical semideciduo latifoliado de tierras bajas, bien drenadas se caracteriza por presentar árboles generalmente con doseles superiores deciduos durante los períodos de sequía y muchas de las especies del sotobosque son arbustos siempre verdes o esclerófilos, casi todos los árboles tienen yemas de protección y la mayoría presentan cortezas ásperas (D. Mueller-Dombois & H. Ellenberg, 1974). En las tierras bajas de este tipo de vegetación muchos de los fustes de los árboles tienen forma de botella, por ejemplo la especie *Ceiba pentandra* (ceiba) se encuentra en el área estudiada. También se observan láminas de herbazales constituidas por gramíneas específicamente.

En los bosques tropicales semidecuidos montanos los doseles inferiores están cubiertos por epífitas xerofíticas como la especie *Tillandsia usneoides* (heno) (D. Mueller-Dombois & H. Ellenberg, 1974).

En el bosque tropical siempreverde estacional montano los arbustos siempreverdes son muy frecuentes y los árboles miden menos de 50 m de altura (D. Mueller-Dombois & H. Ellenberg, 1974). En este tipo de bosque la especie indicadora es el bambú, de importancia comercial y artesanal.

→ Descripción General del Tipo de Vegetación

Se observan cinco tipos de vegetación distintas, que son: Bosque tropical semidecuido latifoliado de tierras bajas, bien drenadas; Bosque tropical semidecuido latifoliado submontano; Bosque tropical semidecuido mixto montano inferior; Bosque tropical siempreverde estacional mixto montano inferior y Sistema agropecuario. A continuación se presenta una breve descripción de estos tipos de vegetación.

- Bosque tropical semidecuido latifoliado de tierras bajas, bien drenadas

Se encuentra solo al inicio de la línea a las inmediaciones de Las Manzanillas, se caracteriza por presentar árboles altos en forma de botella, en el mismo prácticamente no hay epífitas, los estratos herbáceos están presentes pero están bien esparcidos.

- Bosque tropical semidecuido latifoliado submontano

Este tipo de vegetación sólo se encuentra entre Sapuyuca y El Coyol, se caracteriza por presentar árboles más bajos y generalmente está cubierto por epífitas xerofíticas.

- Bosque tropical semidecuido mixto montano inferior

Se encontró solamente al inicio de línea, particularmente al lado derecho de la línea de transmisión cerca del poblado Canchón, esta vegetación es muy similar al tipo de vegetación anterior sólo que presenta mayor diversidad de estratos.

- Bosque tropical siempreverde estacional mixto montano inferior

Está presente solo en las inmediaciones Los Matochos, al lado izquierdo de la línea de transmisión, este tipo de vegetación se caracteriza por presentar especies siempreverdes pero de bajo porte, pocas lianas y epífitas.

- Sistema agropecuario

Este tipo de vegetación comprende la mayor extensión a lo largo de la línea. Inicia al principio de la línea a ambos lados y llega hasta Las Pilas frontera con El Salvador, las especies herbáceas están ampliamente distribuidas y el área está sumamente perturbada por actividades humanas.

6A.3.1.2.3. ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS ESPECIES VEGETALES (SINGULARES, PROTEGIDAS, RARAS Y EN VÍA DE EXTINCIÓN)

Según los resultados del inventario florístico realizado a lo largo del área de influencia de la ruta, se encontró un total de 3 especies que presentan un estado de conservación.

Cuadro 6A.3.4: Estado de Conservación de las especies estudiadas en la Ruta I, Guate - Este - El Salvador

ESPECIE	FAM	NOMBRE COMÚN	END	CITES	IUCN	LR	RUTA
<i>Erythrina cf. guatemalensis</i>	LEG	silbador				*	
<i>Pimenta dioica</i>	MRT	pimienta gorda				*	
<i>Zanthoxylum sp.?</i>	RUT	lagarto				*	
Especies Protegidas R.F (INDE)							
<i>Swietenia humilis</i>	MEL	caoba				*	
<i>Cedrela pacaya</i>	MEL	cedro					
<i>Tabebuia donnell smithii</i>	BIG	palo blanco, primavera					
<i>Tabebuia heterophylla</i>	BIG	maculiz					
<i>Ceiba pentandra</i>	BOM	ceiba					

ESPECIE	FAM	NOMBRE COMÚN	END	CITES	IUCN	LR	RUTA
<p>CITES I: Incluye todas las especies en peligro de extinción que pueden ser afectadas por el tráfico. CITES 2 Todas las especies que, si bien en la actualidad no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, podrían llegar a esta situación a menos que el comercio en especímenes de dichas especies esté sujeto a una reglamentación estricta. IUCN: VU: Vulnerable, EN: En Peligro, EPL: En peligro protegida por ley. LR *: Lista Roja de la Flora Silvestre de Guatemala, LR **: Lista Roja de la Flora silvestre de Guatemala, especies reproducidas permitidas para comercio interno y exportación comercial, no aparece su distribución para Guatemala.</p>							

Fuentes: Lista Roja de la Flora Silvestre de Guatemala; CITES 1998; IUCN 1996; W3TROPICOS Missouri Botanical Garden; INDE 1994 y elaboración propia con base en el inventario florístico, 2003.

De las mismas, la especie *Pimienta dioica* (pimienta gorda), se encuentra hacia la carretera a Yumanes y Teocinte y es de uso medicinal. La especie *Erythrina cf. guatemalensis* (silbador) se encuentra a la altura de Teocinte y es de uso ornamental, y finalmente el género *Zanthoxylum* sp. (lagarto) se observa en la carretera hacia Yumanes, pero se desconoce el uso por parte de la población.

6A.3.1.2.4. FRAGILIDADES DE LOS SISTEMAS VEGETALES

En cuanto a la fragilidad de los sistemas vegetales, solo se ha reportado una especie con estas características .

Para las situaciones de especial fragilidad se consideran las formaciones o especies relictas¹³, endémicas¹⁴, comunidades o formaciones en el límite del área de distribución y los "enclaves" con cubierta vegetal muy limitada. En el área estudiada no se observaron especies relictas. En cuanto a las especies endémicas sólo se registra una especie *Cedrela pacaya* (cedro) la cual se halla en el: "Área de Amatitlán lugar Cachiflanas inmediaciones del volcán de Pacaya a 2.000 –2.500 m.s.n.m" (Missouri Botanical Garden-W3TROPICOS, 2003). De acuerdo con las referencias bibliográficas del INDE 1994, esta especie fue reportada para el área desde Oratorio hasta la frontera con El Salvador.

¹³ **Relicta:** cualquier entidad, comunidad, especie, individuo o género que ahora ocupa una pequeña parte de un área o un hábitat donde alguna vez fuera abundante (Daubenmirre R.F., 1979).

¹⁴ **Endémica:** planta que se considera oriunda del país o región donde crece (Font Quer, P., 1982).

6A.3.1.2.4.1. ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN

Entre los patrones estructurales de la vegetación se tienen aspectos como: densidad, cobertura vegetal, distribución de las formaciones y estratificación de las masas vegetales.

- Densidad

En el área de estudio existen bosques secundarios jóvenes y algunos bosques secundarios maduros representados por bosques de coníferas. Los bosques de coníferas que se encuentran en estas áreas se ubican dentro de los grados 5-6 y 7, que definen a las densidades abundantes en las cuales la distancia entre los individuos varía de 1-0,5 m, 0,5-0,15 m y 0,15-0,25 m, respectivamente.

En relación a los bosques de coníferas maduros estos se observan a la altura de Las Manzanillas y carretera hacia Yumanes. En el área de Las Manzanillas el estrato arbóreo mide de 15-25 m, el estrato arbustivo de 3-5 m, el estrato herbáceo de 1-2 m, muy heterogéneo representado por varias especies de helechos y epífitas, representadas por la Familia Bromeliaceae y Orchidaceae. De todos los tramos estudiados éste es el que presenta mayor heterogeneidad estructural y florística.

- Distribución de las formaciones vegetales

La formación de comunidades vegetales, según la clasificación propuesta por P. Font Quer (1984), distribuidas en el área de estudio corresponden a: herbazales (60%), rastrojos (25%), bosques secundarios jóvenes (10%) y bosques secundarios maduros (5% coníferas). El índice de uso de suelo considera los siguientes sistemas de producción: sistema mixto, cultivos permanentes, cultivos anuales y pasturas. Su análisis determinó que el área en donde se ejecutará el Proyecto se encuentra dentro de la categorías de agricultura inapropiada y uso inapropiado de la tierra, estas categorías sugieren la conveniencia de darles otros usos y aplicar técnicas para el mejoramiento de los suelos y también dejar muchas de estas zona para vegetación natural.

- Estratificación de las masas vegetales

La estratificación de las masas se caracterizan por presentar tres estratos:

- Primer Estrato (herbáceo): menor a 3 m de altura, en este estrato predominan: Gramíneas y Ciperáceas.
- Segundo Estrato (arbustivo): entre 4 y 15 m de altura, sobresalen las siguientes familias: Compositae, Melastomataceae y Acanthaceae.
- Tercer Estrato (arbóreo): de 16 a 30 m de altura, las familias más representativas son: Leguminosae, Bignoniaceae, Sterculiaceae, Meliaceae, Burseraceae, Pinaceae, Anacardiaceae, Moraceae y Simarubiaceae.

En esta ruta la distribución de las formaciones vegetales es más escasa, esto se debe a la gran extensión de zonas urbanas y áreas de producción agrícola, toda la estratificación de la masa vegetal es poco conspicua y ocurren incendios ocasionales en las áreas cubiertas por herbazales, principalmente.

6A.3.1.2.4.2. FUNCIONES DE CONECTIVIDAD

Las funciones de conectividad definen aquellos parches continuos de bosques que permiten el desplazamiento de elementos faunísticos, estas áreas corresponden a bosques bien conservados.

Los parches de bosque más conservados se encuentran a la altura de Las Manzanillas, en Yumanes y Las Praderas. En el área de Las Manzanillas el bosque de coníferas tiene una altura de 15 a 25 m, las especies de coníferas más comunes son: *Pinus montezumae* (pino macho) y *Cupressus lusitanica* (ciprés común). En el área de Yumanes el bosque de coníferas tiene una altura de 25 a 30 m, entre las especies presentes se destacan: *Cupressus lusitanica* (ciprés) y *Pinus* sp. (pino).

6A.3.1.2.4.3. GRADO DE INTERVENCIÓN

El grado de intervención es muy amplio para los distintos tipos de vegetación e inclusive, hay sectores a lo largo de la ruta sin cobertura vegetal. El grado de intervención ha sido estimado

por tramos de la línea. En las áreas de bosque secundario, arbustales y rastrojos se llevan a cabo actividades de extracción de leña y agropecuarias.

A la altura de Guate - Este hasta El Molino, el grado de intervención representa del 70% al 100% y desde El Molino hasta El Tablón este porcentaje es del 40% al 60%.

6A.3.1.2.4.4. ESPECIES SINGULARES

Se consideran como especies singulares aquellas de distribución restringida o especies endémicas, especies de valor antropológico y aquellas que son típicas de ciertos tipos de suelo. La única especie endémica reportada es *Cedrela pacaya* (cedro), que ha sido reportada en las inmediaciones del volcán de Pacaya (ver Mapa 12A).

Otra especie singular es *Ceiba pentandra* (ceiba), árbol nacional de Guatemala, esta especie se encuentra distribuida ampliamente a lo largo de la ruta.

A lo largo de la ribera de los ríos la especie típica es *Salix chilensis* (sauce) sinónimo de *Salix humboldtiana* (sauce, sauce llorón). Esta especie es pionera, coloniza tierras que han sido modificadas por las crecidas de los ríos o inundaciones. En cuanto al efecto restaurador de la especie se ha señalado: “Es óptima para la conservación de los suelos, control de la erosión, se ha utilizado en áreas sujetas a erosión eólica o hídrica, las especies del género *Salix* modifican el sustrato y ayudan al establecimiento de otras especies arbóreas” (Saldías, M. & otros, 1994). Los bosques de coníferas están representados por *Cupressus lusitanica* (ciprés común). En esta ruta la especie *Ceiba pentandra* (ceiba), se encuentra presente en: Las Manzanilla, Villas Pradera, carretera a San Ixtán, Sapuyuca, El Coyol y Las Pilas. *Salix chilensis* (sauce), se observa en El Molino, El Tablón y Las Pilas.

6A.3.1.2.4.5. PRESENCIA DE ECOSISTEMAS ÚNICOS EN EL ÁREA DEL PROYECTO

Se considera como un ecosistema único aquel que conserva muchas de sus características fisonómicas y ecológicas naturales, y que representa la única alternativa de supervivencia para algunas especies de fauna y flora. Para el área del Proyecto no se observaron ecosistemas

únicos, ya que todas estas áreas se encuentran altamente perturbadas y degradadas a excepción de las zonas de bosques siempreverdes. En las zonas perturbadas las especies pioneras típicas encontradas son: *Crescentia alata* (morro), *Bursera simarouba* (palo de jioté), *Guazuma ulmifolia* (guácimo), *Brysonima crassifolia* (nance), entre otras.

6A.3.1.2.5. USOS DIVERSOS DE LA VEGETACIÓN

→ Especies Maderables

Durante el recorrido de campo se registraron un total de 10 especies arbóreas maderables de importancia económica en la ruta. Los artesanos de La Antigua manifestaron que la materia prima para las figuras talladas es madera de cedro, caoba, pinus y ciprés, además la madera de bambú la emplean para hacer collares.

Cuadro 6A.3.5: Principales especies vegetales de importancia maderable encontradas en la ruta

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	USOS*
<i>Swietenia macrophylla</i>	caoba	Ebanistería y tallados
<i>Tabebuia rosea</i>	matilisguate, maculiz	Ebanistería y construcción de viviendas
<i>Cordia alliodora</i>	laurel	Construcción y ebanistería
<i>Hymenaea courbaril</i>	guapinol	Ebanistería y medicinal
<i>Andira inermis</i>	guacamayo	Construcción de viviendas
<i>Astronium graveolens</i>	zorro	Construcción de viviendas
<i>Salix chilensis</i> , sinónimo de <i>humboldtiana</i>	sauce, sauce llorón	Fabricación de barriles, aros, postes, cajones y ebanistería
<i>Terminalia amazonia</i>	cancax, volador	Construcción y ebanistería
<i>P. oocarpa</i> , <i>P. montezumae</i>	pinos	Construcción de viviendas y tallados
<i>Quercus</i> sp.	encino	Construcción de viviendas

Fuente: Elaboración propia en base al registro de especies arbóreas, 2003.

De las especies mencionada en el cuadro anterior, las que representan mayor valor comercial son: *Swietenia macrophylla* (caoba) y *Tabebuia rosea* (matilisguate).

→ Plantas Medicinales

En esta ruta se observaron un total de 27 especies de importancia medicinal, cuyos usos se pueden ver en el cuadro siguiente.

Cuadro 6A.3.6: Principales especies vegetales de importancia medicinal encontradas en la ruta

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	USOS*
<i>Acalypha guatemalensis</i>	hierba del cáncer	Desinfectante, granos y hongos.
<i>Andira inermis</i>	guacamayo, chaperno	Las flores son purgativas y febrífugas
<i>Crotalaria sp.</i>	chipilín	Insomnio, nervios, dolor de cabeza
<i>Crescentia alata</i>	morro	Tos, tos ferina, sarampión.
<i>Salix chilensis</i>	sauce llorón	La corteza y las hojas contienen silicatos que se usan como base para la preparación de aspirinas y disolventes del ácido úrico, la corteza en infusión se usa para combatir las fiebres y el reumatismo y las hojas licuadas en leche para contrarrestar la bronquitis
<i>Eucalyptus sp.</i>	eucalypto	Infusión de las hojas para problemas del resfriado
<i>Genipa americana</i>	jagua	Problemas cutáneos.
<i>Heliotropium indicum</i>	cola de alacrán	Toda la planta se usa para combatir la fiebre, tos y gripe
<i>Jatropha curcas</i>	piñon, coquillo	Se usa la corteza para problemas estomacales, depurativo, amigdalitis y el látex se usa para inhibir el crecimiento de <i>Candida albicans</i>
<i>Justicia pectoralis</i>	Santa Marta	Se usa la hoja, tallo y flor contra el dolor de estómago y fiebre
<i>Lantana camara</i>	tres negritos	Se usa la raíz y las hojas contra las calentura, como reconstituyente, después del parto y como regulador menstrual
<i>Malachra alceifolia</i>	malva	Para el tratamiento de la fiebre y disentería, contra complicaciones urinarias y contra la diabetes
<i>Manguifera indica</i>	mango	Fruto comestible, las flores se maceran y se saca un polvo que se usa como insecticida contra los mosquitos
<i>Mentha x piperita</i>	hierbabuena	Asientos, vómitos y lombrices
<i>Mimosa pudica</i>	dormidera	Medicinal se usa en infusión para aliviar los dolores de cabeza
<i>Nicotiana tabacum</i>	tabaco	Contra las fiebre
<i>Pimienta dioca</i>	pimienta gorda	Tos, dolor de muelas
<i>Pluchea carolinensis</i>	salvia	Se usan las hojas para acelerar el parto, contra el aire, dolor de estómago, dolor de cuerpo, dolor de vientre, dolor de cabeza, cólicos, espasmos, reumatismo, regulador menstrual, sinusitis, dolor de espalda, diarrea, lombrices, calentura, riñones, dolor muscular y tumores en el vientre.
<i>Quercus sp.</i>	encino, roble	Dolor de garganta
<i>Ricinus communis</i>	higuerilla	Estreñimiento, lombrices y purgas
<i>Ruta chalapensis</i>	ruda	Las hojas se usan contra el dolor de estómago, dolor menstrual, aire, epilepsia, dolor de cabeza

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	USOS*
<i>Simarouba amara</i>	aceituno	Malaria
<i>Smilax spinosa</i>	zarzaparrilla	Malaria
<i>Tagetes erecta</i>	flor de muerto	Se usa la planta entera, contra los granos y erupciones de la piel, dolor del cuerpo y fiebre
<i>Tecoma stans</i>	timboque	Dolor de estómago, diabetes
<i>Terminalia catappa</i>	almendro	Antiinflamatorio
<i>Urera baccifera</i>	chichicaste	Propiedades antiinflamatoria y antidiabética, cocción de la planta se usa para tratar afecciones de los pies, combatir la tiña, infecciones micóticas de la piel, úlceras, heridas y erisipela
<i>Yuca guatemalensis</i>	izote	Catarros, tos, calenturas

Fuente: Elaboración propia con base a Gupta, 1995; Villar, 1998; House, P. S. Lagos y otros, 1995; Morton, 1981 y Escobar, 1978. 2003.

Entre las especies de interés medicinal *Pluchea carolinensis* (salvia) presenta una gran variedad de usos curativos, esta planta está compuesta por taninos, alcaloides no identificados y terpenoides α amirina, en las partes aéreas contiene acetato de coraxasteril limohidriquinona dimetil éter y acetilenos liofenos (Escobar, N. 1978).

→ Plantas exóticas y cultivadas

De acuerdo con el inventario florístico, se lograron identificar 16 especies de cultivares y dos especies exóticas. Entre los cultivares más importantes están: *Zea mays* (maíz), *Sorghum vulgare* (maicillo, sorgo), *Musa paradisiaca* (plátano), *Musa sapientum* (banano), *Nicotiana tabacum* (tabaco), *Coffea arabica* (café), *Citrus sinensis* (naranja), entre otras. Entre las especies exóticas destaca la *Calliandra magdalenae*, (ver Anexo 12, Inventario de la Flora)

→ Otros usos de las plantas

En el Cuadro 6A.3.7 se presentan otros usos de las plantas que han sido registradas, la ruta, por parte de los pobladores.

Cuadro 6A.3.7: Principales especies vegetales con otros usos encontradas en la ruta

TIPOS DE USO	NO. DE ESPECIES	ESPECIES
Alimenticio	30	La mayoría de los cultivares, <i>Guazuma ulmifolia</i> (guácimo), <i>Inga fagifolia</i> (cuje), <i>Yuca guatemalensis</i> (izote), <i>Byrsnonima crassifolia</i> (fruto).
Ornamentales	12	<i>Tabebuia rosea</i> (matilisguate), <i>Erythrina rubrinervia</i> (silbador), <i>Erythrina fusca</i> (jacaranda)

TIPOS DE USO	NO. DE ESPECIES	ESPECIES
Leña	4	<i>Byrsonima crassifolia</i> (nance), <i>Enterolobium cyclocarpum</i> (conacaste)
Folklorico, emblemático o artesanales	9	<i>Ceiba pentandra</i> (ceiba), <i>Salix chilensis</i> (sauce llorón), <i>Curatella americana</i> (hoja de lija), <i>Scleria</i> sp. (barra de carrizo), <i>Xylopia frutescens</i> (malagueto)
Especies y condimentos	1	<i>Bixa orellana</i> (achiote)
Fibras	2	<i>Carludovica palmata</i> (junco, palma toquilla, carludovica)
Cercas vivas	3	<i>Bursera simaruba</i> (palo de jiote) y <i>Gliricidia sepium</i> (madre cacao)

Fuente: Elaboración propia con base a información recopilada en el estudio, 2003.

Algunas de estas especies comparten varios usos entre sí, por ejemplo: *Salix chilensis* (sauce llorón), cuyas ramas delgadas y flexibles se usan para hacer canastos y muebles de mimbre, y madera como combustible, leña y carbón, también su madera se usa en construcción rural, fabricación de barriles, aros, postes, cajones y ebanistería; sus hojas, como forraje crudo y tiene propiedades medicinales.

→ Plantas tóxicas

En el área del trazado de la línea existen algunas especies vegetales con propiedades tóxicas que representan riesgos a los animales y a los habitantes de la zona, entre las que sobresalen:

Otras plantas que tienen propiedades tóxicas son aquellas que tienen látex lechoso, por ejemplo los miembros de la familia Euforbiáceas, Moráceas y Caricáceas.

Cuadro 6A.3.8: Plantas Tóxicas observadas en la Ruta I, Guate - Este – El Salvador

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	PRINCIPIO ACTIVO	USOS	SITIOS DE MUESTREO
<i>Gliricidia sepium</i>	madre cacao	Raíces son tóxicas para los roedores y toda la planta es tóxica para los caballos	Se hacen emplastos para aliviar la erisipelas y las quemaduras	En todos los puntos de muestreo
<i>Guazuma ulmifolia</i>	guácimo	-----	Producen vómitos, náuseas y disentería y los frutos pueden obstruir el tracto digestivo del ganado.	Monte Verde, San Ixtán, Sapuyuca, El Coyal y Las Pilas
<i>Pteridium aquilinum</i>	helecho	-----	Produce envenenamiento al ganado, típico en áreas de	Las Manzanillas y carretera hacia

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	PRINCIPIO ACTIVO	USOS	SITIOS DE MUESTREO
			potreros.	Yumanes
<i>Urera baccifera</i>	ortiga	Pelos urticantes producen dolorosas quemaduras, que en casos extremos pueden producir fiebre y úlceras.	Propiedades antiinflamatoria y antidiabética, cocción de la planta se usa para tratar afecciones de los pies, combatir la tiña, infecciones micóticas de la piel, úlceras, heridas y erisipela	Las Manzanillas

Fuente: Elaboración propia en base a Gupta, 1995; Escobar, 2003 y registros de campo, 2003.

Otras plantas que tienen propiedades tóxicas son aquellas que tienen látex lechoso, por ejemplo los miembros de la familia Euforbiáceas, Moráceas y Caricáceas.

6A.3.2. FAUNA

Durante el recorrido de campo se observaron muy pocos animales, por lo que la mayor parte de la información fue obtenida por medio de entrevistas a los residentes del lugar.

6A.3.2.1. HÁBITATS EXISTENTES

En la ruta se presentan varios tipos de hábitats donde los elementos faunísticos llevan a cabo actividades de dispersión, alimentación y anidación. Estos hábitats se relacionan con los tipos de vegetación. Para fines del presente estudio, se consideraron principalmente los hábitats terrestres, que están más asociados a las áreas de influencia del Proyecto. Entre los hábitats terrestres destacan: áreas urbanas, sabanas o herbazales, potreros, áreas de cultivos agrícolas, rastrojos, bosques espinosos, bosques secundarios jóvenes y bosques secundarios maduros. Las zonas de mayor actividad faunística se encuentran en los márgenes de los ríos y demás tributarios, a lo largo de la ruta.

En esta ruta la perturbación de los hábitats es mayor, debido principalmente a las actividades antropogénicas que se llevan a cabo. Los principales hábitats faunísticos comprenden grandes extensiones de sabanas, potreros, áreas de rastrojos y bosques secundarios de bajo porte. Solamente al inicio de la línea se puede apreciar a la altura de Las Manzanillas un bosque maduro de coníferas, en este bosque es evidente la presencia de gran cantidad de aves.

También a la altura de Yumanes se observa una situación similar, pero en menor grado en comparación con Las Manzanillas.

6A.3.2.2. DIVERSIDAD DE LAS ESPECIES DE ANIMALES EN LOS DISTINTOS HÁBITATS (DIVERSIDAD, ESTABILIDAD, COMPLEJIDAD DE LAS COMUNIDADES FAUNÍSTICAS)

En los distintos hábitats a lo largo de la ruta se consideraron los distintos grupos de vertebrados: mamíferos, aves, reptiles y anfibios.

6A.3.2.2.1. ANTECEDENTES

Las referencias bibliográficas reportan un total de 14 especies de mamíferos, 18 de aves y 13 entre reptiles y anfibios (INDE, 1994). La diversidad de especies de aves distribuidas en la región oriental de Guatemala se estima en 293 especies (inf. pers. G. Zepeda, 2003)⁹. La diversidad de reptiles y anfibios para la región de Jalpatagua es de 57 especies de reptiles y 24 especies de anfibios (G. Zepeda, 2003, basada en Campbell 1983).

6A.3.2.2.2. DIVERSIDAD DE INDIVIDUOS DE LA FAUNA

La recopilación de los taxones de la fauna aparece en el Cuadro 6A.3.9 (ver Mapa 12A).

Cuadro 6A.3.9: Diversidad de individuos de la fauna observada en la Ruta I del Proyecto

GRUPOS	No. DE INDIVIDUOS
Mamíferos	92
Aves	122
Reptiles	66
Anfibios	29
Total	309

Fuente: Elaboración propia con base a registros de campo, 2003.

⁹ Prof. Guillermo Zepeda, especialista en zoología-ornitología, Universidad de San Carlos de Guatemala. Documentalista por parte de Guatemala.

La cobertura vegetal en esta ruta es baja, situación que es aprovechada por las especies gregarias que se dispersan fácilmente en campos abiertos, por ejemplo muchas especies de roedores atacan intensivamente los campos de cultivos, sin embargo los reptiles y anfibios son susceptibles a las perturbaciones ambientales. En esta ruta se registraron pocos reptiles debido en parte a que este grupo de animales requieren hábitats más conservados.

El grupo de animales que presentó mayor número de individuos fue el de las aves, con 40 %, seguido por los mamíferos con 30 %, los reptiles con 21 % y por último, los anfibios con 9 %.

→ Riqueza de especies de animales determinadas en el inventario

Esta ruta presenta mayor riqueza de especies en los grupos de mamíferos, aves y anfibios. Sin embargo, si se compara con la extensión de la misma se observa que la riqueza de especies de animales es reducida. En esta ruta se observó mayor incidencia de actividades de cacería por parte de la población, inclusive en el área de Sapuyuca, varios residentes de este lugar habían cazado a un micoleón y a una ardilla. El micoleón corresponde a la especie *Photos flavus*, que actualmente aparece en la Lista Roja de especie protegidas por Ley de la República de Guatemala.

La recopilación de los taxones de la fauna aparece en el Cuadro 6A.2.16.

Cuadro 6A.3.10: Riqueza de especies de la fauna observada en la Ruta I del Proyecto

GRUPO	No. DE ESPECIES
Mamíferos	43
Aves	46
Reptiles	17
Anfibios	18
Total	124

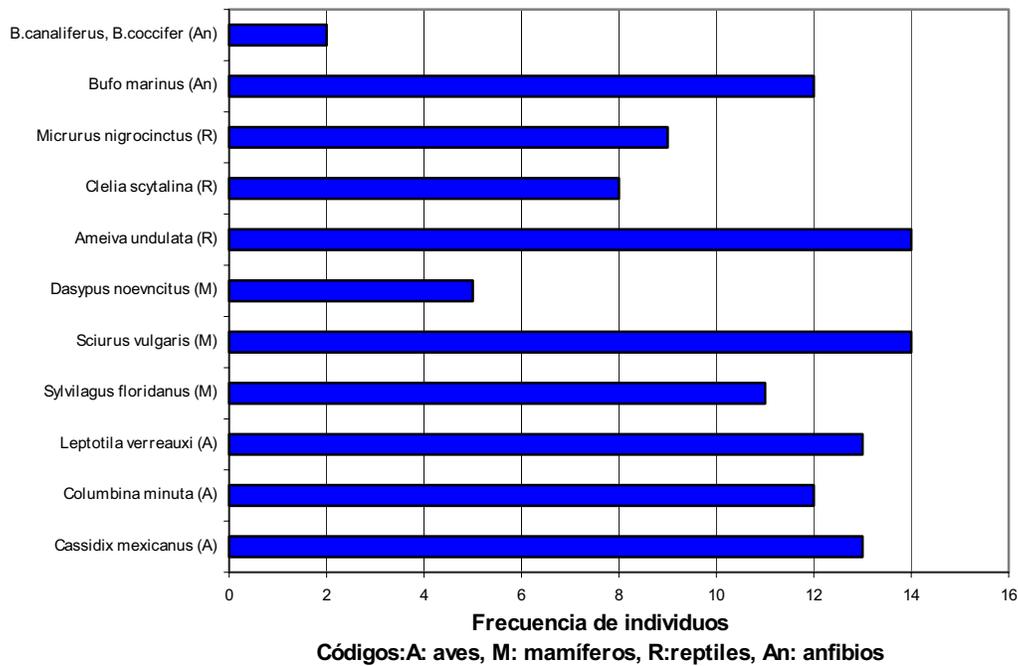
Fuente: Elaboración propia con base a registros de campo, 2003.

→ Especies Dominantes

En esta ruta, los mamíferos más abundantes son: *Sciurus vulgaris* (ardilla común) y *Silvanos floridanus* (conejo); entre las aves: *Cassidix mexicanus* (sanate) , *Leptotila verreauxi* (paloma, paloma rabiblanca); entre los reptiles: *Ameiva undulada* (ameiva) y *Micrurus nigrocinctus* (coral) y entre los anfibios la especie más abundante es *Bufo marinus* (sapo común).

En el siguiente gráfico se muestra la relación de las especies más dominantes por grupos de animales observados en la ruta:

Especies dominantes de la Fauna en la Ruta I, Guate - Este - El Salvador



Todas estas especies presentan alto grado de distribución a nivel regional y global, sin embargo las poblaciones de algunas especies de mamíferos han disminuido notablemente de acuerdo con la opinión de los residentes de las áreas visitadas.

6A.3.2.2.3. ESTABILIDAD Y COMPLEJIDAD DE LAS COMUNIDADES FAUNÍSTICAS

Durante el recorrido se observaron pocos ecosistemas estables, solamente en el área de Las Manzanillas y en Yumanes se observa cierta estabilidad en los ecosistemas. En cuanto a la complejidad de estas comunidades debe destacarse que no se pueden considerar a nivel general como comunidades complejas, ya que la biodiversidad dentro de los grupos no es significativa, debido a que las mismas especies se repetían en todos los lugares observados.

Según la opinión de los residentes del lugar, las comunidades faunísticas han disminuido en los últimos años debido a la deforestación, lo que ha provocado la migración de los animales hacia zonas más boscosas. En las zonas de potrero las especies de aves más comunes son: *Leptotila minuta* (paloma) y *Columbina talpacoti* (tortolita).

6A.3.2.2.4. CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LA FAUNA

Con relación a la fauna es evidente su escasa presencia en el área, la fauna es reducida, observándose especies de aves gregarias, las cuales son propias de zonas agrícolas y de espacios altamente perturbados. En cuanto a las zonas de dispersión y anidación de aves, se observó un incremento en la frecuencia de estas especies en áreas cercanas a los cuerpos de agua, los cuales en general se encuentran altamente contaminados.

Prácticamente casi toda la información concerniente a la diversidad de la fauna fue proporcionada por los residentes del área de influencia del Proyecto, puesto que durante todo el recorrido la presencia de especies fue casi nula. La población entrevistada manifiesta que las actividades de caza de autoconsumo es un factor determinante en la disminución de los animales silvestres.

La deforestación y fragmentación de los hábitats observadas durante el recorrido son factores importantes que obligan a los animales a emigrar hacia otras zonas boscosas en busca de recursos alimenticios y ecosistemas más estables, por este motivo la presencia de estas especies fue casi nula durante todo el recorrido.

En el Cuadro 6A.3.11 se listan las especies cuya población se ha visto muy diezmada por la cacería artesanal, según la opinión de los residentes del área.

Cuadro 6A.3.11: Especies afectadas por la cacería artesanal

GRUPO TAXONÓMICO	ESPECIES	NOMBRE COMÚN
Mamíferos	<i>Agouti paca</i>	tepezcuintle
	<i>Dasypus novencitus</i>	Armado blanco
	<i>Odocoileus virginianus</i>	venado cola blanca
Aves	<i>Ortalis vetula</i>	chachalaca
	<i>Icterus galbula</i>	corcha
Reptiles	<i>Iguana iguana</i>	iguana verde

Fuente: Elaboración propia con base a entrevistas a los residentes, 2003.

En esta ruta se advirtió mayor actividad de la fauna, ya que se observaban algunos hábitats más estables combinados en algunas regiones con hábitats perturbados. Entre las especies de mamíferos observadas en el campo se tiene a: *Potos flavus* (micoleón), *Nasua narica* (gato solo), *Sciurus vulgaris* (ardilla), *Dasypus novencitus* (armado blanco, cuzo) y *Sylvilagus floridanus* (conejo). De estos mamíferos las especies *Potos flavus* (micoleón) y *Dasypus novencitus* (armado blanco, cuzo) aparecen en la Lista Roja de especies de Guatemala. La especie *Potos flavus* (micoleón) es cazada artesanalmente en el área del Sapuyuca.

Durante el recorrido no fue posible determinar las rutas de las aves migratorias, sólo se observó mayor actividad de la avifauna en las zonas asociadas a los cuerpos de agua. Las especies de aves reportadas para esta ruta son: *Ortalis vetula* (chachalaca), *Aratinga canicularis* (perica), *Columbina talpacoti* (tortolita), *Columbina minuta* (tortolita) y *Leptotila verreauxi* (paloma guatemalteca). La especie rapaz más común es: *Cassidix mexicanus* (sanate).

En cuanto a la herpetofauna, su presencia o evidencias de la misma fue casi nula y en ocasiones sólo se observó la especie *Ameiva undulata* (ameiva). Esto se debe a que este grupo de animales es muy susceptibles a las perturbaciones y estos ecosistemas, en general se encuentran altamente degradados. De los reptiles la especie más dominantes es *Ameiva undulata* (ameiva). Además se observó una especie de anfibio *Bufo marinus* (sapo común).

Esta información fue complementada por medio de entrevistas a los residentes del lugar, quienes informaron que entre las serpientes más comunes destacan: *Micrurus nigrocinctus* (coral) y *Clelia scytalina* (zumbadora) y *Boa constrictor* (mazacuata).

6A.3.2.3. ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS ESPECIES DE ANIMALES (SINGULARES, PROTEGIDAS RARAS Y EN VÍAS DE EXTINCIÓN)

6A.3.2.3.1. ESPECIES SINGULARES

Entre las especies singulares, de acuerdo con las entrevistas a los residentes del área, en la comunidad de Las Pilas se ha registrado la presencia del *Felis jaguarundi* (onza, leoncillo, tigrillo), esta especie presenta desplazamientos extensos (100 km²), y prefiere linderos de bosques próximos a los ríos y algunas veces bosques secundarios cercanos a viviendas (Reid, 1997). En el área de Sapuyuca también se ha reportado la presencia del *Felis pardalis* (tigrillo, ocelote), cuyo ámbito hogareño es amplio (10 km²) e incluye vegetación secundaria, áreas abiertas y rastrojos (Emmons, 1990).

Otras especies de mamíferos de importancia genética son: *Odocoileus virginianus* (venado cola blanca) y *Dasypus novencitus* (armado blanco, cuzo).

En relación a los reptiles, se registra la especie *Boa constrictor* (mazacuata) e *Iguana iguana* (iguana verde), de acuerdo con las entrevistas, las poblaciones de estas especies han disminuido debido a las actividades de transformación de los hábitats, como la agricultura y ganadería.

En relación a las aves, *Geotrygon montana* (paloma perdiz) se registró en la Ruta I, Guate Este – El Salvador con tres registros de individuos, esta especie está protegida por ley. Además, también se reporta para la vertiente del Pacífico Sur de Centroamérica, dicha área es considerada endémica y de gran importancia a nivel mundial para la conservación de aves que tienen rangos de distribución restringidos (ICBP, 1992).

→ Apéndices CITES

- CITES 1

Para el área del Proyecto se reportaron dos especies que están en peligro de extinción y que pueden ser afectadas por el tráfico, éstas son: *Felis jaguarundi* (onza, leoncillo, tigrillo) y *Felis pardalis* (tigrillo, ocelote).

- CITES 2

Las especies incluidas en este apéndice son: "Todas las especies que, si bien en la actualidad no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, podrían llegar a esta situación a menos que el comercio en especímenes de dichas especies esté sujeto a una reglamentación estricta, a fin de evitar la utilización incompatible con su supervivencia, y aquellas otras especies no afectadas por el comercio, también deberán sujetarse a la reglamentación con el fin de permitir un control eficaz del comercio de las especies" (CITES, 1998).

Para el área del Proyecto se reportan 12 especies que están incluidas en este apéndice, estas son: *Boa constrictor* (mazacuata), *Crotalus durissus* (cascabel), *Iguana iguana* (iguana verde), *Ctenosaura similis* (garrobo), *Nasua narica* (pizote), *Sylvilagus floridanus* (conejo), *Urocyon cinereoargenteus* (gato de monte), *Brotogeris jugularis* (perico), *Accipiter bicolor* (gavilán bicolor), *Aratinga canicularis* (perica) y *Buteo jamaicensis* (aguililla colirroja) y *Amazona albifrons* (cotorro). (Ver Anexo 13, Inventario de Fauna).

- CITES 3

En este apéndice se incluyen todas las especies que cualquiera de las partes manifieste que se hallan sometidas a reglamentación dentro de su jurisdicción con el objeto de prevenir o restringir su explotación, y que necesitan la cooperación de otras partes en el control de su comercio.

Para el área del Proyecto se reportan dos especies que están incluidas en este apéndice, éstas son: *Odocoileus virginianus* (venado cola blanca) y *Ortalis vetula* (chachalaca). (Ver Anexo 13, Inventario de Fauna).

→ IUCN

- EN (en peligro)

Se define esta categoría cuando: "Un taxón está En Peligro cuando no está en Peligro Crítico, pero enfrenta un riesgo muy alto de extinción en el estado silvestre en el futuro cercano, definido por los siguientes criterios: reducción de la población, extensión de la presencia estimada como menor de 5.000 km² o un área de ocupación estimada como menor de 500 km², población estimada en números menores de 2.500 individuos, población estimada en un número menor de 250 individuos maduros; un análisis cuantitativo muestra que la probabilidad de extinción en el estado silvestre es por lo menos 20% dentro de los siguientes 20 años o cinco generaciones, seleccionando el que sea mayor de los dos" (CITES,1998).

Para el área del proyecto no se reportan especies En Peligro de acuerdo con esta categoría.

- VU (Vulnerable)

Se define esta categoría como: " Un taxón es Vulnerable cuando no está En Peligro Crítico o En Peligro, pero está enfrentando un alto riesgo de extinción en el estado silvestre en el futuro inmediato, como queda definido por cualquiera de los siguientes criterios: reducción de la población, una extensión de presencia estimada como menor de 20.000 km² o un área de ocupación estimada como menor de 2.000 km² y estimaciones que se están dando severamente fragmentado y en declinación continua, población estimada en números menores de 1.000 individuos maduros y población muy pequeña o restringida " (IUCN,1996).

Para el Proyecto no se reportan especies dentro de esta categoría.

→ LR, Lista Roja de Guatemala de especies en peligro y protegida por las leyes de vida silvestre en Guatemala

Para el área del Proyecto se reportan 13 especies que se encuentran en peligro de extinción, éstas son: *Boa constrictor* (mazacuata), *Iguana iguana* (iguana verde), *Crotalus durissus* (serpiente, cascabel), *Accipiter bicolor* (gavilán bicolor), *Buteo jamaicensis* (aguillilla colirroja), *Ortalis vetula* (chachalaca), *Aratinga canicularis* (cotorra), *Brotogeris jugularis* (perico), *Agouti paca* (tepezcuintle), *Odocoileus virginianus* (venado cola blanca), *Dasypus novemcinctus* (armadillo), *Felis jaguarundi* (onza, leoncillo,tigrillo) y *Felis pardalis* (tigrillo, ocelote) (Ver Anexo 13, Inventario de Fauna).

6A.3.2.4. DEFINICIÓN DE LOS CORREDORES BIOLÓGICOS O ECOLÓGICOS

Un corredor biológico se define como: "Aquella ruta que permite el movimiento de individuos o grupo de organismos de una región o lugar a otro" (ANCON, 1999). También se define como: "Un área de paisaje que estuvo conectado en el pasado, y su propósito es permitir la interconexión y el movimiento de las especies de flora y fauna, especialmente aquellas afectadas por la fragmentación de sus hábitats" (Tovar, 1996: CCAD, PNUD, GEF).

Los corredores biológicos Mesoamericanos se definen como: "Un sistema de ordenamiento territorial compuesto de áreas naturales bajo regímenes de administración especial, zonas de núcleo, de amortiguamiento, de usos múltiples y áreas de interconexión; organizado y consolidado que brinda un conjunto de bienes y servicios ambientales a la sociedad Centroamericana y mundial, proporcionando los espacios de concertación social, para promover la inversión en la conservación y uso sostenible de los recursos naturales, con el fin de contribuir a mejorar la calidad de vida de los habitantes de la región, particularmente a aquellas comunidades que habitan en áreas consideradas dentro de este programa por su valor en cuanto a la biodiversidad que contiene" (Tovar, 1996: CCAD, PNUD, GEF).

En Guatemala se han dado algunas iniciativas por parte de Nature Conservancy y asociaciones centroamericanas, para establecer un corredor biológico entre el Parque Nacional de Sierra de Lacandón y el Parque Nacional Laguna del Tigre, los cuales están localizados hacia el norte de Guatemala en el área de El Petén (CCAP, 2000). Estas áreas están muy distantes de la ruta del Proyecto SIEPAC.

→ Área de migración, movimientos y dispersión faunística

En áreas con mayor estratificación y altura, hay mayor frecuencia y riqueza de especies animales, esto se debe a que los animales se desplazan hacia estas zonas en búsqueda de alimento y refugio, las aves y los mamíferos se desplazan a migraciones altitudinales. No fue posible determinar la migración de las especies en particular en distintos tipos de hábitats faunísticos, ya que esto demanda la realización de estudios específicos que incluyen el

marcado y el monitoreo de las especies por un tiempo más prolongado, actividades que no se establecen en el alcance del presente estudio.

En cuanto al movimiento y dispersión de las aves, se observaron principalmente sobre los estratos arbóreos de mayor altura y en áreas aledañas a los cuerpos de agua, en bosques de galería, que se encuentran altamente presionados por las actividades antropogénicas. Los movimientos y dispersión de la mayoría de los mamíferos se subscriben a las áreas boscosas de tierras altas. La escasa frecuencia de especies de la fauna a lo largo de la ruta se debe a la fragmentación de los bosques y a la escasa presencia de parches o isletas de vegetación natural.

6A.3.2.5. CARACTERIZACIÓN DE LA AVIFAUNA

6A.3.2.5.1. RIQUEZA DE ESPECIES

Para el área de estudio se determinaron un total de 46 especies de aves del total de 98 individuos reportados, estas especies de aves están incluidas dentro de 16 familias. Entre las familias que presentaron mayor número de especies se encuentran: Accipitridae con siete especies (gavilanes), Columbidae con cinco especies (palomas y tortolitas) y Psittacidae con cuatro especies (cotorras y pericos).

De acuerdo con el estudio preliminar del INDE (1994), se reportaron un total de 18 especies de aves, de las cuales dos especies están protegidas por las leyes nacionales e internacionales. Con relación a las investigaciones en la región oriental de Guatemala, se han reportado un total de 293 especies, de las cuales 41 están protegidas por las leyes nacionales e internacionales.

Comparando las especies similares entre el estudio preliminar del INDE 1994 y éste se concluye que existen nueve especies comunes. Si se comparan las investigaciones en la región oriental y la ruta actual, se reportaron un total de 17 especies similares. A continuación se presenta el listado de las aves comunes que se encontraron en el Proyecto y demás fuentes bibliográficas.

Cuadro 6A.3.12: Comparación de las especies similares entre el estudio preliminar del INDE 1994 y SIEPAC 2003

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	SIEPAC 2003	INDE 1994	REGIÓN ORIENTAL	ESTADO CONSERVACIÓN
<i>Accipiter bicolor</i>	gavilán bicolor	*		*	*2
<i>Accipiter chionogaster</i>	gavilán pechiblanco	*		*	
<i>Aratinga canicularis</i>	cotorra, perica	*	*	*	*2
<i>Brotogeris jugularis</i>	perico	*		*	*2
<i>Buteogallus anthracinus</i>	gavilán cangrejero	*		*	
<i>Buteo swainsoni</i>	azacuán	*	*	*	
<i>Buteo magnirostris</i>	gavilán de caminos	*		*	
<i>Calocitta formosa</i>	urraca	*	*	*	
<i>Cassidix mexicanus</i>	zanate	*	*	*	
<i>Columbina minuta</i>	tortolita	*	*		
<i>Columbina talpacoti</i>	tortolita	*		*	
<i>Coragyps atratus</i>	zopilote	*	*	*	
<i>Colinus leucopogon</i>	codorniz	*		*	
<i>Icterus galbula</i>	chorcha	*		*	
<i>Leptotila verreauxi</i>	paloma, paloma rabiblanca	*		*	
<i>Ortalis leucogastra</i>	chacha	*		*	
<i>Ortalis vetula</i>	chachalaca	*		*	3, *
<i>Tyrannus melancholicus</i>	chatilla, pecho amarillo	*		*	

2: CITES 2, 3: CITES 3, *: Lista Roja de la Fauna Silvestre de Guatemala, **Convención sobre la conservación de especies de animales migratorios de Guatemala.

Fuentes: Elaboración propia con base a Lista Roja de la Fauna Silvestre de Guatemala, CITES 1998, 2003.

De estas especies, cinco presentan estados de conservación y están protegidas por las leyes nacionales e internacionales. De acuerdo con la opinión de los residentes del lugar, la frecuencia de estas especies ha disminuido producto de la cacería y deforestación.

6A.3.2.5.2. DESCRIPCIÓN DE LAS POBLACIONES DE AVES

Las aves de Guatemala representan el grupo más numeroso de vertebrados de vida libre, con 688 especies que se incluyen en 20 órdenes, 67 familias y 388 géneros (Villar, L.1998). De estas especies 498 son permanentes o residentes, 205 especies migratorias, 9 especies casuales y 24 especies que tienen poblaciones tanto residentes como migratorias.

▪ Gavilanes

Se determinaron un total de seis especies de gavilanes, representados en tres géneros *Accipiter*, *Buteogallus* y *Buteo*. Las especies más representativas de gavilanes son: *Accipiter*

bicolor (gavilán bicolor), *Accipiter chionogaster* (gavilán pechiblanco), *Buteo jamaicensis* (aguililla colirroja), *Buteo magnirostris* (gavilán de caminos) y *Buteo swainsoni* (azacuán). Los gavilanes se alimentan de mamíferos como conejos y ratones de campo, algunas especies prefieren alimentarse de reptiles y anfibios, otros se alimentan de aves e insectos.

- Garzas

Se hallaron tres especies, de las cuales sólo se pudo determinar la especie *Egretta thula* (garza blanca). Las garzas se alimentan principalmente de animales acuáticos, sin embargo otras se alimentan de insectos o ratones que viven en las zonas pantanosas.

- Palomas y tortolitas

Se determinaron un total de cuatro especies de las cuales el género *Columbina* presentó dos especies. Entre las palomas la especie *Leptotila verreauxi* (paloma, paloma rabiblanca) es la más común. Se alimentan principalmente de semillas, frutos o insectos.

- Carpinteros

Se determinó un total de tres especies de carpinteros, entre los cuales están: *Dryocopus lineatus* (carpintero), *Melanerpes formicivorus* (carpintero de bellota) y *Phloeceastus guatemalensis*. Los carpinteros se alimentan principalmente de insectos que detectan golpeando con el pico la corteza del árbol y extraen los insectos mediante golpes. Además de utilizar los golpes a los árboles como medio de alimentación, esto le permite comunicarse entre ellos.

- Pericos, loros y cotorras

Se contabilizaron un total de cuatro especies, entre las cuales destacan: *Amazona albifrons* (cotorro), *Aratinga canicularis* (perico), *Bolborhynchus lineola* (lorito) y *Brotogeris jugularis* (perico). Se alimentan de semillas, granos, hojas, frutos, néctar y polen de las flores.

- Urracas y zopilotes

Se determinó una especie de urraca *Calocitta formosa* (urraca), ellas se alimentan de semillas, frutos, aves y mamíferos pequeños e incluso de carroña. Entre los zopilotes se determinó la especie *Coragyps atratus* (zopilote), los mismos se alimentan de carroña.

La distribución de estas especies se muestra en el Anexo 13, Inventario de Fauna).

6A.3.2.5.3. REFUGIOS Y HÁBITATS DE AVES

Durante el recorrido, se observaron pocas zonas de refugios y hábitats de aves, sólo se pudo apreciar mayor actividad de las aves, en general, en áreas adyacentes a los cuerpos de agua, sin embargo se han descrito algunos hábitats de los grupos más comunes de aves, los más representativos.

- Gavilanes

Habitan principalmente en selvas subtropicales, pero también se pueden encontrar poblaciones de gavilanes en distintos tipos de vegetación como: herbazales, rastrojos, bosques secundarios jóvenes, bosques secundarios maduros y en zonas de cultivos de donde obtienen su alimento.

- Garzas

Se distribuyen principalmente en zonas pantanosas y en áreas adyacentes a los cuerpos de agua.

- Palomas y tortolitas

Generalmente viven sobre los árboles y sobre el suelo, en herbazales, rastrojos y en las áreas de cultivos, en algunos casos su abundancia hace que se conviertan en una plaga para las zonas de producción de granos y frutos

- Carpinteros

Los carpinteros habitan en bosques lluviosos, parques y ciudades. Estas aves se encuentran dispersas en bosques secundarios siempre verdes y deciduos.

- Pericos, loros y cotorras

Son arborícolas y se encuentran en bosques perennifolios, se adaptan a todo tipo de clima. Principalmente se extienden a todas las regiones tropicales del mundo. En las áreas de estudio estas aves están dispersas en áreas de herbazales y en bosques secundarios.

- Urracas y zopilotes

Las urracas habitan áreas de arbustos y herbazales. En algunos sitios donde se cultiva maíz estas aves se han convertido en una plaga. Los zopilotes son característicos de selvas tropicales y se encuentran en diferentes tipos de vegetación.

6A.3.2.5.4. DESCRIPCIÓN DE LAS RUTAS MIGRATORIAS

Con relación a la descripción de la rutas de migración de aves en los trópicos se ha señalado: “Muchas especies de aves migratorias requieren de una variedad de hábitats y frecuentemente utilizan bosques secundarios, zonas de transición y áreas abiertas, que facilitan sus actividades y presentan menos riesgos de depredación” (Petit *et al.*, 1989).

En cuanto a las rutas de migración de aves, el territorio de Guatemala casi en su totalidad es atravesado por la ruta migratoria del Mississippi, esta ruta es la más importante para los patos migratorios, se inicia desde extensos terrenos relacionados con el río Mississippi, hacia el sur cruza el Golfo de México hasta continuar en Centroamérica y Sudamérica, en esta ruta abundan las especies *Anas acuta* (pato rabudo), *Anas discors* (cerceta ala azul), *Spatula clypeata* (pato cuchara), *Mareca americana* (pato calvo), *Aythya collaris* (pato de collar) y *Aythya affinis* (pato pechiblanco) según (Méndez, 1979).

Para Guatemala se ha determinado un total de 239 especies de aves migratorias y del área total de su territorio, 109.150 km², un 49% corresponde a zonas de bosque, la tasa de

deforestación es de 2,0 % (Rappole *et al*, 1993). Además su población de 9,20 millones en 1999, tiene una tasa anual de crecimiento de 2,9 % y su población proyectada para el 2025 es de 21,67 millones de habitantes. Estos indicadores representan la amplia vulnerabilidad a la que están sometidas las aves migratorias, ya que la contaminación y la destrucción de los hábitats contribuyen al declive de las poblaciones. Por eso es necesario realizar investigaciones con el objetivo de determinar la capacidad de carga de los principales hábitats de estas especies de aves.

Existe una clasificación para determinar el uso de hábitats por parte de aves migratorias: “Praderas y Zonas de Arbustos, Bosques y Vegetación Acuática” (Rappole *et al*, 1993).

En el área de estudio se observan hábitats típicos para aves migratorias como son: matorrales desérticos representados por los bosques espinosos secos, sabanas, praderas, zonas arbustivas con cubierta de vegetación baja; estos representan a los matorrales, bosques de coníferas, bosques mixtos de coníferas y deciduos, bosques deciduos de hoja ancha y vegetación ribereña a lo largo de los cursos de agua o bosques de galería (ver Mapa 13A). En el siguiente cuadro se presentan las aves migratorias reportadas para el área del Proyecto.

Cuadro 6A.3.13: Aves migratorias reportadas para el área del Proyecto

ESPECIES	NOMBRE COMÚN	TIPO DE HÁBITATS								
		MD	PR	ZA	SA	CO	MI	DE	SV	VR
<i>Coragyps atratus</i>	zopilote	*	*	*	*					
<i>Buteo jamaicensis</i>	aguillilla colirroja		*	*		*	*	*		
<i>Buteo swainsoni</i>	azacuán		*	*	*					
<i>Tyrannus melancholicus</i>	chatilla, pecho amarillo			*	*					

MD: Matorrales desérticos, PR: Praderas, ZA: Zonas arbustivas, SA: sabanas, CO: Bosques de coníferas, MI: Bosques mixtos de coníferas y deciduos, DE: Deciduos de hoja ancha, SV: Siempreverde de hoja ancha y VR: Vegetación ribereña a lo largo de los cursos de agua.

Fuente: Rappole *et al*, 1993.

Para el área de estudio del Proyecto, no fue posible determinar más especies de aves migratorias, ya que esto requiere de la realización de estudios específicos que demandan más horas de muestreo. Adicionalmente, se obtuvo referencias por parte de los residentes de los

lugares de El Molino y Las Pilas acerca de las bandadas de aves migratorias provenientes del norte avistadas en ciertas épocas del año.

Para observar la distribución de estas especies ver el Anexo 13, Inventario de Fauna.

6A.3.2.5.5. ÁREAS DE NIDIFICACIÓN Y CRÍA

Las principales áreas de nidificación y cría están restringidas hacia las zonas boscosas y alrededor de los bosques de galería. En los bosques maduros hay mayor heterogeneidad de estratos que permiten la construcción y establecimiento de los nidos. En el área de Sapuyuca se observó mayor actividad de aves en un rodal de árboles de la especie *Bursera simarouba* (palo de jote) y se apreciaron varios nidos de pericos (*Aratinga canicularis*). En los bosques de galería las especies dominantes son las garzas blancas. A continuación se describen los nidos de los principales grupos de aves.

- Gavilanes

Los gavilanes construyen nidos grandes, similares a cestas, en árboles altos, pero también pueden hacerlos en plataformas elevadas para evitar que aniden en postes de instalaciones adyacentes.

- Garzas

Las garzas anidan en grandes grupos, la mayoría de las especies construyen nidos planos en ramas altas de los árboles en zonas pantanosas y en bosques de galería al lado de áreas ribereñas.

- Palomas y tortolitas

Las palomas construyen nidos sueltos y pocos tramados con ramitas, cortezas y pajas de los herbazales, estos nidos tienen forma plana.

- Carpinteros

Anidan en agujeros excavados en los troncos de los árboles o incluso en el interior de los cactus gigantes.

- Pericos, loros y cotorras

La mayoría construye sus nidos en los agujeros de los árboles, pero existen especies que utilizan termiteros, grietas en las rocas y túneles en tierras planas.

- Urracas y zopilotes

Las urracas construyen sus nidos en grandes plataformas formadas por palitos, anidan en árboles altos. Los zopilotes construyen sus nidos en árboles huecos y en el suelo.

Para observar la distribución de estas especies en ambas rutas, ver el Anexo 7, Inventario de Fauna.

6A.3.3. PROTECCIÓN DEL MEDIO BIOLÓGICO

6A.3.3.1. ÁREAS PROTEGIDAS

En Guatemala existen un total 690 km² de áreas totalmente protegidas, 190 km² de áreas protegidas en parte, 130 km² de áreas costeras, un sitio de herencia mundial y 0,8 % de su territorio del área total protegida. El trazado de la ruta no atraviesa las áreas protegidas de este país. Sin embargo, se puede mencionar el volcán de Jumaytepeque que se encuentra cerca.

6A.3.3.2. ASPECTOS Y VALORES ECOLÓGICOS

- Áreas de conservación de especies

A lo largo de la ruta se observan muy pocas áreas de conservación. Estas zonas tienen como objetivo proveer de alimento y abrigo a las especies de animales y mantener las condiciones ambientales para que la vegetación se restablezca. La destrucción de los hábitats, causadas por las actividades agrícolas y la deforestación, provoca que las especies autóctonas de un lugar emigren hacia otras zonas boscosas, estas zonas ya tienen poblaciones previamente establecidas y el aumento de especies de animales en dichos sitios incrementa la competencia por los recursos de alimento y abrigo lo que acarrea la disminución de las especies.

▪ **Gestión ambiental**

La gestión ambiental se define como: “El conjunto de acciones encaminadas al uso, conservación o aprovechamiento ordenado de los recursos naturales y del medio ambiente en general. Implica la conservación de especies amenazadas, el aprovechamiento cinegético, el aprovechamiento piscícola, la ordenación forestal, la gestión industrial e, incluso, la gestión doméstica”.

La fauna y la flora silvestre representan un recurso biológico, económico, recreativo que debe preservarse por medio de las gestiones ambientales, en tal sentido no se debe permitir la comercialización de especies de flora y fauna que están protegidas por leyes nacionales e internacionales, por esto las autoridades involucradas deberán realizar programas de educación ambiental para concienciar a la población. Sólo en el Municipio de Jutiapa se pudo verificar la existencia de un grupo conservacionista.

▪ **Restauración ecológica**

Ésta se realiza con el propósito de permitir la rehabilitación de las condiciones naturales en áreas degradadas antropogénicamente. En tal sentido se puede pretender rehabilitar un hábitat degradado hasta obtener las condiciones naturales o similares a dicho hábitat. En muchas de las zonas adyacentes al Proyecto es necesario implementar técnicas de protección de los suelos, en las áreas de cultivos se pueden emplear prácticas de agroforestería y establecer cortinas rompevientos para evitar los efectos de la erosión eólica.

6A.3.4. **PRINCIPALES PROBLEMAS Y AMENAZAS AMBIENTALES**

A lo largo del área de influencia del Proyecto, se pudo observar diferentes problemas y amenazas ambientales, que a continuación se describen.

Cuadro 6A.3.14: Principales problemas y amenazas ambientales

PROBLEMAS AMBIENTALES	RUTA I, GUATE - ESTE - EL SALVADOR
Tala y extracción de leña	Yumanes, Sapuyuca, El Coyol, Las Pilas
Cacería	El Coyol, Las Pilas
Ausencia de letrinas	El Coyol
Ganadería	Yumanes, San Ixtán, Sapuyuca, Las Pilas

PROBLEMAS AMBIENTALES	RUTA I, GUATE - ESTE - EL SALVADOR
Contaminación por agroquímicos	Teocinte, Monte Verde, El Molino, El Tablón, San Ixtán, Sapuyuca, Las Pilas

Fuente: Elaboración propia con base en información recopilada en campo, 2003.

La ganadería se practica en las áreas de: Teocinte, Monte Verde, El Molino, El Tablón, San Ixtán, Jalpatagua, Sapuyuca y Las Pilas. En estas zonas el suelo presenta erosión laminar, erosión en surco y erosión en cárcavas.

La ausencia de letrinas en el área de El Coyol, representa un riesgo ambiental para la salud de la población, ya que se incrementan los casos de enfermedades gastrointestinales y brotes de cólera.

Se ha identificado contaminación por agroquímicos en las siguientes zonas: Teocinte, Monte Verde, El Molino, El Tablón, San Ixtán, Sapuyuca y Las Pilas. Estos agroquímicos afectan las capas freáticas del suelo y contaminan las aguas de los ríos afectando a las especies en general.

Los sitios donde se observó la tala y extracción de leña son: Yumanes, Sapuyuca, El Coyol y Las Pilas. En relación a las especies que más se usan como leña destacan: *Byrsonima crassifolia* (nance) y *Enterolobium cyclocarpum* (conacaste), sin embargo en algunas de estas regiones los residentes informaron que el uso de cualquier especie arbórea como leña, es indiscriminado.

6A.	DESCRIPCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE	209
6A.1.	SITUACIÓN GEOGRÁFICA	209
6A.2.	MEDIO FÍSICO	218
6A.2.1.	GEOMORFOLOGÍA	218
6A.2.2.	GEOLOGÍA	219
6A.2.3.	LITOLOGÍA	222
6A.2.4.	EDAFOLOGÍA	223
6A.2.4.1.	CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LOS SUELOS DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA	223
6A.2.4.2.	CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	224
6A.2.4.3.	CAPACIDAD AGROLÓGICA	231
6A.2.5.	HIDROGRAFÍA, HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA	232
6A.2.5.1.	RED HIDROGRÁFICA	237
6A.2.5.2.	HIDROLOGÍA	237
6A.2.5.3.	calidad de LAS aguaS SUPERFICIALES	238
6A.2.5.4.	HIDROGEOLOGÍA	239
6A.2.5.4.1.	INTRODUCCIÓN	239
6A.2.5.5.	EMBALSES EXISTENTES Y EN PROYECTO	245
6A.2.6.	CLIMA	246
6A.2.6.1.	ESTACIONES METEOROLÓGICAS SELECCIONADAS	247
6A.2.6.2.	RÉGIMEN PLUVIOMÉTRICO	248
6A.2.6.3.	TEMPERATURA	251
6A.2.6.4.	HUMEDAD RELATIVA	251
6A.2.6.5.	INSOLACIÓN O BRILLO SOLAR	253
6A.2.6.6.	CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA	255
6A.2.6.7.	RÉGIMEN DE VIENTO Y TORMENTAS	255
6A.2.6.7.1.	VELOCIDAD DEL VIENTO	255
6A.2.6.7.2.	TORMENTAS	258
6A.3.	MEDIO BIÓTICO	258
6A.3.1.	VEGETACIÓN	258
6A.3.1.1.	INTRODUCCIÓN	258
6A.3.1.1.1.	IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	258
6A.3.1.1.2.	SITUACIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA	259
6A.3.1.1.3.	PROCESOS E INTERACCIONES PRESENTES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA	259
6A.3.1.1.4.	METODOLOGÍA	260
6A.3.1.2.	descripción de la vegetación en la línea base	262
6A.3.1.2.1.	ZONAS DE VIDA (MARCO BIOGEOGRÁFICO Y BIOCLIMÁTICO)	262
6A.3.1.2.2.	SERIES DE VEGETACIÓN POTENCIAL (CLIMATÓFILA Y EDAFÓFILA)	265
6A.3.1.2.2.1.	COBERTURA FORESTAL Y DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN	266
6A.3.1.2.2.2.	DIVERSIDAD DE LAS ESPECIES VEGETALES	268

6A.3.1.2.2.3.	TIPO DE VEGETACIÓN	271
6A.3.1.2.3.	ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS ESPECIES VEGETALES (SINGULARES, PROTEGIDAS, RARAS Y EN VÍA DE EXTINCIÓN)	273
6A.3.1.2.4.	FRAGILIDADES DE LOS SISTEMAS VEGETALES	274
6A.3.1.2.4.1.	ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN	275
6A.3.1.2.4.2.	FUNCIONES DE CONECTIVIDAD	276
6A.3.1.2.4.3.	GRADO DE INTERVENCIÓN	276
6A.3.1.2.4.4.	ESPECIES SINGULARES	277
6A.3.1.2.4.5.	PRESENCIA DE ECOSISTEMAS ÚNICOS EN EL ÁREA DEL PROYECTO	277
6A.3.1.2.5.	USOS DIVERSOS DE LA VEGETACIÓN	278
6A.3.2.	FAUNA	282
6A.3.2.1.	HÁBITATS EXISTENTES	282
6A.3.2.2.	DIVERSIDAD DE LAS ESPECIES DE ANIMALES EN LOS DISTINTOS HÁBITATS (DIVERSIDAD, ESTABILIDAD, COMPLEJIDAD DE LAS COMUNIDADES FAUNÍSTICAS)	283
6A.3.2.2.1.	ANTECEDENTES	283
6A.3.2.2.2.	DIVERSIDAD DE INDIVIDUOS DE LA FAUNA	283
6A.3.2.2.3.	ESTABILIDAD Y COMPLEJIDAD DE LAS COMUNIDADES FAUNÍSTICAS	286
6A.3.2.2.4.	CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LA FAUNA	286
6A.3.2.3.	ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS ESPECIES DE ANIMALES (SINGULARES, PROTEGIDAS RARAS Y EN VÍAS DE EXTINCIÓN)	288
6A.3.2.3.1.	ESPECIES SINGULARES	288
6A.3.2.4.	DEFINICIÓN DE LOS CORREDORES BIOLÓGICOS O ECOLÓGICOS	291
6A.3.2.5.	CARACTERIZACIÓN DE LA AVIFAUNA	292
6A.3.2.5.1.	RIQUEZA DE ESPECIES	292
6A.3.2.5.2.	DESCRIPCIÓN DE LAS POBLACIONES DE AVES	293
6A.3.2.5.3.	REFUGIOS Y HÁBITATS DE AVES	295
6A.3.2.5.4.	DESCRIPCIÓN DE LAS RUTAS MIGRATORIAS	296
6A.3.2.5.5.	ÁREAS DE NIDIFICACIÓN Y CRÍA	298
6A.3.3.	PROTECCIÓN DEL MEDIO BIOLÓGICO	299
6A.3.3.1.	ÁREAS PROTEGIDAS	299
6A.3.3.2.	ASPECTOS Y VALORES ECOLÓGICOS	299
6A.3.4.	PRINCIPALES PROBLEMAS Y AMENAZAS AMBIENTALES	300

6A.4. MEDIO SOCIOECONÓMICO

6A.4.1. SITUACIÓN

6A.4.1.1. ESTRUCTURA POLÍTICO - ADMINISTRATIVA

La República de Guatemala está constituida de 22 departamentos, que se subdividen en 331 municipios, que a su vez están compuestos por aldeas y caseríos. Su sistema de gobierno es Republicano, democrático y representativo. La soberanía radica en el pueblo, quien la delega para su ejercicio en los organismos Ejecutivo, Legislativo y Judicial. (Constitución Política de la República, 1985).

La administración del Estado es descentralizada y establece para su desarrollo regiones con criterio económico, social y cultural propios. A su vez, la administración de los departamentos está a cargo de un gobernador nombrado por el Presidente de la República. Los municipios son autónomos, y su poder ejecutivo está conformado por una corporación integrada por el alcalde, síndicos y concejales, electos mediante elección pública en cada municipio.

Las situaciones de mayor desarrollo económico y cultural de los municipios se dan especialmente, en las cabeceras municipales de mayor categoría y sobre todo en los municipios de Santa Catarina Pinula y Fraijanes, ambos del Departamento de Guatemala.

Como parte de las iniciativas autónomas de las autoridades municipales, éstas elaboran, en muchos casos, la caracterización socioeconómica de sus habitantes y diagnósticos participativos con el propósito de realizar planes de desarrollo de acuerdo con los intereses de las comunidades.

El Índice de Desarrollo Humano, elaborado en 1998 por un conjunto de instituciones nacionales e internacionales revela que entre los años 1989 y 1998 todas las regiones del país mejoraron sus respectivos niveles de desarrollo humano, especialmente en lo pertinente a la esperanza de vida, siendo la región que más mejoró dicho índice durante aquel período, y especialmente entre 1994 y 1998, la región norte (conformada por Alta y Baja Verapaz). Entre 1989 y 1998

aumentó además la distancia entre las regiones con mayor y menor desarrollo humano, la metropolitana y el noroeste respectivamente. A las desigualdades entre regiones se suman las desigualdades dentro de ellas. (Pág. 2, Guatemala, el Rostro Rural del Humano, 1999).

En la definición de esta ruta se tomó como referencia la información demográfica a escala nacional, departamental y municipal, en cuya jurisdicción están las poblaciones incluidas en el corredor por el cual se extenderá la línea de alta tensión a ser instalada.

La línea cruzará, en este tramo, tres departamentos y catorce municipios, sus respectivas aldeas y caseríos.

La mayoría de los habitantes de esta parte del corredor, que residen en los municipios de los departamentos de Santa Rosa y Jutiapa, presentan características socioculturales, económicas y demográficas similares y conforman junto a Jalapa la Región Sur-Oriente del país. Ya los habitantes de los municipios de Santa Catarina Pinula y Fraijanes, del Departamento de Guatemala, también insertos en el paso de la línea de distribución proyectada, presentan características diferentes a las demás poblaciones del mencionado corredor, sobre todo por la influencia percibida por éstas de la capital nacional.

De los tres departamentos, el que cuenta con los índices de desarrollo humano más alto en las variables educación, salud e ingresos es Guatemala.

Dichos departamentos están conformados por varios municipios 17, en el caso del Departamento de Guatemala, que tiene una superficie total de 2.126 km², siendo el Municipio más grande en cuanto a cantidad de habitantes, el de Guatemala, seguido por el de Mixco y por el de Villa Nueva. De los que constituyen la ruta de paso del Proyecto, que son tres (Villa Canales, Santa Catarina Pinula y Fraijanes), Villa Canales es el que alberga la mayor cantidad de habitantes, seguido de Santa Catarina Pinula y Fraijanes.

En el Departamento de Jutiapa, con una superficie de 3.219 km² y conformado por 17 municipios, el Municipio del mismo nombre es el más grande en cuanto a cantidad de

habitantes, seguido de Asunción Mita y Moyuta. De los municipios incluidas en la ruta del Proyecto, que son cuatro, Jutiapa tiene la mayor población, mientras que Comapa y Jalpatagua tienen casi la misma cantidad de habitantes y San José de Acatepa, la mitad de los demás.

En el Departamento de Santa Rosa, conformado por 14 municipios, y con 2.955 km² de superficie, el que tiene la mayor cantidad de habitantes es Chiquimulilla, le siguen los de Barberena, Cuilapa y Nueva Santa Rosa. De los municipios por los cuales pasará el tendido, que son siete, Barberena, Cuilapa y Nueva Santa Rosa son los que presentan la mayor cantidad de habitantes. Les siguen, Casillas, Oratorio y Santa Rosa de Lima, con cantidades de población bastante similares y con la menor población, Santa Cruz Naranjo.

Cuadro 6A.4.1: Extensión territorial y población relativa al área de influencia concerniente a cada Municipio de la Ruta I

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	EXTENSIÓN (km ²)	POBLACIÓN
Guatemala	Villa Canales	160	103.814
	Santa Catarina Pinula	51	63.767
	Fraijanes	91	30.701
Jutiapa	Jutiapa	620	109.910
	Comapa	132	23.715
	Jalpatagua	204	22.776
	San José Acatepa	68	11.725
Santa Rosa	Barberena	294	38.912
	Cuilapa	365	30.951
	Nueva Santa Rosa	67	28.653
	Casillas	185	20.400
	Oratorio	214	19.555
	Santa Rosa de Lima	67	14.823
	Santa Cruz Naranjo	97	11.241

Fuente: Elaboración propia con base en XI Censo de Población y VI de Habitación 2002-2003, INE (2003) e IGN, 2000¹.

6A.4.1.2. ORDENAMIENTO DEL TERRITORIO

En un documento elaborado en el año 1995, por el Consejo de la Tierra y la CONAMA de Guatemala se define el “Objetivo General de las Políticas Regionales y de Ordenamiento Territorial del Estado guatemalteco”, como el de influir sobre la utilización actual de los recursos del territorio de Guatemala, procurando un manejo sostenible de los mismos, a fin de reducir en

¹ Instituto Geográfico Nacional “Ing. Alfredo Obiols Gómez”. Diccionario Geográfico de Guatemala. Sept. 2000.

forma progresiva los desequilibrios espaciales, contribuyendo a elevar el nivel de vida de todos los habitantes del país.²

En este contexto, a partir de una evaluación del potencial de los suelos del país y de la situación socioeconómica de sus habitantes, se agruparon los diferentes departamentos según similitud de problemas y potencialidades detectadas. Sobre la base de lo anterior, se definieron siete zonas que responden a los diferentes grupos con características comunes, calificándose la zona 1 donde la problemática es más aguda y en orden gradual hasta alcanzar el nivel 7 donde la situación es moderadamente crítica. Con esta zonificación, se buscó establecer un orden de atención a cada una de las áreas, orientado según el grado de problema que caracteriza cada una de ellas, estando, los departamentos que se localizan en el corredor del tendido de la línea, uno en la zona 1 (Jutiapa), uno en la zona 5 (Santa Rosa) y uno en la zona 7 (Guatemala).

Además de esta forma de caracterizar el territorio, en Guatemala, según el Decreto 70 de 1986, el país fue agrupado en ocho regiones, las que pueden contener uno o más departamentos. Cada departamento dispone de un Consejo Departamental, que tiene por fin promover su propio desarrollo, y que a la vez tiene representatividad en el Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural, que tiene por función la formulación de las políticas de desarrollo urbano y rural y el ordenamiento del territorio. Además, dicho Consejo es responsable por la planificación a escala nacional a través de los Planes de Desarrollo, instrumentos elaborados por la Secretaría General del Consejo Nacional de Planificación, entidad dependiente de la Presidencia de la República.

Las poblaciones que se encuentran en el área de influencia del tendido pertenecen a la organización de los consejos departamentales de Guatemala, Santa Rosa y Jutiapa, respectivamente, asimismo a los consejos de las regiones central (Departamento de Guatemala) y sureste (Santa Rosa, Jutiapa y Jalapa, en este último no hay poblaciones del corredor ya que por su jurisdicción no pasa la línea).

² "Ordenamiento territorial y políticas regionales". Documentos Básicos de la Comisión Nacional del Medio Ambiente de Guatemala (CONAMA). 1995. En <http://www.ecouncil.ac.cr/centroam/conama/conam.htm>, consultado el 23 de mayo del 2003.

A nivel municipal los presupuestos son elaborados y aprobados por las autoridades de cada Municipio, que son entidades autónomas, y están relacionadas con los programas de desarrollo establecidos por el Consejo de Desarrollo Departamental respectivo, que vinculan sus necesidades en lo referente a la planificación, principalmente a infraestructura física y social.

En cuanto a la planificación urbana, ésta se da sólo en poblaciones que reúnen determinadas características, en especial, en las cabeceras departamentales y en algunas municipalidades de mayor tamaño o económicamente más importantes.

En las aldeas y caseríos no existe planificación de tipo urbano. Su desarrollo se da conforme a las necesidades de sus habitantes y a las vías de acceso existentes. A esta escala existen los Consejos de Desarrollo de Aldea que suministran a los alcaldes las principales necesidades de la comunicación.

6A.4.1.3. CLASIFICACIÓN DE LOS NÚCLEOS DE POBLACIÓN

La estructura político administrativa del país, ha sido determinada por la Constitución Política de la República, definiendo ésta su composición en departamentos, municipios, villas, aldeas y caseríos (esta última se constituye en la unidad o núcleo de población más pequeña). Su clasificación responde al número de habitantes, capacidad económica, desarrollo cultural y social, existencia de infraestructura y otros aspectos de importancia.

Los departamentos están integrados por municipios y villas, estos por aldeas y éstas, a su vez, por caseríos. Las cabeceras departamentales y municipales están catalogadas como áreas urbanas y los caseríos y aldeas como áreas rurales.

6A.4.1.4. EXTENSIÓN TERRITORIAL

De los tres departamentos incorporados en la ruta de interconexión, el Departamento de Jutiapa es el de mayor superficie con 3.219 km², seguido de Santa Rosa, con 2.955 km² y Guatemala

con 2.126 km². En el Cuadro 6A.4.1 anteriormente presentado, se encuentran los municipios según departamento, sus respectivas superficies y población.

6A.4.1.5. INFRAESTRUCTURAS Y SERVICIOS

Guatemala es un país con una deficiente infraestructura física y social, lo que influye en el desarrollo económico y social de la población, estando la poca infraestructura existente centralizada en el Departamento de Guatemala, sobre todo en lo tocante a servicios (salud y educación), siendo ésta una de las principales causas de migración de la población.

Todos los departamentos de la república, en menor o mayor escala tienen déficit en infraestructura y servicios, dependiendo esto de las características económicas, culturales, riquezas naturales, etc., de cada departamento y sus respectivos municipios.

6A.4.1.5.1. INFRAESTRUCTURA VIARIA

En el país existen tres carreteras principales: la Interoceánica, que une a los puertos del Atlántico, (Santo Tomás de Castilla y Puerto Barrios en Izabal), con el de Quetzal en el Pacífico, jurisdicción del Departamento de Escuintla, carretera pavimentada de 436 km de largo; la carretera del litoral Pacífico (CA-2), desde Talismán en México, que une las principales cabeceras departamentales de la Boca Costa de Guatemala, hasta la frontera con El Salvador con una longitud de 341 km asfaltados; y la carretera Panamericana (CA-1) desde La Mesilla (Huehuetenango), hasta San Cristóbal (Jutiapa) frontera con El Salvador, con una longitud de 518 km. (EsIA SIEPAC, 1997)

Según el III Informe del Presidente al Congreso de la República (2002), la red vial pavimentada de Guatemala tiene una longitud de 5.193 km y la no pavimentada 18.396 km, que incluyen carreteras de balasto y de tierra.

Pero además de estos tres ejes troncales, en las diferentes regiones del país, existen otras vías de acceso. En la región sur está la carretera que une a Quetzaltenango con el Puerto de Champerico siendo ésta una importante vía de salida de la producción agrícola de la zona, la

recreación y el transporte de productos marinos. En la región suroeste, está la carretera de El Molino a Valle Nuevo (frontera con El Salvador). En el noreste está la carretera que va de El Rancho a la cabecera de Alta Verapaz (Cobán), de la cual se deriva la que conduce a la cabecera de Baja Verapaz (Salamá). (EslA SIEPAC, 1997).

Las poblaciones del corredor de la línea a ser construida están conectadas a la red vial del país, en su mayoría por carreteras de tierra o balastradas y en menor grado por carreteras pavimentadas.

En el país existe un ferrocarril de una sola vía que a la fecha tiene una extensión de casi 900 km. Éste une a Puerto Quetzal con Puerto Barrios pasando por la capital. En la costa sur conecta con México y en Zacapa con Honduras. En la década de los '70 dicha línea férrea tenía más de 1.000 km de longitud y comunicaba poblaciones de los departamentos de Guatemala, Escuintla, Suchitepequez, Retalhuleu y San Marcos (frontera con El Salvador) y al noreste de Zacapa a Izabal (Puerto Barrios), transportando pasajeros, pero principalmente carga, siendo su operación muy deficiente.

De los departamentos incluidos en la ruta, Guatemala cuenta con el mayor kilometraje de red vial (746 km) de los cuales más de la mitad (57%) están pavimentado. En el Departamento de Jutiapa, de los 639 km que componen su red vial, cerca del 50% está pavimentado. En Santa Rosa sólo el 36,5% del total de los 602 km que componen su malla vial está pavimentado. (Cuadro 6A.4.2).

Cuadro 6.4.2: Red vial según tipo de rodadura en los departamentos incluidos en el área de influencia del Proyecto

TIPO DE RODADURA	LONGITUD DE LA VÍA POR DEPARTAMENTOS (km)		
	GUATEMALA	JUTIAPA	SANTA ROSA
Asfalto	425	319	220
Terracería	279	241	270
Caminos Rurales	42	79	112
Total	746	639	602

Fuente: Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda, s/f.

6A.4.1.5.2. INFRAESTRUCTURA NO VIARIA

Entre este tipo de infraestructura se incluye la marítima, aérea, telefónica y la energética.

- Puertos: actualmente Guatemala cuenta con cinco puertos marítimos, dos en el litoral Atlántico y tres en el Pacífico. En el Atlántico están Puerto Barrios y Santo Tomás de Castilla ubicados en la jurisdicción del Departamento de Izabal. En el Pacífico se encuentran los puertos Champerico en el Departamento de Retalhuleu, Quetzal y San José, ambos en el Departamento de Escuintla. Todos los puertos son de carga.
- Aeropuertos: el país cuenta con dos aeropuertos de carácter Internacional, La Aurora y Anacleto Maza Castellanos localizados en la Ciudad de Guatemala y el Departamento de El Petén, respectivamente. Asimismo, existen seis aeropuertos nacionales menores con capacidad aérea más limitada, localizados en distintos puntos del país. A nivel de cabeceras departamentales existen campos de aterrizaje que son utilizados ocasionalmente por particulares y por la fuerza aérea. En 1999 se reportó la existencia de casi 500 aeropuertos distribuidos en el país.
- Sector eléctrico: la energía que abastece al país se produce en cuatro plantas hidroeléctricas principalmente: Chixoy, Aguacapa, Jurún Marinalá y Santa María, y en otras de menor tamaño. Asimismo, existe un parque térmico que está localizado en el Departamento de Escuintla, del INDE y otras plantas térmicas de propiedad privada (empresa eléctrica), que contribuyen a cubrir la demanda existente.
- Telefonía: servicio a cargo de la Empresa de Telecomunicaciones – GUATEL - que en los últimos años ha incrementado su cobertura, tanto internacional como nacional, estando disponible en todas las cabeceras departamentales y municipales e incluso en algunas aldeas de importancia, aunque mayoritariamente, el servicio está centralizado en la capital.
- Infraestructura sanitaria: en lo que respecta a drenaje y alcantarillado, la mayoría de las cabeceras departamentales y municipios cuenta con ellos. En las aldeas y caseríos se utilizan, en su mayoría, fosas sépticas, sin embargo, existe un déficit de estos servicios.

6A.4.1.6. SERVICIOS BÁSICOS

- **Salud:** en la mayoría de las cabeceras departamentales existen servicios hospitalarios (hospitales), y en los municipios, centros y puestos de salud, atendidos por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, y el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (éste atiende accidentes y algunos casos de enfermedad común). Sin embargo, la asistencia especializada se concentra en la ciudad de Guatemala, donde son remitidos los pacientes del interior.
- **Agua potable:** todas las cabeceras departamentales disponen del servicio aunque éste no cubre a cabalidad la demanda de sus pobladores. Las cabeceras municipales en su mayoría tienen agua potable. A nivel de aldeas y caseríos existe un mayor déficit, utilizándose principalmente agua de pozos artesanales.
- **Alumbrado:** las cabeceras departamentales cuentan con este servicio a nivel domiciliar y público, en forma regular, habiendo un déficit en las aldeas y caseríos, lo cual se está cubriendo con el Programa de Electrificación Rural del INDE.
- **Educación:** está cubierto a nivel de escuelas primarias en las 22 cabeceras departamentales, en la totalidad de los municipios y en un 80% de las aldeas, asimismo la educación de nivel básico y diversificado está conformada en todos los departamentos, y en algunos municipios de importancia. En las aldeas existen escuelas rurales mixtas.

Según proyecciones elaboradas con base al Censo de 1994, al año 2003³, del total de hogares que conforman el Departamento de Guatemala, el 86% dispondría de electricidad, un 60% de drenaje y un 82% de agua. En el Departamento de Jutiapa, sólo un 51% dispondría de electricidad, un 25% de drenaje y el 60% de agua. En el Departamento de Santa Rosa, la proporción de servicios a los cuales accede la población se acerca a los valores anteriores, con sólo un 55% de la población con acceso a electricidad, un 22% al drenaje y un 64% al agua (en www.descubra.info/censo-gt/, consultada el 2 de junio del 2003) (Cuadro 6A.4.3).

Cuadro 6A.4.3: Departamentos incluido en el área de influencia del Proyecto, según existencia de servicios básicos (proyecciones al año 2003)

³ Dado que el XI Censo de Población y VI de Habitación 2002-2003, recientemente publicado, sólo entrega datos generales de población y vivienda, se utilizaron, para la presente descripción las proyecciones elaboradas en base al Censo de 1994, de la página web www.descubra.info/censo-gt/.

DEPARTAMENTOS	SERVICIO			TOTAL HOGARES
	AGUA	DRENAJE	ELECTRICIDAD	
Guatemala	433.477	316.540	455.174	529.531
Jutiapa	52.817	22.349	45.833	89.194
Santa Rosa	46.162	15.868	39.706	72.369

Fuente: www.descubra.info/censo-gt/

Desde la perspectiva de los 14 municipios que pertenecen a los tres departamentos por los cuales pasará el tendido eléctrico, los de los departamentos de Guatemala y Santa Rosa presentan la mayor disponibilidad de agua, con coberturas que alcanzan un 80% en la ciudad de Nueva Santa Rosa. Con relación a la electricidad la mayor cobertura se da en el municipio de Santa Catarina Pinula, con un 83% de las viviendas con acceso a este servicio.

La menor cobertura es en cuanto a drenaje, siendo el municipio que mayor cobertura posee, el de Cuilapa, cuya proporción de viviendas que disponen de este servicio alcanza a un 35%.

El Municipio que presenta los más bajos índices de cobertura de los tres departamentos es el de Comapa, que para el caso del agua, alcanza escasos 11% de cobertura, el drenaje un 1% y en electricidad, apenas el 14%.

Los datos referidos anteriormente pueden visualizarse en los Cuadros 6A.4.4.a, b y c⁴.

Cuadro 6A.4.4a: Municipios del Departamento de Guatemala según cobertura de servicios básicos

SERVICIO BÁSICO	GUATEMALA					
	VILLA CANALES		SANTA CATARINA PINULA		FRAIJANES	
	VIVIENDAS	% TOTAL	VIVIENDAS	% TOTAL	VIVIENDAS	% TOTAL
Agua	14.578	78,6	8.020	70,3	3.091	62,2
Drenaje	3.203	17,3	2.307	20,2	345	6,9
Electricidad	13.933	75,1	9.491	83,2	3.618	72,8
Total Viviendas	18.557	100,0	11.413	100,0	4.967	100,0

⁴ Dado que el XI Censo de Población y VI de Habitación 2002-2003, recientemente publicado, sólo entrega datos generales de población y vivienda, se utilizaron, para la presente descripción las proyecciones elaboradas con base en el Censo de 1994 del INE, de la página web www.descubra.info/censo-gt/

Fuente: Elaboración propia con base en www.descubra.info/censo-gt/

Cuadro 6A.4.4b: Municipios del Departamento de Jutiapa según cobertura de servicios básicos

SERVICIO BÁSICO	JUTIAPA							
	JUTIAPA		COMAPA		JALPATAGUA		SAN JOSÉ ACATEMPA	
	VIVIENDAS	% TOTAL	VIVIENDAS	% TOTAL	VIVIENDAS	% TOTAL	VIVIENDAS	% TOTAL
Agua	11.789	56,9	581	11,0	3.066	54,7	2.147	70,2
Drenaje	5.698	27,5	62	1,2	1.223	21,8	527	17,2
Electricidad	8.188	39,5	757	14,3	2.957	52,8	1.968	64,3
Total Viviendas	20.727	100,0	5.289	100,0	5.601	100,0	3.059	100,0

Fuente: Elaboración propia con base en www.descubra.info/censo-gt/

Cuadro 6A.4.4c: Municipios del Departamento de santa Rosa según cobertura de servicios básicos

SERVICIO BÁSICO	SANTA ROSA													
	CUILAPA		S. ROSA DE LIMA		ORATORIO		S. CRUZ NARANJO		NUEVA S. ROSA		BARBERENA		CASILLAS	
	VIV.	%	VIV.	%	VIV.	%	VIV.	%	VIV.	%	VIV.	%	VIV.	%
Agua	4.231	63,9	2.584	75,6	3.292	72,5	1.335	51,1	5.691	79,9	5.583	60,1	3.398	76,0
Drenaje	2.282	34,5	478	14,0	1.549	34,1	385	14,7	1.440	20,2	2.045	22,0	769	17,2
Electricidad	3.858	58,3	2.022	59,1	2.524	55,6	1.512	57,9	4.599	64,6	6.626	71,3	1.977	44,2
Total Viviendas	6.620	100,0	3.420	100,0	4.543	100,0	2.611	100,0	7.122	100,0	9.296	100,0	4.471	100,0

Fuente: Elaboración propia con base en www.descubra.info/censo-gt/

6A.4.2. POBLACIÓN

6A.4.2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN DE LA RUTA

Según datos del Censo de Población 2002-2003, la población de los tres departamentos que conforman la ruta, suma un total de 3.232.036 habitantes, de los cuales el 79% pertenece al Departamento de Guatemala y los demás al de Jutiapa (12%) y Santa Rosa (9%).

Cuadro 6A.4.5.: Población total y viviendas de los departamentos que conforman la Ruta I

DEPARTAMENTO	POBLACIÓN	VIVIENDAS
Guatemala	2.541.581	619.636
Jutiapa	389.085	94.807

Santa Rosa	301.370	74.458
Total	3.232.036	788.901

Fuente: INE, 2003.

A escala municipal, la población de los municipios que conforman la Ruta, se describe en el Cuadro 6A.4.6.

Del Departamento de Guatemala, los tres municipios por los cuales transcurre el tendido eléctrico, suman un total cercano a los 200.000 habitantes, los que representan casi un 8% del total de habitantes de éste. Los siete municipios del Departamento de Santa Rosa, por los cuales pasa el tendido, suman más de cien cincuenta mil habitantes lo que representa un 55% de la población total del mismo. Y los cuatro municipios pertenecientes a Jutiapa por los cuales pasa el tendido suman, en total, cerca de ciento setenta mil habitantes los que representan un 43% del total de habitantes del Departamento.

Cuadro 6A.4.6: Cantidad de población y viviendas de los municipios que conforman la Ruta I

RUTA I, GUATE-ESTE-FRONTERA EL SALVADOR-EL SALVADOR					
DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	POBLACIÓN	% SOBRE EL TOTAL	VIVIENDA	
Guatemala	Santa Catarina Pinula	63.767	2,5	15.781	
	Fraijanes	30.701	1,2	7.260	
	Villa Canales	103.814	4,1	25.179	
Total		198.282	7,8	48.220	
Total Departamento		2.541.581	100,0	619.636	
Santa Rosa	Santa Rosa de Lima	14.823	4,9	3.866	
	Santa Cruz Naranjo	11.241	3,7	2.752	
	Nueva Santa Rosa	28.653	9,5	7.112	
	Barberena	38.912	12,9	9.524	
	Cuilapa	30.951	10,3	7.344	
	Casillas	20.400	6,8	5.217	
	Oratorio	19.550	6,5	4.750	
Total		164.530	54,6	40.565	
Total Departamento		301.370	100,0	74.458	
Jutiapa	Jutiapa	109.910	28,2	25.037	
	San José Acatempa	11.725	3,0	3.126	
	Jalpatagua	22.776	5,9	5.839	
	Comapa	23.715	6,1	5.569	

RUTA I, GUATE-ESTE-FRONTERA EL SALVADOR-EL SALVADOR				
DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	POBLACIÓN	% SOBRE EL TOTAL	VIVIENDA
Total		168.126	43,2	14.534
Total Departamento		389.085	100,0	94.807

Fuente: Elaboración propia con base en el XI Censo de Población y VI de Habitación 2002-2003.

La distribución según género, de acuerdo con las proyecciones al año 2003, indicaría que un 52% de la población del Departamento de Guatemala está conformada por mujeres, así como el 51% de Jutiapa. En el Departamento de Santa Rosa la distribución es igual entre ambos sexos. Al analizarse los datos del Cuadro 6A.4.7, en el cual se presentan los datos relativos a la cantidad de habitantes existentes al día de hoy y su proyección al año 2003, se observa que, si bien ésta última haya subestimado una cantidad significativa de habitantes del Departamento de Guatemala, y al mismo tiempo sobrestimado ésta cantidad en los otros dos, en la misma proporción (± 60.000 personas)⁵, se podría pensar que la cantidad de hombres y mujeres, podría haberse mantenido.

Cuadro 6A.4.7: Población total según género y cantidad de hogares

DEPARTAMENTO	POBLACIÓN				HOGARES	
	PROYECCIÓN		PROYECCIÓN AL 2003	CENSO 2002-2003	PROYECCIÓN AL 2003	CENSO 2002-2003
	FEMENINO	MASCULINO				
Guatemala	1.301.989	1.181.980	2.483.969	2.541.581	529.531	619.636
Jutiapa	227.307	220.850	448.157	389.085	89.194	94.807
Santa Rosa	180.498	181.529	362.027	301.370	72.360	74.458

Fuente: Elaboración propia con base en www.descubra.info/censo-gt/ y <http://www.censos.gob.gt/>

6A.4.2.2. PRINCIPALES INDICADORES Y CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN

El X Censo de Población y V de Habitación de 1994, ha servido de referencia al Instituto Nacional de Estadísticas guatemalteco, a través de sus instancias especializadas, a las proyecciones poblacionales entre 1995 y el 2004, que actualmente se usan como referencia para los estudios que involucran el conocimiento y análisis de esta variable. Cabe mencionar

⁵ Esta variación podría deberse a un incremento del proceso migratorio tradicionalmente observado en estos departamentos –aumento en Guatemala y reducción en Jutiapa y Santa Rosa–, factor que influencia la tendencia de crecimiento proyectada.

que a la fecha del presente estudio, aunque ya se conocen algunos resultados del censo de población y habitación del año 2002-2003, estos todavía están incompletos y por consiguiente para fines del mismo se utilizan todavía los datos de 1994.

La información estadística a escala departamental y municipal de la República a ser utilizada en el presente documento, toma como base el IV Informe del Presidente Alvaro Arzú al Congreso de la República (2000) y de algunas encuestas y proyecciones, elaboradas por el INE.

6A.4.2.3. DINÁMICA POBLACIONAL

La población del país aumenta cada año a un ritmo acelerado, a una tasa de crecimiento proyectada en 1998, de un 2,6%, debido, fundamentalmente al alto índice de nacimientos resultante de una todavía alta tasa de fecundidad, que alcanzaba en aquella fecha, 5,9 hijos por mujer (tasa global de fecundidad), que tiende a ser, todavía más alta, entre la población indígena (7,5 hijos por mujer). Dichos indicadores son también altamente significativos si se compara el sector en el cual vive la población, siendo éste, entre la mujer del área rural y urbana de 7,3 y 5,4 hijos por mujer, respectivamente. Guatemala después de mantener una fecundidad alta y constante hasta 1960, con una tasa global de fecundidad de 6,9 hijos por mujer, ha iniciado una leve disminución de su ritmo en los últimos 30 años (5,9 en 1990), lo que ha redundado en cambios demográficos importantes.

Entre 1973 y el año 2002, como se puede observar en el Cuadro 6A.4.8, y fruto de la persistentemente alta tasa de fecundidad de la población, la cantidad de habitantes del país pasó, de un poco más cinco millones a más de once millones, lo que representó un crecimiento de 118,5%, ritmo de crecimiento que aunque tiende a la baja, todavía sobrepasa la capacidad de crecimiento del país, en cuanto a oferta de bienes, servicios y empleo.

Cuadro 6A.4.8: Variación intercensal de la población guatemalteca

AÑO CENSAL	TOTAL POBLACIÓN
1973	5.160.221

AÑO CENSAL	TOTAL POBLACIÓN
1981	6.054.227
1994	8.331.874
2002	11.273.196

Fuente: XI Censo de Población y VI de Habitación 2002-2003, INE, en <http://www.censos.gob.gt/>

El crecimiento poblacional entre los censos de 1981 y del año 2002, en los tres departamentos que conforman la ruta por la cual pasará el tendido eléctrico, se presenta en el Cuadro 6A.4.9. Basados en estos datos, se observa que el Departamento de Guatemala es el que más ha crecido en el período descrito, casi duplicando su población en un lapso de veinte años, lo que permite concluir que, si bien algo de este crecimiento se ampara en el constante flujo migratorio que ha caracterizado históricamente a este Departamento, su crecimiento se ampararía básicamente en los índices de natalidad, que aunque ya son menores que en otras décadas, siguen siendo todavía muy altos.

Cuadro 6A.4.9: Variación intercensal de los tres departamentos que conforman la Ruta I

DEPARTAMENTO	AÑOS CENSALES			VARIACIÓN INTERCENSAL 1981-2002 (%)
	HABITANTES			
	1981	1994	2002	
Jutiapa	251.068	307.491	389.085	55,0
Santa Rosa	194.168	246.698	301.370	55,2
Guatemala	1.311.192	1.813.825	2.541.581	93,8

Fuente: Elaboración propia con base en el XI Censo de Población y VI de Habitación 2002-2003, INE, en <http://www.censos.gob.gt/>

En los cuadros 6.4.10 y 6.4.11 es posible observar la estructura y dinámica demográfica entre 1996 a 1998, así como los indicadores básicos de fecundidad y mortalidad a escala nacional.

Cuadro 6A.4.10: Estructura y dinámica poblacional de Guatemala

ESTRUCTURA Y DINÁMICA POBLACIONAL	1996	1997	1998
1. POBLACIÓN (datos absolutos en miles de habitantes)			
1.1 Población total	10.243,11	10.517,45	10.799,32
Hombres	5.169,72	5.306,91	5.447,93
Mujeres	5.073,39	5.210,54	5.351,39
1.2 Población por grandes grupos de edad			
0 – 14 años	4.580,60	4.670,36	4.764,4
15 – 64 años	5.315,87	5.488,41	5.662,32

ESTRUCTURA Y DINÁMICA POBLACIONAL		1996	1997	1998
	65 años y más	346,64	358,68	372,60
1.3	Porcentaje de población (año 1994)			
	Rural	65,0	n.d.	n.d.
	Urbana	35,0	n.d.	n.d.
1.4	Razón de masculinidad	102,0	102,0	102,0
1.5	Relación de dependencia	92,7	91,6	91,6
1.6	Edad mediana de la población	n.d.	17,2	17,2
1.7	Densidad de población (habitante / km ²)	94,1	96,6	99,2
1.8	Tasa de crecimiento de la población (%)	n.d.	2,6	2,6
n.d.: no hay datos				

Fuente: INE, X Censo de Población y V de Habitación, 1994.

La esperanza de vida para los hombres alcanzaría los 61,4 años y para las mujeres, 67,2 años, para el quinquenio 1995 -2000, de acuerdo con las proyecciones del INE, mientras que las tasas de mortalidad infantil se estiman sería de 46 por mil. De igual modo para 1996, el índice de desnutrición era de 3,3, mientras que la tasa de morbilidad (x mil) alcanzaba un 16,8.

Cuadro 6A.4.11: Indicadores básicos de vida en Guatemala

INDICADORES BÁSICOS	1990-1995	1996-2000	
I. INDICADORES BÁSICOS			
1.1 Esperanza de vida al nacer (años)	62,6	64,2	
Hombre (años)	59,8	61,4	
Mujer (años)	65,6	67,2	
1.2 Mortalidad Infantil (miles)	51,1	46,0	
	1990	1995	1996
1.3 Tasa de Morbilidad (por mil)	28,0	16,8	n.d.
- IRA	14,3	7,8	23,1
- Enfermedad Diarreico	5,3	2,6	7,7
- Paludismo (malaria)	3,3	1,1	0,5
- Desnutrición	n.d.	0,8	3,3
- Cólera	n.d.	n.d.	n.d.
n.d.: no hay datos			

Fuente: INE, X Censo de Población y V de Habitación, 1994.

Según datos del INE del año 1997, las tasas de incorporación al sistema escolar a nivel primario, nivel básico, y diversificado, alcanzaría un 62,4%, un 16,2% y un 13,4% respectivamente. Con relación a la cantidad de alfabetos existentes a escala nacional, según las proyecciones del INE, en el año 2003, sólo un 63% de la población mayor de 7 años sería alfabeto. Entre los hombres, el 72% son alfabetos, la tasa es más alta que entre las mujeres, que alcanza escasos 57%.

Por otro lado la cantidad de maestros para el año 1997 era de 44.894 en todo el país, asignados a las áreas rurales 24.519, (un 55%) mientras que en el área urbana laboraron 20.375, (45%).

Todavía la desnutrición en la población es un tema no resuelto en Guatemala. Los indicadores de salud a nivel nacional son: a) alimentación-nutrición (%) Talla/edad en niños de 3 a 36 meses era de 73,2% (1995); b) alimentación-nutrición Peso/Talla en niños de 3-36 meses fue de 4,1% (1995); c) alimentación-nutrición Peso/edad en niños de 3 meses a 36 meses fue de 32,5% (1995).

La dinámica de crecimiento de la población se puede deducir por el número de nacidos vivos en la República, que en el quinquenio 1995 - 2000 arrojó la cantidad de 1.954.000 nacimientos. Mientras que la tasa bruta de natalidad fue de 36,6 por mil

La población en 1998 fue estimada en 10.799.320 personas, de ésta, 5.447.930 eran del sexo masculino y 5.351.390 del sexo femenino. Por otro lado si se separa la población en edades, los rangos de 0 - 14 años, de 15 - 64 y de 65 años y más, 4.704.400 personas se ubicaron en el primer rango, lo que representa un 44,2% del total, mientras que 5.662.570 personas estaban en el segundo rango, representando un 52% y por último, en un porcentaje muy menor, sólo un 3,4%, y apenas 372.600 personas, se clasificaron en el tercer rango.

En cuanto a la población económicamente activa (PEA) de la República de Guatemala el 57% de la población no es económicamente activa o productiva, siendo ésta mayoritariamente rural con un 65% del total y 35% en el área urbana.

Con relación a la PEA de los departamentos que conforman la ruta del trazado, según las proyecciones para el año 2003 elaboradas a partir del Censo de 1994, el Departamento de Guatemala concentra más del 25% de ésta a escala nacional. Los demás departamentos tienen una participación muy menor en este componente (Cuadro 6A.4.12). Con relación al género, es notoriamente mayor la participación masculina en detrimento de la femenina en los tres

departamentos, siendo la tasa más alta de participación femenina (35%) la que se encuentra en el Departamento de Guatemala. En los demás ésta es menor a un 15%.

Cuadro 6A.4.12.: PEA de los departamentos incluidos en el área de influencia del Proyecto y nacional, según proyecciones al año 2003

DEPARTAMENTO	PEA			% SOBRE EL TOTAL NACIONAL
	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	
Guatemala	593.915	315.322	909.237	25,5
Santa Rosa	72.048	10.002	82.050	2,3
Jutiapa	111.167	12.677	123.844	3,5
Nacional	2.894.099	667.748	3.561.847	100,0

Fuente: Elaboración propia con base en www.descubra.info/censo-gt/

La densidad de la población global es de 99,2 personas/km² mientras a nivel de los municipios involucrados el promedio es de 140 habitantes/km².

Con relación a los movimientos migratorios, no existe ningún registro que permita establecerlos en el área de influencia del Proyecto, sin embargo por información directa se pudo determinar que es mínima y se da de las aldeas y caseríos a las cabeceras municipales en pequeña escala y hacia la capital en un mayor grado, para buscar empleo, estudio y mejores condiciones económico-sociales y por el reclutamiento militar. Se da también en la época de corte de caña y en los períodos de cosecha del café.

6A.4.2.3.1. ESTRUCTURA DE LA POBLACIÓN

Como ya se ha mencionado, las poblaciones del corredor están estructuradas en municipios, aldeas y caseríos. Las cabeceras municipales tienen la categoría de zonas urbanas, las aldeas y caseríos de zonas rurales.

El área urbana dispone de mayores facilidades, vías de acceso, infraestructura y servicios. El área rural por lo general cuenta únicamente con escuelas de nivel primario y algunos puestos de salud de primeros auxilios, servicios básicos e infraestructura deficiente.

Los municipios involucrados presentan, a escala departamental, una baja proporción de habitantes, caracterizándose estos, además, por ser mayoritariamente rurales.

En este contexto, con relación a la población, los lugares por los cuales se proyecta pasará el tendido, no presenta un elevado número de habitantes y cuando estos están presentes, están más bien dispersos y alejados de los centros urbanos respectivos y por consiguiente, el trazado propuesto no afectará el modo de vida de dichas poblaciones.

6A.4.2.3.1.1. POBLACIÓN URBANA Y RURAL

Del total de población rural y urbana residente en el Departamento de Guatemala, sólo tres municipios, Santa Catarina Pinula, Villa Canales y Fraijanes, están dentro del área de influencia del corredor eléctrico.

Del Departamento de Jutiapa se incorporan cuatro, Jutiapa, Comapa, Jalpatagua y San José Acatempa. Del Departamento de Santa Rosa son siete los municipios que están en el corredor: Cuilapa, Santa Rosa de Lima, Oratorio, Santa Cruz Naranjo, Nueva Santa Rosa, Barberena y Casillas.

Fuera de la capital, los departamentos de Jutiapa y Santa Rosa tienen dos terceras partes de su población en el área rural (78%). De todos los municipios, el que tiene mayor ruralidad (93%) es Comapa con 16.828 habitantes en el área rural.

Según el sector de vivienda, en el Cuadro 6A.4.13, se presenta la población que vive en los diferentes municipios de la Ruta I.

Cuadro 6A.4.13: Población según sector de vivienda de los municipios que componen la Ruta I

DEPARTAMENTO / MUNICIPIO	TOTAL	%	URBANA	%	RURAL	%
--------------------------	-------	---	--------	---	-------	---

DEPARTAMENTO / MUNICIPIO	TOTAL	%	URBANA	%	RURAL	%
Departamento de Guatemala	1.818.825	100	1.285.828	70,9	527.997	29,1
Villa Canales	62.33	3,4	5.525	8,9	56.809	91,1
Santa Catarina Pinula	438.628	2,1	8.193	21,2	30.435	78,8
Fraijanes	17.166	0,9	5.048	29,4	12.118	70,6
Departamento de Jutiapa	307.491	100	62.499	20,3	244.992	79,7
Jutiapa	72.611	23,6	14.642	20,2	57.969	79,8
Comapa	18.127	5,9	1.299	7,2	16.828	92,8
Jalpatagua	18.634	6,1	2.830	15,2	15.804	84,8
San José Acatemala	9.088	3,0	1.653	18,2	7.435	81,8
Departamento de Santa Rosa	246.698	100	59.377	24,1	187.321	75,9
Cuilapa	22.438	9,1	8.495	37,9	13.943	62,1
Santa Rosa de Lima	11.667	4,7	1.615	13,8	10.052	86,2
Oratorio	15.177	6,2	2.878	19,0	12.299	81,0
Santa Cruz Naranjo	8.964	3,6	1.236	13,8	7.728	86,2
Nueva Santa Rosa	24.402	9,9	4.102	16,8	20.300	83,2
Barberena	31.573	12,8	10.274	32,5	21.299	67,5
Casillas	16.554	6,7	1.541	9,3	15.013	90,7

Fuente: INE, X Censo de Población y V de Habitación, 1994.

6A.4.2.3.2. TASA DE CRECIMIENTO INTERCENSAL URBANA-RURAL

La tasa de crecimiento intercensal urbana y rural entre 1981 a 1994, traduce la realidad que vive la capital, que ha crecido un 3,1% en el área urbana y 1,1% en el área rural. Pero de todos los municipios incluidos en el área de influencia del Proyecto, el más sobresaliente es Santa Catarina Pinula, que tiene una de las tasas más altas, inclusive que la de la Ciudad de Guatemala, pero con la variante que la tasa rural sobrepasó a la urbana (5%).

En el Cuadro 6A.4.14 se presenta la tasa de variación intercensal total y según sector de vivienda entre los años 1981 y 1994 de los municipios que integran la Ruta I,

Cuadro 6A.4.14: Variación intercensal total y según sector de vivienda

Fuente: INE, IX Censo de Población y IV de Habitación, 1981 y X censo de Población

DEPARTAMENTO MUNICIPIO	TASA DE CRECIMIENTO (%)		
	TOTAL	URBANA	RURAL
Departamento de Guatemala	2,5	3,1	1,1
Santa Catarina Pinula	6,1	5,0	6,5
Villa Canales	3,5	3,3	3,6
Fraijanes	3,9	3,7	4,0
Departamento de Jutiapa	1,6	1,9	1,5
Jutiapa	1,6	2,5	1,4
Comapa	2,1	1,7	2,1
Jalpatagua	2,3	3,1	2,1
San José Acatempa	1,1	0,4	0,0
Departamento de Santa Rosa	1,8	2,2	1,7
Cuilapa	2,1	3,1	1,6
Santa Rosa de Lima	1,7	2,2	1,6
Casilla	2,3	- 1,2	2,8
Oratorio	1,6	1,7	1,6
Santa Cruz Naranjo	1,6	0,1	1,9
Nueva Santa Rosa.	2,8	0,4	3,3
Barberena	2,6	4,4	1,8

y V de Habitación 1994.

6A.4.2.3.3. POBLACIÓN INDÍGENA Y POBLACIÓN FEMENINA

De los tres departamentos, Guatemala es el que cuenta con la mayor cantidad de indígenas (223.948), los que representan el 12,3% de la población total del Departamento, según el X Censo de Población y V de Vivienda de 1994.

El Departamento con menos población indígena es Santa Rosa con sólo 6.465 habitantes. Comapa en Jutiapa es el Municipio con el más alto porcentaje de población indígena (14,3%) y Cuilapa en Santa Rosa es el que tiene el menor porcentaje (2,4%).

Llama la atención que la mayoría de la población, en 1994 según cifras del INE, era, en el Departamento de Guatemala, femenina (52,3%) mientras que para el mismo período en Santa Rosa había menos población femenina (49,6%) que masculina. (Cuadro 6A.4.15).

Cuadro 6A.4.15: Población indígena y femenina por departamentos de la Ruta I

DEPARTAMENTO / MUNICIPIO	POBLACIÓN INDÍGENA	% INDÍGENA	POBLACIÓN FEMENINA	% FEMENINA
Departamento de Guatemala	223.948	12,3	948.162	52,3
Sta. Catarina Pinula	1.448	3,7	20.085	52,0
Fraijanes	673	3,9	8.691	50,6
Villa Canales	1.718	2,8	31.455	50,5
Departamento de Jutiapa	15.586	5,1	155.491	50,6
Jutiapa	7.207	9,9	36.957	50,9
Comapa	2.592	14,3	9.100	50,2
Jalpatagua	431	2,3	9.466	50,8
San José Acatempa	18	0,2	4.657	51,2
Departamento de Santa Rosa	6.465	2,6	122.400	49,6
Casillas	141	0,9	8.159	49,3
Cuilapa	531	2,4	11.164	49,8
Sta. Rosa de Lima	197	1,7	5.760	49,4
Barberena	1.614	5,1	15.672	49,6
Oratorio	180	1,2	7.625	50,2
Sta. Cruz Naranjo	161	1,8	4.491	50,1
Nueva Sta Rosa.	296	1,2	12.341	50,6

Fuente: INE, X Censo de Población y V de Habitación 1994.

6A.4.2.3.4. POBLACIÓN POR GRUPOS DE EDAD

En 1994, el 59,3% de la población del Departamento de Guatemala se encontraba en el grupo de edad de 15 a 64 años. De igual modo el porcentaje mayoritario se concentra en los departamentos de Santa Rosa y Jutiapa. Pero en el grupo de 0 – 14 años, los departamentos de Santa Rosa y Jutiapa están por encima (44%) del Departamento de Guatemala.

Cuadro 6A.4.16: Distribución de la población según grupo de edad

GRUPOS DE EDAD	GUATEMALA		SANTA ROSA		JUTIAPA	
	POBLACIÓN N	%	POBLACIÓN	%	POBLACIÓN N	%
0 – 14	659.829	36,3	108.796	44,1	138.207	44,9
15 – 64	1.075.780	59,3	126.790	51,4	155.117	50,4
65 y más	78.216	4,3	11.112	4,5	14.167	4,6
Relación de Dependencia ('15 años y ≥65 años por cada 100 personas de 15 – 64 años)	—	40,6	—	48,6	—	49,5

Fuente: INE, X Censo de Población y V de Habitación 1994.

6A.4.2.3.5. ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN POR QUINQUENIOS

De acuerdo con el INE, y con base a la tasa de crecimiento del país se hicieron proyecciones de la población para el 2000 y el 2005. En el caso del Departamento de Guatemala la población en el 2005 alcanzaría, según tales proyecciones, a los 2.979.744 habitantes, incrementándose en 761.169 habitantes en dicho periodo, lo que representaría un 34% más en este lapso de 10 años. Mientras que en el Departamento de Santa Rosa el incremento de la población en el 2005 representará un 19,7 % y en Jutiapa un 10,4 %. (Cuadro 6A.4.17).

6A.4.2.4. DESARROLLO SOCIAL

Al igual que la mayoría de los países de Latinoamérica, Guatemala es un país subdesarrollado y como tal, mantiene en este estado a la mayoría de su población, que tiene un déficit en cuanto a vivienda, energía eléctrica, drenaje, educación, salud y agua potable, accediendo a este tipo de beneficio, sólo un pequeño grupo de la población. Los índices de Desarrollo Humano de 1998 expresados por el *Informe de Naciones Unidas*, de 1999 denominado *Guatemala El Rostro Rural del Humano*, así lo confirman.

Cuadro 6A.4.17: Estimación de población en quinquenios de los municipios que conforman los tres departamentos incluidos en el área de influencia del Proyecto

DEPARTAMENTO GUATEMALA	QUINQUENIOS			DEPARTAMENT O SANTA ROSA	QUINQUENIOS			DEPARTAMENTO JUTIAPA	QUINQUENIOS		
	1995	2000	2005		1995	2000	2005		1995	2000	2005
Guatemala	980.819	1.015.303	1.031.376	Cuilapa	26.570	29.472	32.464	Jutiapa	84.949	84.949	98.239
Santa Catarina Pinula	49.126	66.572	88.591	Barberena	37.571	42.569	47.879	El Progreso	19.560	19.560	23.458
San José Pinula	30.228	36.087	42.044	San Rosa de Lima	13.739	14.916	16.102	Santa Catalina Mita	24.884	24.884	29.538
San José del Golfo	5.118	5.709	6.226	Casillas	19.642	21.977	24.419	Agua Blanca	15.753	15.753	17.143
Palencia	42.046	48.923	55.575	San Rafael Las Flores	7.195	7.823	8.455	Asunción Mita	43.245	43.245	49.754
Chinautla	77.931	90.917	103.546	Oratorio	17.858	19.352	20.857	Yupiltepeque	11.111	11.111	12.078
San Pedro Ayanpuc	25.152	30.653	36.455	San Juan Tecuaco	7.212	7.965	8.741	Atescatempa	15.054	15.054	16.144
Mixto	375.229	440.065	503.794	Chiquimutilla	44.376	48.218	52.091	Jerez	5.854	5.854	6.533
San Pedro Sacatépequez	25.997	31.271	36.705	Taxisco	24.317	25.735	27.121	El Adelanto	5.445	5.445	5.878
San Juan Sacatépequez	110.658	137.136	165.819	Santa María Ixhután	20.061	21.429	22.779	Zapotellán	7.777	7.777	8.816
San Raymundo	18.261	20.286	22.020	Guazacapán	14.458	15.868	17.307	Comapa	21.314	21.314	25.614
Churranchó	8.438	8.630	8.670	Santa Cruz Naranjo	10.549	11.440	12.336	Jalpatagua	21.953	21.953	26.878
Fraijanes	21.262	25.666	30.241	Pueblo Nuevo Viñas	18.433	19.116	19.767	Conguaco	14.373	14.373	16.243
Amatitlán	68.043	82.255	97.026	Nueva Santa Rosa	29.520	33.934	38.756	Moyuta	32.848	32.848	37.952
Villa Nueva	248.865	363.574	518.539					Pasaco	7.941	7.941	8.600
Villa Canales	76.874	91.091	105.348					San José Acatempa	10.566	10.566	11.680
Petapa	54.528	54.388	127.769					Quezada	16.252	16.252	1.747
Total	2.218.575	2.548.526	2.979.744	Total	291.501	319.814	349.074	Total	358.879	358.879	396.295

Fuente: INE - CELADE, Guatemala: Estimaciones de Población por Departamento y Municipio, 1997.

6A.4.2.4.1. POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA (PEA)

El término Población Económicamente Activa se define como el conjunto de personas de 7 años y más de edad que durante el período de referencias censal (una semana antes del inicio del censo) ejercieron una ocupación o la buscaban activamente. La PEA la integran los ocupados y desocupados.

Según datos del X Censo de Población y V de Habitación de 1994, en los tres departamentos de la Ruta I, un 99% de la población que conforma la PEA, estaría en aquella fecha ocupada, siendo la proporción de hombres casi el doble de las mujeres en el Departamento de Guatemala y ocho veces más en Jutiapa y Santa Rosa (Cuadro 6A.4.18).

Cuadro 6A.4.18: PEA en los tres departamentos y población desocupada según sexo

DESCRIPCIÓN (GUATEMALA) 1999	TOTAL	%	HOMBRE	%	MUJERES	%
Total PEA	660.166	100,0	429.539	65,1	230.627	34,9
Población Ocupada*	654.458	99,1	425.452	64,4	229.006	35,7
Población Desocupada	5.708	0,9	4.087	0,6	1.621	0,2

DESCRIPCIÓN (JUTIAPA)	TOTAL	%	HOMBRES	%	MUJERES	%
Total PEA	84.345	100,0	75.762	89,8	8.583	10,2
Población Ocupada*	83.966	99,5	75.446	89,4	8.520	10,1
Población Desocupada	379	0,5	316	0,4	63	0,1

DESCRIPCIÓN (SANTA ROSA) 1994	TOTAL	%	HOMBRES	%	MUJERES	%
Total PEA	71.951	100,0	63.375	88,1	8.576	11,9
Población Ocupada*	71.498	99,4	63.002	87,6	8.496	11,8
Población Desocupada	453	0,6	373	0,5	80	0,1

* Esta variable incluye a las personas de 7 años y más de edad que durante el periodo de referencia censal se encontraban trabajando en forma asalariada o independiente.

Fuente: X Censo Población y V de habitación, INE, 1994.

Las proyecciones del INE para el año 2003 indican que la PEA en los tres departamentos seguiría manteniendo la misma tendencia en lo referido a la proporción entre hombres y mujeres, como se puede observar en el Cuadro 6A.4.19.

Cuadro 6A.4.19: PEA proyectada al año 2003 según género

DEPARTAMENTO	MASCULINO	FEMENINO	TOTAL	% MASCULINO	% FEMENINO
--------------	-----------	----------	-------	-------------	------------

Guatemala	593.915	315.322	909.237	65,3	34,7
Jutiapa	111.167	12.677	123.844	89,8	10,2
Santa Rosa	72.048	10.002	82.050	87,8	12,2

Fuente: www.descubra.info/censo-gt/, consultada el 2 de junio de 2003.

6A.4.2.4.1.1. POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA POR RAMA DE LA ACTIVIDAD

Para el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (s/f), los salarios según rama de actividad económica se encontraban distribuidos, en el Departamento de Santa Rosa, mayormente en los servicios (41%) y en la agricultura, silvicultura, caza y pesca (35%). En Guatemala, tal como en Santa Rosa, la principal fuente de ingresos son los servicios (40%). En el Departamento de Jutiapa el 77% de los salarios se genera a partir de los servicios.

En el Cuadro 6A.4.20 se presenta la PEA de los tres departamentos según sector de vivienda y productivo.

6A.4.2.4.2. SALUD

Los indicadores de salud reflejan que la esperanza de vida al nacer en el Departamento de Guatemala es 71,4 años, 6 años más alta que la de Jutiapa y 5,2 años por encima de Santa Rosa. Pero cuando se estudia la tasa de natalidad de los Departamentos de Santa Rosa y Jutiapa, ambos superan a la de Guatemala. La tasa de mortalidad en niños de 0 a 4 años para 1998 era más alta en Santa Rosa (3) y menor en Guatemala (1,4). (Cuadro 6A.4.21).

Cuadro 6A.4.20: PEA según sector de vivienda y productivo de los tres departamentos incluidos en el área del Proyecto

DESCRIPCIÓN	TOTAL			PORCENTAJE (%)			URBANO			PORCENTAJE (%)			RURAL			PORCENTAJE (%)		
	GUATEMALA	JUTIAPA	SANTA ROSA	GUATEMALA	JUTIAPA	SANTA ROSA	GUATEMALA	JUTIAPA	SANTA ROSA	GUATEMALA	JUTIAPA	SANTA ROSA	GUATEMALA	JUTIAPA	SANTA ROSA	GUATEMALA	JUTIAPA	SANTA ROSA
Agricultura	53,327	64,505	53,821	8.1	76.7	75.1	13,888	6,503	7,691	2.8	35.2	44.5	39,439	58,002	46,130	23.3	8.8	84.8
Minas y Canteras	1,086	78	169	0.2	0.1	0.2	674	8	10	0.1	0.0	0.1	412	70	159	0.2	0.1	0.3
Ind. Manufacturera	174,622	3,445	2,931	26.6	4.1	4.1	132,444	2,446	1,420	27.1	13.3	8.2	42,178	999	1,511	24.9	1.5	2.8
Electricidad	5,649	113	372	0.9	0.1	0.5	4,646	74	188	1.0	0.4	1.1	1,001	39	184	0.6	0.1	0.3
Construcción	62,392	3,138	4,508	9.5	3.7	6.3	35,288	1,277	1,843	7.2	6.9	10.7	27,104	1,861	2,665	16.0	2.8	4.9
Comercio	102,239	4,446	3,399	15.6	5.3	4.7	85,238	3,063	2,142	17.5	16.6	12.4	17,001	1,383	1,257	10.1	2.1	2.3
Transporte	44,155	1,308	1,425	6.7	1.6	3.0	34,787	809	779	7.1	4.4	4.5	9,368	499	646	5.5	0.8	1.2
Financieras, Seguros, etc.	55,541	741	729	8.4	0.9	1.0	48,651	450	500	10.0	2.4	2.9	6,890	291	229	4.1	0.4	0.4
Admón. Pública y Defensa	41,472	2,901	1,461	6.3	3.5	2.0	35,805	1,635	1,011	7.3	8.9	5.9	5,667	1,266	450	3.4	1.9	0.8
Enseñanza	11,246	364	247	1.7	0.4	0.3	10,032	303	170	2.1	1.6	1.0	1,214	61	77	0.7	0.1	0.1
Serv. Comunales	96,000	2,992	2,552	14.6	3.6	3.6	78,717	1,868	1,492	16.1	10.1	8.6	17,283	1,124	1,060	10.2	1.7	1.9
Organizaciones Extraterritoriales	2,028	25	29	0.3	0.0	0.0	1,814	10	21	0.4	0.1	0.1	214	15	8	0.1	0.0	0.0
Total Pea*	657,382	84,065	71,643	100.0	100.0	100.0	488,327	18,452	17,267	100.0	100.0	100.0	169,055	65,613	54,376	100.0	100.0	100.0
Actividad No Especificada	7,625			1.2			1,341			1.3			1,284		0.8			

Fuente: X Censo de Población y V de Habitación, Instituto Nacional de Estadística. / Departamento Actuarial y Estadístico del IGSS, Boletín Estadístico, Enero – Diciembre. s/f

Cuadro 6A.4.21: Principales indicadores de salud, 1997-1998 para los tres departamentos⁶ de la Ruta I

INDICADORES	GUATEMALA		SANTA ROSA		JUTIAPA	
	1997	1998	1997	1998	1997	1998
Esperanza de Vida al Nacer (años)	71,4	71,4	66,2	66,2	65,4	65,4
Tasa de Natalidad (x 1.000 Hb).	22,8	26,3	32,7	34,9	33,7	34,2
Tasa de Fecundidad (x 1.000 Mujeres edad)	94,4	110,4	156,9	166,2	165,5	166,9
Tasa de Mortalidad Neonatal (x 1.000 N.V.)	7,8	8,8	14,1	14,9	10,3	9,0
Tasa de Mortalidad Infantil (x 1.000 N.V.)	23,3	19,9	27,6	33,4	32,9	25,6
Tasa de Mortalidad (x 1.000 de 1 a 4 años)	1,5	1,4	2,5	3,0	2,9	2,7
Tasa de Mortalidad Materna (x 100.000 N.V.)	33,9	37,6	80,9	46,5	33,6	54,6

Fuente: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social., s/f.

6A.4.2.4.2.1. MORBILIDAD GENERAL

Las causas de morbilidad tienen que ver con las condiciones socioambientales en las cuales vive la población. Si se analizan las cifras del año 1999, las infecciones respiratorias agudas son las que encabezan, en todos los departamentos, las principales causas de enfermedad de la población y la que genera mayor perjuicio a la gente. La segunda causa sería el parasitismo intestinal, ocurrencia asociada al consumo de alimentos y agua contaminada y malos hábitos de higiene. El análisis se hace desde una perspectiva departamental, estimándose que la situación en los municipios debe reflejarse en ésta, además debido a la inexistente o incompleta información que a escala municipal se ha podido acceder.

Los habitantes de las localidades que conforman a los municipios existentes en los tres departamentos que, a su vez, conforman la Ruta I, disponen de atención primaria en puestos de salud y consultorios instalados en las cabeceras municipales.

En las cabeceras departamentales, existen hospitales, no así en los demás municipios, lo que obliga a la población que requiere este tipo de atención a desplazarse a dichos lugares. (<http://www.mspas.gob.gt/> consultada en sept. 2003).

⁶ Esta información no está disponible a escala municipal

En el Departamento de Guatemala, la situación es diferente a la de los otros dos departamentos, Jutiapa y Santa Rosa. Éste, por albergar la capital nacional, dispone de una mayor infraestructura y de capacidad profesional instalada, funcionando como zona receptora, especialmente de las localidades cercanas y de situaciones en las cuales es necesaria la intervención de especialistas.

6A.4.2.4.2. MORTALIDAD GENERAL

Entre las diez causas más frecuentes de mortalidad, en los tres departamentos de la ruta, en 1998, el primer lugar lo ocupó la neumonía seguida por la bronconeumonía.

En los Departamentos de Jutiapa el primer lugar es el Infarto Agudo del Miocardio, mientras que el Síndrome Diarreico Agudo ocupa el tercer lugar. Para Santa Rosa no existe información acabada respecto al tema, aunque se reconoce a las enfermedades del corazón como las más significativas y la diarrea en tercer lugar.

6A.4.2.4.3. EDUCACIÓN

Según fuentes del Ministerio de Educación, el Departamento de Guatemala supera en 2,8 veces la tasa de incorporación al sistema a nivel preprimario con relación a Jutiapa y Santa Rosa. Mientras que en la incorporación a nivel primario, el Departamento de Jutiapa alcanzó un porcentaje superior a Santa Rosa y Guatemala. Este Departamento alcanzó superar también en su tasa neta de escolaridad de nivel primario a los otros departamentos. (Cuadro 6A.4.22).

Cuadro 6A.4.22: Cobertura educativa en los municipios incluidos en la ruta I (%)

INDICADOR	1995			1996			1997			1998		
	Guatemala	Jutiapa	Santa Rosa									
Tasa de incorporación al Sistema - TIS - nivel preprimario	37,1	7,4	8,4	36,9	6,9	8,1	34,9	9,0	9,5	35,5	12,4	13,1
TIS nivel primario	81,3	74,3	79,5	81,6	70,7	75,8	81,7	86,3	85,8	89,1	93,7	89,5
TIS nivel medio: ciclo básico	41,9	12,8	11,4	39,6	10,2	12,4	38,6	11,6	11,8	37,4	14,6	13,4
TIS nivel medio: ciclo diversificado	38,3	10,4	6,4	35,5	9,6	6,5	32,9	9,7	5,8	34,5	12,1	7,8
Tasa bruta de escolaridad nivel preprimario	58	10,9	12,6	59,0	10,0	13,4	55,8	13,4	13,4	56,1	21,1	20,1
Tasa bruta de escolaridad nivel primario	98,8	90,5	102,4	98,7	88,4	99,6	94,7	101,7	100,9	96,9	107,1	101,8
Tasa bruta de escolaridad nivel medio: ciclo básico	70,3	23,9	27,8	67	21,5	28,5	65,0	22,8	27,0	64,0	25,7	28,8
Tasa bruta de escolaridad nivel medio: ciclo diversificado	33,8	10	6,6	32,7	9,4	7,2	31,1	9,59	14,7	31,6	11,3	9,7
Tasa neta de escolaridad nivel preprimario	43,2	8,5	10,4	44	7,9	10,9	42,1	10,9	11,6	42,8	15,5	15,8
Tasa neta de escolaridad nivel primario	84,6	75,9	83,4	84,7	73,8	81,1	82,0	85,7	82,9	85,3	90,7	84,8
Tasa neta de escolaridad nivel medio: ciclo básico	47,5	15,7	16,4	45,9	13,8	17,4	43,9	14,8	16,6	42,5	16,8	17,8
Tasa neta de escolaridad nivel medio: diversificado	29	8,7	5,7	28,3	8,2	6,2	26,7	8,43	11,9	26,7	9,9	8,1
Promedio de Alumnos por docente nivel primario	28,1	40,7	36,4	30,5	39,8	37,2	32,4	37,6	44,0	32,8	37,4	38,0
Promedio de Alumnos por docente nivel medio: ciclo básico	15,1	17,4	18,1	15,2	15	19,9	14,7	15,2	19,8	14,2	14,7	17,5
Promedio de Alumnos por docente nivel medio: ciclo diversificado	14,9	25,9	12,7	16,3	22,6	21,5	11,1	18,8	28,3	11,1	20,9	18,0

Fuente: Anuarios Estadísticos del MINEDUC 1995, 1996, 1997. Anuario Estadístico del MINEDUC 1998, (Versión Preliminar).

6A.4.2.4.3.1. ANALFABETISMO

Con relación a los índices de analfabetismo, Guatemala guarda el menor índice, comparado con Jutiapa (32%) y Santa Rosa (29%).

Si se analiza la alfabetización según género, en los tres departamentos, hay más mujeres analfabetas que hombres (Cuadro 6A.4.23).

Cuadro 6A.4.23: Índice de analfabetismo por Departamento según sexo, en población de 15 años y más, 1998. Ruta I

DEPARTAMENTO	HOMBRES (%)	MUJERES (%)
Guatemala	9,0	13,5
Jutiapa	25,8	38,6
Santa Rosa	23,3	34,7

Fuente: CONALFA, s/f

6A.4.2.4.4. VIVIENDA

En lo que a viviendas se refiere, la información divulgada por el INE, como parte de los resultados del XI Censo de Población y VI de Habitación 2002-03, revela que en el territorio guatemalteco existen un total de 2.578.265 viviendas, de las cuales 619.636 se concentran en el Departamento de Guatemala.

Las viviendas existentes en los departamentos que integran la Ruta I, suman un total de 789 mil, lo que representa cerca de un 30% del total de viviendas del país. En dichos departamentos la proporción de habitantes por hogar es un poco más baja que la registrada a escala nacional, como se puede observar en el Cuadro 6A.4.24.

Cuadro 6A.4.24.: Población total y viviendas de los departamentos que conforman la Ruta I

DEPARTAMENTO	POBLACIÓN	VIVIENDAS	HAB / VIVIENDA
--------------	-----------	-----------	----------------

DEPARTAMENTO	POBLACIÓN	VIVIENDAS	HAB / VIVIENDA
Guatemala	2.541.581	619.636	4,1
Jutiapa	389.085	94.807	4,1
Santa Rosa	301.370	74.458	4,0
Total departamentos	3.232.036	788.901	4,1
Guatemala	11.237.196	2.578.265	4,4

Fuente: Elaboración propia con base en XI Censo de Población y VI de Habitación, INE, 2002-2003.

Del total de viviendas existentes en los tres departamentos, con base al Censo 2002-03, el Departamento de Guatemala concentra la mayor parte de éstas. Le siguen Jutiapa y Santa Rosa.

Con relación a la cantidad de viviendas existentes en cada uno de los municipios por los cuales se proyecta pasará el Proyecto SIEPAC, Villa Canales y Jutiapa, localizadas en el Departamento de Guatemala y Jutiapa respectivamente, son las más grandes con más de 25 mil, lo que representa, en el primer caso, cerca del 50% del total de viviendas de los tres municipios de este Departamento que se encuentran en el área de influencia del Proyecto. En el segundo, más del 60% del total de las viviendas de los cuatro municipios por lo cuales se prevé pasará el tendido. (Cuadro 6A.4.25)

Al analizar los datos del Cuadro 6A.4.25, se concluye que el Proyecto en su recorrido incluye municipios bastante poblados y zonas de viviendas. Sin embargo al observarse en la cartografía respectiva, referida al trazado propiamente tal, se constata que éste ha tendido a alejarse de dichos centros urbanos y recorre lugares mínimamente poblados, con el fin de evitar impactos sobre dicha población.

Cuadro 6A.4.25: Cantidad de población y viviendas de los municipios que conforman la Ruta I

RUTA I, GUATE-ESTE-EL SALVADOR			
DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	POBLACIÓN	VIVIENDA
Guatemala	Santa Catarina Pinula	63.767	15.781
	Fraijanes	30.701	7.260
	Villa Canales	103.814	25.179
Total		198.282	48.220
Total Departamento		2.541.581	619.636

RUTA I, GUATE-ESTE-EL SALVADOR			
DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	POBLACIÓN	VIVIENDA
Santa Rosa	Santa Rosa de Lima	14.823	3.866
	Santa Cruz Naranjo	11.241	2.752
	Nueva Santa Rosa	28.653	7.112
	Cuilapa	30.951	7.344
	Oratorio	19.550	4.750
Total		105.218	25.824
Total Departamento		301.370	74.458
Jutiapa	Jutiapa	109.910	25.037
	San José Acatempa	11.725	3.126
	Jalpatagua	22.776	5.839
	Comapa	23.715	5.569
	Total	168.126	39.571
Total Departamento		389.085	94.807

Fuente: Elaboración propia con base en XI Censo de Población y VI de Habitación, INE, 2002-2003.

De acuerdo con las proyecciones elaboradas con base en el Censo de 1994, según tipo de vivienda, la mayoría de éstas se caracterizan por ser casas, a excepción de las existentes en los municipios de Comapa y Jutiapa, en el Departamento de Jutiapa, donde un 28% y un 8% respectivamente de las viviendas han sido calificadas como ranchos, lo que denotaría una mala calidad de la misma y consecuentemente una reducida capacidad financiera de sus habitantes. (Cuadro 6A.4.26)

Cuadro 6A.4.26: Cantidad de viviendas de los municipios de la Ruta I según tipo

DEPARTAMENTO/ MUNICIPIO	TIPO DE VIVIENDA						TOTAL
	APARTAMENTO	CASA	IMPROVISAD	OTROS	PALOMAR	RANCHO	
Santa Rosa							43.622
Barberena	4	9.408	98	5	341	169	10.025
Casillas	0	4.809	17	16	0	60	4.902
Cuilapa	1	7.128	245	1	125	187	7.687
Nueva Santa Rosa	0	8.459	36	7	5	56	8.563
Oratorio	0	4.917	22	1	0	449	5.389
Santa Cruz Naranjo	0	2.946	5	2	16	45	3.014
Santa Rosa de Lima	0	3.923	19	2	20	78	4.042
Jutiapa							15.268
Jutiapa	11	21504	69	10	351	1.862	23.807
Comapa	0	4.363	31	16	0	1.748	6.158
Jalpatagua	0	4.797	23	1	29	666	5.516
San José Acatempa	0	3.587	0	0	0	7	3.594
Guatemala							37.654

DEPARTAMENTO/ MUNICIPIO	TIPO DE VIVIENDA						TOTAL
	APARTAMENTO	CASA	IMPROVISAD	OTROS	PALOMAR	RANCHO	
Fraijanes	0	5.175	171	5	16	41	5.408
Santa Catarina Pinula	26	10.868	819	13	385	125	12.236
Villa Canales	22	16.984	1.750	17	867	370	20.010

Fuente: Elaboración propia con base en www.descubra.info/censo-gt/ y <http://www.censos.gob.gt/>.

6A.4.3. ECONOMÍA

6A.4.3.1. ACTIVIDADES ECONÓMICAS

En el Producto Interno Bruto (PIB) guatemalteco, que tuvo un crecimiento real en el año 2002 de un 2%, interfieren de manera significativa, fundamentalmente los sectores agropecuarios, comercial e industrial, como se puede apreciar el Cuadro 6A.4.27. De estos sectores, el agrícola, entre los años 1998 y 2002, ha percibido un retroceso en su nivel de participación que se reduce de un 23,6% a un 22,4%; la industria reduce su participación desde un 13,6% a un 12,8%, mientras que el comercio mantiene una tendencia hacia la estabilidad con índices que variaron de un 24,6% a un 24,8%.

Cuadro 6A.4.27: Producto Interno Bruto por actividad económica 1998 – 2002. (Millones de quetzales de 2002)

ACTIVIDAD	1998	1999	2000	2001	2002
Agricultura, silvicultura, caza y pesca	1.095,6	1.128,1	1.159,1	1.171,5	1.187,4
Minería	30,1	30,2	27,3	26,5	28,3
Industria	637,4	656,6	663,2	677,7	678,3
Construcción	112,0	120,2	110,3	91,1	92,7
Electricidad, gas y agua	166,0	175,7	210,2	212,9	217,1
Transporte y comunicaciones	426,2	447,6	473,2	520,3	550,5
Comercio	1.154,9	1.198,4	1.239,9	1.268,9	1.311,5
Banca y Seguros	245,1	257,1	266,6	271,7	261,3
Propiedad y vivienda	217,6	223,7	233,3	238,8	245,3
Administración pública y defensa	347,7	369,7	377,7	409,6	409,6
Servicios privados	268,8	277,9	287,7	300,2	311,3
PIB	4.701,5	4.885,4	5.048,0	5.189,2	5.293,3

Fuente: Banco de Guatemala.⁷

La economía del área del corredor de la línea, es eminentemente agropecuaria, ya que tanto su producción como la mano de obra, definida a través de la PEA, tal como a escala nacional está dirigida principalmente a este sector, a excepción del Departamento de Guatemala (Cuadro 6A.4.28, elaborado sobre la base del Cuadro 6A.4.20). En los departamentos por los cuales

⁷ En <http://www.negociosguatemala.com/negocios/actividadeseconomicas.asp>, consultado en junio del 2003

pasará la línea de SIEPAC, salvo Guatemala, no existen industrias, minas y canteras de importancia que influyan en la composición del valor de la producción (no existe información para determinar el monto del valor de la producción ni siquiera a nivel de departamentos y menos a escala municipal. Para ello sería necesario levantar un censo o encuesta en todas las poblaciones relacionadas).

Cuadro 6A.4.28: PEA según área de residencia y rama de actividad (1994)

ACTIVIDAD	GUATEMALA	%	JUTIAPA	%	SANTA ROSA	%
Agricultura	53.327	8,1	64.505	76,7	53.821	75,1

Fuente: INE, X Censo de Población y V de Habitación. 1994.

Por lo antes manifestado se han utilizado los índices que existen a escala nacional y por ello se podría decir que, el corredor mantiene las mismas características económicas del país, a excepción del Departamento de Guatemala y algunos otros como Escuintla, Retalhuleu, Suchitepequez, con pequeñas variantes.

6A.4.3.2. INSTALACIONES INDUSTRIALES, MINAS Y CANTERAS

Como ya se mencionó, Guatemala es un país con un bajo nivel de desarrollo industrial y de explotación minera. La participación de la industria en el PIB nacional se ha reducido de un 13,6% en 1998 a un 12,8% en el año 2002. En 1992, el sector contribuyó con el 14,6% del PIB. En el caso de la explotación minera ésta apenas contribuyó, en 1998 con un 0,6% del PIB y en el año 2002, sólo con un 0,5%. Un sector que ha incrementado su participación en el PIB, ha sido el de la electricidad, agua y gas, que creció de un 3,3% en el año 1991, a un 4,1% en el año 2002, debido fundamentalmente a la explotación de petróleo crudo en El Petén.

El Directorio Industrial 93/94, de la Cámara de Industria de Guatemala, tiene un registro de 99 productos, clasificados según la nomenclatura arancelaria de Bruselas (INAB), de los cuales algunos no son producidos en el país y otros ensamblados o transformados con base a materias primas que proceden del exterior. La mayor parte son manufacturas agroindustriales, (productos alimenticios) estando las industrias, en su mayoría, localizadas en los departamentos Guatemala y Escuintla, y en menor grado en el resto de los departamentos de la

República, como Suchitepéquez, Rethauleu, Quetzaltenango. En otros departamentos son reducidos y están relacionados con productos agroforestales y alimenticios.

Los productos que más se fabrican en el país son artículos de vestir, farmacéuticos, plásticos, artículos de cuero, de madera, papel y cartón y sus derivados, hierro y acero (para estos últimos se importa materia prima).

6A.4.3.3. TURISMO Y RECREACIÓN

Guatemala, es un país que por su clima, topografía, orografía y posición geográfica, así como por sus antecedentes precolombinos y coloniales, cuenta con un sin número de recursos turísticos y recreativos, la mayoría de los cuales por falta de infraestructura física e interés público no han sido aprovechados para el turismo y la recreación.

Entre los lugares turísticos y recreativos más importantes a escala nacional e internacional y por su fácil acceso se nombran:

- La Antigua Guatemala (Departamento de Sacatepequez).
- El Lago de Atitlán y pueblos ribereños (Departamento de Sololá).
- Santo Tomás Chichicastenango (Quiche).
- Río Dulce, Lago de Izabal y Castillo de San Felipe (Izabal).
- Ruinas Mayas de Petén (Petén).
- Ruinas de Chiché de Zaculeu (Quiché)
- Canal de Chiquimulilla (Sta. Rosa y Escuintla)
- Lago de Amatitlán (Guatemala)
- Basílica de Cristo de Esquipulas (Chiquimula).
- Ruinas de Kaminaljuyú (Guatemala).
- Ruinas de Zaculeu (Huehuetenango).

Asimismo el país cuenta con muchos balnearios, lagos y lagunas, cataratas, sitios fluviales, sitios arqueológicos (ruinas precolombinas y de la Colonia), centros indígenas, grutas, montañas, volcanes, cerros que podrían aprovecharse para un desarrollo turístico.

La mayoría de los lugares turísticos y recreativos son visitados por las poblaciones aledañas a éstos y turistas nacionales, ya que el turismo internacional concurre, principalmente, a los sitios enumerados anteriormente, por la facilidad de acceso a los mismos.

En el área del corredor de la línea, existen recursos turísticos y recreativos naturales que no están habilitados para su uso y se circunscriben más que todo a parajes, cerros y riberas de ríos, que son visitados principalmente por los vecinos del área y algunas personas que transitan por allí, éstos están en jurisdicción de:

- Santa Catarina Pinula: una laguna, una laguneta, y varios ríos.
- Fraijanes: los ríos Aguacapa, El Chocolate, El Retiro, El Sauce, Fraijanes, Las Cañas.
- Santa Rosa de Lima: una laguneta
- San José Acatempa: cuenta con varios, entre los cuales están río Lanco, río Coyolar, río El Gorrión y el río Grande que atraviesa el Municipio. En el cerro Las Minas existe un mirador.
- Comapa: el río Pululá, varios yacimientos arqueológicos (Comapa y Las Pilas).
- Nueva Santa Rosa: los ríos El Riachuelo y Los Esclavos, que surte de agua a la planta hidroeléctrica Los Esclavos, La Catarata, Los Chorritos.
- Jalpatagua: el recurso turístico más importante es la cueva de Andá Mirá, además los ríos Paz y los Hoyos, y Los Chorritos.
- Oratorio: cuenta con más de 15 ríos y dos lagunetas en su jurisdicción, está el yacimiento arqueológico Arado Viejo.
- Cuilapa: entre sus recursos turísticos y recreativos cuenta con el río Cuilapa, a cuyos márgenes se encuentra la ciudad y al sur el río Los Esclavos, cuenta además con el yacimiento Arqueológico El Prado.

6A.4.4. USOS DE SUELO

Guatemala, es un país que depende para su desarrollo de apoyo externo y como tal su balanza de pagos es deficitaria, debido fundamentalmente a su subdesarrollo industrial y a las políticas de desarrollo económico adoptadas, que han facultado el decrecimiento de la agricultura entre los sectores que más significativamente aporta su PIB, como se ha mencionado anteriormente.

En los departamentos más pobres del país, conformados por una alta población indígena, no se han establecido planes reales de desarrollo, lo que ha dificultado y retrasado la implementación de una infraestructura física y social que coadyuve a elevar el nivel de vida de ésta y de los demás habitantes que hoy día viven en condiciones de pobreza a escala nacional, y ha intensificado el grado de deterioro de los recursos naturales en general y del recurso suelo en particular.

A modo de unificar criterios, como familias en situación de extrema pobreza, se definen aquellas cuyos ingresos mensuales son menores al valor de la canasta básica de alimento. Como familias en pobreza no extrema, se definen a las que tienen ingresos mensuales menores o iguales al precio de la canasta básica de bienes y servicios. Las familias definidas como no pobres son aquellas cuyo ingreso mensual es mayor al precio de la canasta básica de bienes y servicios (Clasificación SEGEPLAN, Encuesta Nacional Sociodemográfica, INE/86-7).

Dadas las características de país agrícola que todavía hoy persisten en Guatemala, el ingreso o renta de la población está íntimamente relacionada con la estructura de la propiedad de la tierra y la extensión de las fincas. Según el Censo de 1981, el 58% son propietarios, el 11% son arrendatarios, el 12% colonos y un 19% tiene otra forma de tenencia de la tierra. Dicha estructura se ha mantenido, con muy pequeñas variantes desde el Censo de 1964 y sigue vigente al año 2003.

Cabe señalar que en 1953 el gobierno, mediante el Decreto 900, expropió, con el fin de redistribuir la tierra, por departamentos, entre los incluidos en el área de influencia del Proyecto SIEPAC, cientos de fincas (Cuadro 6A.4.29), siendo el Departamento de Guatemala en el cual

se expropió el mayor número de éstas, 133, aunque no la mayor cantidad de hectáreas. Éstas le fueron expropiadas a Santa Rosa.

Cuadro 6A.4.29: Cantidad de fincas y hectáreas expropiadas en los departamentos incluidos en el área de influencia del Proyecto SIEPAC, entre 1954 y 1964

DEPARTAMENTO	NÚMERO	ÁREA TOTAL DE FINCAS (ha)	ÁREA EXPROPIADA (ha)	%
Guatemala	133	58.608	24.402	41,6
Santa Rosa	74	66.458	27.252	41,0
Jutiapa	40	23.683	12.575	53,0

Fuente: Oficina de Registro y Estadística del Departamento Agrario Nacional, Según informe del Comité Interamericano de Desarrollo Agrícola, Tenencia de la Tierra y Desarrollo Socio – Económico del Sector Agrícola: Guatemala. Unión Panamericana: Washington, D.C. 1965, p.41 Esta publicación está también disponible.

El uso de suelo se define como la ocupación del suelo por cualquier actividad. Durante la gira al corredor de la línea 230 kV, se observó que la vegetación ha sido intervenida por diferentes actuaciones antropogénicas. Mediante estas actuaciones se ha destruido parte de la vegetación existente, así como también se ha favorecido el desarrollo de nueva vegetación o modificado los proceso de sucesión de las comunidades vegetales.

Entre los usos de suelo se encuentran edificaciones, carreteras, forestal (recolección de leña) y viveros de plantas ornamentales los cuales fueron observados en el tramo Guate-Este- Villas Pradera. A partir de este punto hasta Teocinte se encuentran cultivos de café asociados con plátanos o guaba, maíz, mango Tommy, el limón persa, las naranjas y el frijol. A partir de Teocinte hasta El Tablón, predominan las plantaciones de café bajo sombra, áreas dedicadas a cultivos en limpio y ganadería en menor proporción. A continuación de El Tablón, en dirección a Las Pilas, predominan los potreros de hierba jaraguá para alimentación del ganado, cultivos de maíz blanco, sorgo, frijol negro y jocote corona. Las áreas dedicadas a los diferentes usos pueden observarse en el Mapa MG-11A.

6A.4.4.1. EL SECTOR AGRÍCOLA, GANADERO Y FORESTAL

Guatemala tiene una diversidad de climas y suelos que son utilizados, en actividades agrícolas, pecuarias y forestales con gran variedad de productos agrícolas, tales como café, caña de

azúcar, algodón, maíz, trigo, verduras, legumbres, frutas como manzana, durazno, naranja, papaya, limón, fresa, piña, sandía, melón, etc. Asimismo existe una parte del territorio que es eminentemente forestal en el área de El Petén y otras en donde todavía existen bosques en explotación (Izabal, Alta y Baja Verapaz).

El suelo agrícola, ganadero y forestal de Guatemala, está distribuido en microfincas (unidades menores a 1 manzana), fincas subfamiliares (entre 1 y 10 manzanas), fincas familiares (entre 10 y 64 manzanas o 1 caballería), fincas multifamiliares medianas (entre 1 y 20 caballerías) y fincas multifamiliares grandes (de 20 caballerías en adelante). Terminología utilizada de acuerdo con la capacidad de fuerza de trabajo que absorbe cada finca.⁸

Según estudios realizados y publicados en “Tierra y Trabajo en Guatemala: Una evaluación” (1982, pág. 77), en toda Guatemala ha perdurado, entre los años 1950 hasta 1980 una tendencia hacia la pérdida de tierra cultivable.

Con relación al tipo de propiedades existentes, la finca subfamiliar representa la mayor cantidad, con un 67% y apenas el 18% de la superficie del país. Si a éstas se suman las microfincas el total de fincas crece a un 87% de las fincas existentes y con una superficie correspondiente al 18,7% de la superficie total. Las fincas multifamiliares grandes representan el 62,6% de la superficie total, aspecto que redundará en una reducida capacidad productiva a escala nacional.

De 1964 a la fecha, no ha existido mayor cambio en la concentración de la tierra, por lo que se puede tomar lo establecido, con una pequeña diferencia, sobretudo con el incremento de las subfincas, microfincas y fincas familiares que por el incremento de la población rural se han subdividido, lo que ha afectado la capacidad productiva total del país

Entre las variedades más comúnmente cultivadas se encuentran la caña de azúcar, el maíz, el frijol, el trigo, el arroz, el banano, el té de limón, la cidronela, el algodón, el café, el hule y el

⁸ Una manzana 10.000 varas cuadradas y una caballería 64,5 manzanas.

cacao. La superficie dedicada a la producción de estos productos alcanza un 34% de las tierras de las fincas a escala nacional.

La tierra de uso agropecuario es utilizada, en un 22%, con pastos naturales y cultivados, principalmente, para ganado vacuno, caballo y mular.

La superficie ocupada con bosques, montes y matorrales alcanza a un 34%, y la tierra no utilizable un 9% del total de la tierra a escala nacional. Según información del Grupo Nacional de Planificación Económica, se estima que es aprovechable para la explotación agrícola, un área equivalente a dos tercios de la superficie del país, o sea aproximadamente 10,25 millones de manzanas. De éstos sólo se estaría aprovechando, a la fecha, un 35% con fines agropecuarios.

6A.4.4.2. USO POTENCIAL DEL SUELO⁹

□ Departamento de Guatemala

En el Departamento de Guatemala los suelos predominantes, de acuerdo con el patrón establecido por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norte América, pertenecen a las clases agrológicas VI y VII, caracterizadas por presentar pendientes escarpadas, suelos de poco a moderadamente profundos susceptibles a la erosión severa y efectos de erosión antigua, además de elevada pedregosidad, aspectos que impiden el establecimiento de cultivos limpios. Son aptos para uso ganadero-forestal principalmente (ver Mapa 10A).

El Municipio de Villa Canales, que es parte del corredor, tiene potencial para el cultivo de hortalizas, principalmente tomates y chiles.

⁹ La información relativa a la capacidad de uso de los suelos de los diferentes departamentos se refiere a la encontrada en <http://www.maga.gob.gt/sig/D-INFO%20DISPONIBLE/c-ARCHIVOS%20DE%20INFO/C3-Jpg%20DEPARTAMENTAL/INFORMACION%20DEPARTAMENTAL.htm>.

De los municipios incluidos en el corredor sólo el de Santa Catarina Pinula, tiene áreas con elevadas pendientes que constituyen un potencial para el establecimiento de especies forestales, que al mismo tiempo pueden implementarse como especies protectoras del manto freático y como limitante de procesos erosivos nuevos y recuperación de suelos ya erosionados

Cuadro 6A.4.30a: Capacidad de uso de los suelos

CLASES DE USOS	ha
II	3.246,2
III	24.260,3
IV	4.968,0
VI	50.720,0
VII	126.369,5
VIII	9.691,3
Agua	1.522,0

Fuente: Elaboración propia con base en <http://www.maga.gob.gt/sig>.

□ Departamento de Jutiapa

Dispone de 64.750,32 manzanas con potencial agrícola, que representa un 54,5% del área total; 35.823 manzanas con potencial ganadero, que representan un 30%, y 18.296 manzanas de vocación forestal, equivalente al 15% del área total. La producción agrícola se desarrolla en todo el Departamento, destacando los cultivos de arroz, maíz, frijol, maicillo (sorgo) tomate, chile, cebolla y otras hortalizas.

La mayoría de los suelos del Departamento se caracterizan por presentar capacidades de uso clasificadas como VI y VII, condición que restringe el desarrollo de agricultura menor, sin embargo, permite la implementación de cultivos de tipo forestal y frutícolas (ver Mapa 10A).

Cuadro 6A.4.30b: Capacidad de uso de los suelos

CLASES DE USOS	ha
I	13.293,0
II	13.031,0
III	24.988,0
IV	35.112,1
V	10.512,0
VI	70.944,0
VII	158.067,0

CLASES DE USOS	ha
VIII	4.997,3
Agua	463,0

Fuente: Elaboración propia con base en <http://www.maga.gob.gt/sig>.

□ Departamento de Santa Rosa

Tomando en cuenta la clasificación potencial para uso y explotación del suelo, existirían en este Departamento más de 100.000 ha de suelos cuya aptitud productiva se concentra entre las clases I y IV, lo que le confiere a este un perfil productivo diferente a los demás departamentos por los cuales pasa la ruta (Mapa 10A). Este tipo de suelos permite la implementación de cultivos intensivos y requieren prácticas conservacionistas y de manejo que varían de menores a medianas.

La potencialidad silvícola, asociada a la existencia de suelos de tipo VI, VII y VIII, que son los más frecuentes en el Departamento, está asentada principalmente en los manglares del canal de Chiquimulilla y en los Bosques Naturales de las montañas del Cerro de la Cruz y Volcán de Tecuamburro en Pueblo Nuevo Villas, las montañas de la Trinidad y Cerro Gordo en Santa Rosa de Lima y las montañas de El Picacho, San Crispín, El Cañal, El Vejucal, El Infiernillo y las Ilusiones en Casillas.

Cuadro 6A.4.30c.: Capacidad de uso de los suelos

CLASES DE USOS	ha
I	19.253,4
II	53.424,8
III	25.259,5
IV	25.701,5
V	17.391,8
VI	27.856,4
VII	131.969,4
VIII	15.599,3

Fuente: Elaboración propia con base en <http://www.maga.gob.gt/sig>.

6A.4.4.3. USO ACTUAL DEL SUELO

En Guatemala, a escala nacional, según tamaño y sistema productivo, las fincas se encuentran definidas de acuerdo a la siguiente clasificación:

- Microfincas menores a 1 manzana
- Subfamiliar: de 1 a 10 manzanas
- Familiar: de 10 a 64 manzanas.
- Multifamiliar medianas : 1 caballería a menos de 20 caballerías.
- Multifamiliar grande: de 20 caballería y más.

□ Departamento de Guatemala

Debido a sus variados climas, tipos de suelo y la topografía que caracterizan su territorio, aparte del uso de la tierra para urbanizar y construir, la mayor parte de los suelos del Departamento son utilizados, para cultivos anuales permanentes o semi permanentes, como cereales, hortalizas, árboles frutales, café y caña de azúcar, como se puede observar en el Cuadro 6A.4.31 (ver Mapa 11A).

También se cría ganado vacuno, porcino y caprino y se cultivan pastos.

Cuadro 6A.4.31: Uso actual del suelo en el Departamento de Guatemala (ha)

USO ACTUAL	ha
Centros poblados	29.830
Infraestructura	445,5
Agricultura limpia anual	92.619,3
Café	15.568,1
Hortalizas	3.767,5
Caña	813,4
Otros cultivos	1020
Pastos cultivados	2.533,5
Pastos naturales	2.273,8
Charral o matorral	4.252,1
Latifoliadas	9.977,8
Coníferas	36.406,7
Bosque mixto	17.721,2
Bosque secundario	1.295,7
Cuerpos de agua lénticos	1.522,0
Colados de ceniza y arena volcánica	1.562,9

USO ACTUAL	ha
Área de extracción de material	85,8

Fuente: Elaboración propia con base en <http://www.maga.gob.gt/sig/>, consultado en septiem-bre del 2003.

□ Departamento de Jutiapa

Los lugares donde se aprecian importantes extensiones de suelos con vocación agrícola son los municipios cuyo relieve es relativamente plano, estos son: Asunción Mita, Quezada, Jalpatagua, El Progreso, Agua Blanca y Atescatempa y las tierras bajas que se extienden en la costa del Océano Pacífico, que se utilizan mayormente como pastizales. Además, de éstas, estos se encuentran también en la costa del Pacífico, extendiéndose entre los volcanes Moyuta y volcán Chingo y la zona montañosa de San José Acatempa, son utilizados para el cultivo del café (ver Mapa 11A).

En las zonas de colinas con altitudes de 300 - 1.200 m.s.n.m. que se extienden por la mayor parte del Departamento, está generalizado el uso de tierras agrícolas asociadas a pastizales. En la parte montañosa al este de los municipios de Jutiapa y Quezada, existían en el pasado, bosques naturales de pino, al ser deforestadas, se transformaron en tierras agrícolas y pastizales.

Los principales cultivos de los municipios de este Departamento son el maíz, frijol, el maicillo y el arroz, alcanzando, la cantidad de hectáreas dedicadas a los mismos, a un poco más de 161.000 ha, como se puede observar en el Cuadro 6A.4.32.

En cuanto a la pecuaria, el ganado bovino, cerdos, caballos y pollos han sido criados en todo el Departamento por muchos años. Estos productos, destinados al mercado, son principalmente carne, leche, huevos y pieles.

Cuadro 6A.4.32: Uso actual del suelo en el Departamento de Jutiapa (ha)

USO ACTUAL	ha
Centros poblados	461,3
Agricultura limpia anual	161.577,9
Café	3.526,3

USO ACTUAL	ha
Hortalizas	2.226,2
Pastos cultivados	14.167,2
Pastos naturales	25.857,3
Charral o matorral	75.396,2
Latifoliadas	3.405,0
Coníferas	19.946,0
Bosque secundario	16.169,8
Cuerpos de agua lénticos	691,9
Humedales con cobertura boscosa	1.905,5
Otros humedales	1.840,0
Rocas expuestas (incluye áreas erosionadas)	4.235,8

Fuente: Elaboración propia con base en <http://www.maga.gob.gt/sig/>, consultado en septiembre del 2003.

□ Departamento de Santa Rosa

Dispone de casi 200.000 ha de uso agrícola, distribuidas en 4.260 fincas destinadas, principalmente, a la producción de café, caña de azúcar, granos básicos y otros cultivos en pequeñas parcelas. El área de pastos y agrícola se utiliza para cultivos y ganadería bovina y porcina bien como con explotaciones avícolas y piscícolas, en estanques, así mismo se aprovechan los cuerpos de agua para pesca artesanal. (Cuadro 6A.4.33).

Cuadro 6A.4.33: Uso actual del suelo en el Departamento de Santa Rosa (ha)

USO ACTUAL	ha
Centros poblados	707,5
Agricultura limpia anual	103.246,1
Café	67.379,2
Caña	11.592,7
Otros cultivos	12.824,4
Pastos cultivados	42.090,8
Pastos naturales	34.622,4
Charral o matorral	2.525,7
Latifoliadas	4.029,1
Coníferas	14.680,2
Bosque secundario	1.295,7
Cuerpos de agua lénticos	2.293,1
Humedales con cobertura boscosa	4.637,6
Otros humedales	6.087,9
Área de arenas o playa	850,1
Rocas expuestas (incluye áreas erosionadas)	843,0

Fuente: Elaboración propia con base en <http://www.maga.gob.gt/sig/>, consultado en septiembre del 2003.

6A.4.4.4. COBERTURA FORESTAL

La conformación que actualmente caracteriza los bosques guatemaltecos en general, y de algunos de sus departamentos en particular, se debe, en gran parte a los programas de apoyo fiscal que con este fin fueron establecidos entre los años 1975 y 1995. Se estima que entre estos años y hasta 1997, la ampliación de la cubierta forestal a través de plantaciones ocurría a una tasa que no superaba a las 1.000 ha anuales alcanzando un total estimado de 463 km².¹⁰

De este total se estima una distribución de 50% de especies coníferas y 50% de latifoliadas. Para el primer grupo las variedades más importantes son el *Pinus caribaea* (pino de El Petén) (19%), *Pinus maximinoi* (pino candelillo) (15%) y el *Pinus oocarpa* (pino colorado) (7%); mientras que para el segundo grupo las variedades más importantes son *Gmelina arborea* (melina) (24%), *Eucalyptus* spp (eucalipto) (14%) y *Tectona grandis* (teca) (4%), lo demás (17%) corresponde a otras especies.¹¹

Las plantaciones se han concentrado en dos polos relativamente importantes, el primero corresponde al de la Región de Las Verapaces y el segundo a la Región de Izabal. Entre ambos polos se alcanzaba un total de 210 km².

Los departamentos que conforman la Ruta I presentan una cobertura arbórea diversa. En el Departamento de Guatemala ésta se caracteriza por ser una asociación de bosques mixtos con cultivos. En Jutiapa, el bosque ha sido explotado, dando lugar al bosque secundario/arbustivo que hoy día caracteriza la cubierta forestal de este Departamento. En el Departamento de Santa Rosa, tal como en el de Jutiapa, el bosque ha sido explotado, quedando como cobertura más significativa una asociación de bosque secundario/arbustivo. A saber, en los tres

¹⁰ Gerónimo Estuardo Pérez Irungaray. Recursos forestales y cambio en el uso de la tierra en Guatemala. Santiago, Chile. 2001. Proyecto FAO, GCP/RLA/133/EC.

¹¹ Gerónimo Estuardo Pérez Irungaray. Recursos forestales y cambio en el uso de la tierra en Guatemala. Santiago, Chile. 2001. Proyecto FAO, GCP/RLA/133/EC.

departamentos la capa vegetal boscosa y arbustiva original ha percibido cambios, situación que se repite en las localidades por las cuales transcurrirá el tendido de la línea de alta tensión a construirse, lo que redundará en un reducido o nulo impacto de ésta sobre este tipo de vegetación

En Santa Rosa existe además, una importante proporción de suelos con vegetación boscosa característica de los manglares, que debe, bajo criterios de sostenibilidad ambiental y ecosistémica ser preservados. La línea a ser construida evita este tipo de ecosistemas, que son particularmente frágiles y que pueden ser impactados de manera irreversible.

En el Cuadro 6A.4.34 se presentan de forma resumida los tipos de bosques más frecuentemente encontrados en los tres departamentos que conforman la Ruta I.

Cuadro 6A.4.34: Cobertura forestal por departamento de la Ruta I, Guate-Este- El Salvador.

TIPO DE BOSQUE	SUPERFICIE (ha)		
	GUATEMALA	JUTIAPA	SANTA ROSA
Área sin cobertura vegetal	103.820,7	137.592,0	243.899,1
Asoc. bosque secundario/arbustivo	6.370,6	24.188,9	25.618,8
Asoc. latifoliadas-cultivos	18.398,0	22.275,1	2.583,7
Asoc. mixto-cultivos	42.824,8	47.442,1	17.286,2
Bosque secundario	0	0	0
Bosque de coníferas	0	1.306,5	0
Bosque de latifoliadas	197,4	1.285,9	4.560,8
Bosque mixto	34.149,1	8.099,0	5.407,1
Bosque secundario/arbustivo	15.016,6	89.113,0	12.129,5
Manglar	0	1.115,5	4.970,8

Fuente: Elaboración propia con base en <http://www.maga.gob.gt/sig/>, consultado en septiembre del 2003.

□ Departamento de Guatemala

La cobertura boscosa que caracteriza el suelo del Departamento de Guatemala, se constituye, mayoritariamente, de bosques de tipo mixto, que presenta diferentes especies, con y sin asociación de cultivos, en una proporción que alcanza casi el 70% del total (ver Mapa 13A).

Con relación a las especies, la proporción entre latifoliadas y coníferas alcanza a ser, de acuerdo con la cantidad de hectáreas plantadas, tres veces mayor en el caso de las coníferas, como se puede apreciar en el Cuadro 6A.4.35.

Cuadro 6A.4.35: Cobertura boscosa del Departamento de Guatemala según especie¹²

TIPO DE BOSQUE	ha
Latifoliadas	9.977,7
Coníferas	36.406,7

Fuente: Elaboración propia con base en <http://www.maga.gob.gt/sig/>, consultado en septiembre del 2003.

□ Departamento de Jutiapa

El Departamento de Jutiapa presenta una vegetación arbórea caracterizada, principalmente por el bosque secundario, definido como el resultado de un proceso de explotación que determina una conformación diferente a la original. Dicha cobertura representa casi el 50% del total a escala departamental (ver Mapa 13A).

Le siguen en importancia los bosques mixtos, asociados a los cultivos, estrategia de explotación cada vez más común en el ámbito silvícola.

La proporción entre especies coníferas y latifoliadas, dada por la cantidad de hectáreas existentes, alcanza a ser casi seis veces mayor en el caso de las primeras, es decir, 3.405 ha de latifoliadas *versus* 19.9450 ha de coníferas.

□ Departamento de Santa Rosa

La cobertura arbustiva que caracteriza hoy día el Departamento de Santa Rosa es básicamente una asociación de bosque secundario/arbustivo en una proporción que alcanza a más del 50% del total forestado (ver Mapa 13A).

¹² La superficie correspondiente al tipo de cobertura boscosa no se corresponden, en los tres departamentos, entre los dos Cuadros y datos presentados, por ser éstas interpretadas de diferentes maneras. En el primero, el monto total está asociado a otras especies forestales.

Los suelos están cubiertos además, por una asociación de bosques mixtos y cultivos, en una proporción cercana a los 25%. En este caso, la existencia de este tipo de bosques se debe a una estrategia de explotación que busca conservar la vegetación boscosa.

Con relación a las especies, las latifoliadas predominan por sobre las coníferas, existiendo, un poco más de 4.000ha dedicadas a las primeras y 14.680 ha las segundas.

6A.4.5. COMUNIDADES INDÍGENAS

6A.4.5.1. PRINCIPALES INDICADORES Y CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN INDÍGENA

Guatemala está conformada fundamentalmente por tres grupos sociales y culturales, siendo éstos el indígena, el ladino y el de origen caribeño, que habitan en conjunto las distintas conformaciones poblacionales. En 1990, el 43% de la población indígena habitaba principalmente la región norte del país, especialmente los departamentos de Alta y Baja Verapaz, la región noroeste, departamentos de Huehuetenango y Quiché, el suroeste (Quetzaltenango, San Marcos, Totonicapán, Sololá, Retalhueu y Suchitepequez), y la central (Sacatepéquez, Escuintla y Chimaltenango). Entre estas regiones, Totonicapán y Sololá son las que tienen más poblaciones indígenas (97% y 94% respectivamente), sin embargo es importante mencionar que oficialmente no existen núcleos de población clasificados como pueblos o reservaciones indígenas, aun cuando el 99% sea indígena. (EsIA SIEPAC, 1997)

En los departamentos de las regiones metropolitana y sureste, existe menos población indígena. En Jutiapa esta proporción llega sólo a un 8% y en Santa Rosa a un 10% (SEGEPLAN, 1989).

Lingüísticamente la población indígena Quiche representa la mayoría, con un 10% de la población del país, le sigue el grupo origen Mam, con un 9% y el Cakchiquel con 4,5% de total de la población indígena del país (Instituto Lingüístico de Verano, 1981).

6A.4.5.2. GEOGRAFÍA Y LINGÜÍSTICA

La región arqueológica del oriente está compuesta por los siguientes departamentos: El Progreso, Jalapa, Santa Rosa, Izabal, Chiquimula y Jutiapa. Una de las principales características de la región es la cuenca del río Motagua. Este río fue importante en la época prehispánica debido a los yacimientos de obsidiana y jade y por ser un medio de transporte y comercio entre las regiones del altiplano y las tierras bajas. Debido a su importancia comercial se conformaron varios asentamientos a lo largo de su cuenca, los cuales fungían como puntos de redistribución (Barrientos, et al., 1999). En lo que respecta a las fuentes de material lítico se encuentran: El Chayal en el Departamento de El Progreso, Ixtepeque en el Departamento de Jutiapa y San Rafaelito, laguna de Ayarza en el Departamento de Santa Rosa (Feldman, Asaro y Stross 1982; Stocker 1982; y Barrientos, et al., 1999).

En la región existen varias descripciones elaboradas después de la conquista. Una de éstas es la Carta-Relación de Diego García de Palacio (1983) escrita al rey Felipe II en 1576. Esta carta pone mucha atención a los aspectos geográficos, límites territoriales de las provincias y grupos lingüísticos de la zona (García de Palacio, 1983: 20). Se describen las provincias de Guazacapán e Izalcos que cubren, aproximadamente el área de influencia del Proyecto SIEPAC (ver Anexo 14, Área visitada por Diego García de Palacio)

En la provincia de Guazacapán los indígenas hablan la lengua mexicana y la propia que es popoluca (García de Palacio, 1983:72). En la provincia de los Izalcos menciona la residencia de los pipiles y hacia el este de El Salvador de los nonoalcas (García de Palacio, 1983: 81). García de Palacio (1983) menciona la fertilidad habida en ambas provincias y la diversidad de cultivos de la zona, entre ellos el cacao y el maíz. Es importante mencionar que describe, aunque a grandes rasgos, la antigua ciudad maya de Copán en Honduras (García de Palacio, 1983: 89-90).

Las lenguas habladas, mencionadas por García de Palacio (1983) son las siguientes:

- Chortí: Acasaguastlán y Chiquimula

- Xinka: Acasaguastlán y Chiquimula. Se encuentran varios topónimos de esta lengua, la cual ya está extinta.

Entre los cronistas que han descrito la región se encuentra el arzobispo Pedro Cortés y Larraz (1958). La expedición de Cortés y Larraz (1958) fue realizada durante el siglo XVIII. Para el área de interés recorre desde Chalchuapa, El Salvador hacia Jutiapa, Asunción Mita, Esquipulas, Chiquimula, Zacapa, Acasaguastlán y otras poblaciones (Cortés y Larraz, 1958: X y 238-283). Mencionan: Las poblaciones de Jutiapa tienen escasas cosechas y su principal idioma es el xinka y algunos hablan mexicano, y todos el español. La parroquia de Xalapa tiene buenas tierras pero poco cultivadas. En toda la parroquia se habla el castellano a excepción del pueblo de Pinula donde se habla pokomam. En la parroquia de Xilotepeque se habla el pokomam y en una población el chortí. La parroquia de Nuestra Señora de Asunción de Mita (Asunción Mita) está en un territorio próspero, siendo el idioma materno el mexicano (pipil) y el de Santa Catarina Mita el pokomam. De allí se encuentra la parroquia de Metapas donde la tierra es apta para los cultivos y se habla el castellano. La Parroquia de Jocotán, que está en territorio fértil aunque mal cultivado y que se habla el chortí. La parroquia de Chiquimula posee tierras cultivables y se habla el chortí. La Parroquia de Zacapa, de terreno fértil semejante al de Chiquimula y donde se habla el chortí (materno) y también el castellano. La Parroquia de Acasaguastlán es un territorio árido y poco fértil. Sus habitantes hablan chortí, alagüilac y castellano.

Otro relato interesante es el de una expedición realizada para establecer el comercio en el río Motagua a finales del siglo XVIII (Porta 1982). Se hace una descripción de la geografía física del área, en la cual se menciona la variedad de plantas y cultivos de la región.

Para la época colonial el sistema de organización política prehispánico fue cambiado y se formaron provincias. En el este de Guatemala hubo tres provincias: Acasaguastlán, Chiquimula de la Sierra y Guazacapán. Sin embargo, la unidad administrativa de mayor actividad económica era el poblado o comunidad (Feldman, 1985).

Los grupos indígenas prominentes en la región son los chortí en la zona de Chiquimula, los pokomam en Jutiapa, los pipiles que tenían varios núcleos en la planicie costera, bocacosta y

montañas del oriente, los xincas en Santa Rosa y parte de Jutiapa y los popoluca en Jutiapa (ver Anexo 15, Grupos indígenas de la región) en los municipios de Pasaco y Moyuta (del Busto, 1962). De estos grupos lingüísticos los más importantes para esta investigación son los chortís, los pipiles, los pokomam y los xincas¹³.

Wisdom (1940) realizó una etnografía sobre los indígenas chortí. Esta etnografía indica que los indígenas se encontraban principalmente en el Departamento de Chiquimula siendo el límite este el Municipio de Copán, Honduras (Dary, 1995). Es probable que este grupo lingüístico viviera en una región más extensa desde la época prehispánica. Esto se infiere por la supervivencia de nombres chortís hasta en El Salvador. Para la época colonial y en la actualidad los indígenas chortís se encuentran rodeados por poblaciones totalmente ladinas y, más hacia el sur, se encontraban comunidades pokomam, con quienes tuvieron nexos comerciales.

El grupo de los pipiles era de habla náhuatl, que migraron desde el centro de México a partir del 800 d.C. hasta el 1.300 d.C. (Fowler, 1983: 348). Como se expuso anteriormente este grupo vivía, durante el Postclásico y en la época de la conquista, en la planicie costera, bocacosta y en las montañas del oriente. Así mismo, parece que hubo enclaves pipiles cerca de San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, en Baja Verapaz y en la Bahía de Amatique, Izabal (Fowler, 1983: 352). El sitio de Asunción Mita del Departamento de Jutiapa era para el período Clásico una población chortí, sin embargo, para finales del Postclásico e inicios de la conquista, era un centro pipil (Cortés y Larraz, 1958). Por otra parte, una población aledaña, Santa Catarina Mita, pertenecía al grupo pokomam.

Fuentes y Guzmán (1882) mencionan que la región de Jumay, Los Esclavos y Santa María Ixhutatán del Departamento de Santa Rosa y, Comapa y Jalpatagua del Departamento de Jutiapa contenían poblaciones pipiles para el siglo XVI (Fowler, 1983: 353).

¹³ El grupo lingüístico xinca ha desaparecido. Sin embargo, este grupo fue prominente en la región durante el Postclásico y al inicio de la conquista española (Fowler 1983: 354).

La información correspondiente al grupo xinca es bastante escasa, sin embargo, pareciera ser, que su extensión fue importante (del Busto, 1962: 103). Es posible que los xincas hayan habitado en sitios de la región de Acasaguastlán, El Progreso. Campbell (en Fowler, 1983: 356) indica que es factible que la lengua llamada alagüilac (Cortés y Larraz, 1958) haya sido xinca. Así mismo, Feldman, et al. (1975: 4) mencionan que en el área de Acasaguastlán se encontraron varias palabras xincas. Esto puede indicar el contacto entre comunidades xincas y chortís, quienes habitaban en la región.

Por último, los pokomam en el siglo XVI se encontraban ubicados en tres grupos, que al igual que los chortís estaban separados por poblaciones ladinas. Uno de los grupos se encontraba en el área de la Verapaz, el segundo al sur del río Motagua y, el tercero se encontraba hacia el sureste y pareciera que había enclaves de pokomam en el suroeste de El Salvador (Miles, 1983: 21-22). Desde la época prehispánica hubo movimiento de poblaciones, que continuó y se acentuó durante la época colonial. Es debido a esto que, en la región de oriente, cada vez hay una menor cantidad de poblaciones indígenas y un mayor número de comunidades ladinas (ver Mapa 16A).

6A.4.6. PATRIMONIO HISTÓRICO

6A.4.6.1. INTRODUCCIÓN

La región analizada en el presente estudio comprende el oriente de Guatemala, que incluye los departamentos de Santa Rosa, Jutiapa y el suroeste de Guatemala. Esta ruta comprende el área al sur del río Motagua y la cuenca del río Grande de Zacapa

El objetivo principal del informe es dar a conocer las características del patrimonio cultural de la región oriental de Guatemala y su importancia en el desarrollo cultural de Mesoamérica. Esto se observa en el hecho que se encuentran datos, aunque en algunos casos escasos, de todos los períodos cronológicos definidos para Mesoamérica. Además, hay varios relatos de cronistas y viajeros que describen en detalle algunos de los sitios arqueológicos de la región. Tal es el caso de Copán, Honduras (García de Palacio, 1983), Cinaca Mecallo, Jutiapa (Squier, 1858), Quiriguá, Izabal y Asunción Mita, Jutiapa (Bancroft, 1882).

Otro de los objetivos es evaluar los impactos, tanto positivos como negativos derivados de la ejecución del Proyecto SIEPAC. El trazo de la línea de alta tensión, en la región oriente, no pasa puntualmente sobre sitios arqueológicos conocidos. Sin embargo, debido a las escasas investigaciones arqueológicas y al hecho que, las realizadas, reflejan un potencial arqueológico, este Proyecto debe hacerse tomando todas las precauciones debidas.

En este contexto, se presenta una descripción del recorrido realizado en febrero del año 2003 y se dan a conocer los rasgos del patrimonio cultural de las áreas analizadas.

6A.4.6.2. RECORRIDO POR LA REGIÓN

El recorrido efectuado para evaluar el impacto del trazado eléctrico en la región oriental de Guatemala tuvo como finalidad localizar sitios arqueológicos y/o históricos existentes en el área de influencia directa o indirecta del trazado de la línea.

Durante el recorrido se visitaron varias comunidades de los diferentes departamentos que se ubican en el oriente de la República. En éste recorrido se visitaron las siguientes comunidades:

- Subestación Guate-Este, Santa Catarina Pinula
- Caserío de Canchón, Santa Catarina Pinula
- Lo de Diéguez, Fraijanes
- El Salitre, Santa Rosa
- El Teocinte, Santa Rosa
- Finca El Paisaje, Nueva Santa Rosa
- Estanzuela, Nueva Santa Rosa
- El Molino, Cuilapa
- El Tablón, San José Acatempa, Jutiapa
- Jalpatagua, Jutiapa
- Las Pilas, Jutiapa

Durante el recorrido se conversó con los habitantes con el fin de indagar respecto a la existencia de algún sitio arqueológico. Así mismo, se buscó constatar si alguno de los vecinos, realizando trabajos agrícolas, había encontrado restos arqueológicos. Sin embargo, en la mayor parte de las poblaciones la respuesta fue negativa a excepción de los sitios de Jalpatagua y Las Pilas; Jutiapa.

6A.4.6.3. ARQUEOLOGÍA

La región del oriente ha sido poco estudiada en comparación a otras áreas arqueológicas de Guatemala. A pesar de esto la región presenta una de las secuencias cronológicas más completas. Esta secuencia parece iniciar en el Paleoindio y Arcaico, debido a los restos paleontológicos encontrados y pinturas rupestres (García y Ericastilla Godoy, 1994 y Pérez de Batres, Batres Alfaro, et al., 1999). Los sitios del Preclásico estaban dispersos en la región, los sitios del Clásico dejan entrever el apogeo de la zona, los sitios del Postclásico su declive y, las poblaciones coloniales, los cambios resultantes de la conquista española. El desarrollo arqueológico de la región puede dividirse en tres áreas culturales (Barrientos, Popenoe de Hatch e Ivic de Monterroso, 1999) (Cuadro 6.3.36¹⁴):

- Cuenca del río Motagua
- Cuenca del lago de Izabal
- Sur del río Motagua

El área relacionada con este estudio de impacto ambiental es el área al sur de la cuenca del río Motagua. La cuenca del lago de Izabal queda fuera de la zona de impacto directo e indirecto de la línea de alta tensión.

Cuadro 6A.4.36: Cronología de Kaminaljuyú.

PERÍODO	FASE	FECHA
Postclásico	Chinautla	1200-1524 dC
	Ayampuc	900-1200 dC
Clásico Tardío	Pamplona	800- 900 dC

¹⁴ Se tomó como base la cronología de Kaminaljuyú debido a las relaciones entre la región de oriente y este importante sitio del centro de Guatemala.

	Amatle	550- 800 dC
Clásico Temprano	Esperanza	400- 550 dC
	Aurora	200- 400 dC
Preclásico Tardío	Santa Clara	100- 200 dC
	Arenal	300 aC-100 dC
	Verbena	400- 300 aC
Preclásico Medio	Providencia	700- 400 aC
	Majadas	750- 700 aC
	Las Charcas	1000- 750 aC
Preclásico Temprano	Arévalo	1200-1000 aC

Fuente: Shook y Popenoe de Hatch 1999.

Esta área abarca los departamentos de Jutiapa y en este caso particular, Santa Rosa. El Departamento de Guatemala está ubicado en la región del centro de Guatemala, sin embargo el trazado de la línea de alta tensión sale del Municipio de Santa Catarina Pinula, por lo que éste debe considerarse en este inciso.

Al igual que en el área de la cuenca del río Motagua las investigaciones en los departamentos de Jutiapa, Jalapa y Santa Rosa han sido escasas. Mientras que, en el Departamento de Guatemala y la planicie costera de Santa Rosa, se han realizado más investigaciones arqueológicas para conocer la secuencia cultural de dichas áreas. Éste es el caso de Guatemala donde se encuentra uno de los grandes centros del Preclásico, como lo es Kaminaljuyú¹⁵. Por otra parte, las investigaciones en la costa de Santa Rosa han brindado datos sobre las poblaciones prehispánicas tempranas de la zona, así como una mayor comprensión del comportamiento cultural de la costa del Pacífico de Guatemala.

Debido a la facilidad que brinda la secuencia cronológica, la arqueología del área también se describirá siguiendo este criterio (ver Cuadro 6.3.36). Inicialmente, no se ha hallado mucha evidencia correspondiente a la época anterior al Preclásico Temprano, es decir, a los períodos Paleoindio y Arcaico. Sin embargo, en Jutiapa se encontraron pinturas rupestres y petroglifos que pueden pertenecer a estos períodos. Esta evidencia se encontró en el sitio llamado Los Fierros, el cual queda ubicado hacia el sureste del pueblo de Comapa y en otras cuevas localizadas río arriba — río Paz (Walters, 1982).

Evidencia del período Preclásico ha sido descubierta en Jalapa, Jutiapa y Santa Rosa. En Jalapa, Ichon (1988) ubicó a varios sitios Preclásicos, lo que indica una importante ocupación del área. Por otra parte, en Jutiapa la evidencia de este período se observa a través de recolecciones de superficie realizadas entre el sitio Las Pilas y el río Paz (Walters, 1982) y los sitios de Rancho Vista Hermosa y Asunción Mita (Barrientos, Popenoe de Hatch e Ivic de Monterroso, 1999). Además, en Jalpatagua se ubicó un sitio cercano al cementerio que se fechó, para el Preclásico Tardío, por medio de algunos fragmentos cerámicos observados en la superficie. Por último, en Santa Rosa, Coe (1963) ubicó y excavó el sitio Naranjito cuyo material arqueológico pertenece al Preclásico Tardío. Este sitio presenta estructuras, tanto ceremoniales como domésticas hechas de piedras de río y barro.

Algunos sitios del Clásico presentan influencia del altiplano y de la costa. Por ejemplo, Llano Grande, Paso de Tobón y Los Amates en el Departamento de Jalapa tienen juegos de pelota con marcadores y conjuntos tipo acrópolis (Barrientos, Popenoe de Hatch e Ivic de Monterroso, 1999 e Ichon, 1988). La influencia del área maya también se advierte en el sitio de Asunción Mita, Jutiapa. Ahí se observa una estructura rectangular llamada Cerro de Lajas construida de piedra laja y con un cuarto abovedado al estilo maya Clásico. Además, la estructura presenta nichos en las paredes, que es un rasgo arquitectónico de Acasaguastlán y Copán. Pareciera ser que esta misma característica fue observada en el sitio de Papalhuapa (Stromsvick, 1950: 23-25). Estos sitios de Asunción Mita y Papalhuapa (Azurdia, 1927) junto con Ixtepeque, que era un taller de obsidiana, tuvieron su apogeo durante el Clásico Tardío (Barrientos, Popenoe de Hatch e Ivic de Monterroso, 1999). Es importante notar que estos sitios también tuvieron contacto con otras áreas de Mesoamérica, particularmente con sitios de las tierras bajas, como Copán. Sin embargo, en el caso de Asunción Mita el contacto con otras regiones se inició en el Preclásico Tardío debido a su relación con Kaminaljuyú y la Esfera Miraflores (Stromsvick, 1950: 29). Por último, Las Pilas es otro sitio con una fuerte ocupación del Clásico Tardío (Bohnenberger, 1962 y Walters, 1982).

¹⁵ El sitio de Kaminaljuyú fue un centro importante durante el Preclásico Tardío. Su desarrollo cultural inicia en el

Varios de los sitios mencionados presentan evidencia, aunque escasa, del período Postclásico tal es el caso de Asunción Mita (Barrientos, Popenoe de Hatch e Ivic de Monterroso, 1999). En Jutiapa, Tempisque, es un sitio que parece haber sido ocupado desde el Postclásico hasta finales de la época colonial (Walters, 1982: 66). Dos Cerritos, fue un sitio que tuvo una amplia ocupación desde el Preclásico Medio hasta el Postclásico Tardío, período de su apogeo. Este sitio se encuentra sobre una montaña, que es un patrón visto en el Postclásico Tardío en otras regiones de Mesoamérica. Por otra parte, es posible que el sitio de Piedra Pintada también del Departamento de Jutiapa perteneciera a tal período. En este sitio se encontraron varias pinturas algunas presentando el estilo artístico Mixteca-Puebla¹⁶. Otro sitio, posiblemente Postclásico, es Cinaca-Mecalco, sin embargo, hasta la fecha no ha sido posible su identificación aunque hayan habido varios reconocimientos realizados con este fin (Squier, 1858 y Walters 1982). Por último, en Jalapa se observaron ocho sitios de éste período, entre los que se encuentran El Durazno y Pinula Viejo (Barrientos, Popenoe de Hatch e Ivic de Monterroso, 1999 e Ichon, 1988).

Dentro del período colonial también se encuentran todavía varios lugares interesantes. En primer lugar se menciona el puente sobre el río Los Esclavos. Los trabajos empiezan en 1592. Por otra parte, el sitio de Tacuilula cuya ocupación posiblemente data de la época prehispánica ya que hay varios montículos cerca de las ruinas de la iglesia colonial (Walters, 1977). Pareciera que el poblado haya sido una congregación de indígenas y la capital de la parroquia durante el siglo XVII. La iglesia de la parroquia fue construida en 1743 (Feldman y Walters, 1977). En el Departamento de Jutiapa, Tempisque fue un sitio perteneciente al período colonial. Al parecer en la hacienda se curaba cuero y se han hallado varios montículos cerca de la casa de la hacienda (Walters, 1982).

Es posible que el impacto ambiental sobre los sitios de esta área sea menor, sin embargo, debe considerarse que hay escasez de información arqueológica del área. Tomando en cuenta que, en Guatemala, siempre hay oportunidad de encontrar evidencia arqueológica deben tomarse las precauciones pertinentes.

Preclásico Temprano y continúa hasta el Clásico Tardío.

¹⁶ Este estilo artístico fue característico de la Mixteca en Oaxaca, México y se expandió por Mesoamérica.

6A.4.6.4. MONUMENTOS HISTÓRICOS

En la zona de estudio de la línea de 230 kV no hay ningún tipo de monumentos históricos, el único que se encuentra es el puente, Los Esclavos, localizado a 4 km de Cuilapa y aproximadamente a 6 km del trazo de la línea. En lo que se refiere a sitios arqueológicos los que se encuentran en esta área no han sido investigados y han sido localizados por el Instituto de Antropología e Historia (IDAEH) y arqueólogos como el Dr. E.M. Shook (s.f.: Archivo de Sitios, Universidad del Valle de Guatemala) y consisten fundamentalmente en montículos hechos de barro y roca cubiertos por tierra y vegetación.

6A.4.6.5. YACIMIENTOS ARQUEOLÓGICOS

El Instituto de Antropología e Historia (IDAEH) y el Archivo de Sitios del Dr. E.M. Shook (s.f.: Universidad del Valle de Guatemala) tienen reportados varios sitios arqueológicos, en jurisdicción de los municipios del corredor siendo estos:

- En Santa Catarina Pinula: Canchón, Graciela, Piedra Parada, Darío, Los Cipreses, Pilar, San Vicente, Santa Isabel y Cienaguilla.
- En Santa Cruz Naranjo: El Junquillo.
- En Santa Rosa de Lima: Amberes.
- En Nueva Santa Rosa: Espitia Barrera, Jumay.
- En Cuilapa: El Molino, La Sonrisa y Los Esclavos.
- En Jalpatagua: Jalpatagua.
- En Comapa: Sinecamecayo y Las Pilas, este último consiste en una cantidad de piedras que no han sido investigadas.

En el Mapa Ecológico MG-13A se localizan los yacimientos arqueológicos.

□ Metodología

Se llevó a cabo un reconocimiento en el área del trazado para verificar la presencia de sitios arqueológicos en el área.

Al finalizar el reconocimiento se procedió a realizar la investigación bibliográfica correspondiente. A través de ésta se han obtenido muchos datos sobre sitios arqueológicos en la región y la cronología de estos.

6A.5. PAISAJE

Las características del paisaje a lo largo de la línea son variables debido a factores como la geomorfología, la cobertura vegetal y al uso que se le ha dado al suelo.

El análisis del paisaje se basa en el conocimiento del resto de los componentes que constituyen el área en estudio, como son:

- Componentes físicos (suelo y agua): forma del terreno, topografía, superficie del suelo, lagos, cursos de agua, etc.
- Componentes biológicos (vegetación): cubierta vegetal, árboles, arbustos, percibidos como conjuntos homogéneos o en contraste con el suelo, biodiversidad en general, etc..
- Componentes antrópicos (acciones humanas): distintos usos del suelo, estructuras y construcciones diversas, de carácter puntual (edificios); lineal (carreteras, líneas de transmisión, etc.), o superficial (parques, instalaciones industriales, etc.).

El paisaje considerado como elemento natural cuando se le inscribe en la percepción o se le limita a los aspectos visuales, o como síntesis de un territorio y de la acción humana, posee una serie de rasgos o caracteres a través de los cuales se puede abordar el problema de su definición y de su valoración, estos caracteres se agrupan en tres, a saber, los que se refieren a la visibilidad, la calidad estética y la fragilidad visual.

- La visibilidad o percepción, se refiere al territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada, tomando en cuenta datos topográficos como altitud, orientación, pendiente, etc.
- La calidad estética incluye tres elementos de percepción:

- La caracterización intrínseca del punto, que se definen en función de su morfología, vegetación, etc.
- La calidad visual del entorno inmediato, situado a una distancia entre 500 y 700 m, en él se aprecian valores tales como la formaciones vegetales, grandes masas de agua, ríos, etc.
- La calidad del fondo escénico, es decir, el fondo contra el que se enmarca el objeto o elemento, incluye parámetros tales como la altitud, las formaciones vegetales y su diversidad, etc.

La fragilidad del paisaje es la capacidad del mismo para absorber los cambios que se produzcan en él, la fragilidad está unida a los atributos descritos con anterioridad.

6A.5.1. CARACTERÍSTICAS INTRÍNSECAS DE LOS PAISAJES

A continuación se describen las características intrínsecas de los paisajes observadas durante el recorrido.

Al inicio de la línea en Guate-Este, se encuentra un paisaje caracterizado por la transformación que ha sufrido, debido a la alta intervención humana, manifestada en las urbanizaciones, construcciones, instalaciones industriales y la infraestructura que se encuentra en la zona, como carreteras y líneas de transmisión.

Se observa un paisaje de bosque, con la presencia de árboles distribuidos en forma dispersa en terrenos con topografía de ondulada a quebrada, algunas áreas con cultivos de café, en las que se encuentran árboles de sombra, pudiendo parecer a la distancia, como un bosque denso.

Algunas áreas se caracterizan por tener su cubierta compuesta de cultivos, pastos naturales o cultivados y monte bajo, en una topografía relativamente suave se toma como paisaje de cultivos o pastizales. Es posible encontrar algunos árboles muy dispersos dentro de este paisaje. Al inicio de la línea en la subestación Panaluya la vegetación es escasa debido al tipo de suelo y las altas temperaturas de la zona. Casi no hay intervención humana. Lo único

sobresaliente es que en la vía que conduce a Estanzuela existen valles a orillas del río que se han convertido en la fuente de empleo y desarrollo de una agricultura intensiva para el comercio o la exportación. La escasez de vegetación se presenta en casi todo el trayecto de la línea; excepto por algunas plantaciones pequeñas de frutales (mango) que crecen en los patios de las casas.

6A.5.2. DEFINICIÓN DE UNIDADES DESCRIPTIVAS DEL PAISAJE

Para fines de este estudio se han dividido en cuatro grupos, las características principales o con más repetición a lo largo del trazado, siendo éstas:

1. Paisaje urbano y suburbano (PUS): dentro del mismo se observa un alto grado de intervención humana, que incluye urbanizaciones y construcciones, principalmente viviendas de alto costo, aunque también se tienen otras más sencillas presentes. En la zona se tiene la línea de transmisión en 230 kV (Guatemala- El Salvador) en gran parte paralela a la ruta CA-1, la unidad inicia en la subestación de Guate-Este-Frontera El Salvador y finaliza en el Municipio de Fraijanes, corresponde al tramo GU1-1
2. Paisaje forestal (Bosque PF): dentro de esta unidad descriptiva se tiene el bosque mixto disperso de latifoliadas y coníferas que se localiza al sureste del Municipio de Fraijanes, con una topografía suave que en algunas partes se vuelve abrupta, este paisaje se ubica a la altura del El Molino y Oratorio, al situarse a cierta distancia, los cultivos de café y los árboles de sombra dan la apariencia de ser un bosque denso. Al noreste de la aldea El Coco y del valle del río Pululá, se tiene otro paisaje forestal de clima seco, el que se aprecia desde la ruta CA-8 (ver Anexo 3, Informe Fotográfico Fotos 3, 4, 8, 10, 12 y 32).
3. Paisaje cultivos y pastos (PCP): paisaje que corresponde a zonas donde se tienen cultivos y pastos dentro de los cuales se encuentran árboles en forma muy dispersa, y en partes aisladas en las cercanías de Fraijanes, Nueva Santa Rosa, Oratorio y el valle de Jalpatagua (ver Anexo 3, Informe Fotográfico Fotos 6, 11, 13, 15, 18, 26, 35, 37 y 39).

4. Paisaje monte bajo (PMB): unidad de arbustos y monte bajo (principalmente maleza), se encuentra principalmente en zonas de clima sub húmedo a seco sub húmedo, en terrenos de fuerte pendiente y utilizados en forma aisladas para cultivos (ver Anexo 3, Informe Fotográfico Fotos 6, 8 y 25).

6A.5.3. CARACTERÍSTICAS VISUALES DE LAS UNIDADES DESCRIPTIVAS DEL PAISAJE

Las principales características del paisaje que se encuentran en el área de estudio son:

- Para el paisaje urbano, la cantidad de construcciones e instalaciones que se encuentran en él, mismas que se pueden ver desde la carretera.
- Para el paisaje forestal, la característica principal es la presencia de vegetación distribuida y agrupada de diferentes formas tales como los bosques siempreverde, bosques semideciduo y bosques deciduos, que generalmente permanecen verde con excepción de los árboles deciduos, esto se da en mayor grado en el clima cálido seco (ver Anexo 3, Informe Fotográfico Fotos 3, 6, 7, 10, 13 y 15).
- El paisaje formado por cultivos y pastizales presenta la característica de ser más uniforme, de textura fina y de color relativamente uniforme, en época de lluvia de un color verde y en época seca de amarillento a marrón (ver Anexo 3, Informe Fotográfico Fotos 6, 15, 18, 26 y 35).

6A.5.4. INTERVISIBILIDAD: DEFINICIÓN DE CUENCAS VISUALES

En la zona del Proyecto Guate - Este- El Salvador se pueden definir cinco cuencas visuales del paisaje, las cuales se describen a continuación:

- La cuenca de la subestación, que está al inicio del trazo, desde donde se domina la línea de 230 kV y otras líneas, las construcciones entre árboles y otras estructuras.
- La cuenca del cerro del Cementerio sobre el camino entre Barberena a Nueva Santa Rosa, desde donde se domina el valle del río Las Cañas.
- La cuenca de Oratorio al norte de la población, con el conjunto de cerros cubiertos de vegetación con cultivos de café y árboles de sombra.

- La cuenca de Jalpatagua, la cual se domina desde la finca Media Cuesta, comprende todo el valle de Jalpatagua con las montañas al norte y sur del mismo, en donde sobresale el conjunto volcánico Moyuta.
- Otra cuenca visual es el valle del río Pululá, la que se aprecia desde la ruta CA-8 al noreste de la misma.

Ver Mapa del Trazado de la línea (MG-2A) y Mapa de Hidrología (MG-5A).

6A.5.5. COMPONENTES SINGULARES DEL PAISAJE

Los componentes singulares se definen como los elementos sobresalientes que le confieren características particulares al paisaje, estos pueden ser positivos o negativos.

6A.5.5.1. COMPONENTES SINGULARES DE CARÁCTER POSITIVO

Son relativamente pocos los componentes singulares positivos del paisaje a lo largo de esta ruta, no obstante se pueden considerar de carácter regional y numerosas las poblaciones rurales y caseríos aislados, específicamente se identifican los siguientes como extraordinarios y de gran valor positivo:

- Macizo montañoso del volcán Jumaytepeque
- El valle del río los Esclavos
- Valle de Jalpatagua
- Valle río Pululá

6A.5.5.2. COMPONENTES SINGULARES DE CARÁCTER NEGATIVO

Como principal componente negativo del paisaje se considera la actual línea de 230 kV, que pasa por áreas de cultivos y bosques, especialmente al inicio del trazo, el cual es paralelo a la ruta CA-1, aunque también se tiene en el valle del río Los Esclavos y hasta la frontera con El Salvador (Valle Nuevo).

Otros elementos negativos son las construcciones avícolas, entre la subestación Guate-Este y Fraijanes que rompen con el paisaje del lugar.



6A.4. MEDIO SOCIOECONÓMICO.....	305
6A.4.1. SITUACIÓN.....	305
6A.4.1.1. ESTRUCTURA POLÍTICO - ADMINISTRATIVA	305
6A.4.1.2. ORDENAMIENTO DEL TERRITORIO.....	307
6A.4.1.3. CLASIFICACIÓN DE LOS NÚCLEOS DE POBLACIÓN	309
6A.4.1.4. EXTENSIÓN TERRITORIAL.....	309
6A.4.1.5. INFRAESTRUCTURAS Y SERVICIOS	310
6A.4.1.5.1. INFRAESTRUCTURA VIARIA.....	310
6A.4.1.5.2. INFRAESTRUCTURA NO VIARIA	312
6A.4.1.6. SERVICIOS BÁSICOS.....	312
6A.4.2. POBLACIÓN	315
6A.4.2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN DE LA RUTA.....	315
6A.4.2.2. PRINCIPALES INDICADORES Y CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN.....	317
6A.4.2.3. DINÁMICA POBLACIONAL	318
6A.4.2.3.1. ESTRUCTURA DE LA POBLACIÓN	322
6A.4.2.3.1.1. POBLACIÓN URBANA Y RURAL	323
6A.4.2.3.2. TASA DE CRECIMIENTO INTERCENSAL URBANA-RURAL.....	324
6A.4.2.3.3. POBLACIÓN INDÍGENA Y POBLACIÓN FEMENINA.....	325
6A.4.2.3.4. POBLACIÓN POR GRUPOS DE EDAD.....	326
6A.4.2.3.5. ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN POR QUINQUENIOS.....	326
6A.4.2.4. DESARROLLO SOCIAL	327
6A.4.2.4.1. POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA (PEA).....	329
6A.4.2.4.1.1. POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA POR RAMA DE LA ACTIVIDAD	
330	
6A.4.2.4.2. SALUD.....	330
6A.4.2.4.2.1. MORBILIDAD GENERAL	332
6A.4.2.4.2.2. MORTALIDAD GENERAL.....	333
6A.4.2.4.3. EDUCACIÓN	333
6A.4.2.4.3.1. ANALFABETISMO	335
6A.4.2.4.4. VIVIENDA	335

6A.4.3.	ECONOMÍA.....	338
6A.4.3.1.	ACTIVIDADES ECONÓMICAS.....	338
6A.4.3.2.	INSTALACIONES INDUSTRIALES, MINAS Y CANTERAS.....	339
6A.4.3.3.	TURISMO Y RECREACIÓN	340
6A.4.4.	USOS DE SUELO	342
6A.4.4.1.	EL SECTOR AGRÍCOLA, GANADERO Y FORESTAL	343
6A.4.4.2.	USO POTENCIAL DEL SUELO.....	345
6A.4.4.3.	USO ACTUAL DEL SUELO	347
6A.4.4.4.	COBERTURA FORESTAL.....	351
6A.4.5.	COMUNIDADES INDÍGENAS.....	354
6A.4.5.1.	PRINCIPALES INDICADORES Y CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN INDÍGENA	354
6A.4.5.2.	GEOGRAFÍA Y LINGÜÍSTICA.....	355
6A.4.6.	PATRIMONIO HISTÓRICO.....	358
6A.4.6.1.	INTRODUCCIÓN	358
6A.4.6.2.	RECORRIDO POR LA REGIÓN.....	359
6A.4.6.3.	ARQUEOLOGÍA.....	360
6A.4.6.4.	MONUMENTOS HISTÓRICOS	364
6A.4.6.5.	YACIMIENTOS ARQUEOLÓGICOS	364
6A.5.	PAISAJE.....	365
6A.5.1.	CARACTERÍSTICAS INTRÍNSECAS DE LOS PAISAJES	366
6A.5.2.	DEFINICIÓN DE UNIDADES DESCRIPTIVAS DEL PAISAJE.....	367
6A.5.3.	CARACTERÍSTICAS VISUALES DE LAS UNIDADES DESCRIPTIVAS DEL PAISAJE 368	
6A.5.4.	INTERVISIBILIDAD: DEFINICIÓN DE CUENCAS VISUALES.....	368
6A.5.5.	COMPONENTES SINGULARES DEL PAISAJE	369
6A.5.5.1.	COMPONENTES SINGULARES DE CARÁCTER POSITIVO	369
6A.5.5.2.	COMPONENTES SINGULARES DE CARÁCTER NEGATIVO	369

7A. RIESGOS NATURALES

7A.1. INTRODUCCIÓN

Con base en la revisión bibliográfica correspondiente al área de influencia del Proyecto, se identifican ciertos procesos y fenómenos naturales, que implican un riesgo ambiental importante en poblaciones e infraestructuras:

- Procesos que tienden a elevar las tierras:
 - Procesos tectónicos: intervienen en el desplazamiento y plegamiento de la corteza terrestre.
 - Vulcanismo: erupciones violentas, explosivas, con expulsión de materiales incandescentes del interior de la tierra.

- Procesos derivados de fenómenos hidrológicos.
 - Inundaciones

- Procesos hidrogeodinámicos que tienden a desgastar la superficie terrestre:
 - Erosión
 - Erosión de suelos
 - Estabilidad del substrato
 - Incendios
 - Maremotos

Con base al marco referencial que guía el estudio, se señalan los términos utilizados para explicar los procesos que ocurren en el corredor de la línea de 230 kV.

- Sismo: temblor, movimiento menor de tierra que ocurre dentro de un tiempo y área limitada, de menor grado que un terremoto. Sacudida de la corteza terrestre por procesos repentinos que se desarrollan en el interior de la misma. Frecuentemente origina grietas, derrumbes y otros daños.

- **Terremoto:** sacudidas de la superficie terrestre, producidas por la liberación súbita, en forma de ondas de energía acumulada, generando deformaciones de la corteza. Ruptura repentina de las capas superiores de la tierra, que algunas veces se extiende a la superficie de éstas y se produce vibración del suelo, que de ser lo suficientemente fuerte causará el colapso de edificios y la destrucción de vidas y propiedades.
- **Erupción volcánica:** paso de material (magma), cenizas y gases del interior de la Tierra a la superficie. El volumen y la magnitud de la erupción variarán según la cantidad de gas, la viscosidad del magma y la permeabilidad de los ductos o chimeneas. Tipo de actividad volcánica caracterizado por proyección de material sólido, líquido y gaseoso a través de un cráter.

→ Metodología

Además de la gira de campo se revisó la información básica que sobre el tema ha sido generada, la cual incluye mapas, publicaciones, memorias y libros.

7A.2. RIESGO SÍSMICO

La historia sísmica es un reflejo de las características únicas que posee la República de Guatemala cuyo marco tectónico regional muestra que el territorio nacional está repartido en tres placas: Norteamérica (NA), Caribe (CA) y Cocos (CO). El movimiento relativo entre ellas, su composición y su edad geológica producen dos tipos de límites o zonas de contacto: el primero es de tipo transcurrente entre las placas de NA-CA, cuya expresión en superficie son las grandes fallas de Chixoy-Polochic, Motagua-San Agustín y Jocotán-Chamalecón. El segundo, de tipo convergente entre las placas de CO-CA, en este proceso la placa de CO se incrusta por debajo de la placa del CA, fenómeno conocido como subducción. Los rasgos topográficos asociados a este proceso son: la fosa y el arco volcánico mesoamericano.

Los estudios de Schulz y Figueroa, señalan que la mayoría de los epicentros de los temblores están localizados a lo largo de la costa del Pacífico, tanto sobre la Fosa Mesoamericana y la

plataforma continental como tierra adentro. Lo anterior lo corrobora también la historia sísmica de los últimos 20 años que indica epicentros correspondientes a sismos superficiales, profundidad '30 km, durante el período comprendido entre 1977 y 1995. También las observaciones de la Red Sismológica Nacional comprendidas entre 1977 a 1993 identifican tres fuentes sísmicas principales: la zona de subducción y los fallamientos menores localizados en el Altiplano entre otros. La tendencia observada, indica que en un año típico, con 17 estaciones instaladas se registran entre 2.500 a 3.000 sismos ($M'6,0$), de los cuales un 70% a 75% provienen de la zona de subducción y 15% a 20% se originan en los fallamientos superficiales del Altiplano (Molina, Villagran, Ligorria).

Es importante señalar que durante el recorrido al área de influencia del corredor de la línea de 230 kV, las personas entrevistadas en Monte Verde, Sapuyuca y El Melonar, entre otros indicaron que en las aldeas y caseríos experimentan sismos.

Todo lo anterior indica que debido a que en el área de influencia del corredor se producen sismos, las estructuras de transmisión de energía estarán sometidas a los sismos que se produzcan de manera súbita. En el Anexo 8, Geología de Guatemala se adjuntan el Mapa de Macrozonificación Sísmica de Guatemala y un mapa con los principales sismos del Siglo XX.

7A.3. RIESGO VOLCÁNICO

En América Central la información sobre actividad volcánica abarca únicamente 500 años.

Las investigaciones muestran que en la República de Guatemala existe un total de 288 edificios volcánicos, 33 de los cuales son de origen reciente (Cuaternario) y cuatro únicamente son volcanes activos.

Con base en los registros históricos es conocido que la mayor catástrofe volcánica se produjo a principios de siglo pasado (1902), con la erupción del volcán Santa María, que ocasionó la muerte a 6.000 personas y daños a la agricultura. Posteriormente, en 1929, la erupción del volcán Santiaguito produjo la muerte a 5.000 personas y dejó más de 2.500 damnificados.

Otras erupciones históricas han ocurrido en los volcanes Fuego y Pacaya. El volcán de Fuego se encuentra ubicado a 3.765 m de elevación y su historia eruptiva se remonta a 1524. Luego de esta fecha, se han dado varios eventos, entre otros en 1581, 1705 y el más reciente ocurrió en 1974. El volcán Pacaya, a 2.550 m.s.n.m. cuenta con registros de sus erupciones históricas desde 1565, la más reciente ocurrió en 2002. También se han producido lahares en el volcán de Agua y avalanchas en otras zonas.

Los principales peligros, que generalmente se presentan durante las erupciones volcánicas son: las caídas de cenizas, los flujos de lodos (lahares), los flujos y nubes ardientes de piroclásticos, las coladas de lava, la lluvia ácida, los gases, y otros (avalanchas volcánicas, formación centros eruptivos, etc.).

Los efectos geodinámicos generados por la subducción de la placa de Cocos en dirección NE bajo la placa del Caribe, se reflejan en las estructuras tectónicas desarrolladas en el Istmo de Centro América, como es el caso de la concentración de volcanes activos presentes en la región que es una de las de mayor densidad en el mundo (ver Anexo 8, Geología de Guatemala). El establecimiento de una cadena volcánica sobre el borde meridional de la estructura tectónica principal reviste de importancia ya que a lo largo de la franja configurada por dicha estructura y los volcanes activos, es donde se manifiesta una intensa actividad sísmica.

Gran cantidad de terrenos volcánicos se utilizan en actividades agrícolas por ser suelos muy fértiles, lo que además ha permitido el desarrollo de importantes centros urbanos, así como la mayoría de las ciudades capitales de la región.

El riesgo volcánico puede limitarse de acuerdo con la severidad del evento y a la ubicación de una población y/o estructura civil con respecto a la fuente, no así la peligrosidad o amenaza que se refiere en sí al fenómeno natural.

En la revisión bibliográfica se encontró que las áreas potencialmente amenazadas por cenizas de los volcanes Tacaná, Pacaya, Fuego y Santa María-Santiago fueron definidos en informes

previos, sin embargo es necesario destacar que los mismos se encuentran fuera del área sureste en donde se ubicarán las líneas del Proyecto (ver Mapa MG-13A). Con relación a los volcanes ubicados en la parte sureste, estos no reportaron estaciones de monitoreo para predecir un peligro.

La Ruta I, Guate - Este - El Salvador se ubica en la parte sureste del país, se desarrolla en la Provincia Volcánica, en una zona intensamente afectada por fenómenos volcánicos de edad histórica y reciente (Cuaternario), así como áreas de actividad fumarólica y alteración hidrotermal.

Es posible identificar numerosas estructuras volcánicas, que actualmente no presentan actividad entre las que se pueden mencionar los volcanes Tecuamburro, Silencio, Ixpaco, Jumaytepeque, Moyuta, Ixhutatán, Cerro Redondo, Cerro Chino y varios otros. Con respecto al volcán Jumaytepeque, se observa que se encuentra parcialmente dentro del corredor de la línea de transmisión, sin embargo este volcán y otros desplazados del área de influencia no han presentado actividad desde hace 500 años.

Se observa fácilmente una alineación general de volcanes de noroeste a sureste, desde el Tacaná, Tajumulco, Santa María-Santiaguito, Tolimán, Atitlán, Fuego, Agua, Pacaya, Tecuamburro, Silencio y Moyuta que forman parte de la cadena volcánica activa de Centro América (ver Anexo 8, Geología de Guatemala el mapa con los Principales volcanes de Guatemala).

7A.4. RIESGO DE EROSIÓN

De acuerdo con el agente erosivo, la erosión hídrica se define como el proceso de disgregación y transporte de las partículas del suelo por la acción del agua. Según la bibliografía, los factores que afectan la erosión y el transporte de sedimentos desde la superficie de la tierra son producto de dos fuerzas, la activa y la pasiva. Para la fuerza activa se distinguen: el clima (lluvia-escorrentía, intensidad y duración), la temperatura y el viento. Por otro lado las fuerzas pasivas incluyen las características del suelo, topografía y cobertura del suelo.

7A.4.1. EROSIÓN DE SUELOS

Conforme a la literatura la erosión de suelos en Guatemala es un problema grave, debido al manejo inadecuado, sobreexplotación del mismo y pérdida de cobertura vegetal, hechos sumados a inexistentes medidas de conservación de suelos. Con base a la clasificación de suelos de Guatemala, se reportan los suelos cuya vocación agrícola está determinada por el grado de erosión:

- Erosión alta: Barberena, Culma, Mongoy, Morán, Pinula, Salamá, Sansare
- Erosión muy alta: Fraijanes
- Erosión ligera: Comapa
- Erosión baja: Chicaj y Güija

Los suelos anteriores fueron caracterizados de acuerdo con los estudios de Simmons, sin embargo no se encontró data histórica en detalle del corredor que sirva para generar mayor información cuantitativa en detalle.

Básicamente a todo lo largo de la línea de 230 kV al igual que en casi todo el país, se produce erosión de tipo hídrica, la cual varía dependiendo entre otros aspectos de la cobertura vegetal.

Entre los tipos de erosión reportados se destacan los deslizamientos, por lo cual a continuación se describen.

Las fuerzas que promueven estos movimientos pueden dividirse en externas e internas. Las externas son aquellas en las que se presenta la remoción de material de la parte baja de la pendiente por métodos artificiales como cortes y vibraciones del suelo, por fuerzas tectónicas y creación de pendientes artificiales con maquinarias de construcción. Las fuerzas internas se identifican con la humedad, la deforestación e infiltración de agua al terreno.

Cuando los deslizamientos son promovidos por fuerzas internas, en las que interviene el agua éstos se pueden presentar de dos formas a saber:

- Superficiales: cuando una capa superficial de terreno resbala por efecto de la gravedad y de la gran cantidad de agua embebida.
- De fondo: cuando una capa permeable resbala sobre otra más profunda de naturaleza impermeable (arcillosa) por haberse formado un plano lubricado.

En el caso de Guatemala, de acuerdo con los registros realizados se ha observado que los deslizamientos registrados corresponden a eventos ocurridos principalmente en cortes de carreteras y vías férreas y en menor cantidad, desprendimientos de material durante faenas de trabajo especialmente de minería, seguidos por los hundimientos de suelo. Los primeros tienen su causa principal en la inestabilidad de los taludes provocada por los movimientos de tierra y deforestación relacionada con la construcción de carreteras y vías férreas; factores que combinados con las vibraciones continuas ocasionadas por el tráfico y lluvia provocan los deslizamientos. Los segundos son debidos, en su mayoría a la falta de conocimiento de las medidas de seguridad y técnicas de explotación segura de minas a cielo abierto y por túneles y además a la inestabilidad de taludes producto de la apertura de caminos, según los documentos revisados sobre deslizamientos.

Entre los factores determinantes en la ocurrencia de este tipo de fenómeno se tienen: aspectos topográficos, climáticos, geológicos y de uso de suelo. Por las características de Guatemala en cuanto a la topografía (gran parte del territorio nacional es de topografía inclinada), clima (fuertes y frecuentes precipitaciones en la época lluviosa), geología (sistema de fallamiento y variedad de formaciones de material geológico) y uso del suelo (desprotección de las áreas susceptibles a deslizamientos), determinan que sea considerado como susceptible a los deslizamientos. La bibliografía indica que “la mayor concentración de sitios en donde ocurren deslizamientos, se encuentra en el área que cubre la hoja cartográfica Guatemala, y, específicamente en el área de influencia de la ciudad capital”. Por lo tanto, ésta es la zona con mayor riesgo de deslizamiento debido a la mayor concentración demográfica y obras civiles en donde no se han respetado los taludes con alto grado de susceptibilidad a desplazamiento natural, por no decir con cargas extras debido a construcciones civiles (ver mapa MG-14A).

7A.5. RIESGO DE ESTABILIDAD DEL SUSTRATO

Los tramos de la línea que atraviesan terrenos con pendientes mayores al 15% y en donde existe susceptibilidad del terreno a movimientos gravitacionales en masa (deslizamientos) se identifican a través del mapa elaborado por el MAGA (2002). En el mismo se observa que las áreas más sensibles están en Villas de Pinar en Guatemala, en la vía San José de Acatempa la amenaza es de baja a media y en la carretera de Jalpatagua a la frontera con El Salvador es baja.

7A.6. RIESGOS DERIVADOS DE LOS PROCESOS HIDROLÓGICOS-CLIMÁTICOS

Los riesgos que se derivan de los procesos hidrológicos en cualquier región o zona geográfica, están íntimamente relacionados con los temporales, lluvias huracanadas e inundaciones causados por los primeros efectos.

Siempre debe tenerse presente que estos fenómenos escapan del control humano, sin embargo es responsabilidad de todos el disminuir el riesgo de que afecten a la población y el desarrollo de proyectos en las áreas propensas a ellos.

7A.6.1. INUNDACIONES

El caso más crítico y para el cual se deben tomar medidas preventivas para su control, son las zonas con un alto riesgo de inundación.

Para el caso del Proyecto SIEPAC, y en especial para la Ruta I por la cuales atravesará la línea de 230 kV, se han tomado las medidas necesarias para que la alineación no pase sobre las áreas propensas a inundación.

Para la Ruta I, Guate - Este – El Salvador se han identificado varias zonas de inundación, como lo son: valle de Santa Rosa de Lima, valle de Los Esclavos, valle de Jalpatagua y valle del río Pululá (ver Mapa 14A).

El trazado de la línea en esta ruta, si bien es cierto que pasa por las regiones previamente mencionadas, no intercepta los puntos bajos de estas zonas, ya que la misma discurre sobre cotas superiores a las cotas de inundación, como se ha descrito en la definición de tramos homogéneos. Esta línea inicia en una zona con elevaciones promedio de 1.900 m.s.n.m. y termina en la frontera con El Salvador en elevaciones promedio de 550 m.s.n.m.

Como conclusión hay que mencionar que las inundaciones más catastróficas que se han producido en la región han sido ocasionadas por los temporales que acompañan el paso de ciclones tropicales, dichos temporales se producen principalmente cuando el centro de baja presión atraviesa los vientos húmedos en dirección norte y chocan con la cadena montañosa de las sierras y los volcanes, estos eventos se presentan principalmente en el mes de septiembre.

Cabe resaltar que la bibliografía consultada no reporta una evaluación histórica de inundaciones para el trazado de la línea 230 kV y su corredor. Por lo que no existen datos que permitan prever un riesgo derivado de los procesos hidrológicos a lo largo de la línea.

7A.6.2. MAREMOTOS

La bibliografía señala lo siguiente: “Ocasionalmente sismos submarinos generados en la zona de subducción desplazan suficiente cantidad de agua como para producir dos o tres olas gigantes que con intervalos de minutos invaden sucesivamente segmentos de la costa de unos cuantos kilómetros de largo”, a este fenómeno se le conoce como maremoto (Tsunami). Los efectos suelen ser devastadores sobre el tramo de costa afectado. Si un sismo produce este tipo de olas en un lago, el fenómeno se llama “seiche”. Las masas de agua dulce que en Guatemala podrían ser propensas a los seiches, incluyen el lago de Izabal y tal vez el de Atitlán. La identificación de zonas propensas a estos peligros de origen sísmico no parece haber sido estudiada formalmente en Guatemala”. Cabe señalar que los lagos citados no tienen influencia en la ruta y que el trazado se encuentra a más de 10 km de la costa.

7A.7. RIESGO DE INCENDIO

Durante el recorrido se observaron incendios originados por actividades antropogénicas. En las parcelas en donde se realizan cultivos limpios, principalmente, se determinó que los restos de las cosechas son quemadas. Lo anterior fue advertido en el Departamento de Jutiapa. El mapa de incendios revela incendios en Ciudad de Guatemala (ver Mapa MG-14A). El Atlas Centroamericano de Incendios reporta que en El Petén se encuentra una de las alternativas, ya en marcha, a los incendios forestales. Esta alternativa está basada en las comunidades organizadas (Asociación de Comunidades Forestales de El Petén), las cuales están en función del aprovechamiento de los recursos del bosque. Dicha iniciativa no se observó en las comunidades del corredor.

Se prevé que el riesgo en la servidumbre de la línea es mínimo debido a la presencia de cultivos permanentes y anuales en el área de influencia, en todo caso el fuego afectaría la producción de cosechas.

7A.8. RIESGO DERIVADOS DE LAS ACTIVIDADES HUMANAS.

La necesidad de construir nuevas líneas eléctricas se mantendrá en la medida en que la demanda de electricidad en cada punto del país así lo amerite. En el caso de Guatemala, esta necesidad está ligada al crecimiento poblacional y a la alternativa de tener en funcionamiento un sistema integrado de energía eléctrica a nivel Centroamericano, que hará viable la implementación de políticas económicas y de cooperación entre los distintos países y empresas involucradas. Sin embargo, esto se plantea como una necesidad del país y de cooperación regional, al poder conectarse en un sistema integrado.

Entiéndase como riesgo derivado de las actividades humanas, todas aquellas actividades que en un determinado momento pongan en peligro las instalaciones del Proyecto que se construirá en una determinada región.

Se considera como un riesgo derivado de las actividades humanas, el desarrollo de centros habitacionales cercanos a la línea en áreas que podrían experimentar un crecimiento de su

población con el tiempo. Y en los cuales por ignorancia, sus habitantes permitan el crecimiento de los árboles hasta la altura de los cables de la línea.

7A.	RIESGOS NATURALES	373
7A.1.	INTRODUCCIÓN	373
7A.2.	RIESGO SÍSMICO	374
7A.3.	RIESGO VOLCÁNICO	375
7A.4.	RIESGO DE EROSIÓN	377
7A.4.1.	EROSIÓN DE SUELOS.....	378
7A.5.	RIESGO DE ESTABILIDAD DEL SUSTRATO	380
7A.6.	RIESGOS DERIVADOS DE LOS PROCESOS HIDROLÓGICOS-CLIMÁTICOS	380
7A.6.1.	INUNDACIONES	380
7A.6.2.	MAREMOTOS	381
7A.7.	RIESGO DE INCENDIO	381
7A.8.	RIESGO DERIVADOS DE LAS ACTIVIDADES HUMANAS.	382

8A. IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO

8A.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 actividades 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 acciones se clasifican, según el momento en que se produzcan, en actividades de la fase de construcción 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 maquinaria semipesada y pesada, los cuales son necesarios para la construcción de las estructuras de alta tensión. Dentro de esta actividad se contemplan 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 del 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 menor resistividad del terreno.

- ✓ **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.

8A.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS EFECTOS POTENCIALES

Son efectos potenciales aquellos que probablemente se producirían sobre el 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 de 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 del 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 somera 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 8A.2.1: 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

Fuente: Elaboración propia, 2003.

A continuación pasan a describirse los impactos potenciales que como consecuencia de la instalación de la línea del Proyecto SIEPAC – Ruta I, Guate – Este – 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.

8A.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

- 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, y a la acción del viento y la lluvia principalmente (erosividad por intensidad y continuidad), viéndose potenciado por la pendiente del terreno. Estos procesos erosivos revisten poca importancia en la zona porque tanto la pluviometría como las características del sustrato no facilitan dicho fenómeno.

Las excavaciones se realizarán con el celo y cuidado necesario para evitar que se generen daños innecesarios en el terreno circundante, éstas 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 las fundaciones, pérdida de cierto volumen de estrato orgánico y una compactación del suelo debido al movimiento de la maquinaria entorno a los apoyos y en los nuevos accesos.

La compactación del suelo supone 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 (combustible, aceite, concreto, aditivos) 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 fuerte 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.

8A.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 la maquinaria. 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 maquinaria pesada
- Operaciones de lavado de maquinaria
- Transporte, carga y descarga de materiales

Estos aportes son generalmente consecuencia del arrastre de material de desecho, estrato orgánico 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 afectación 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, aditivos, 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 y la infiltración 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 susceptible de 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.

8A.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 maquinaria. 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 la maquinaria agrícola 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 se investiga, 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, por lo que en estas zonas podría incrementarse la velocidad del viento, etc.

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 EFECTO 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 suponen 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 perfectamente conocido y no representa ningún peligro para la salud. En este sentido, la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaraba en una Nota Descriptiva publicada en noviembre de 1998 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 menor 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 maquinaria agrícola o presencia de carreteras. A modo de ejemplo, 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 OMS expresados como nivel de presión acústica equivalente con ponderación A para distintos ambientes (Leq dB(A)):

Cuadro 8A.2.2: Valores límite de exposición al ruido recomendados por la OMS

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 señales 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 óxidos de nitrógeno, en mucha menor medida, razón por la cual suele obviarse. El óxido de nitrógeno es 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 protege de las radiaciones ultravioletas nocivas del Sol. 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, y el organismo humano está habituado a convivir con ellos a lo largo de su existencia; 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 olvidarse de que la propia luz visible es una radiación electromagnética.

Actualmente, se está sometido también a numerosos tipos de campos electromagnéticos de origen artificial: radiofrecuencias utilizadas en la telefonía móvil, ondas de radio y televisión, sistemas antirrobo, detectores de metales, radares, mandos a distancia, comunicación inalámbrica, etcétera.

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, del Dr. John E. Moulder (documento disponible en <http://www.mcw.edu/gcrc/cop/campos-estaticos-cancer/toc.html>), quien es profesor de oncología de radiación en el 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.

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, etc. Un factor importante al calcular la intensidad de dichos campos es la distancia, a partir de la fuente, a la cual se quiere determinar su valor ya que éstos son 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 o eléctrico

d= distancia a la fuente (m)

En el cuadro siguiente se indican los valores medidos en líneas eléctricas de 400 kV en España (uso como referencia).

Cuadro 8A.2.3: Valores del campo eléctrico y magnético para una línea de 400 kV

POSICIÓN	CAMPO ELÉCTRICO (kV/m)	CAMPO MAGNÉTICO (μ T)
Debajo de los conductores	3-5	1-20
A 30 m de distancia	0,1-1,3	0,2-2
A 100 m de distancia	< 0,1	< 0,1

Estos valores son inferiores a los límites máximos de exposición permanente recomendados por la Unión Europea (5 kV/m y 100 μ T) y los Estados Unidos (8 kV/m y 15 μ T).

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 (Committee on 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 a 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 del 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.”

8A.2.4. EFECTOS POTENCIALES SOBRE LA FLORA Y LA VEGETACIÓN

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 o servidumbre. Su creación provoca la modificación de la cubierta vegetal de forma permanente, pues la calle debe 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 pies arbóreos 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 o servidumbre 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 paulatino de las especies presentes al actuar como una barrera ecológica y al producirse un empobrecimiento de la formación en algunas situaciones.

Hay que añadir a estos impactos producidos por la deforestación debida a la servidumbre, 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 las estructuras.

La creación de la servidumbre, 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, las cuales consistirán en la poda, tala 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 a especies invasoras foráneas, que antes de la apertura de la servidumbre veían condicionada su entrada.

8A.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 aquellas 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 impacto 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 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 voladoras nocturnas.

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 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 pobladas, 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 calles del tendido pueden constituir nuevas zonas de paso para las aves, al 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, los principales efectos potenciales que podrían suponerse sobre la fauna son: el ahuyentarla durante la fase de construcción y en menor medida durante la de explotación y el efecto percha de las torres usadas por algunas especies como hábitat de caza durante la fase de construcción y en menor medida durante la de explotación.

8A.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 sería muy pequeña una vez entre en funcionamiento el Proyecto.

Durante la fase de construcción, la población puede verse afectada por la circulación de maquinaria pesada, 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 LAT 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 distribución de energía eléctrica.

El acondicionamiento de las pistas 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 a 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.

8A.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, llevan consigo una serie de actuaciones, como pueden 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 las calles 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.

8A.3. CARACTERIZACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS

8A.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 Guatemala – Ruta I, Guate – Este – 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 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.

Tal como se ha enunciado, en este estudio la metodología propuesta ha sido implementada de manera que se puedan identificar y describir los impactos ambientales generados por el Proyecto. La valoración de impactos ha seguido la siguiente metodología general:

A) Identificación de fuentes de impacto ambiental:

Esta identificación consiste en el análisis de cada una de las obras y actividades del Proyecto en cada una de sus fases y su definición como fuentes de impacto ambiental.

B) Identificación de componentes y factores ambientales susceptibles de ser impactados:

La identificación de los componentes y factores ambientales del medio Físico, Biótico, Socioeconómico y Cultural y Perceptual, susceptibles de ser afectados por el Proyecto, se presenta en el apartado 8.2 " Identificación de los Efectos Potenciales", de este Estudio.

C) Identificación y Descripción de Impactos:

La identificación de impactos ambientales consiste en la determinación de los efectos, alteraciones y modificaciones en las condiciones basales de los componentes ambientales, producto de las diferentes obras y acciones del Proyecto en cada una de sus distintas fases.

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 < I < 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, ($50 < I \leq 75$).

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, ($I > 75$).

8A.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.
- Roce 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 caminos de penetración. 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, a 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 menor resistividad del terreno.
- 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 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 Winch y poleas colgadas de un conductor guía.
- Generación de residuos de obra. Se refiere a residuos tales como: 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. Conducción y transporte de la energía eléctrica por los conductores.
- Mantenimiento de la línea (control de arbolado). Incluye la poda y corta 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.

8A.3.3. IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES Y FACTORES AMBIENTALES SUSCEPTIBLES DE SER IMPACTADOS

En el siguiente cuadro se presentan los componentes y factores ambientales analizados en el apartado 8.2., de forma sintetizada.

Cuadro 8A.3.1: Componentes y factores ambientales analizados en el apartado 8.2, de forma sintetizada

COMPONENTES Y FACTORES AMBIENTALES POTENCIALMENTE AFECTADOS			
SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	FACTOR AMBIENTAL
MEDIO FÍSICO	M. INERTE	Geología y geomorfología	Laderas Perfil topográfico
		Suelo	Propiedades físicas Drenaje Capacidad de infiltración
		Hidrología	Patrón de red de drenaje Hidrología superficial
		Hidrogeología	Nivel de agua subsuperficial Calidad de agua subterránea
		Calidad de agua superficial	Calidad físico-química y biológica
		Ruido	Nivel de presión sonora (NPS)
		Calidad del aire	Partículas Gases
	M. BIÓTICO	Flora y vegetación	Estructura y composición de vegetación Diversidad de especies Hábitats para la flora
		Fauna	Composición de especies Hábitats para la fauna
	M. PERCEPTUAL	Paisaje	Calidad visual Fragilidad visual
MEDIO SOCIOECONÓMICO	M. SOCIO CULTURAL	Infraestructura	Efectos sobre infraestructura local Efectos sobre infraestructura privada
		Uso de suelo	Patrón de uso de suelo Cambios en el valor de la tierra
		Patrimonio cultural	Lugar de valor cultural
	M. ECONÓMICO	Socioeconomía	Calidad de vida Empleo y nivel de ingresos

8A.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 en cada una de sus fases, junto con los componentes y factores ambientales susceptibles de ser impactados.

Cabe indicar que, 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 con los cuatro tramos determinados. De esta manera se determina el contexto geográfico – territorial donde se desarrollarán los impactos del proyecto.

Cuadro 8A.3.2: Matriz de identificación de Impactos Ambientales en la fase de construcción

COMPONENTES	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN								IMPACTOS			
	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4	Actividad 5	Actividad 6	Actividad 7	Actividad 8				
	Ubicación de instalaciones auxiliares	Contratación de mano de obra	Diseños 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 Alteración de la hidrología superficial
Hidrología e hidrogeología												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 BIÓTICO												
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 SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL												
MEDIO SOCIO CULTURAL												
Patrimonio Cultural												Alección 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 ECONÓMICO												
Sociedad y nivel de empleo												Aumento del nivel de empleo e migraciones Migración de población

■ Impacto negativo
■ Impacto positivo

Cuadro 8A.3.3: Matriz de identificación de Impactos Ambientales en la fase de operación

COMPONENTES	ETAPA DE OPERACIÓN			IMPACTOS
	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	
	Presencia de infraestructura eléctrica (*)	Operación de la línea de alta tensión	Mantenimiento de la línea	
MEDIO FISICO				
MEDIO INERTE				
Suelo				NI
Calidad del aire				Emisión de ozono y maquinaria de mantenimiento
Hidrología e hidrogeología				NI
Geología y geomorfología				NI
Ruido				Aumento de emisiones acústicas (efecto Corona, maquinaria)
Calidad de aguas superficial				NI
MEDIO BIOTICO				
Flora y Vegetación				Pérdida de ecosistemas Afectación somera a la vegetación en el área de la servidumbre
Fauna				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				NI
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

NI: 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 esta 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.

Según lo expuesto, el impacto sobre el suelo se considera moderado, pero compatible con la instalación de la línea.

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 del desbroce de la capa vegetal y movimiento de tierra para conformar los caminos de acceso, colocar las instalaciones, y del 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 por compactación del terreno*

El movimiento continuo 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.

Indirectamente las aguas subterráneas son afectadas al no darse la percolación a la velocidad natural, disminuyendo así el volumen almacenado y la transmisión del flujo hacia los acuíferos.

La compactación y capacidad de infiltración del suelo es valorado como impacto moderado con la línea de transmisión, ya que la mayor parte del trazado discurre a media ladera por zonas de topografía ondulada. Tampoco se producirán excesivos .

- Calidad del aire

Impacto: *Generación de emisiones de partículas (MP) y gases*

Este impacto tiene relación con la modificación que se producirá en la calidad del aire, principalmente por el levantamiento de polvo y aumento de gases de maquinaria a partir de las obras y acciones del Proyecto que involucran movimientos de tierra, excavaciones y construcción de zapatas.

Al respecto, las medidas correctoras incluidas en el Plan 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 la hidrología superficial*

La hidrología superficial podrá verse afectada por obstrucciones en los cauces, debido a la construcción de pasos en estos para facilitar el acceso a las torres. 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 Proyecto en zonas donde el nivel freático es somero. Se afectará el almacenamiento y calidad de aguas subterráneas y la red de drenajes.

Aunado a lo anterior está la compactación del suelo por el paso continuo del equipo pesado, lo que disminuye la velocidad de infiltración en los caminos de acceso.

Es considerado como impacto compatible.

- 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 el movimiento de tierras, cimentaciones y 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 a media ladera por zonas de topografía ondulada. Tampoco se producirán excesivos movimientos de tierra, optimizando si se siguen medidas precautorias para la construcción de los caminos de acceso.

- 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 y operación de maquinaria y equipos.

Al respecto, las medidas incluidas en el plan de manejo, tales como la restricción en los horarios de construcción, implicarán que este impacto sea compatible para el entorno.

- Calidad de agua superficial

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. 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*

Al producirse un derrame o vertido de sustancias contaminantes, como los aceites y combustibles utilizados en los equipos pesados y vehículos, el suelo superficial es el primero en contaminarse y eventualmente las aguas subterráneas si éstas llegan a infiltrarse hasta el nivel freático. Se valora como impacto compatible.

Medio Biótico:

- Vegetación y flora

Impacto: *Fragmentación de ecosistemas y eliminación de cubierta vegetal*

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 desmoche 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, como el matiliguete (*Tabebuia rosea*), la caoba (*Switenia macrophylla*) y el pino macho (*Pinus montezumae*), e invasión de especies vegetales como el conacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), el palo de jiote (*Bursera simarouba*), jaragua (*Hyparrhenia rufa*) y zacate pará (*Brachiaria sp.*), en cuanto a impactos directos, y una mayor accesibilidad de las comunidades silvestres vegetales deforestación, como impacto indirecto.

En la Ruta I, Guate-Este-El Salvador, el tramo más sensible al impacto ambiental en cuanto a su afección a la flora, es el 1, de Guate-Este-Las Manzanillas-Carretera a Yumanes-Villas Praderas.

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 y 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 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 maquinaria, personal y equipo, lo cual afectará la estabilidad ecológica de la zona, provocando que las especies, principalmente de locomoción rápida (macrofauna) se desplacen a zonas más tranquilas. En adición, se pueden suscitar casos de atropellos y accidentes. Esta acción afectará la frecuencia y biodiversidad de especies animales. También existirá una repercusión directa sobre los hábitos faunísticos, ya que se afectarán las madrigueras y nidos de los animales que habitan en el área, adicionalmente, las fuentes de recursos alimentarios disminuirán.

En otras ocasiones los animales no se desplazan, sin embargo se altera o perturba sus actividades cotidianas obligando a éstos a moverse, temporalmente, hacia otros sectores más tranquilos y seguros.

Durante las actividades de montaje de estructuras, aisladores y cables, las aves colisionarán con las mismas, ya que ciertas rutas son sobrevoladas continuamente.

La tala de árboles en la faja de la servidumbre y el desbroce en los caminos de acceso crean un efecto corredor en el cual algunas especies son más visibles, lo que aumenta su exposición y por lo tanto el riesgo o peligro antes los cazadores y depredadores naturales.

El impacto se considera moderado.

Impacto: *Alteración del hábitat*

Las actividades de apertura de caminos de acceso, excavaciones, despeje de la franja de servidumbre, así como el izado de las torres y tendido de cables generan en el área del Proyecto movimiento de personal, materiales y maquinarias las cuales disminuyen e invaden, a veces de forma permanente, el espacio o hábitat de las especies propias del área.

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 al roce y despeje, 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 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 con 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 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. Se puede tomar como ejemplo de este último caso, los restos paleontológicos encontrados en el área de Estanzuela, Zacapa. Además, debe considerarse que en la región pueden haber sitios sagrados, los cuales tienen que tomarse en cuenta. Este impacto se justifica debido a lo significativa que es la cultura prehispánica y colonial en Guatemala. La zona de oriente, específicamente en la Ruta I, Guate-Este-El Salvador, contiene información acerca del pasado precolombino y colonial del país, por lo que el patrimonio cultural que pueda ser rescatado implica un avance al conocimiento de Guatemala. Pero de acuerdo con lo establecido en el inventario ambiental para el medio socioeconómico y, en particular, en lo referido al patrimonio cultural y arqueológico, cabe mencionar que el área de influencia del Proyecto comparativamente hablando, no corresponde a los grandes centros culturales y arqueológicos con los que cuenta Guatemala y que se localizan principalmente más al norte (sector Petén y en los sectores altiplánicos). Por lo anterior, en este sector no se presentan, a priori, importantes centros de desarrollo de la cultura indígena ni restos importantes de sitios arqueológicos. Impacto compatible.

- 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 poblaciones dispersas en la zona rural, a excepción del área cercana a la subestación Guate-Este. 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 moderado.

- 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 de los apoyos y disposición del exceso de suelo removido, siempre que éste 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 compatible.

- 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 los propietarios por la explotación de los terrenos, etc., pero en todo caso es de poca relevancia, debido a que la afección en superficie es mínima. Este impacto se ha calificado como negativo, de baja intensidad y se presentará en todos los tramos del área de influencia del Proyecto.

Con relación a las servidumbres de paso, cabe mencionar que el proyecto ha considerado los elementos y herramientas contempladas en la Legislación Guatemalteca para lograr un entendimiento con la comunidad eventualmente afectada, las servidumbres de pasos y las compensaciones correspondientes. En este sentido, y de acuerdo con 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.

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 maquinaria 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 constatado 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. En conjunto se considera que el impacto en la calidad del aire es compatible.

- Hidrología e Hidrogeología

Impacto: Impacto nulo

- Geología y Geomorfología

Impacto: Impacto nulo

- Ruido

Impacto: *Aumento de las emisiones acústicas*

Durante la operación de la línea se prevé un aumento de las emisiones acústicas del Proyecto, generadas por el efecto corona en los conductores y emisión de ruido en el transformador.

El nivel sonoro generado por el funcionamiento de la línea eléctrica, es similar al valor medio que existe en medios rurales. Por lo tanto el impacto se valora como moderado en todos sus tramos homogéneos.

- Calidad del agua

Impacto: Impacto nulo

Medio Biótico:

- Vegetación:

Impacto: *Pérdida de ecosistemas y Alteración de la estructura de la vegetación y hábitat para la flora*

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. También influirán las actividades de mantenimiento de la servidumbre sobre la proliferación de especies heliófilas pertenecientes a las familias de las gramíneas y ciperáceas, 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: *Afectación somera 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 hábitats 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 esporádico de trabajadores y vehículos 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, vegetación herbácea y árboles para construir sus nidos. 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.

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 moderado, es de carácter parcial y de intensidad media.

- Infraestructura

Impacto: *Efectos sobre la infraestructura local*

Se considera un impacto positivo permanente de magnitud alta, 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, un mejor abastecimiento y una mayor confiabilidad en el sistema.

Además, los caminos de acceso a las torres serán de beneficio tanto a los habitantes cercanos como a los productores del área, ya que facilitan la salida de sus productos al mercado local.

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 irreversibles e irrecuperables de manera inmediata, por lo que se valora como moderado con el Proyecto.

- Patrón de uso de suelo

Impacto: *Cambio en el patrón de uso de suelo*

El cambio en el patrón de uso de suelo está orientado al área correspondiente a la servidumbre que debe mantenerse a ambos lados de la línea la cual deberá estar libre de toda vegetación que dificulte el acceso al personal de mantenimiento y/o ponga en riesgo la operación y seguridad de la línea; esta 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 de 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 90 km con una elevada cantidad de tierras afectadas, el impacto producido es considerado como moderado.

- Campos electromagnéticos

Impacto: *Afección de la salud humana*

Como la intensidad de los campos desciende conforme aumenta la distancia a la línea eléctrica y los centros poblados se encuentran a una distancia considerable, este impacto de carácter negativo, se ha evaluado como de baja magnitud y relevancia. Impacto compatible.

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.

8A.3.5. VALORACIÓN DE IMPACTOS

Como resultado de la aplicación del método de valoración o jerarquización de los impactos detectados, definido en el apartado 8.3.1 anterior, se obtienen los cuadros que se presentan en las páginas siguientes, en función de la fase de Proyecto correspondiente.

Cuadro 8A.3.4: Matriz de Valoración de Impactos en la fase de construcción

FASE DE CONSTRUCCIÓN															
MEDIO FÍSICO															
MEDIO INERTE	Impactos	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia		
Suelo	Ocupación del suelo	-	4	2	4	4	2	2	1	4	4	4	-41	moderado	
	Disminución de la capacidad de infiltración del suelo por compactación del terreno en los caminos de acceso	-	4	2	4	4	2	2	1	4	4	4	-41	moderado	
	Aumento en la inestabilidad de laderas	-	2	2	2	2	2	1	1	4	2	4	-28	moderado	
Calidad del Aire	Generación de procesos erosivos	-	2	2	4	2	2	1	1	4	2	4	-30	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	Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	-	1	1	2	2	2	1	1	4	2	4	-23	compatible	
	Alteraciones en la hidrología superficial	-	2	1	4	2	2	1	1	4	1	4	-27	moderado	
Geología y Geomorfología	Alteración de unidades geomorfológicas	-	2	2	4	2	2	1	1	4	1	4	-29	moderado	
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	2	1	2	2	2	2	1	1	4	2	-24	compatible	
Calidad del Agua	Contaminación de las aguas subterráneas	-	1	2	2	2	2	1	1	4	1	4	-24	compatible	
	Variación de la calidad de aguas superficiales	-	2	1	4	2	1	1	1	4	1	2	-24	compatible	
MEDIO BIÓTICO															
Flora y Vegetación	Eliminación de la cubierta vegetal	-	4	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-47	moderado	
	Fragmentación de ecosistemas	-	4	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-47	moderado	
Fauna	Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-	4	2	4	2	4	2	1	4	4	8	-45	moderado	
	Alteración de hábitat	-	4	2	2	4	4	2	1	4	4	8	-45	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 SOCIOCULTURAL															
Patrimonio Cultural	Afección a lugares culturales y patrimoniales	-	1	1	4	2	2	1	1	4	1	4	-24	compatible	
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-	2	2	4	4	4	2	4	1	1	4	-34	moderado	
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	-	4	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-47	moderado	
MEDIO ECONÓMICO															
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	4	4	4	4	2	2	1	1	4	2	1	37	beneficioso

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

	Impacto severo
	Impacto moderado
	Impacto compatible
	Impacto positivo
	Sin impacto

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

Cuadro 8A.3.5: Matriz de Valoración de Impactos en la fase de operación

MEDIO FÍSICO													
MEDIO INERTE	Impactos	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia
Suelo	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Calidad del Aire	Emisiones de ozono, SF ₆ 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	
Geología y Geomorfología	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	4	4	2	2	1	1	4	1	4	-30 moderado
Calidad del Agua	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MEDIO BIÓTICO													
Flora y Vegetación	Alteración de la estructura y del hábitat	-	2	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-41 moderado
	Pérdida de ecosistemas	-	2	2	4	4	2	2	1	4	4	4	-35 moderado
	Afectación somera de la vegetación que crece en la servidumbre	-	4	2	4	4	2	2	1	4	2	8	-43 moderado
Fauna	Afectación a sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-	4	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-47 moderado
	Alteración de hábitat	-	2	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-41 moderado
MEDIO PERCEPTUAL													
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	-	4	2	2	4	2	1	1	4	4	4	-38 moderado
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL													
MEDIO SOCIOCULTURAL													
Patrimonio Cultural	No se identifican impactos	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	-	2	2	2	4	2	1	1	4	2	4	-30 moderado
Infraestructura Local	Efectos sobre la infraestructura privada	-	2	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-41 moderado
	Efectos sobre la infraestructura local	+	4	2	4	4	2	1	1	4	4	2	38 beneficioso
Patrón de Uso del Suelo	Cambio en el valor de la tierra	-	2	2	4	4	4	2	1	4	2	8	-39 moderado
	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	4	2	4	4	4	2	1	4	4	4	-43 moderado
Campos electromagnéticos	Alteración en la salud humana	-	1	1	2	2	2	1	1	4	4	2	-23 compatible
MEDIO ECONÓMICO													
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	4	2	4	2	2	1	1	4	2	2	34 beneficioso

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

	Impacto severo
	Impacto moderado
	Impacto compatible
	Impacto positivo
	Sin impacto

8A.4. EVALUACIÓN DE IMPACTOS POR TRAMOS

A continuación, se muestra la evaluación de impactos por tramos homogéneos para la Ruta I, Guate-Este-El Salvador, para cada una de las fases del Proyecto.

La metodología empleada es la que se recoge en el apartado anterior, la misma que se utilizó en la valoración global.

Ruta I: Guate-Este-El Salvador ⇒ Tramo GU1-1 (Guate-Este-Las Manzanillas-Villas Pradera)

El tramo presenta una longitud de 15,4 km, atravesando tres municipios, Santa Catarina Pinula, Fraijanes y San José Pinula.

Características a resaltar:

- Atraviesa puntos elevados, entre los 1.700 y los 1.900 m.s.n.m.
- Cruza en su primer segmento el río Las Minas, atravesando las subcuencas del río Rustrián, del Santa Isabel, quebrada La Perla y río Lo de Diéguez.
- El tramo se encuentra en los límites de un área urbana de alto valor catastral (ver Mapa 11A).
- Atraviesa suelos de por sí, muy erosionados.
- Predomina el cultivo de maíz y frijol, y la ganadería de leche y viveros de planta ornamental y café (ver Mapa MG-13A).
- No existe cobertura forestal significativa, predominando los árboles de importancia maderable.
- Las especies faunísticas más importantes son *Leptotila verreauxi*, *Aratinga canicularis* y *Ortalis vetula*, incluidas en la Lista Roja de Guatemala como especies en peligro de extinción.
- Dentro del área de influencia se encuentran los sitios arqueológicos de Canchón, Jorgia y Graciela.

Cuadro 8A.4.1: Matriz de Valoración de Impactos en la fase de construcción. Tramo GU1-1

FASE DE CONSTRUCCIÓN														
MEDIO FISICO														
MEDIO INERTE	Impactos	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	
Suelo	Ocupación del suelo	-	8	4	4	4	4	2	4	4	4	4	-62	severo
	Disminución de la capacidad de infiltración del suelo por compactación del terreno en los caminos de acceso	-	1	1	2	4	4	2	1	4	4	4	-30	moderado
	Aumento en la inestabilidad de laderas	-	1	1	1	2	1	2	1	1	1	2	-16	compatible
Calidad del Aire	Generación de procesos erosivos	-	1	2	2	2	2	2	4	1	4	4	-28	moderado
	Deterioro de la calidad del aire por incremento en la emisión de polvo y gases de combustión	-	2	2	4	1	1	2	1	4	2	4	-29	moderado
Hidrología e Hidrogeología	Alteraciones en la hidrología superficial	-	2	1	2	2	1	2	4	4	2	4	-29	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	-	4	4	4	1	1	2	1	4	1	4	-38	moderado
Calidad del Agua	Variación de la calidad de aguas superficiales	-	1	1	2	2	1	2	1	1	2	2	-18	compatible
MEDIO BIOTICO														
Flora y Vegetación	Eliminación de la cubierta vegetal	-	4	4	4	4	2	2	1	4	4	4	-45	moderado
	Fragmentación de ecosistemas	-	2	2	2	2	2	2	1	4	2	4	-29	moderado
Fauna	Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-	1	1	1	2	2	2	1	4	2	4	-23	compatible
	Alteración de hábitat	-	4	2	4	1	2	2	1	4	4	4	-38	moderado
MEDIO PERCEPTUAL														
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	-	4	4	4	4	2	2	1	4	4	4	-45	moderado
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL														
MEDIO SOCIOCULTURAL														
Patrimonio Cultural	Afección a lugares culturales y patrimoniales	-	2	2	4	4	4	2	1	4	1	8	-38	moderado
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-	4	4	4	2	1	2	4	1	1	8	-43	moderado
Infraestructuras y Servicios	Efectos sobre la infraestructura local	-	4	4	2	4	2	2	1	1	2	8	-42	moderado
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	2	1	4	4	2	2	1	4	4	4	-33	moderado
MEDIO ECONÓMICO														
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	32	beneficioso

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

	Impacto severo
	Impacto moderado
	Impacto compatible
	Impacto positivo
	Sin impacto

Cuadro 8A.4.2: Matriz de Valoración de Impactos en la fase de operación. Tramo GU1-1

FASE DE OPERACIÓN													
MEDIO FÍSICO													
MEDIO INERTE	Impactos	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia
Suelo	No se identifican impactos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Calidad del Aire	Emisiones de ozono, SF ₆ 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	
Geología y Geomorfología	No se identifican impactos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	2	2	4	2	1	1	1	4	1	4	-28 moderado
Calidad del Agua	No se identifican impactos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MEDIO BIÓTICO													
Flora y Vegetación	Afectación somera de la vegetación que crece en la servidumbre	-	4	2	4	2	2	1	1	4	4	4	-38 moderado
Fauna	Alteración de hábitat	-	4	2	4	2	2	1	1	4	2	4	-36 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 SOCIOCULTURAL													
Patrimonio Cultural	No se identifican impactos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-	4	4	2	4	2	1	1	4	2	8	-44 moderado
Infraestructura Local	Efectos sobre la infraestructura local	+	4	2	2	4	2	1	4	4	4	4	41 beneficioso
Patrón de Uso del Suelo	Cambio en el valor de la tierra	-	4	4	4	4	4	2	4	4	4	8	-54 severo
	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	2	2	2	4	2	1	1	4	4	2	-30 moderado
Campos electromagnéticos	Alteración en la salud humana	-	1	1	2	2	4	1	1	4	2	2	-23 compatible
MEDIO ECONÓMICO													
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	32 beneficioso

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

	Impacto severo
	Impacto moderado
	Impacto compatible
	Impacto positivo
	Sin impacto

Ruta I: Guate-Este-El Salvador ⇒ Tramo GU1-2 (Villas Pradera-Monte Verde)

El tramo presenta una longitud de 23,3 km, y atraviesa numerosas poblaciones.

Características a resaltar:

- Buenos accesos disponibles.
- Presencia de barrancos y empinadas colinas fuertemente onduladas.
- Discurre paralela al río Las Cañas en su sección inicial y cruza los ríos Teocinte, Don Gregorio, qda. Ojo de Agua, y los Esclavos.
- Destaca en todo el tramo la numerosa presencia de lagunetas.
- Atraviesa suelos de por sí, muy erosionados.
- En el Departamento de Santa Rosa predomina el cultivo de café bajo sombra. En general, suelos dedicados al cultivo de maíz, plátano, mango, cítricos y frijol (ver Mapa MG-13A).
- No existe cobertura forestal significativa.
- No destacan en importancia, especies de fauna o vegetación, aunque la diversidad se manifiesta en todo el tramo.
- Próximo, pero fuera del área de influencia se encuentra el sitio arqueológico El Junquillo (ver Mapa MG-13A).

Cuadro 8A.4.3: Matriz de Valoración de Impactos en la fase de construcción. Tramo GU1-2

FASE DE CONSTRUCCIÓN														
MEDIO FÍSICO														
MEDIO INERTE	Impactos	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	
Suelo	Ocupación del suelo	-	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	-50	moderado
	Disminución de la capacidad de infiltración del suelo por compactación del terreno en los caminos de acceso	-	2	2	2	4	4	2	4	4	4	8	-42	moderado
	Aumento en la inestabilidad de laderas	-	2	2	4	2	2	2	1	4	2	4	-31	moderado
	Generación de procesos erosivos	-	2	2	2	2	2	2	4	1	4	4	-31	moderado
Calidad del Aire	Deterioro de la calidad del aire por incremento en la emisión de polvo y gases de combustión	-	2	2	4	1	1	1	1	4	1	4	-27	moderado
Hidrología e Hidrogeología	Alteraciones en la hidrología superficial	-	2	2	4	1	1	2	1	4	1	4	-28	moderado
Geología y Geomorfología	Alteración de unidades geomorfológicas	-	4	4	2	2	2	1	1	1	4	4	-37	moderado
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	1	4	2	4	1	1	4	1	2	-24	compatible
Calidad del Agua	Contaminación de las aguas subterráneas	-	1	1	1	1	1	2	1	1	2	4	-18	compatible
	Variación de la calidad de aguas superficiales	-	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	-19	compatible
MEDIO BIÓTICO														
Flora y Vegetación	Eliminación de la cubierta vegetal	-	4	2	4	4	2	2	1	4	4	2	-39	moderado
	Fragmentación de ecosistemas	-	4	2	4	2	4	2	1	4	4	4	-41	moderado
Fauna	Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-	2	2	4	2	2	2	1	4	2	8	-35	moderado
	Alteración de hábitat	-	1	2	4	1	2	2	1	4	4	2	-27	moderado
MEDIO PERCEPTUAL														
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	-	2	4	4	4	2	2	1	4	4	2	-37	moderado
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL														
MEDIO SOCIOCULTURAL														
Patrimonio Cultural	Afección a lugares culturales y patrimoniales	-	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	4	2	1	2	4	1	1	2	-24	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	1	4	4	2	2	1	4	4	2	-28	moderado
MEDIO ECONÓMICO														
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	32	beneficioso

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

	Impacto severo
	Impacto moderado
	Impacto compatible
	Impacto positivo
	Sin impacto

Cuadro 8A.4.4: Matriz de Valoración de Impactos en la fase de operación. Tramo GU1-2

FASE DE OPERACIÓN														
MEDIO FÍSICO														
MEDIO INERTE	Impactos	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	
Suelo	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Calidad del Aire	Emissiones de ozono, SF ₆ y de maquinaria de mantenimiento	-	1	2	4	1	1	2	1	4	1	4	-25	moderado
Hidrología e Hidrogeología	No se identifican impactos	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		
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	2	4	2	2	1	1	4	1	4	-26	moderado
Calidad del Agua	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
MEDIO BIÓTICO														
Flora y Vegetación	Alteración de la estructura y del hábitat	-	1	2	4	2	2	1	1	4	4	2	-27	moderado
	Afectación somera de la vegetación que crece en la servidumbre	-	2	2	4	2	2	2	1	4	4	8	-37	moderado
Fauna	Afectación a sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-	4	4	4	4	2	2	1	4	4	4	-45	moderado
	Alteración de hábitat	-	4	4	2	2	2	1	1	4	2	4	-38	moderado
MEDIO PERCEPTUAL														
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	-	4	4	2	4	2	2	1	4	4	8	-47	moderado
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL														
MEDIO SOCIOCULTURAL														
Patrimonio Cultural	No se identifican impactos	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	1	2	4	2	1	1	4	2	2	-23	compatible
Infraestructura Local	Efectos sobre la infraestructura privada	-	4	4	2	2	1	2	1	1	1	4	-34	moderado
	Efectos sobre la infraestructura local	+	4	2	2	4	2	1	4	4	4	4	41	beneficioso
Patrón de Uso del Suelo	Cambio en el valor de la tierra	-	2	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-41	moderado
	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	1	2	2	4	2	1	1	4	4	2	-27	moderado
Campos electromagnéticos	Alteración en la salud humana	-	1	1	2	2	4	1	1	4	2	2	-23	compatible
MEDIO ECONÓMICO														
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	32	beneficioso

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

	Impacto severo
	Impacto moderado
	Impacto compatible
	Impacto positivo
	Sin impacto

Ruta I: Guate-Este-El Salvador ⇒ Tramo GU1-3 (Monte Verde-Las Vegas (El Molino)-El Tablón)

El tramo presenta una longitud de 15,7 km.

Características a resaltar:

- El relieve lo configuran los valles.
- Discurre paralelo al río Los Esclavos.
- Existe vulnerabilidad a sismos.
- Destaca en todo el tramo la numerosa presencia de lagunetas.
- Atraviesa suelos con erosión de ligera a alta. Suelos en general, muy fértiles.
- Cultivo de café, maíz y frijol, además de pastos .
- La cobertura forestal es significativa en las áreas de El Molino y Tablón.
- Entre las especies vegetales predominan las arbóreas.
- Las especies de fauna más importantes son: *Agoute paca*, *Dasyus novencintus*, *Chironectes minimus*, *Leptolita verreauxi*, y *Boa constrictor*.

Cuadro 8A.4.5: Matriz de Valoración de Impactos en la fase de construcción. Tramo GU1-3

FASE DE CONSTRUCCIÓN														
MEDIO FÍSICO														
MEDIO INERTE	Impactos	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	
Suelo	Ocupación del suelo	-	2	2	4	4	2	1	1	4	4	2	-32	moderado
	Disminución de la capacidad de infiltración del suelo por compactación del terreno en los caminos de acceso	-	2	2	4	2	2	2	1	4	2	4	-31	moderado
	Aumento en la inestabilidad de laderas	-	4	2	2	2	2	2	1	4	2	4	-35	moderado
	Generación de procesos erosivos	-	4	4	4	2	2	2	4	1	4	4	-43	moderado
Calidad del Aire	Deterioro de la calidad del aire por incremento en la emisión de polvo y gases de combustión	-	2	1	4	1	1	1	1	4	1	4	-25	moderado
Hidrología e Hidrogeología	Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	-	1	1	2	2	1	2	1	4	1	2	-20	compatible
	Alteraciones en la hidrología superficial	-	2	1	4	2	1	2	1	4	1	4	-27	moderado
Geología y Geomorfología	Alteración de unidades geomorfológicas	-	2	1	2	2	2	1	1	1	4	4	-25	moderado
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	2	1	4	1	1	1	1	4	1	1	-22	compatible
Calidad del Agua	Contaminación de las aguas subterráneas	-	1	1	2	2	2	2	1	4	2	2	-22	compatible
	Variación de la calidad de aguas superficiales	-	2	1	4	1	1	1	1	4	1	1	-22	compatible
MEDIO BIÓTICO														
Flora y Vegetación	Eliminación de la cubierta vegetal	-	4	4	4	4	2	1	1	4	4	8	-48	moderado
	Fragmentación de ecosistemas	-	2	2	4	2	2	2	1	1	4	2	8	-35
Fauna	Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-	2	2	4	4	2	2	1	1	2	4	-30	moderado
	Alteración de hábitat	-	4	4	4	1	2	1	1	4	4	8	-45	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 SOCIOCULTURAL														
Patrimonio Cultural	Afección a lugares culturales y patrimoniales	-	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	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	1	4	4	2	1	1	4	4	2	-27	moderado
MEDIO ECONÓMICO														
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	32	beneficioso

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

	Impacto severo
	Impacto moderado
	Impacto compatible
	Impacto positivo
	Sin impacto

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

Cuadro 8A.4.6: Matriz de Valoración de Impactos en la fase de operación. Tramo GU1-3

FASE DE OPERACION													
MEDIO FISICO													
MEDIO INERTE	Impactos	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia
Suelo	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Calidad del Aire	Emisiones de ozono, SF ₆ 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	
Geología y Geomorfología	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	1	4	2	2	2	1	4	1	2	-23 compatible
Calidad del Agua	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MEDIO BIOTICO													
Flora y Vegetación	Alteración de la estructura y del hábitat	-	4	4	4	2	2	1	1	4	4	4	-42 moderado
	Afectación somera de la vegetación que crece en la servidumbre	-	4	4	2	2	2	2	1	4	2	8	-43 moderado
Fauna	Afectación a sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-	4	4	2	2	2	2	1	4	2	4	-39 moderado
	Alteración de hábitat	-	4	4	2	2	2	1	1	4	2	4	-38 moderado
MEDIO PERCEPTUAL													
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	-	4	2	2	4	2	1	1	4	4	4	-38 moderado
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL													
MEDIO SOCIOCULTURAL													
Patrimonio Cultural	No se identifican impactos	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	1	2	4	2	1	1	4	2	2	-23 compatible
Infraestructura Local	Efectos sobre la infraestructura privada	-	4	4	2	2	1	2	1	1	1	4	-34 moderado
	Efectos sobre la infraestructura local	+	4	2	2	4	2	1	4	4	4	4	41 beneficioso
Patrón de Uso del Suelo	Cambio en el valor de la tierra	-	2	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-41 moderado
	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	2	2	2	4	2	1	1	4	4	2	-30 moderado
Campos electromagnéticos	Alteración en la salud humana	-	1	1	2	2	2	1	1	4	4	2	-23 compatible
MEDIO ECONOMICO													
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	32 beneficioso

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

	Impacto severo
	Impacto moderado
	Impacto compatible
	Impacto positivo
	Sin impacto

Ruta I: Guate-Este-El Salvador ⇒ Tramo GU1-4 (El Tablón-Las Pilas)

El tramo presenta una longitud de 28,5 km.

Características a resaltar:

- Los usos del suelo incluyen centros poblados, infraestructura vial, agricultura de secano, de regadío y ganadería (ver Mapa MG-11A).
- El trazado pasa por el río Amatillo, qda. El Veral, qda. El Barrero, qda. El Izote hasta el río Paz.
- Existe vulnerabilidad a sismos. La actividad volcánica, en su día intensa, actualmente está inactiva.
- Cultivo de café bajo sombra y potreros donde predomina la hierba jaragua, maíz blanco, sorgo, frijol negro y jocote corona.
- Entre las especies vegetales, numerosas, se identificaron un total de 132, predominan las arbóreas.
- Las especies de fauna más importantes son: *Felis pardalis*, *Felis jaguarrundi*, *Leptotila verreauxi*, *Brotogeris jugularis*, *Amazona albifrons* e *Iguana iguana*.



Cuadro 8A.4.7: Matriz de Valoración de Impactos en la fase de construcción. Tramo GU1-4

FASE DE CONSTRUCCIÓN														
MEDIO FÍSICO														
MEDIO INERTE	Impactos	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	
Suelo	Ocupación del suelo	-	2	2	4	4	2	1	1	4	4	2	-32	moderado
	Disminución de la capacidad de infiltración del suelo por compactación del terreno en los caminos de acceso	-	2	2	2	2	2	2	1	4	2	4	-29	moderado
	Aumento en la inestabilidad de laderas	-	2	1	2	2	2	2	1	4	2	4	-27	moderado
	Generación de procesos erosivos	-	2	4	2	2	2	2	1	4	1	4	2	-32
Calidad del Aire	Deterioro de la calidad del aire por incremento en la emisión de polvo y gases de combustión	-	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	-19	compatible
Hidrología e Hidrogeología	Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	-	1	1	2	2	2	2	1	4	2	4	-24	compatible
	Alteraciones en la hidrología superficial	-	2	1	4	2	2	2	1	4	2	4	-29	moderado
Geología y Geomorfología	Alteración de unidades geomorfológicas	-	2	1	2	2	2	1	1	1	4	2	-23	compatible
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	2	1	4	1	1	1	1	4	1	1	-22	compatible
Calidad del Agua	Contaminación de las aguas subterráneas	-	1	1	2	2	2	2	1	4	1	4	-23	compatible
	Variación de la calidad de aguas superficiales	-	2	1	2	2	1	1	1	4	1	2	-22	compatible
MEDIO BIOTICO														
Flora y Vegetación	Eliminación de la cubierta vegetal	-	4	2	4	4	2	1	1	4	4	4	-40	moderado
	Fragmentación de ecosistemas	-	2	2	2	2	2	2	1	4	4	8	-35	moderado
Fauna	Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-	2	1	2	2	1	2	1	4	2	4	-26	moderado
	Alteración de hábitat	-	1	2	4	1	2	1	1	4	4	2	-26	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 SOCIOCULTURAL														
Patrimonio Cultural	Afección a lugares culturales y patrimoniales	-	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	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	1	4	4	2	1	1	4	4	2	-27	moderado
MEDIO ECONÓMICO														
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	32	beneficioso

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

	Impacto severo
	Impacto moderado
	Impacto compatible
	Impacto positivo
	Sin impacto

Cuadro 8A.4.8: Matriz de Valoración de Impactos en la fase de operación. Tramo GU1-4

FASE DE OPERACIÓN															
MEDIO FÍSICO												Importancia			
MEDIO INERTE	Impactos	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC			
Suelo	No se identifican impactos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Calidad del Aire	Emisiones de ozono, SF ₆ 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			
Geología y Geomorfología	No se identifican impactos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	1	4	2	2	2	1	4	1	2	-23	compatible	
Calidad del Agua	No se identifican impactos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
MEDIO BIÓTICO															
Flora y Vegetación	Alteración de la estructura y del hábitat	-	2	2	4	2	2	1	1	4	4	2	-30	moderado	
	Pérdida de ecosistemas	-	4	2	2	2	4	2	1	4	4	4	-39	moderado	
	Afectación somera de la vegetación que crece en la servidumbre	-	4	4	4	4	4	2	1	4	4	8	-51	severo	
Fauna	Afectación a sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-	2	1	4	2	2	2	1	4	4	4	-31	moderado	
	Alteración de hábitat	-	2	2	2	2	2	1	1	4	2	2	-26	moderado	
MEDIO PERCEPTUAL															
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	-	4	2	2	4	2	1	1	4	4	4	-38	moderado	
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL															
MEDIO SOCIOCULTURAL															
Patrimonio Cultural	No se identifican impactos	-	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	1	2	4	2	1	1	4	2	2	-23	compatible	
Infraestructura Local	Efectos sobre la infraestructura privada	-	2	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-41	moderado	
	Efectos sobre la infraestructura local	+	4	2	2	4	2	1	4	4	4	4	41	beneficioso	
Patrón de Uso del Suelo	Cambio en el valor de la tierra	-	4	4	4	4	4	2	1	4	2	8	-49	moderado	
	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	2	2	2	4	2	1	1	4	4	2	-30	moderado	
Campos electromagnéticos	Alteración en la salud humana	-	1	1	2	2	2	1	1	4	4	2	-23	compatible	
MEDIO ECONÓMICO															
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	32	beneficioso	

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

	Impacto severo
	Impacto moderado
	Impacto compatible
	Impacto positivo
	Sin impacto

8A.5. IMPACTOS SIGNIFICATIVOS

De la evaluación de impactos por tramos del Proyecto de la línea SIEPAC- Tramo Guatemala, se han extraído aquellos que se han valorado como impactos significativos, es decir, los valorados como impactos moderados, severos o críticos.

A continuación, un cuadro por cada tramo homogéneo de la Ruta I, Guate – Este – El Salvador donde se recogen los mismos.

Cuadro 8A.5.1: Impactos Significativos por tramos (tramo GU1-1)

IMPACTOS SIGNIFICATIVOS		
TRAMO GU1-1		
<i>Fase de construcción</i>		
<i>Impacto</i>	<i>Valoración</i>	<i>Calificación</i>
Ocupación del suelo	-62	severo
Disminución de la capacidad de infiltración del suelo por compactación del terreno en los caminos de acceso	-30	moderado
Generación de procesos erosivos	-28	moderado
Deterioro de la calidad del aire por incremento en la emisión de polvo y gases de combustión	-29	moderado
Alteraciones en la hidrología superficial	-29	moderado
Aumento de emisiones acústicas	-38	moderado
Eliminación de la cubierta vegetal	-45	moderado
Fragmentación de ecosistemas	-29	moderado
Alteración de hábitat	-38	moderado
Alteración de la calidad y fragilidad visual	-45	moderado
Afección a lugares culturales y patrimoniales	-38	moderado
Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-43	moderado
Efectos sobre la infraestructura local	-42	moderado
Cambios en el patrón de uso de suelo	-33	moderado
<i>Fase de operación</i>		
<i>Impacto</i>	<i>Valoración</i>	<i>Calificación</i>
Aumento de emisiones acústicas	-28	moderado
Afectación somera de la vegetación que crece en la servidumbre	-38	moderado
Alteración de hábitat	-36	moderado
Alteración de la calidad y fragilidad visual	-48	moderado
Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-44	moderado
Cambio en el valor de la tierra	-54	severo
Cambios en el patrón de uso de suelo	-30	moderado

Cuadro 8A.5.2: Impactos Significativos por tramos (tramo GU1-2)

IMPACTOS SIGNIFICATIVOS		
TRAMO GU1-2		
<i>Fase de construcción</i>		
<i>Impacto</i>	<i>Valoración</i>	<i>Calificación</i>
Ocupación del suelo	-50	moderado
Disminución de la capacidad de infiltración del suelo por compactación del terreno en los caminos de acceso	-42	moderado
Aumento en la inestabilidad de laderas	-31	moderado
Generación de procesos erosivos	-31	moderado
Deterioro de la calidad del aire por incremento en la emisión de polvo y gases de combustión	-27	moderado
Alteraciones en la hidrología superficial	-28	moderado
Alteración de unidades geomorfológicas	-37	moderado
Eliminación de la cubierta vegetal	-39	moderado
Fragmentación de ecosistemas	-41	moderado
Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-35	moderado
Alteración de hábitat	-27	moderado
Alteración de la calidad y fragilidad visual	-37	moderado
Cambios en el patrón de uso de suelo	-28	moderado
<i>Fase de operación</i>		
<i>Impacto</i>	<i>Valoración</i>	<i>Calificación</i>
Emisiones de ozono, SF ₆ y de maquinaria de mantenimiento	-25	moderado
Aumento de emisiones acústicas	-26	moderado
Alteración de la estructura y del hábitat	-27	moderado
Afectación somera de la vegetación que crece en la servidumbre	-37	moderado
Afectación a sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-45	moderado
Alteración de hábitat	-38	moderado
Alteración de la calidad y fragilidad visual	-47	moderado
Efectos sobre la infraestructura privada	-34	moderado
Cambio en el valor de la tierra	-41	moderado
Cambios en el patrón de uso de suelo	-27	moderado

Cuadro 8A.5.3: Impactos Significativos por tramos (tramo GU1-3)

IMPACTOS SIGNIFICATIVOS		
TRAMO GU1-3		
<i>Fase de construcción</i>		
<i>Impacto</i>	<i>Valoración</i>	<i>Calificación</i>
Ocupación del suelo	-32	moderado
Disminución de la capacidad de infiltración del suelo por compactación del terreno en los caminos de acceso	-31	moderado
Aumento en la inestabilidad de laderas	-35	moderado
Generación de procesos erosivos	-43	moderado
Deterioro de la calidad del aire por incremento en la emisión de polvo y gases de combustión	-25	moderado
Alteraciones en la hidrología superficial	-27	moderado
Alteración de unidades geomorfológicas	-25	moderado
Eliminación de la cubierta vegetal	-48	moderado
Fragmentación de ecosistemas	-35	moderado
Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-30	moderado
Alteración de hábitat	-45	moderado
Alteración de la calidad y fragilidad visual	-48	moderado
Cambios en el patrón de uso de suelo	-27	moderado
<i>Fase de operación</i>		
<i>Impacto</i>	<i>Valoración</i>	<i>Calificación</i>
Alteración de la estructura y del hábitat	-42	moderado
Afectación somera de la vegetación que crece en la servidumbre	-43	moderado
Afectación a sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-39	moderado
Alteración de hábitat	-38	moderado
Alteración de la calidad y fragilidad visual	-38	moderado
Efectos sobre la infraestructura privada	-34	moderado
Cambio en el valor de la tierra	-41	moderado
Cambios en el patrón de uso de suelo	-30	moderado

Cuadro 8A.5.4: Impactos Significativos por tramos (tramo GU1-4)

IMPACTOS SIGNIFICATIVOS		
TRAMO GU1-4		
<i>Fase de construcción</i>		
<i>Impacto</i>	<i>Valoración</i>	<i>Calificación</i>
Ocupación del suelo	-32	moderado
Disminución de la capacidad de infiltración del suelo por compactación del terreno en los caminos de acceso	-29	moderado
Aumento en la inestabilidad de laderas	-27	moderado
Generación de procesos erosivos	-32	moderado
Alteraciones en la hidrología superficial	-29	moderado
Eliminación de la cubierta vegetal	-40	moderado
Fragmentación de ecosistemas	-35	moderado
Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-26	moderado
Alteración de hábitat	-26	moderado
Alteración de la calidad y fragilidad visual	-48	moderado
Cambios en el patrón de uso de suelo	-27	moderado
<i>Fase de operación</i>		
<i>Impacto</i>	<i>Valoración</i>	<i>Calificación</i>
Alteración de la estructura y del hábitat	-30	moderado
Pérdida de ecosistemas	-39	moderado
Afectación somera de la vegetación que crece en la servidumbre	-51	severo
Afectación a sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-31	moderado
Alteración de hábitat	-26	moderado
Alteración de la calidad y fragilidad visual	-38	moderado
Efectos sobre la infraestructura privada	-41	moderado
Cambio en el valor de la tierra	-49	moderado
Cambios en el patrón de uso de suelo	-30	moderado

<u>8A. IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO.....</u>	<u>384</u>
<u>8A.1. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO POTENCIALMENTE IMPACTANTES.....</u>	<u>384</u>
<u>8A.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS EFECTOS POTENCIALES</u>	<u>386</u>
<u>8A.2.1. Efectos potenciales sobre el suelo</u>	<u>388</u>
<u>8A.2.2. Efectos potenciales sobre el agua.....</u>	<u>390</u>
<u>8A.2.3. Efectos potenciales sobre la atmósfera.....</u>	<u>392</u>
<u>8A.2.4. Efectos potenciales sobre la flora y la vegetación.....</u>	<u>399</u>
<u>8A.2.5. Efectos potenciales sobre la fauna.....</u>	<u>401</u>
<u>8A.2.6. Efectos potenciales sobre el medio socioeconómico</u>	<u>404</u>
<u>8A.2.7. Efectos potenciales sobre el paisaje</u>	<u>406</u>
<u>8A.3. CARACTERIZACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS.....</u>	<u>407</u>
<u>8A.3.1. Criterios de caracterización</u>	<u>407</u>
<u>8A.3.2. Identificación de fuentes de impacto ambiental.....</u>	<u>412</u>
<u>□ Fase de Construcción:</u>	<u>412</u>
<u>□ Fase de OPERACIÓN y Mantenimiento:</u>	<u>413</u>
<u>8A.3.3. Identificación de componentes y factores ambientales susceptibles de ser impactados</u>	<u>414</u>
<u>8A.3.4. Identificación y Descripción de Impactos</u>	<u>416</u>
<u>8A.3.5. Valoración de impactos</u>	<u>433</u>
<u>8A.4. evaluación de impactos por tramos.....</u>	<u>436</u>
<u>8A.5. impactos significativos</u>	<u>449</u>

9A. 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 con 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.

9A.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, incluyendo las áreas protegidas.
- 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.
- Siempre que no se ha podido evitar, se ha mantenido el paralelismo con infraestructuras viarias relevantes, igualmente se han evitado tramos perpendiculares prolongados a estas infraestructuras.

MEDIO FÍSICO

Medio Biótico

MEDIDAS PREVENTIVAS APLICABLES A LA 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 es significativa.
- 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 riesgo de colisión, consistentes en espirales helicoidales de PVC de colores vistosos, tiras en X de neopreno con cinta luminiscente o boyas amarillas o naranjas con bandas negras, para evitar colisiones no deseadas. Para esta ruta, el mayor riesgo se presenta en el tramo GU1-4, en el área cercana a El Tempisque (ver Mapa MG-13A). Si luego de iniciadas las operaciones se reporta una alta frecuencia de colisiones en un área, en la misma también deberán instalarse los salvapájaros.

MEDIDAS PREVENTIVAS APLICABLES A LA FAUNA Y LA VEGETACIÓN

La fauna terrestre no parece que puede verse afectada significativamente por el Proyecto. En cuanto a la vegetación, y en función del inventario realizado, es necesario evitar la localización de apoyos en las zonas detectadas más sensibles, 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

MEDIDAS PREVENTIVAS APLICABLES AL 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 (ver capítulo 2).

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 Socioeconómico

MEDIDAS PREVENTIVAS APLICABLES A LA 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, la que determine los Reglamentos Técnicos de Líneas Eléctricas de Alta Tensión y las normas y especificaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional.

9A.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:

MEDIDAS PREVENTIVAS APLICABLES AL SUELO

Por el hecho de existir una unidad de obra consistente en excavación de las zapatas donde se ubicarán los apoyos, esta operación puede afectar al suelo, así como otras actividades definidas en el Proyecto constructivo, por lo que se pueden aplicar las medidas que se enumeran a continuación:

- ❑ Durante la operación de excavado, se debe retirar la tierra vegetal y acopiarla en lugares no contaminados, para poder 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 gestionar 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.
- 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.

MEDIDAS PREVENTIVAS APLICABLES A 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 caso de tiempo seco y fuerte viento, se procederá al riego de estabilización con agua de los caminos de tierra y de los acopios de tierra, para minimizar las emisiones 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 la maquinaria 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.

MEDIDAS PREVENTIVAS APLICABLES A LA CALIDAD DEL AGUA

Se trata, asimismo, 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 existentes, 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 sanitarias o contaminadas a los cauces públicos (ríos, arroyos, lagunas, etc.).
- Respetar una distancia mínima 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.

MEDIDAS PREVENTIVAS APLICABLES A LA FAUNA Y A LA FLORA

En la fase de obras, 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 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 y controlar la escorrentía en ellos.
- Contemplar la posibilidad de elevar ciertos apoyos para salvaguardar de la tala las especies arbóreas de interés.
- Proponer 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.
- Iluminación nocturna en campamentos

MEDIDAS PREVENTIVAS APLICABLES A LOS RESTOS ARQUEOLÓGICOS

- Inspeccionar la superficie donde se hará la excavación o apertura de camino para ver si hay vestigios arqueológicos: cerámica, lítica o montículos. Estos sitios pueden ser prehispánicos o sitios sagrados utilizados por los indígenas en la actualidad
- En dado caso no haya nada en la superficie, pero al excavar sí se encuentren restos, deberán tomar las precauciones necesarias.
- Llamar a un arqueólogo o antropólogo profesional que dictamine si es necesario realizar algún estudio que implique excavación de rescate.
- Llamar al Instituto de Antropología e Historia (IDAEH) e informar acerca del descubrimiento.
- Al encontrarse un área arqueológica evitar el saqueo por personas inescrupulosas.

9A.3. MEDIDAS PREVENTIVAS EN LA FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Esta fase es la que corresponde al periodo de operación y mantenimiento de la línea.

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 y tala en la servidumbre 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 aparezcan asentamientos humanos bajo la misma, mediante revisiones periódicas a todo el

trazado. Esta medida y la anterior pueden realizarse en conjunto. En caso de que se encuentren precaristas en el área de la servidumbre se deberá notificar a la EPR para que proceda a desalojarlos.

- Realizar tareas de mantenimiento a los caminos de acceso a los apoyos, despejándolos de obstáculos que pudieran llevar a tener que construir otros nuevos.

9A.4. MEDIDAS DE MITIGACIÓN EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN

Las medidas mitigadoras aplicables a las fases del Proyecto, como ya se ha comentado, son las que tratan de 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 terminados los trabajos en los mismos, y en el tiempo establecido. Tales servicios pueden incluir alcantarillado, vados, líneas de distribución, entre otros que se determinarán en campo una vez inicien las obras.

MEDIDAS MITIGADORAS SOBRE LA VEGETACIÓN

- Recuperar la vegetación que ha sido eliminada en zonas de servicio que queden fuera de uso mediante revegetación, una vez finalicen los trabajos si estos coinciden con la época lluviosa, de lo contrario esperar al inicio de dicha época. 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).

9A.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 la servidumbre una poda de los árboles de crecimiento lento, la eliminación sistemática de los pies de la vegetación que suponga un riesgo para la línea, las de crecimiento rápido, y la tala de árboles de alta tasa de crecimiento. 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.

9A.	MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN.....	455
9A.1.	Medidas preventivas en la fase de diseño.....	456
9A.2.	MEDIDAS PREVENTIVAS EN LA Fase de CONSTRUCCIÓN	459
9A.3.	Medidas preventivas en la fase de Operación y Mantenimiento	463
9A.4.	Medidas de mitigación en la fase de construcción	464
9A.5.	MEDIDAS MITIGADORAS DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN	465

10A. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

De manera genérica, los Planes de Manejo persiguen 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 al EPR 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 siguientes partes.

1- Elaboración del plan:

- Definir a partir del EsIA los impactos objeto a considerar en el Plan de Seguimiento Ambiental de acuerdo con el nivel de significancia de impacto.
- Definir los objetivos concretos del Plan.
- 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 Seguimiento Ambiental de acuerdo con las exigencias del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
- Elaborar el Plan de Seguimiento del Plan de acuerdo con las exigencias del Organismo Competente y a la secuencia de trabajos del Promotor del Proyecto.

Los Planes 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 con 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 estar expuestos 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 en condiciones de emergencia o riesgo.
- ❑ 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 dirigidas a los trabajadores y contratistas.
- ❑ Plan de Seguimiento 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.

10A.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 implementar 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, 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 Ruta I, Guate – Este – El Salvador, de los impactos identificados, se valoraron, de manera global, los siguientes como significativos:

Cuadro 10A.1.1: Impactos significativos

IMPACTOS SIGNIFICATIVOS		
VALORACIÓN GLOBAL DE TODA LA LÍNEA		
<i>Fase de construcción</i>		
<i>Impacto</i>	<i>Valoración</i>	<i>Calificación</i>
Ocupación del suelo	-41	moderado
Disminución de la capacidad de infiltración del suelo por compactación del terreno en los caminos de acceso	-41	moderado
Aumento en la inestabilidad de laderas	-28	moderado
Generación de procesos erosivos	-30	moderado
Deterioro de la calidad del aire por incremento en la emisión de polvo y gases de combustión	-28	moderado
Alteraciones en la hidrología superficial	-27	moderado
Alteración de unidades geomorfológicas	-29	moderado
Eliminación de la cubierta vegetal	-47	moderado
Fragmentación de ecosistemas	-47	moderado
Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-45	moderado
Alteración de hábitat	-45	moderado
Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-34	moderado
Cambios en el patrón de usos del suelo	-47	moderado
Alteración de la calidad y fragilidad visual	-48	moderado
<i>Fase de operación</i>		
<i>Impacto</i>	<i>Valoración</i>	<i>Calificación</i>
Aumento de emisiones acústicas	-30	moderado
Alteración de la estructura y del hábitat	-41	moderado
Pérdida de ecosistemas	-35	moderado
Afectación somera de la vegetación que crece en la servidumbre	-43	moderado
Afectación a sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-47	moderado
Alteración de hábitat	-41	moderado

IMPACTOS SIGNIFICATIVOS		
VALORACIÓN GLOBAL DE TODA LA LÍNEA		
Alteración de la calidad y fragilidad visual	-38	moderado
Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-30	moderado
Efectos sobre la infraestructura privada	-41	moderado
Cambio en el valor de la tierra	-39	moderado
Cambios en el patrón de uso de suelo	-43	moderado

Fuente: Elaboración propia, 2003.

El desarrollo del Plan de Seguimiento Ambiental incluye las siguientes medidas, encaminadas como se ha expuesto, a minimizar los impactos significativos presentados.

Cuadro 10A.1.2: Medidas de mitigación M1

IMPACTOS:

- FOMENTO DE PROCESOS EROSIVOS
- OCUPACIÓN DEL SUELO

MEDIDAS	FASE	UBICACIÓN ESPACIAL	EJECUCIÓN	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO ESTIMADO (US\$)
Luego de instalar las torres, revegetar el área con vegetación gramínea y proteger los taludes de los caminos de acceso.	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para caminos de acceso y ubicación de las torres.	Contratista	EPR	MARN, Municipio	\$150,00/ha, para cada área de base de torre de 15 m x 15 m ¹⁴ Costo Total=\$1.215,00
Definir las rutas y caminos de acceso evitando pendientes mayores de 15% adaptándose a la topografía existente y de forma tal que permita el drenaje superficial a través de cunetas y alcantarillas (si existen).	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para caminos de acceso.	Contratista	EPR	MARN, MICIVI	Incluido en el costo de construcción del Proyecto

¹⁴Considerando un área de 15 m x 15 m a ser desbrozado en cada punto donde se instalará una torre y la longitud de la línea de transmisión. En la Ruta I, Guate – Este - El Salvador se instalarán aproximadamente 360 torres lo que hace un área de 8.1 ha.

MEDIDAS	FASE	UBICACIÓN ESPACIAL	EJECUCIÓN	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO ESTIMADO (US\$)
La pendiente longitudinal del camino debe tener como mínimo 3%, esto ayuda al escurrimiento superficial del agua y prevenir el depósito de sedimentos en las cunetas (si existen).	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para caminos de acceso.	Contratista	EPR	MARN, MICIVI, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto
Disminuir la altura de los terraplenes y taludes.	DISEÑO	En las áreas seleccionadas para caminos de acceso.	Contratista	EPR	MARN, MICIVI, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto
Recubrir con vegetación taludes y terraplenes.	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para caminos de acceso.	Contratista	EPR	MARN, MICIVI, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto
No continuar realizando labores de excavación cuando se presenten situaciones de suelo muy húmedo o saturado.	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para caminos de acceso y ubicación de las torres.	Contratista	EPR	MARN, MICIVI, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto

MEDIDAS	FASE	UBICACIÓN ESPACIAL	EJECUCIÓN	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO ESTIMADO (US\$)
Recuperar la cobertura vegetal . Se utilizará principalmente para las cubiertas de zonas que queden fuera de servicio, como los accesos que no vayan a ser utilizados.	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para caminos de acceso y ubicación de las torres.	Contratista	EPR	MARN, MUNICIPIO, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto
Realizar los corte de terreno en las zonas más estables, tomando en consideración las características geotécnicas de los suelos.	CONSTRUCCIÓN	En los taludes y terraplenes desnudos y caminos de acceso.	Contratista	EPR	MARN, MICIVI, EPR.	Incluido en el costo de construcción del Proyecto
Utilizar cubiertas de geomembranas en las zonas más erodables.	CONSTRUCCIÓN	Donde se ubiquen las torres de transmisión e instalaciones auxiliares	Contratista	EPR	MARN, MICIVI, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto
Disminuir la altura de los terraplenes y taludes.	DISEÑO	En los taludes y terraplenes desnudos y sitios de ubicación de las torres de transmisión.	Contratista	EPR	MARN, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto

Cuadro 10A.1.3: Medidas de mitigación M2

IMPACTOS:

- AUMENTO EN LA INESTABILIDAD DE LADERAS

MEDIDAS	FASE	UBICACIÓN ESPACIAL	EJECUCIÓN	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO ESTIMADO (US\$)
Evitar pendientes pronunciadas en suelos propensos a deslizamientos.	CONSTRUCCIÓN	En los taludes y terraplenes desnudos dentro de las áreas de construcción	Contratista	EPR	MARN, MICIVI, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto
Construir gaviones y pantallas de concreto como contención; utilizar redes metálicas, drenes y cunetas en los taludes para la estabilidad del terreno.	CONSTRUCCIÓN	En los taludes y terraplenes desnudos dentro de las áreas de construcción	Contratista	EPR	MARN, MICIVI, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto
El suelo que ha sido retirado y apilado para su posterior uso, deberá ser tratado para la siembra y abono con el fin de evitar su compactación y los efectos de ésta sobre la estructura y base de las torres.	CONSTRUCCIÓN	En los taludes y terraplenes desnudos dentro de las áreas de construcción	Contratista	EPR	MARN, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto



MEDIDAS	FASE	UBICACIÓN ESPACIAL	EJECUCIÓN	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO ESTIMADO (US\$)
Planificar, seleccionar y definir desde los inicios de los trabajos los sitios de desbroce, desmonte y caminos de accesos para minimizar los cortes de vegetación innecesarios.	DISEÑO	En los taludes y terraplenes desnudos dentro de las áreas de construcción	EPR	EPR	MARN, MUNICIPIO, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto

Cuadro 10A.1.4: Medidas de mitigación M3

IMPACTOS:

- COMPACTACIÓN DEL TERRENO/DISMINUCIÓN EN LA CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN DEL SUELO
- DISMINUCIÓN DE LA TASA DE RECARGA / ALTERACIÓN DE LA HIDROLOGÍA SUPERFICIAL
- CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS
- VARIACIÓN EN LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES

MEDIDAS	FASE	UBICACIÓN ESPACIAL	EJECUCIÓN	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO ESTIMADO (US\$)
Reducir los cortes y terraplenes.	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para los caminos de acceso y ubicación de las torres	Contratista	EPR	MARN, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto
Reducir el cruce sobre cuerpos de agua y en tal caso, construir vados o cajones pluviales.	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para los caminos de acceso.	Contratista	EPR	MARN, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto

MEDIDAS	FASE	UBICACIÓN ESPACIAL	EJECUCIÓN	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO ESTIMADO (US\$)
Evitar la tala innecesaria de vegetación, especialmente en zonas de bosque nativos y vegetación protectora de nacimientos y cuerpos de agua.	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para los caminos de acceso y ubicación de las torres.	Contratista	EPR	MARN, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto
Selección mediante el uso de los mapas geológicos e hidrogeológicos de sitios en donde el nivel freático y de los acuíferos no sea somero ni sean marcados como zonas de recarga.	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas la ubicación de las torres e instalaciones auxiliares.	Contratista	EPR	MARN, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto
Planificar las actividades de mantenimiento de maquinaria para evitar derrames de aceites y combustibles.	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para los caminos de acceso e instalaciones auxiliares.	Contratista	EPR	MARN, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto



MEDIDAS	FASE	UBICACIÓN ESPACIAL	EJECUCIÓN	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO ESTIMADO (US\$)
Colocación de geomembranas en las zonas de mayor riesgo de contaminación.	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas la ubicación de las torres.	Contratista	EPR	MARN, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto

Cuadro 10A.1.5: Medidas de mitigación M4

IMPACTOS:

- ELIMINACIÓN DE LA CUBIERTA VEGETAL
- FRAGMENTACIÓN DE ECOSISTEMAS
- AFECTACIÓN SOMERA DE LA VEGETACIÓN EN EL ÁREA DE LA SERVIDUMBRE
- ALTERACIÓN DE ESTRUCTURA Y HÁBITAT

MEDIDAS	FASE	UBICACIÓN ESPACIAL	EJECUCIÓN	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO ESTIMADO (US\$)
Revegetar las áreas desnudas con vegetación gramínea y proteger los taludes.	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para los caminos de acceso y ubicación de las torres	Contratista	EPR	MARN, EPR	Estimado anteriormente.
Utilizar las técnicas y maquinarias adecuadas de desmonte (p.ej. limpieza manual en vez de mecánica, evitar herbicidas y fuego).	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para los caminos de acceso y ubicación de las torres	Contratista	EPR	MARN, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto

MEDIDAS	FASE	UBICACIÓN ESPACIAL	EJECUCIÓN	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO ESTIMADO (US\$)
Se deberá seguir en todo momento lo establecido en los planos y no alterar innecesariamente la vegetación vecina en los lugares de trabajo, ni utilizar vías de acceso alternas no autorizadas.	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para los caminos de acceso y ubicación de las torres	Contratista	EPR	MARN, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto
A la vegetación que deba ser removida o talada, se deberá direccionar su caída sobre la franja de servidumbre de la línea por medio de señales guías. Esto minimizará la afectación de zonas vecinas fuera del área de servidumbre.	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para los caminos de acceso y ubicación de las torres	Contratista	EPR	MARN, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto
La preparación del suelo, siembra, fertilización y tapado, se realizarán mediante el uso de técnicas manuales	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para los caminos de acceso y ubicación de las torres	Contratista	EPR	MARN, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto

MEDIDAS	FASE	UBICACIÓN ESPACIAL	EJECUCIÓN	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO ESTIMADO (US\$)
Facilitar y dar preferencia a la regeneración de la cubierta vegetal con especies nativas.	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para los caminos de acceso y ubicación de las torres	Contratista	EPR	MARN, MUNICIPIO, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto
Ayudar a facilitar la revegetación en los sitios donde la colonización vegetal pueda resultar difícil o por su interés de un acelerado proceso.	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para los caminos de acceso y ubicación de las torres	Contratista	EPR	MARN, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto

Cuadro 10A.1.6: Medidas de mitigación M5

IMPACTOS:

- AFECTACIÓN DE LOS SITIOS DE NIDIFICACIÓN DE LAS AVES DENTRO DEL ÁREA DE SERVIDUMBRE

MEDIDAS	FASE	UBICACIÓN ESPACIAL	EJECUCIÓN	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO ESTIMADO (US\$)
Evitar las actividades ruidosas en periodos de cría o anidamiento de especies faunísticas, así como operaciones nocturnas.	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para los caminos de acceso, ubicación de las torres e instalaciones auxiliares	Contratista	EPR	MARN, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto

Cuadro 10A.1.7: Medidas de mitigación M6

IMPACTOS:

- DISMINUCIÓN DE ESPECIES TERRESTRES Y DESPLAZAMIENTO DE INDIVIDUOS
- ALTERACIÓN DEL HABITAT Y PERTURBACIÓN DE LA FAUNA

MEDIDAS	FASE	UBICACIÓN ESPACIAL	EJECUCIÓN	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO ESTIMADO (US\$)
Velar porque toda maquinaria y equipo utilizado cumpla con las especificaciones legales en materia acústica, de forma tal, que su uso normal no derive en perturbaciones excesivas.	CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN	En las áreas seleccionadas para los caminos de acceso, ubicación de las torres e instalaciones auxiliares	Contratista	EPR	MARN, MSPAS, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto
Mantener la conexión entre las poblaciones mediante métodos naturales o artificiales (corredores ecológicos, by pass, etc.).	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para los caminos de acceso, ubicación de las torres.	Contratista	EPR	MARN, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto

MEDIDAS	FASE	UBICACIÓN ESPACIAL	EJECUCIÓN	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO ESTIMADO (US\$)
Para evitar posibles colisiones y electrocuciones de aves, se instalarán sistemas salvapájaros en aquellas áreas identificadas como de mayor riesgo. Estos sistemas podrán ser espirales helicoidales de PVC de colores vistosos, tiras en X de neopreno con cinta luminiscente o boyas amarillas o naranjas con bandas negras.	OPERACIÓN	En el tramo GU1-4, en especial en el área cercana a El Tempisque, y cualquier otra área donde se reporte una alta frecuencia de colisión luego de iniciada la operación de la línea	Contratista	EPR	MARN, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto

Cuadro 10A.1.8 Medidas de mitigación M7

IMPACTOS:

- CAMBIOS Y VARIACIONES EN LA CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACIÓN
- ALTERACIÓN A LA SALUD HUMANA
- ALTERACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE
- AUMENTO DE EMISIONES ACÚSTICAS

MEDIDAS	FASE	UBICACIÓN ESPACIAL	EJECUCIÓN	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO ESTIMADO (US\$)
Informar a la población sobre el efecto Corona para disminuir el temor que ha sido inducido por algunos grupos alarmistas.	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para los caminos de acceso, ubicación de las torres e instalaciones auxiliares cercanas a núcleos poblacionales.	Contratista	EPR	MARN, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto
Monitorear los campos electromagnéticos en las áreas próximas a los núcleos poblacionales, para garantizar que la afectación a la población sea nula.	OPERACIÓN	Poblados más próximos a la línea	EPR	EPR	MARN	\$ 150,00 (equipo)

MEDIDAS	FASE	UBICACIÓN ESPACIAL	EJECUCIÓN	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO ESTIMADO (US\$)
Durante las labores de mantenimiento de la línea se verificará en el recorrido que el área de la servidumbre no haya sido invadida por precaristas.	OPERACIÓN	Área de la servidumbre	EPR	EPR	EPR	Incluido en el costo de mantenimiento de la línea
En las áreas donde se realicen construcciones y movimiento de tierra susceptibles de producir emisiones de polvos, se deberá efectuar un riego con camiones cisterna con el objeto de humedecer la superficie del suelo y evitar el levantamiento de partículas al paso de la maquinaria y los vehículos sobre las vías de acceso, donde la emisión de las mismas pueda afectar a las personas que habitan o efectúan las labores propias o ajenas al proyecto, así, como a las comunidades faunísticas y florísticas de la zona.	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para los caminos de acceso, ubicación de las torres e instalaciones auxiliares cercanas a núcleos poblacionales.	Contratista	EPR	MARN, MUNICIPIO, MSPAS, EPR	<p>\$11.571,00</p> <p>Costo = \$150/día X 3(30) X <u>6días/semana</u> 7 días/semana</p> <p>Por la extensión del Proyecto se utilizarán dos fuentes</p> <p>C. Total= 2 X \$11.571,00 C. Total = \$23.142,00</p>

MEDIDAS	FASE	UBICACIÓN ESPACIAL	EJECUCIÓN	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO ESTIMADO (US\$)
Restringir la velocidad de circulación de camiones y maquinarias en la obra, control de horarios y frecuencias en las cercanías de núcleos urbanos.	CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN	En las áreas seleccionadas para los caminos de acceso, ubicación de las torres e instalaciones auxiliares cercanas a núcleos poblacionales.	Contratista	EPR	MARN, Contratista	Incluido en el costo de construcción del Proyecto
Velar porque toda maquinaria y equipo utilizado cumpla con las especificaciones legales en materia acústica, de forma tal, que su uso normal no derive en perturbación excesiva.	CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN	En las áreas seleccionadas para los caminos de acceso, ubicación de las torres e instalaciones auxiliares cercanas a núcleos poblacionales.	Contratista	EPR	MARN, MSPAS, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto

MEDIDAS	FASE	UBICACIÓN ESPACIAL	EJECUCIÓN	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO ESTIMADO (US\$)
Implementar desvío de tránsito evitando zonas sensibles	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para los caminos de acceso, ubicación de las torres e instalaciones auxiliares cercanas a núcleos poblacionales.	Contratista	EPR	MARN	Incluido en el costo de construcción del Proyecto

Cuadro 10A.1.9: Medidas de mitigación M8

IMPACTOS:

- AFECCIÓN DE LUGARES PATRIMONIALES

MEDIDAS	FASE	UBICACIÓN ESPACIAL	EJECUCIÓN	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO ESTIMADO
Se instruirá específicamente al personal de excavación y/o operarios del equipo de movimiento de tierra sobre los cuidados que deberán tenerse en cuenta al encontrar evidencias de restos arqueológicos, los cuales deben ponerse en conocimiento del Instituto de Antropología e Historia IDAEH.	CONSTRUCCIÓN	En las áreas donde se ubicarán las torres de transmisión y caminos de acceso.	Contratista	EPR	MARN, IDAEH, EPR	Plan de rescate arqueológico \$ 15.400,00
Se realizará el rescate de restos arqueológicos en coordinación con el Instituto de Antropología e Historia .	CONSTRUCCIÓN	En las áreas donde se ubicarán las torres de transmisión correspondientes al tramo 6.	Contratista	EPR	MARN, IDAEH	Incluido en el costo de construcción del Proyecto

Cuadro 10A.1.10: Medidas de mitigación M9

IMPACTOS:

- CAMBIOS EN EL PATRÓN DE USO DEL SUELO
- EFECTOS SOBRE LA INFRAESTRUCTURA LOCAL
- CAMBIOS EN EL VALOR DE LA TIERRA
- EFECTOS SOBRE LA INFRAESTRUCTURA PRIVADA

MEDIDAS	FASE	UBICACIÓN ESPACIAL	EJECUCIÓN	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO ESTIMADO
En los casos que corresponda, dar a los propietarios de las tierras o lotes afectados capacitación para asimilar el cambio de uso.	CONSTRUCCIÓN	En las áreas de servidumbre de la línea y caminos de acceso.	Contratista	EPR	MARN, EPR	Ingeniero agrónomo = \$2.500,00/mes (1 mes)

MEDIDAS	FASE	UBICACIÓN ESPACIAL	EJECUCIÓN	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO ESTIMADO
<p>Evaluación de compensación económica o de otro tipo, y firma de un contrato de servidumbre en donde no se requiera la totalidad de la propiedad para los dueños de las fincas o lotes por el paso de la línea.</p> <p>Indemnización económica por el cambio de uso del terreno en el cual se localiza la torre.</p>	CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN	En las áreas de servidumbre.	Contratista	EPR	MARN, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto
Mantener en buenas condiciones los caminos privados que sirvan de acceso a la línea.	CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN	En las áreas de servidumbre y caminos de acceso.	Contratista	EPR	MARN, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto

Cuadro 10A.1.11: Medidas de mitigación M10

IMPACTOS:

- ALTERACIÓN DE LA CALIDAD Y FRAGILIDAD VISUAL

MEDIDAS	FASE	UBICACIÓN ESPACIAL	EJECUCIÓN	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO ESTIMADO
Evitar formar zonas de depósitos de materiales de desechos, al terminar los trabajos de construcción.	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para caminos de acceso y ubicación de las torres.	Contratista	EPR	MARN, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto
Plantación de vegetación nativa. Evitar cortar árboles y arbustos nativos. Revegetación de taludes, terraplenes y otras zonas desnudas	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para caminos de acceso y ubicación de las torres.	Contratista	EPR	MARN, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto
Evitar la alteración de puntos de mayor interés visual.	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para la ubicación de las torres.	Contratista	EPR	MARN, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto



MEDIDAS	FASE	UBICACIÓN ESPACIAL	EJECUCIÓN	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO ESTIMADO
Aprovechar la geomorfología y la vegetación de altura del área en el diseño del trazado de los caminos y de las infraestructuras.	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para la ubicación de las torres.	Contratista	EPR	MARN, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto

10A.2. PLANES DE MANEJO

Para asegurar el buen trabajo y efectividad de las diferentes medidas de mitigación se deberán seguir los lineamientos de los siguientes planes de manejo:

10A.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 necesaria 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 estas labores.

Los cortes de vegetación se realizarán con herramientas manuales. Para la tala se empleará motosierra en lugar de buldózer, esto con el fin de 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 operarios y permitir las actividades de operación de la línea, para que una vez energizada ésta no se den acercamientos de foráneos.

Las ramas o fustes de diámetros pequeños se deberán picar hasta reducirlas a partes muy menudas, y luego esparcir sobre el suelo, esto reducirá el riesgo de incendio y la materia orgánica se reincorporará 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.

□ DESECHOS VEGETALES

Los troncos y material vegetal resultantes de los cortes podrán ser aprovechados para fines constructivos de tablaestaca y trinchos como medidas contra los procesos erosivos. El material vegetal 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 disponer de ella en los ríos y cuerpos de agua.

□ REVEGETACIÓN

Para restablecer 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.

10A.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

menor 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 en las materias que se impartirán, según el cronograma y necesidades propias del Proyecto a medida que éste se desarrolla. El plan de capacitación técnico-ambiental abarcará como mínimo los siguientes temas: 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 éste desempeñe para el Proyecto, Operativos de emergencia y otros que se definan como importantes para el buen desempeño del Proyecto.

- Quedan prohibidas 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, aguas de lavado 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 personal del IDAEH.
 - 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 y el personal de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres Naturales o Provocados.
 - 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 trasladar al afectado al centro de salud más cercano. Cada frente de trabajo deberá contar con un botiquín básico.
 - 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 aseada 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 (cabañas sanitarias).
 - 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. Durante el transporte de maquinaria y equipo pesado se cederá el paso a los demás vehículos que transiten por los caminos. Igualmente, en ningún momento los vehículos o maquinarias que laboren en el Proyecto podrán obstruir o estacionarse en la vía.
- 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 contenidas en el Plan 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.

Se recomienda capacitar al personal, de manera básica, en los primeros auxilios.

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 con 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 para 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 10A.2.1: Plan de Capacitación técnico-ambiental

Tema	Participantes	Prioridad (*)	Imparte (**)		Horas (**)	Recursos HH/\$	Fecha ejecución (**)
			Int	Ext			
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 según las necesidades propias del Proyecto (**) puede ser impartida por personal interno o externo, pero siempre especialistas en la materia (***) son las horas mínimas (****) se define según las respectivas etapas de desarrollo del Proyecto							

Fuente: Elaboración propia, 2003.

CONTENIDOS MÍNIMOS

Los cursos de capacitación se dirigen a dar a 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 a implementarse. 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

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

- Prevención de incendios

Técnicas de prevención de incendios

Normativa interna y legislación pertinente

Primeros auxilios

Manejo de situaciones de riesgo

- Manejo de hallazgos arqueológicos

Gestión de hallazgos 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

10A.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
- Uso de herramientas automáticas
- Esfuerzo físico
- Partículas
- Cortaduras (filosas y lacerantes)
- 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. Los mismos serán retirados del área del Proyecto, como mínimo dos veces por semana, y llevados al sitio de disposición pública más cercana.
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 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.
- En sitios que registren altas temperaturas el Contratista deberá proveer agua potable fría.

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 reflectantes

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 los elementos en tensión.
- ❑ Las distancias mínimas para trabajo seguro a los que un trabajador puede exponerse desde un punto energizado a 230 kV expuesto, sin el uso de su equipo de protección personal son:
 - Distancia vertical para trabajo seguro a parte no resguardada: 4,5 m
 - Distancia horizontal para trabajo seguro a parte no resguardada: 2,8 m
 - Distancia de resguardo a las partes energizadas: 1,9 m
- ❑ 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:
 - Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, etc.) para el recubrimiento de partes activas o masas.
 - Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc.).

- Las varas aislantes.
 - Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).
 - Los equipos de protección individual frente a riesgos eléctricos (guantes, gafas, cascos, etc.).
 - Cuerdas de seguridad
-
- 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. 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 creación de la zona protegida no es más que aterrizar o poner a tierra los conductores de fase de las torres adyacentes mediante tierras portátiles. Además, el trabajador deberá contar con los protocolos de actuación que se harán por escrito y llevará consigo en todo momento.
 - Cuando se trabaje en tensión deberá evitarse el movimiento de los conductores.
 - 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, por lo menos, lo siguiente:

- Cintas
- Vallas demarcadoras
- 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)
- Pértigas o varas aislantes
- Botas de trabajo o de seguridad
- Guantes de protección frente a riesgos mecánicos
- Guantes y mangas aislantes
- Bolsas portaherramientas y cuerda de servicio
- Ropa de protección
- Alfombra aislante
- Gafas protectoras

10A.2.4. PLAN DE CONTINGENCIA

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 durante 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 situaciones de emergencia, EPR elaborará unas 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.
- Recursos necesarios para actuar ante la emergencia considerada.

A continuación se presentan Los Planes de Contingencia ante las situaciones de emergencia identificadas.

SITUACIÓN DE EMERGENCIA: Riesgo de incendio		
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 a la Oficina de Bomberos y a la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres Naturales o Provocados cualquier suceso que implique un incendio
	2	Comunicación del incidente al MARN y Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social e INDE

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 taparlos	
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: <ul style="list-style-type: none"> - 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	Comunicarse con la Oficina de Bomberos y la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres Naturales o Provocados
	2	Comunicación del incidente al MARN y Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
	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 de tránsito
	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.

10A.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 EslA.

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 están 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 problemas 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 Guatemala-Ruta I, Guate – Este – El Salvador.



soluziona

calidad y medio ambiente

Línea de Transmisión Eléctrica 230 kV del Proyecto SIEPAC-Tramo Guatemala
Estudio de Impacto Ambiental

Cuadro 10A.2.2: Plan de Seguimiento Ambiental

PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL						
COMPONENTE AMBIENTAL	IMPACTOS AMBIENTALES	PARÁMETROS A MONITOREAR	FRECUENCIA O PERIODICIDAD DEL MONITOREO	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO (US\$)
VEGETACIÓN Y FLORA	Eliminación de la vegetación Afectación somera de la vegetación en el área de la servidumbre Fragmentación de ecosistemas Ocupación del suelo Generación de procesos erosivos Alteraciones en la hidrología superficial y red de drenaje	Densidades de siembra y viabilidad de las plantaciones	Semanal durante la primera fase de siembra, tras concluir la fase de construcción. Después supervisión visual cada tres meses.	Contratista	MARN	400,00/mes
RUIDO	Aumento de las emisiones acústicas Alteración del hábitat y perturbación de la fauna Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	Intensidad de los dB y duración	Anualmente durante la fase de operación	Contratista	MARN	150,00/muestra
CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	μT	Semestralmente	Promotor	MARN	150,00 (equipo)
HIGIENE Y SEGURIDAD LABORAL	Riesgos por accidentes	Indicadores de buena salud de las personas involucrada y no involucradas	Al inicio y finalización de cada semestre	Contratista	MARN	
CAPACITACIÓN DEL PERSONAL	Persistencia de Contaminación	Formación sobre ambiente	Al inicio de las obras	Contratista	MARN	4.800,00

10A.2.6. ACTIVIDADES GENERALES DE VERIFICACIÓN

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 estériles y desechos en terrenos adyacentes a las obras.

- Las cajas, embalajes, desechos, etc., y el hormigón desechado, 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.
- 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 de los municipios e INAB 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.

FAUNA:

- Durante las labores de mantenimiento de la línea deberá llevarse un registro detallado de las aves fallecidas en las cercanías de las estructuras y cuya causa de muerte haya sido su colisión con la línea. Si 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 inertes a los prados, cultivos colindantes y masas de arbolado cercanas.
- Se vigilará que no se entre ni se afecte a las propiedades vecinas. En caso de que por accidente, alguna de ellas resulte deteriorada, se controlará que se lleve a cabo la rehabilitación de todos los daños ocasionados.

10A.2.7. PARÁMETROS DE SEGUIMIENTO

VEGETACIÓN Y FLORA

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 las construcción de la línea, de las condiciones del suelo en el área de trabajo y sitios de acopio para verificar que no hayan sido contaminados.

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 Organización Mundial de la Salud y el Decreto 35-95, Convenio OIT (Organización Internacional del Trabajo) sobre la Protección de los Trabajadores contra los Riesgos Profesionales debidos a la contaminación del aire, el ruido y las vibraciones en el lugar de trabajo.

Estas mediciones se realizarán diariamente durante la fase de construcción en los días laborables y anualmente cuando inicie operaciones la línea.

CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS:

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 y campos electromagnéticos 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.

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.

10A.2.8. SITIOS DE MUESTREO

Para dar seguimiento a los parámetros de nivel de ruido y campos electromagnéticos, se tomarán 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.

Cuadro 10A.2.3: Sitios de muestreo

MEDICIÓN DE RUIDO Y CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS (FASE DE OPERACIÓN)			
DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LUGAR POBLADO	
Guatemala	Santa Catarina Pinula	Canchón	
		Solares de Villa Real	
	Villa Canales	Cumbres de San Nicolás	
		Villas del Pinar	
		San Agustín Vista al Lago	
		Pavón	
			Lo de Diéguez
	Santa Rosa	Santa Rosa de Lima	Yumanes
Carrizal			
Villas Pradera			

MEDICIÓN DE RUIDO Y CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS (FASE DE OPERACIÓN)		
DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LUGAR POBLADO
	Santa Cruz Naranjo	Finca El Trapichito
	Nueva Santa Rosa	Ojo de Agua
Jutiapa	San José Acatempa	El Molino

Fuente: Elaboración propia, 2003.

10A. Plan de manejo ambiental.....	467
10A.1. Plan de implementación de las medidas ambientales	468
10A.2. PLANES DE MANEJO.....	495
10A.2.1. PLANES OPERATIVOS	495
10A.2.2. plan de capacitación técnico-ambiental.....	496
10A.2.3. Plan de seguridad.....	504
10A.2.4. Plan de contingencia	511
10A.2.5. PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL.....	516
10A.2.6. Actividades generales de verificación	521
10A.2.7. Parámetros de seguimiento.....	524
10A.2.8. Sitios de muestreo.....	526

11A. COSTOS DE LOS PLANES DE MANEJO

Se valoran en este capítulo, los costos correspondientes al Plan de Manejo Ambiental, para las distintas fases de las que se compone el Proyecto.

11A.1. FASE DE DISEÑO

Los costos son inherentes al promotor del Proyecto y engloba la supervisión, preparación de términos de referencia y otros, dirigidos a la empresa encargada de la redacción del EsIA. También se ha de incluir en esta fase la revisión de campo por parte del promotor para corroborar que lo que plasma el EsIA es correcto.

11A.2. FASE DE CONSTRUCCIÓN

□ Costo de las medidas de mitigación

▪ Revegetación

La revegetación se llevará a cabo en las áreas afectadas por las excavaciones para las fundaciones de las torres y la apertura de los nuevos caminos de acceso.

Se recomienda la utilización de semillas de pasto de las siguientes especies: *Brachiaria decumbens* o *Brachiaria umidicula*, al ser éstas de rápido crecimiento.

El costo estimado por m² es de 0,015 US\$, y se desglosa de la siguiente manera:

- Semillas:	0,0054 US\$/m ²
- Fertilizante:	0,00435 US\$/m ²
- Mano de obra:	0,0002 US\$/m ²
- Transporte:	0,00505 US\$/m ²

▪ Camión cisterna

Riego de estabilización con agua a aplicar sobre las áreas donde se construirán los caminos de acceso durante la época seca, considerando que son 3 meses. Se recomienda utilizar dos cisternas dada la extensión de la línea.

CANTIDAD		COSTO	
Días	77,14	El precio incluye un camión cisterna equipado con agua, un chofer y su ayudante (US\$/día)	150,00
Total de días	77,14		
Cisternas	2	Costo total (US\$)	23.142,86

Nota: Cifras actualizadas a septiembre de 2003.

$$\text{Duración} = 90 \text{ días} * \frac{6 \text{ días/semana}}{7 \text{ días/semana}}$$

$$\text{Duración} = 77,14 \text{ días}$$

$$\text{Costo total} = 150\$/\text{día} \times 77,14 \text{ días} \times 2$$

$$\text{Costo total} = \$23.142,86$$

- Costo del plan de capacitación técnico-ambiental

La metodología a emplear por el instructor ambiental será la de conferencias. El costo estimado incluye el material didáctico a entregar a los participantes.

CANTIDAD		COSTO	
Período (horas/mes)	8	Honorarios del instructor	200,00
Duración (meses)	3	(US\$/hora)	
Total de horas	24	Costo total (US\$)	4.800,00

Nota: Cifras actualizadas a septiembre de 2003.

Concientización del personal mediante rótulos en áreas puntuales de movimiento del personal.

CANTIDAD		COSTO	
Rótulos	30	Costo por unidad (US\$)	130,00
		Costo total (US\$)	3.900,00

Nota: Cifras actualizadas a septiembre de 2003.

11A.3. FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Costos de las medidas de mitigación
 - Limpieza de la servidumbre y partes vegetativas. Costos calculados para dos frentes de trabajo con un rendimiento de 2,5 ha/día, un ancho de servidumbre de 30 m y una longitud de la línea de 90 km aproximadamente.

CANTIDAD		COSTO	
Jornaleros por frente de trabajo	25	Salario del jornalero (USD/día)	10,00
Chofer por frente	1	Salario del chofer (USD/día)	18,00
Vehículo por frente	1	El precio incluye el combustible y el vehículo (USD/día)	27,50
Hectáreas totales	270		
Días	54	Costo por frente (USD/día)	295,50
Frente	2	Costo total (USD)	31.914,00

Nota: Cifras actualizadas a septiembre de 2003.

- Costo del plan de seguimiento ambiental

El seguimiento ambiental estará a cargo de un ingeniero ambiental o profesional similar cuya experiencia lo acredite para realizar este trabajo. Éste será contratado por EPR.

CANTIDAD	COSTO
----------	-------

Línea de Transmisión Eléctrica 230 kV del Proyecto SIEPAC-Tramo Guatemala
Estudio de Impacto Ambiental

Ingeniero ambiental o similar	1	Honorarios del inspector (US\$/mes)	3.000,00
Periodo	1 año y 6 meses	Costo total (US\$)	54.000,00

Nota: Cifras actualizadas a septiembre de 2003.

PRUEBAS	PARÁMETROS	FRECUENCIA	COSTO (US\$)
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 trimestralmente.	1 técnico medio forestal 400,00/mensual
NIVEL DE RUIDO	Nivel de intensidad del ruido en decibeles (dB) y duración.	Anualmente durante la fase de operación	150,00/muestra
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)



11A.	CostOs de los planes de manejo	531
11A.1.	FASE DE diseño.....	531
11A.2.	FASE DE CONSTRUCCIÓN	531
11A.3.	fase de OPERACIÓN y mantenimiento	533

12A. IMPACTOS RESIDUALES

El cálculo del impacto final previsto puede llevarse a cabo calculando el impacto final del proyecto, a través de la suma algebraica del impacto total, consecuencia de la ejecución del proyecto; sin contemplar la introducción de las medidas correctoras, y del impacto positivo total, consecuencia de los efectos causados por las acciones beneficiosas debidas a las medidas correctoras.

Para el análisis de los impactos residuales se va a utilizar la Metodología para la Evaluación del Impacto Ambiental de Conesa, 1997.

12A.1. VALORACIÓN DE IMPACTOS CONSECUENCIA DE LA INTRODUCCIÓN DE MEDIDAS CORRECTORAS

Se considerarán, según la evolución temporal del medio, los siguientes instantes:

- Momento en el que se desarrolla el EsIA, es decir sin impacto alguno.
- Momento futuro, con proyecto funcionando pero sin establecer medidas correctoras.
- Momento futuro, con el proyecto funcionando y con las medidas correctoras funcionando.

Se elaborarán por lo tanto, las matrices de impacto donde se pueda analizar la situación del medio ambiente con la instalación de la línea (Importancia final del impacto ó VF), una vez se hayan aplicado las medidas oportunas para paliar los impactos detectados.

Para la elaboración de las matrices, se tendrá en cuenta lo siguiente:

- El signo, al tener las medidas correctoras, el carácter de beneficioso, será +.
- La intensidad del efecto, no expresará el grado de destrucción, sino el grado de corrección o de reconstrucción del factor.

- La recuperabilidad, se refiere a la posibilidad de anular los efectos beneficiosos, por medio de la intervención humana y retornar a las condiciones existentes antes de la introducción de las medidas correctoras.
- La importancia total absoluta, de los efectos debidos a las medidas correctoras, se obtiene como una suma algebraica de la importancia de las medidas correctoras sobre cada uno de los factores.

Las medidas correctoras fueron descritas en los apartados 9 y 10. Estas medidas (M1....6), se dirigen sobre todo a paliar aquellos impactos significativos, aunque también mejorarán la situación del medio respecto a los impactos compatibles y positivos.

A priori, antes de realizar la evaluación, se puede conocer cuáles van a ser aquellos impactos que a pesar del establecimiento de las medidas correctoras no van a variar sustancialmente. La afección al paisaje, impacto significativo en todos los tramos, no va a poder ser paliada con la aplicación de las medidas correctoras, si bien, en la fase de diseño, se ha partido de la premisa de la minimización del mismo en la selección de alternativas y en el trazado final de la alternativa seleccionada.

Se presentan a continuación las matrices de impacto tras la aplicación de las medidas correctoras para cada uno de los tramos.

Cuadro 12A.1.1: Matriz de impactos tras la aplicación de las medidas correctoras en fase de construcción. Tramo GU1-1

FASE DE CONSTRUCCIÓN																	
MEDIO FÍSICO																	
MEDIO INERTE	Impactos	Imp. sin proyecto	Imp. con proyecto	Medida	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	VF
Suelo	Ocupación del suelo	0	-62	*M1	+	1	2	2	2	2	1	1	4	4	2	25	-37
	Disminución de la capacidad de infiltración del suelo por compactación del terreno en los caminos de acceso	0	-30	M3	+	1	1	2	2	2	1	1	4	2	2	21	-9
	Aumento en la inestabilidad de laderas	0	-16	M2	+	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	17	1
	Generación de procesos erosivos	0	-28	M1	+	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	17	-11
Calidad del Aire	Deterioro de la calidad del aire por incremento en la emisión de polvo y gases de combustión	0	-29	M7	+	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	15	-14
Hidrología e Hidrogeología	Alteraciones en la hidrología superficial	0	-29	M3	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	-16
Geología y Geomorfología	Alteración de unidades geomorfológicas	0	-24													-24	
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	0	-38	M7	+	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	15	-23
Calidad del Agua	Variación de la calidad de aguas superficiales	0	-18	M3	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	-5
MEDIO BIÓTICO																	
Flora y Vegetación	Eliminación de la cubierta vegetal	0	-45	M4	+	2	1	2	2	2	1	1	4	2	2	24	-21
	Fragmentación de ecosistemas	0	-29	M4	+	2	1	2	2	1	2	1	1	2	2	21	-8
Fauna	Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	0	-23	M6	+	2	2	2	2	1	2	1	1	1	2	22	-1
	Alteración de hábitat y perturbación de la fauna	0	-38	M6	+	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	15	-23
MEDIO PERCEPTUAL																	
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	0	-45	M10	+	2	2	2	4	4	2	1	1	4	2	30	-15
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL																	
MEDIO SOCIOCULTURAL																	
Patrimonio Cultural	Afección a lugares culturales y patrimoniales	0	-38	M8	+	2	2	1	1	1	1	1	1	1	4	21	-17
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	0	-43	M7	+	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	-27
Infraestructuras y Servicios	Efectos sobre la infraestructura local	0	-42	M9	+	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	-28
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	0	-33	M9	+	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	-17
MEDIO ECONÓMICO																	
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	0	32														32

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

*M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9, M10
Medidas de Mitigación presentadas en el Plan de Manejo

VF = I con proyecto + I con medidas

$$I = +/-(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

Impacto moderado
Impacto compatible
Impacto positivo
Sin impacto

Cuadro 12A.1.2: Matriz de impactos tras la aplicación de las medidas correctoras en fase de operación. Tramo GU1-1

FASE DE OPERACION																			
MEDIO FISICO	Impactos		Imp. sin proyecto	Imp. con proyecto	Medida	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	VF	
MEDIO INERTE																			
Suelo	No se identifican impactos	0																	
Calidad del Aire	Emisiones de ozono, SF ₆ y de maquinaria de mantenimiento	0	-24	*M7	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	-11	
Hidrología e Hidrogeología	No se identifican impactos	0																	
Geología y Geomorfología	No se identifican impactos	0																	
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	0	-28	M7	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	17	-11	
Calidad del Agua	No se identifican impactos	0																	
MEDIO BIÓTICO																			
Flora y Vegetación	Afectación somera de la vegetación que crece en la servidumbre	0	-38	M4	+	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	2	17	-21	
Fauna	Alteración de hábitat	0	-36	M6	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15	-21	
MEDIO PERCEPTUAL																			
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	0	-48																-48
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL																			
MEDIO SOCIOCULTURAL																			
Patrimonio Cultural	No se identifican impactos	0																	
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	0	-44	M7	+	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	-28	
Infraestructura Local	Efectos sobre la infraestructura local	0	41																41
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el valor de la tierra	0	-54	M9	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15	-39	
	Cambios en el patrón de uso de suelo	0	-30	M9	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15	-15	
Campos electromagnéticos	Alteración en la salud humana	0	-23	M7	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	-10	
MEDIO ECONÓMICO																			
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	0	32																32

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

*M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9, M10
Medidas de Mitigación presentadas en el Plan de Manejo

VF = I con proyecto + I con medidas

Impacto moderado
Impacto compatible
Impacto positivo
Sin impacto

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

Cuadro
12A.1.3:
Matriz de
impactos
tras la
aplicación
de las
medidas
corrector
as en
fase de
construcción.
Tramo
GU1-2

FASE DE CONSTRUCCIÓN																	
MEDIO FÍSICO																	
MEDIO INERTE	Impactos	Imp. sin proyecto	Imp. con proyecto	Medida	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	VF
Suelo	Ocupación del suelo	0	-50	M1	+	1	2	2	2	2	1	1	4	4	2	25	-25
	Disminución de la capacidad de infiltración del suelo por compactación del terreno en los caminos de acceso	0	-42	M3	+	1	1	2	2	2	1	1	4	2	2	21	-21
	Aumento en la inestabilidad de laderas	0	-31	M2	+	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	17	-14
	Generación de procesos erosivos	0	-31	M1	+	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	17	-14
Calidad del Aire	Deterioro de la calidad del aire por incremento en la emisión de polvo y gases de combustión	0	-27	M7	+	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	15	-12
Hidrología e Hidrogeología	Alteraciones en la hidrología superficial	0	-28	M3	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	-15
Geología y Geomorfología	Alteración de unidades geomorfológicas	0	-37														-37
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	0	-24	M7	+	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	15	-9
Calidad del Agua	Contaminación de las aguas subterráneas	0	-18	M3	+	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	17	-1
	Variación de la calidad de aguas superficiales	0	-19	M3	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	-6
MEDIO BIÓTICO																	
Flora y Vegetación	Eliminación de la cubierta vegetal	0	-39	M4	+	2	1	2	2	2	1	1	4	2	2	24	-15
	Fragmentación de ecosistemas	0	-41	M4	+	2	1	2	2	1	2	1	1	2	2	21	-20
Fauna	Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	0	-35	M6	+	2	2	2	2	1	2	1	1	1	2	22	-13
	Alteración de hábitat y perturbación de la fauna	0	-27	M6	+	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	15	-12
MEDIO PERCEPTUAL																	
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	0	-37	M10	+	2	2	2	4	4	2	1	1	4	2	30	-7
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL																	
MEDIO SOCIOCULTURAL																	
Patrimonio Cultural	Afección a lugares culturales y patrimoniales	0															
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	0	-24	M7	+	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	-8
Infraestructuras y Servicios	Efectos sobre la infraestructura local	0	-24	M9	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	-11
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	0	-28	M9	+	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	-12
MEDIO ECONÓMICO																	
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	0	32														32

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

*M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9, M10
Medidas de Mitigación presentadas en el Plan de Manejo

	Impacto moderado
	Impacto compatible
	Impacto positivo
	Sin impacto

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

Ruta I, Guate – Este – El Salvador

Cuadro 12A.1.4: Matriz de impactos tras la aplicación de las medidas correctoras en fase de operación. Tramo GU1-2

FASE DE OPERACIÓN																		
MEDIO FÍSICO																		
MEDIO INERTE	Impactos	Imp. sin proyecto	Imp. con proyecto	Medida	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	VF	
Suelo	No se identifican impactos	0																
Calidad del Aire	Emisiones de ozono, SF ₆ y de maquinaria de mantenimiento	0	-25	*M7	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	-12	
Hidrología e Hidrogeología	No se identifican impactos	0																
Geología y Geomorfología	No se identifican impactos	0																
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	0	-26	M7	+	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	17	-9	
Calidad del Agua	No se identifican impactos	0																
MEDIO BIÓTICO																		
Flora y Vegetación	Alteración de la estructura y del hábitat	0	-27	M4	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15	-12	
	Afectación somera de la vegetación que crece en la servidumbre	0	-37	M4	+	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	17	-20	
Fauna	Afectación a sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	0	-45	M5	+	1	1	1	2	1	1	1	4	1	2	18	-27	
	Alteración de hábitat	0	-38	M6	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15	-23	
MEDIO PERCEPTUAL																		
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	0	-47															-47
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL																		
MEDIO SOCIOCULTURAL																		
Patrimonio Cultural	No se identifican impactos	0																
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	0	-23	M7	+	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	-7	
Infraestructura Local	Efectos sobre la infraestructura privada	0	-34	M9	+	2	2	2	2	2	1	1	4	1	1	24	-10	
	Efectos sobre la infraestructura local	0	41														41	
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el valor de la tierra	0	-41	M9	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15	-26	
	Cambios en el patrón de uso de suelo	0	-27	M9	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15	-12	
Campos electromagnéticos	Alteración en la salud humana	0	-23	M7	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	-10	
MEDIO ECONÓMICO																		
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	0	32															32

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

*M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9, M10
Medidas de Mitigación presentadas en el Plan de Manejo
VF = I con proyecto + I con medidas

Impacto moderado
Impacto compatible
Impacto positivo
Sin impacto

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

Cuadro 12A.1.5: Matriz de impactos tras la aplicación de las medidas correctoras en fase de construcción. Tramo GU1-3

FASE DE CONSTRUCCIÓN																	
MEDIO FÍSICO																	
MEDIO INERTE	Impactos	Imp. sin proyecto	Imp. con proyecto	Medida	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	VF
Suelo	Ocupación del suelo	0	-32	M1	+	1	2	2	2	2	1	1	4	4	2	25	-7
	Disminución de la capacidad de infiltración del suelo por compactación del terreno en los caminos de acceso	0	-31	M3	+	1	1	2	2	2	1	1	4	2	2	21	-10
	Aumento en la inestabilidad de laderas	0	-35	M2	+	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	17	-18
	Generación de procesos erosivos	0	-43	M1	+	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	17	-26
Calidad del Aire	Deterioro de la calidad del aire por incremento en la emisión de polvo y gases de combustión	0	-25	M7	+	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	15	-10
Hidrología e Hidrogeología	Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	0	-20	M3	+	1	2	2	2	2	1	1	1	2	2	20	0
	Alteraciones en la hidrología superficial	0	-27	M3	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	-14
Geología y Geomorfología	Alteración de unidades geomorfológicas	0	-25														-25
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	0	-22	M7	+	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	15	-7
Calidad del Agua	Contaminación de las aguas subterráneas	0	-22	M3	+	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	17	-5
	Variación de la calidad de aguas superficiales	0	-22	M3	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	-9
MEDIO BIÓTICO																	
Flora y Vegetación	Eliminación de la cubierta vegetal	0	-48	M4	+	2	1	2	2	2	1	1	4	2	2	24	-24
	Fragmentación de ecosistemas	0	-36	M4	+	2	1	2	2	1	2	1	1	2	2	21	-14
Fauna	Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	0	-30	M6	+	2	2	2	2	1	2	1	1	1	2	22	-8
	Alteración de hábitat y perturbación de la fauna	0	-45	M6	+	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	15	-30
MEDIO PERCEPTUAL																	
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	0	-48	M10	+	2	2	2	4	4	2	1	4	2	30	-18	
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL																	
MEDIO SOCIOCULTURAL																	
Patrimonio Cultural	Afección a lugares culturales y patrimoniales	0															
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	0	-23	M7	+	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	-7
Infraestructuras y Servicios	Efectos sobre la infraestructura local	0	-24	M9	+	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	-8
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	0	-27	M9	+	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	-11
MEDIO ECONÓMICO																	
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	0	32													32	

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

*M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9, M10
Medidas de Mitigación presentadas en el Plan de Manejo

Impacto moderado
Impacto compatible
Impacto positivo
Sin Impacto

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

Cuadro 12A.1.6: Matriz de impactos tras la aplicación de las medidas correctoras en fase de operación. Tramo GU1-3

FASE DE OPERACIÓN																		
MEDIO FÍSICO																		
MEDIO INERTE	Impactos	Imp. sin proyecto	Imp. con proyecto	Medida	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	VF	
Suelo	No se identifican impactos	0																
Calidad del Aire	Emisiones de ozono, SF ₆ y de maquinaria de mantenimiento	0	-24	*M7	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	-11	
Hidrología e Hidrogeología	No se identifican impactos	0																
Geología y Geomorfología	No se identifican impactos	0																
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	0	-23	M7	+	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	17	-6	
Calidad del Agua	No se identifican impactos	0																
MEDIO BIÓTICO																		
Flora y Vegetación	Alteración de la estructura y del hábitat	0	-42	M4	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15	-27	
	Afectación somera de la vegetación que crece en la servidumbre	0	-43	M4	+	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	17	-26	
Fauna	Afectación a sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	0	-39	M5	+	1	1	1	2	1	1	1	4	1	2	18	-21	
	Alteración de hábitat	0	-38	M6	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15	-23	
MEDIO PERCEPTUAL																		
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	0	-38															-38
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL																		
MEDIO SOCIOCULTURAL																		
Patrimonio Cultural	No se identifican impactos	0																
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	0	-23	M7	+	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	-7	
Infraestructura Local	Efectos sobre la infraestructura privada	0	-34	M9	+	2	2	2	2	1	1	4	1	1	24		-10	
	Efectos sobre la infraestructura local	0	41														41	
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el valor de la tierra	0	-41	M9	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15	-26	
	Cambios en el patrón de uso de suelo	0	-30	M9	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15	-15	
Campos electromagnéticos	Alteración en la salud humana	0	-23	M7	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	-10	
MEDIO ECONÓMICO																		
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	0	32															32

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

*M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9, M10
Medidas de Mitigación presentadas en el Plan de Manejo

VF = I_{con proyecto} + I_{con medidas}

$$I = +/-(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

Impacto moderado
Impacto compatible
Impacto positivo
Sin impacto

Cuadro
12A.1.7:
Matriz de
impactos
tras la
aplicación
de las
medidas
correctoras
en fase de
construcción. Tramo
GU1-4

FASE DE CONSTRUCCIÓN																	
MEDIO FISICO																	
MEDIO INERTE	Impactos	Imp. sin proyecto	Imp. con proyecto	Medida	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	VF
Suelo	Ocupación del suelo	0	-32	M1	+	1	2	2	2	2	1	1	4	4	2	25	-7
	Disminución de la capacidad de infiltración del suelo por compactación del terreno en los caminos de acceso	0	-29	M3	+	1	1	2	2	2	1	1	4	2	2	21	-8
	Aumento en la inestabilidad de laderas	0	-27	M2	+	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	17	-10
	Generación de procesos erosivos	0	-32	M1	+	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	17	-15
Calidad del Aire	Deterioro de la calidad del aire por incremento en la emisión de polvo y gases de combustión	0	-19	M7	+	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	15	-4
Hidrología e Hidrogeología	Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	0	-24	M3	+	1	2	2	2	2	1	1	1	2	2	20	-4
	Alteraciones en la hidrología superficial	0	-29	M3	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	-16
Geología y Geomorfología	Alteración de unidades geomorfológicas	0	-23													-23	
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	0	-22	M7	+	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	15	-7
Calidad del Agua	Contaminación de las aguas subterráneas	0	-23	M3	+	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	17	-6
	Variación de la calidad de aguas superficiales	0	-22	M3	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	-9
MEDIO BIÓTICO																	
Flora y Vegetación	Eliminación de la cubierta vegetal	0	-40	M4	+	2	1	2	2	2	1	1	4	2	2	24	-16
	Fragmentación de ecosistemas	0	-35	M4	+	2	1	2	2	1	2	1	1	2	2	21	-14
Fauna	Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	0	-26	M6	+	2	2	2	2	1	2	1	1	1	2	22	-4
	Alteración de hábitat y perturbación de la fauna	0	-26	M6	+	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	15	-11
MEDIO PERCEPTUAL																	
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	0	-48	M10	+	2	2	2	4	4	2	1	1	4	2	30	-18
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL																	
MEDIO SOCIOCULTURAL																	
Patrimonio Cultural	Afección a lugares culturales y patrimoniales	0															
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	0	-23	M7	+	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	-7
Infraestructuras y Servicios	Efectos sobre la infraestructura local	0	-24	M9	+	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	-8
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	0	-27	M9	+	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	-11
MEDIO ECONÓMICO																	
Sociedad y Empleo	Incremento de empleo	0	32														32

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad
SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad
*M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9, M10
Medidas de Mitigación presentadas en el Plan de Manejo

Impacto moderado
Impacto compatible
Impacto positivo
Sin impacto

Ruta 1, Guate - Este - El Salvador

Cuadro 12A.1.8: Matriz de impactos tras la aplicación de las medidas correctoras en fase de operación. Tramo GU1-4

FASE DE OPERACIÓN																		
MEDIO FÍSICO																		
MEDIO/INERTE	Impactos	Imp. sin proyecto	Imp. con proyecto	Medida	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	VF	
Suelo	No se identifican impactos	0																
Calidad del Aire	Emisiones de ozono, SF ₆ y de maquinaria de mantenimiento	0	-24	*M7	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	-11	
Hidrología e Hidrogeología	No se identifican impactos	0																
Geología y Geomorfología	No se identifican impactos	0																
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	0	-23	M7	+	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	17	-6	
Calidad del Agua	No se identifican impactos	0																
MEDIO BIÓTICO																		
Flora y Vegetación	Alteración de la estructura y del hábitat	0	-30	M4	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15	-15	
	Pérdida de ecosistemas		-39	M4	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15	-24	
	Afectación somera de la vegetación que crece en la servidumbre	0	-51	M4	+	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	17	-34	
Fauna	Afectación a sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	0	-31	M5	+	1	1	1	2	1	1	1	4	1	2	18	-13	
	Alteración de hábitat	0	-26	M6	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15	-11	
MEDIO PERCEPTUAL																		
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	0	-38															-38
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL																		
MEDIO SOCIOCULTURAL																		
Patrimonio Cultural	No se identifican impactos	0																
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	0	-23	M7	+	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	-7	
Infraestructura Local	Efectos sobre la infraestructura privada	0	-41	M9	+	2	2	2	2	2	1	1	4	1	1	24	-17	
	Efectos sobre la infraestructura local	0	41														41	
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el valor de la tierra	0	-49	M9	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15	-34	
	Cambios en el patrón de uso de suelo	0	-30	M9	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15	-15	
Campos electromagnéticos	Alteración en la salud humana	0	-23	M7	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	-10	
MEDIO ECONÓMICO																		
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	0	32															32

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

*M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9, M10
Medidas de Mitigación presentadas en el Plan de Manejo
VF = I con proyecto + I con medidas

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

Impacto moderado
Impacto compatible
Impacto positivo
Sin impacto

De la valoración de los impactos provocados por la instalación de la Línea de Transformación Eléctrica 230 kV del Proyecto SIEPAC-Tramo Guatemala, se concluye que los impactos residuales, para todos los tramos homogéneos, son los que afectan al paisaje, y a la eliminación de individuos de fauna, en la fase de construcción de la línea, y únicamente al paisaje, en la fase de operación y mantenimiento de la misma.

Todos los impactos se mitigan considerablemente con la aplicación de las medidas correctoras.

La disminución del impacto residual se producirá con el paso del tiempo debido a la capacidad del medio de absorber los impactos generados.



12A.	IMPACTOS RESIDUALES.....	535
12A.1.	Valoración de impactos consecuencia de la introducción de medidas correctoras.....	535

13A. INFORMACIÓN PÚBLICA

El Plan de Manejo Social del Proyecto se ha realizado siguiendo las orientaciones estratégicas descritas en la Estrategia de Aceptabilidad Social y Comunicación de la propuesta realizada por Soluziona Calidad y Medio Ambiente y aprobada por el Banco Interamericano de Desarrollo para el Estudio de Impacto Ambiental y Social del Proyecto SIEPAC.

Por ello, el Plan de Manejo Social está construido a partir de la indagación, análisis y sistematización de las percepciones, opiniones y sugerencias de actores claves para el Proyecto, es decir, grupos afectados, autoridades locales y organizaciones no gubernamentales, que fueron identificados y contactados para estos efectos.

Complementario a lo anterior, este Plan también se adecuó a las características socioeconómicas del Área de Influencia Directa (AID) estimada para efectos de este Estudio, como también las del Área de Influencia Indirecta (All), las cuales se ubican en los departamentos de Guatemala, Santa Rosa y Jutiapa.

□ Objetivos

A partir de las orientaciones de la Estrategia de Aceptabilidad Social y Comunicación Social, el Plan de Manejo Social para el Proyecto de Interconexión Eléctrica SIEPAC ha perseguido los siguientes objetivos específicos:

- Identificar y contactar a los sectores y actores claves que intervienen e influyen en las AID y All del Proyecto.
- Recoger, analizar y sistematizar las percepciones, opiniones y sugerencias de los diversos actores entorno al Proyecto.
- Elaborar a partir de las percepciones y opiniones de los diversos actores recomendaciones sobre los aspectos a mejorar en el diseño del Proyecto.
- Elaborar los lineamientos generales de la Estrategia de Comunicación Social del Proyecto.

□ Metodología y Actividades

La metodología utilizada por SOLUZIONA, S.A. para elaborar el Plan de Manejo Social también se ha correspondido con las orientaciones de la Estrategia de Aceptabilidad Social y ha consistido en realizar un conjunto de actividades encaminadas a la:

- Identificación de los Actores presentes en las AID del Proyecto.
- Recolección de Información primaria mediante entrevistas.
- Información a los Gobernadores y Alcaldes de la existencia del Proyecto y la elaboración de su Estudio de Impacto Ambiental y Social (EsIA).
- Realización de Reuniones de Discusión Ciudadana en departamentos del AID del Proyecto.

A continuación se detallan resultados en cada una de estas actividades.

13A.1. IDENTIFICACIÓN DE LOS ACTORES PRESENTES EN LAS AID DEL PROYECTO

Para realizar esta identificación, se consideró por tipo de actores, aquellas personas y/u organizaciones que van a verse afectados positiva o negativamente por el Proyecto una vez que éste se esté construyendo o esté en operación, es decir, son aquellos sobre los cuales recaerán los impactos del Proyecto, cualquiera que éstos sean. Los actores más importantes a considerar son los beneficiarios y/o usuarios de los proyectos y las personas y/o familias que eventualmente sean expropiadas.

Es así que, producto del trabajo de campo realizado en la zona de AID del Proyecto en los departamentos de Guatemala, Jutiapa y Santa Rosa, se identificaron los siguientes actores.

Cuadro 13A.1: Descripción de los participantes de la encuesta por Departamento

DEPARTAMENTO	PÚBLICO	POLÍTICO	PRIVADO	CIUDADANO	TOTAL	%
Guatemala	2	-	1	9	12	14,63

Jutiapa	2	1	2	15	20	24,39
Santa Rosa	4	4	4	38	50	60,98
Total	8	5	7	62	82	100,0

Fuente: Elaboración propia con base a datos de terreno, 2003.

La metodología empleada para la selección de esta muestra se indica en el apartado 13A.3.1 Metodología

13A.2. RESUMEN INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA DE LAS POBLACIONES EN ESTUDIO

La población de los departamentos se distribuye de forma desigual entre la zona rural y urbana, tal como se puede observar en el Cuadro 13A.2.

Por otro lado, la población indígena representa un porcentaje muy bajo respecto a la población total, siendo él más bajo de ellos el registrado en el Departamento de Santa Rosa, que alcanza escasos 3%, y el más alto el de Guatemala, Departamento cuyo 12% de la población se identifica con alguna etnia.

Cuadro 13A.2: Total Población, Población Rural/ Urbana, Población Indígena/ No indígena

DEPARTAMENTO	TOTAL POBLACIÓN	POBLACIÓN RURAL %	POBLACIÓN URBANA %	INDÍGENA %	NO INDÍGENA %
Guatemala	2.538.227	29,0	71,0	12,0	88,0
Jutiapa	432.671	80,0	20,0	5,0	95,0
Santa Rosa	324.277	24,0	76,0	3,0	97,0

Fuente: X Censo de Población y V de Habitación de 1994.¹

¹ Se utiliza el Censo de 1994, porque los datos actualmente disponibles del XI Censo de Población y VI de Habitación todavía no contemplan información según sector de vivienda, género y población indígena.

En cuanto a la distribución por sexos, del Cuadro 13A.3 se deduce que la población masculina es menor que la femenina en dos de los tres departamentos por los cuales pasará el tendido eléctrico, salvo en el Departamento de Santa Rosa, en el cual la proporción entre ambos es casi la misma (49,9% de mujeres). En el Departamento de Guatemala las mujeres representan el 52,4% del total de la población.

Cuadro 13A.3: Distribución de la población según género

DEPARTAMENTO	POBLACIÓN			
	PROYECCIÓN		PROYECCIÓN AL 2003	CENSO 2002-2003
	FEMENINO	MASCULINO		
Guatemala	1.301.989	1.181.980	2.483.969	2.541.581
Jutiapa	227.307	220.850	448.157	389.085
Santa Rosa	180.498	181.529	362.027	301.370

Fuente: Elaboración propia con base a www.descubra.info/censo-gt/ y <http://www.censos.gob.gt/>²

En cuanto al índice de alfabetismo, en el Cuadro 13A.4. se observa que el porcentaje de alfabetismo oscila entre un 63% en Jutiapa y un 77% en Guatemala.

Cuadro 13A.4: Tasa de alfabetismo/ analfabetismo

DEPARTAMENTO	TOTAL POBLACIÓN	ALFABETISMO %	ANALFABETISMO %	ÍNDICE DE POBREZA
Guatemala	2.538.227	77,0	13,0	11,7
Jutiapa	432.671	63,0	37,0	63,9
Santa Rosa	324.277	67,0	33,0	62,1

Fuente: X Censo de Población y V de Habitación, 1994.

13A.3. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

13A.3.1. METODOLOGÍA

La metodología empleada para seleccionar las encuestas y los encuestados fue la siguiente: Se identificaron las localidades situadas dentro del área de influencia del Proyecto más cercanas al trazado de la línea. Estas localidades fueron: Caserío Las Pilas, Aldea Barillas, El

² Se utilizan la proyecciones elaboradas con base al Censo de 1994 por constatarse que los resultados de éstas se acercan bastante a los valores arrojados por el Censo del 2002.

Cerrito, Fraijanes, Aldea San Ixtán, Aldea San Jerónimo, Jalpatagua, Aldea Monte Verde, Don Gregorio, El Naranjo y El Teocinte.

Una vez seleccionadas éstas, se procedió a definir una muestra representativa, con base a la población existente en la zona objeto de estudio (ver cuadro 13A.2).

El número de encuestas a realizar (muestra) se obtuvo a través de un muestreo estratificado proporcional en función del número de viviendas reportadas por el último censo oficial del Instituto Nacional de Estadísticas de Guatemala (INE) para las áreas en estudio. La muestra se tomó con una confianza del 95% y un error de estimación de 0,08.

Por último se definió el tipo de actores a entrevistar: públicos, políticos, privado y ciudadanía. El objetivo perseguido era que el 80% de las encuestas se realizaran a la ciudadanía y lo demás a otros actores: políticos, privados y públicos (ver cuadro 13A.1).

Con el propósito de indagar, analizar y sistematizar las percepciones, opiniones y sugerencias de los actores claves identificados, se contactaron a un total de 82 personas, representantes del sector público, privado y político, de organizaciones no gubernamentales y ciudadanía en general.

Este trabajo se realizó en el transcurso de las ocho visitas a la zona de trabajo de campo, en las cuales se sostuvieron 82 entrevistas con una muestra de los actores que viven en el Área de Influencia Directa del Proyecto (Tramo Guate- Este- El Salvador).

Las 82 entrevistas fueron realizadas por profesionales de SOLUZIONA, S.A. y se aplicaron dos tipos de Encuestas de Opinión, una para los actores que habitan el AID del Proyecto y otra para ONGs (Madre Selva, Defensores de la Naturaleza y Mesa Global).

Las entrevistas³ fueron elaboradas con el propósito de recolectar la siguiente información:

- Identificación: sexo; edad; sabe leer y/o escribir; idioma; ocupación, trabajo, etc.

³Ver Anexo 13A.1, al final del documento

- Vida en la localidad: tiempo de permanencia, lo que más le gusta, lo que le gustaría cambiar, principales problemas; soluciones; servicios básicos y su evaluación; fiestas titulares; lugares sagrados.
- Información del Proyecto: lo conoce; tipo de información que maneja; cómo se informó; ubicación, opinión positiva / negativa, información que le gustaría recibir y cuál sería el medio más adecuado para difundir esta información.

El número de encuestas realizadas se distribuyó en las localidades de la siguiente forma:

Cuadro 13A.5: Distribución de las encuestas en las localidades

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	N° ENCUESTAS	POBLACIÓN
Guatemala	Fraijanes	El Cerrito	7	1.602
		Fraijanes	5	5.233
Jutiapa	Jalpatagua	Aldea San Ixtán	8	1.244
		Aldea San Jerónimo	8	594
		Jalpatagua	2	2.738
Jutiapa	Comapa	Caserío Las Pilas	2	757
Santa Rosa	Cuilapa	Aldea Barillas	4	371
	Nueva Santa Rosa	Aldea Monte Verde	17	481
		Don Gregorio	14	412
		El Naranjo	6	788
		Teocinte	9	1.678

Fuente: Elaboración propia, 2003.

De las 82 entrevistas realizadas, el 75% corresponde al sector de la ciudadanía, el 10% al sector Público, el 6% al sector Político y el 9% al sector privado. (Figura 13A.1).

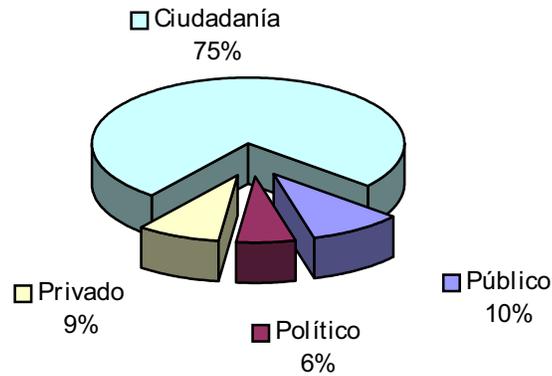


Figura 13A.1: Distribución Porcentual de los actores participantes entrevistados.

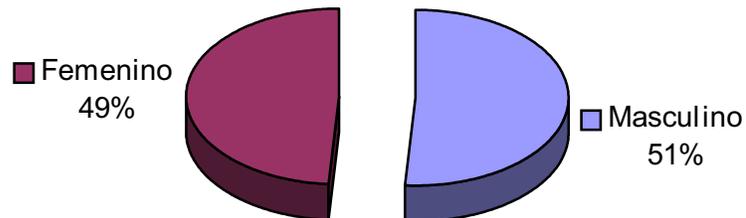


Figura 13A.2: Distribución porcentual por sexo de la muestra entrevistada.

En cuanto al sexo de la muestra, se trató de tomar una muestra representativa de los grupos a fin de obtener un balance equilibrado de opiniones entre ambos sexo. Por ello, de la muestra entrevistada (Figura 13A.2), el 51% se corresponde con el sexo masculino y el 49% con el sexo femenino.

Con respecto a la edad de los entrevistados, el 3,7% tenía menos de 20 años, el 26,8% entre 20 y 29 años, el 25,6% entre 30 y 39 años, el 20,7% tenía entre 40 y 49 años y 23,2% tenía 50 o más años (Figura 13A.3).

Por otra parte es importante destacar que el 92,7% de la muestra (de los cuales el 48,7% son hombres y 51,3% son mujeres) saben leer, mientras que el 92,6% de la muestra (de los cuales el 48% son hombres y el 52% son mujeres) saben escribir.

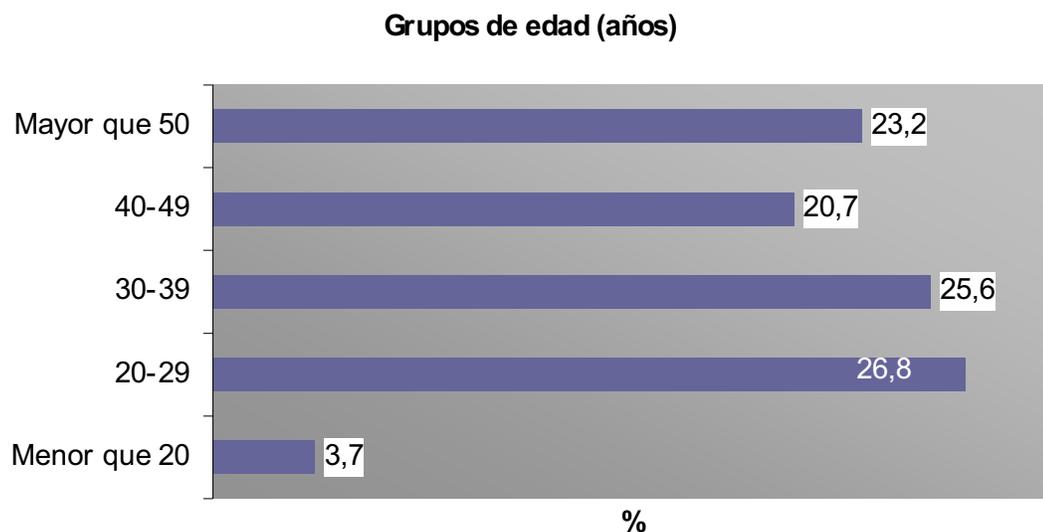


Figura 13A.3: Distribución por grupo de edad.

Del total encuestado el 100% declara no hablar un idioma maya.

En cuanto a la **ocupación de los entrevistados**, existe una gran variedad de actividades entre los habitantes de los distintos departamentos, pero en promedio se puede señalar que la mayoría se dedica a trabajos domésticos (amas de casa, 39,5%), a la agricultura (jornaleros de campo, 21%), y profesionales no especializados (albañiles, carniceros, panaderos, pilotos, 24,7%).

En cuanto al **grado de escolaridad**:

- el 19,5% de los entrevistados manifiesta no tener ningún estudio,
- el 64,6% tiene estudios de primaria (23,1% tercer grado o menos, 41,5% entre cuarto grado y sexto grado),
- el 3,7% estudios de ciclo básico,
- el 11% estudios de ciclo diversificado,
- mientras que el 1,2% de los entrevistados son profesionales.

En promedio se estableció que el número de miembros por familia era de cinco personas, con una dispersión de ± 2 personas. Igualmente, se estableció, que el número de personas que trabajan por familia era, en promedio de 2 personas, con una dispersión de ± 1 persona por familia.

De los entrevistados el 7,3% indicó pertenecer o participar en alguna organización política, pública, civil u ONG's. Entre las organizaciones mencionadas se encuentran: Comités de Mejoramiento y Desarrollo Local, Partidos Políticos y grupos religiosos.

□ Información sobre la vida en su localidad

Con la ayuda de la encuesta se recabó la siguiente información sobre la vida de los entrevistados en las áreas objeto de estudio:

- los años de residencia en el lugar,
- aquellas cosas que más les gustaban en su localidad
- y, la posibilidad de cambiar su sitio de residencia.

Los resultados fueron los siguientes:

En lo que se refiere al **tiempo de residencia** de la población, en los departamentos, en estudio, el 52,4% de los entrevistados llevan viviendo 25 años o más en la zona, mientras que el 14,6% lleva residenciado entre 20 y 24 años, el 15,9% menos de 5 años, el 7,3% entre 5 y 9 años de residencia y el 9,8% entre 10 y 19 años, tal como se gráfica en la Figura 13A.4.

De esta información se infiere que las personas son nativas del lugar y que la información obtenida tiene fundamentos y bases firmes por el apego que existe con relación al tiempo de residencia en un mismo lugar por un tiempo prolongado. Asimismo, la mayoría de los entrevistados (70,7%) mencionaron no querer mudarse de donde viven actualmente.

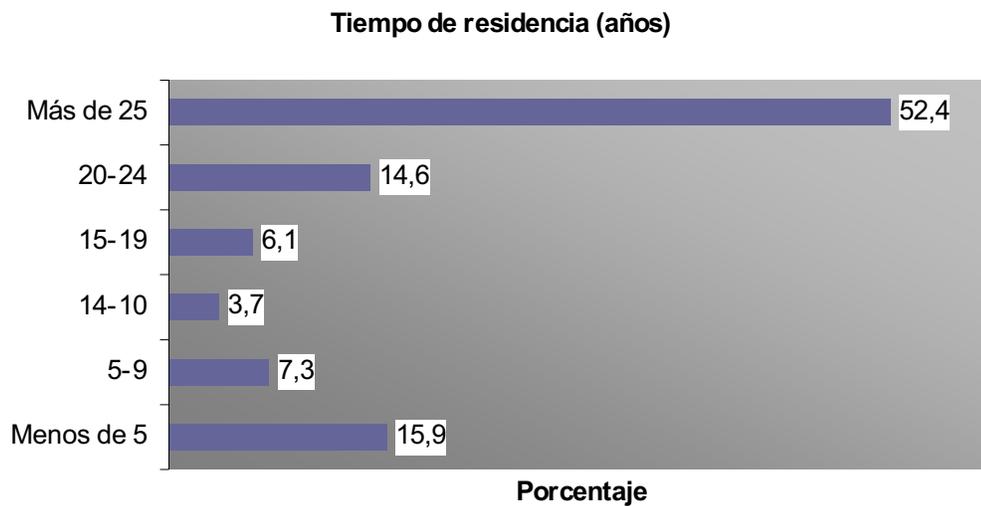


Figura 13A.4: Tiempo de residencia en años, de los entrevistados en las zonas de estudio.

Con relación a **lo que más les gusta de su localidad** (ver Figura 13A.5), existen distintos elementos entre las comunidades, pero mayoritariamente, a nivel general, se menciona:

- el ambiente y el entorno (26,7%)
- la tranquilidad con la que se vive (26,7%)
- todo (10,7%)
- la gente (9,3%)
- el acceso (65,3%).

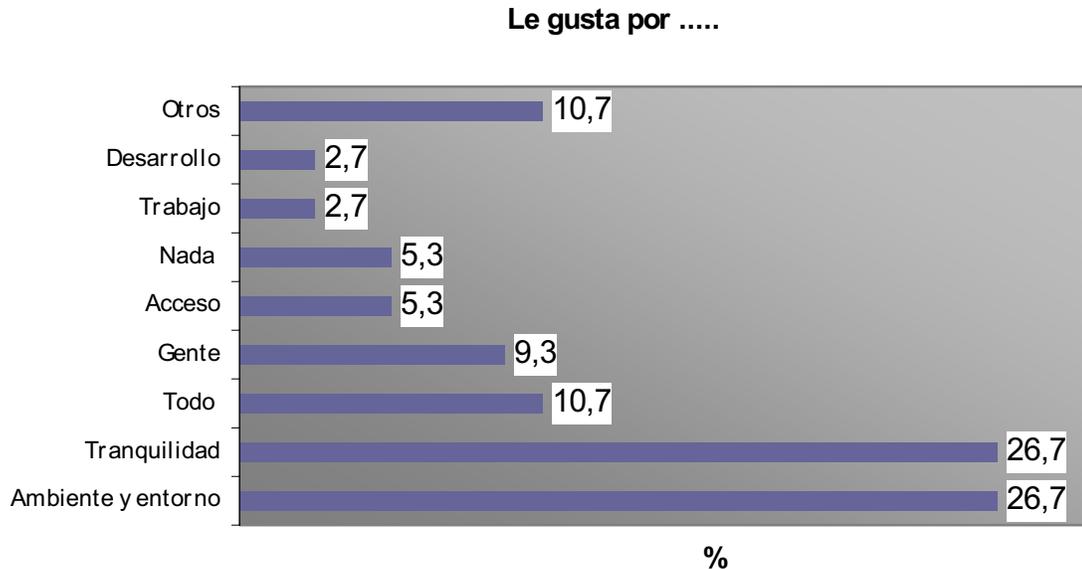


Figura 13A.5: Distribución porcentual con relación a ¿Por qué le gusta donde vive?

Entre los **principales problemas que tiene en su lugar de residencia**, los encuestados, mayoritariamente indicaron:

- la escasez de agua
- la falta de carreteras o pavimentación de las mismas
- la falta de centros educativos especialmente a nivel básico
- la falta de puestos de salud.

En síntesis, es posible señalar que los principales problemas percibidos por los entrevistados, están relacionados con la calidad de los servicios públicos.

Las **soluciones a los problemas antes mencionados** están principalmente, según percepción de la población, en manos de las autoridades políticas (locales, municipales, departamentales y/o gobierno central), así como de la ayuda internacional.

La ayuda a la que se hace mención estaría relacionada con la construcción y/o pavimentación de las carreteras, la elaboración y ejecución de proyectos de pozos de agua, construcción de centros educativos y puestos de salud.

Con relación a **lugares sagrados** para ceremonias y/o la realización de alguna actividad típica por las áreas del estudio, el 100% de los entrevistados indicó que no existen cerca de los centros poblados.

□ Formación

En cuanto a la capacidad instalada en la comunidad **para la formación de los jóvenes** (ver figura 13A.6):

- el 100% indicó que contaban con escuelas en sus áreas de residencia
- el 17,1% con institutos básicos
- sólo el 2,4% contaba con institutos diversificados

Es destacable la ausencia de módulos universitarios cerca de las comunidades en estudio. Lo que refleja en cierta forma la ausencia de una profesionalización adecuada de los jóvenes que viven en las áreas en estudio.

Los jóvenes que aspiran seguir estudiando deben emigrar hacia las cabeceras departamentales, pero según los propios entrevistados sólo lo pueden hacer “aquellos que cuentan con los recursos”.

□ Medio Ambiente

Uno de los aspectos importantes a tener en cuenta dentro del Proyecto son los problemas ambientales, tales como la tala de los bosques y la contaminación de los ríos.

Centros educativos

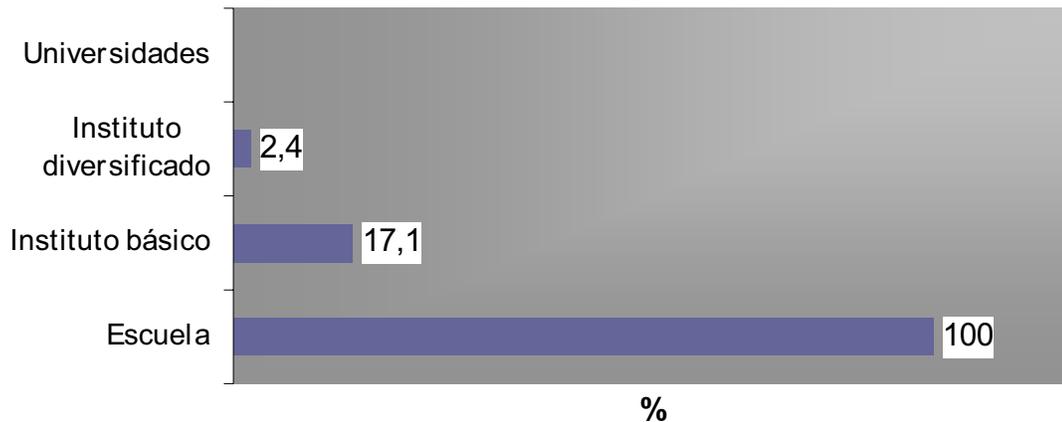


Figura 13A.7: Centros Educativos en las áreas en estudio

En opinión de los entrevistados:

- la tala de los árboles “no es buena”,
- “los ríos se están secando”, produciendo escasez de agua en la zona,
- “el ambiente está cambiando”,
- “cada vez esta lloviendo menos”.

Para ellos es importante que haya una tala controlada, en la que se obligue a reponer lo cortado para preservar el ambiente, así mismo se debe orientar (educar) a las personas para evitar un mal mayor en el futuro.

En cuanto a la contaminación de los ríos, el 75,3% de los entrevistados indicó que la contaminación de los ríos está afectando a la comunidad, ya que:

- hay enfermedades asociadas a las aguas contaminadas,
- se producen malos olores.

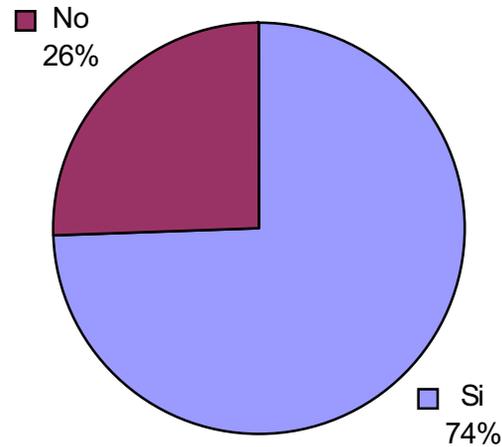


Figura 13A.8: Los ríos contaminados afectan a la comunidad.

Como solución a este problema los ciudadanos proponen construir drenajes para aguas servidas que pasen por un proceso de “limpieza” antes de caer en el río.

□ Condiciones de los Servicios Básicos

En cuanto a los **servicios Básicos** que se presta en las comunidades estudiadas, los entrevistados indicaron tener:

- servicio eléctrico (90,2%)
- agua (79,7%)
- puestos de salud (66%)
- drenajes (33,3%)
- teléfono (37,1%)

Los servicios básicos en las localidades visitadas fueron, en general considerados entre bueno y malo, hay que destacar con relación al servicio eléctrico que el 27,4% de los entrevistados consideraba que el servicio eléctrico era malo y el 1,4%, que era pésimo. Por otra parte, el servicio de agua también fue mal calificado por el 19% de los entrevistados y pésimo el drenaje con un 8,3%.

Cuadro 13A.6: Existencia de servicios básicos en las comunidades en estudio y calidad de estos. (%)

SERVICIOS	SÍ	NO	EXCELENTE	BUENO	REGULAR	MALO	PÉSIMO
Luz	90,2	9,8	-	45,2	26	27,4	1,4
Agua	79,7	20,3	-	55,1	25,9	19	-
Drenaje	33,3	66,7	-	66,7	25	-	8,3
Teléfono	37,1	62,9	-	100	-	-	-
Salud	66	34	-	46,2	53,8	-	-

□ Información sobre el Proyecto

A fin de conocer cuál es el **nivel y manejo de la información sobre el Proyecto SIEPAC (Tramo Guate – Este - El Salvador)** entre los entrevistados de las diferentes comunidades por la cual pasará el tendido eléctrico, se realizaron una serie de preguntas a los entrevistados.

A continuación se entrega la visión aportada por estas distintas fuentes.

En lo referente a **qué pensarían sus vecinos si se instalase una línea eléctrica de alta tensión cerca de su comunidad** los entrevistados, en general, lo consideran positivo y bueno para la comunidad, ya que habrá beneficios y se mejorará la calidad de la luz, siempre y cuando no suba la tarifa.

Hay que destacar el 97,4% de los entrevistados hasta el momento de la encuesta no había escuchado nada respecto a la posibilidad de instalar una línea eléctrica por la zona donde ellos viven. Los que conocían del Proyecto (2,6%) indicaron que se enteraron del mismo a través de sus vecinos.

Respecto de **a quiénes beneficiaría el Proyecto** (Figura 13A.9), los entrevistados, mayoritariamente, mencionaron que a la población en general (usuarios, 67,1%) y a los industria (8,5%). Es importante destacar que el 3,7% no sabe a quién beneficiará el Proyecto y el 17,1% no contesta.

En cuanto **aspectos positivos del Proyecto**, consideran que mejorará la calidad del servicio, “la luz será mejor”, “tendrá más potencia”, “se generarán empleos en la comunidad”, en especial entre los jóvenes cuando se realice su construcción, y, lo más importante para la mayoría, “sería más barata” ya que permitiría una baja en los costos de la energía eléctrica.

Todos los entrevistados estuvieron de acuerdo con la importancia de **recibir información** clara de lo que es en realidad el Proyecto de Interconexión, en relación a los siguientes aspectos:

- quién lo dirige,
- qué beneficios y perjuicios les va a traer,
- por dónde pasará la línea,
- quiénes podrán trabajar en el Proyecto,
- cuándo se iniciará,
- cuánto tardará en construirse,
- quiénes pagarán el Proyecto, etc.

En general los entrevistados consideran que los **medios más efectivos** para transmitir dicha información son:

- la radio (38,2%)
- reuniones informativas en las comunidades por las que pasarán las líneas (31,5%)
- la televisión (19,1%)

Hay que destacar que los volantes, afiches y/o prensa no serían buenos para tal fin, debido al bajo nivel de escolaridad de la población.

¿A quién beneficiará el Proyecto?

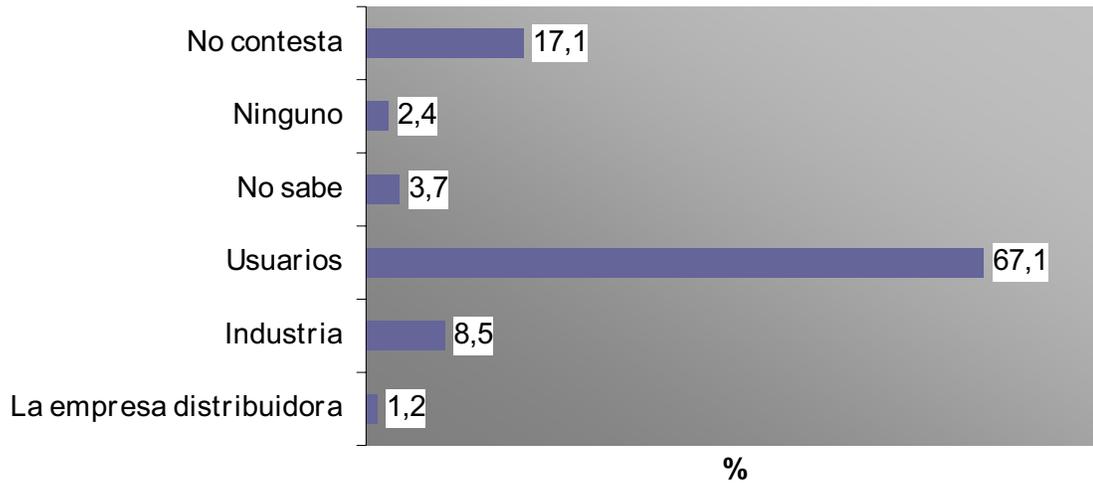


Figura 13A.9: A quién beneficiaría el Proyecto

Medio informativo

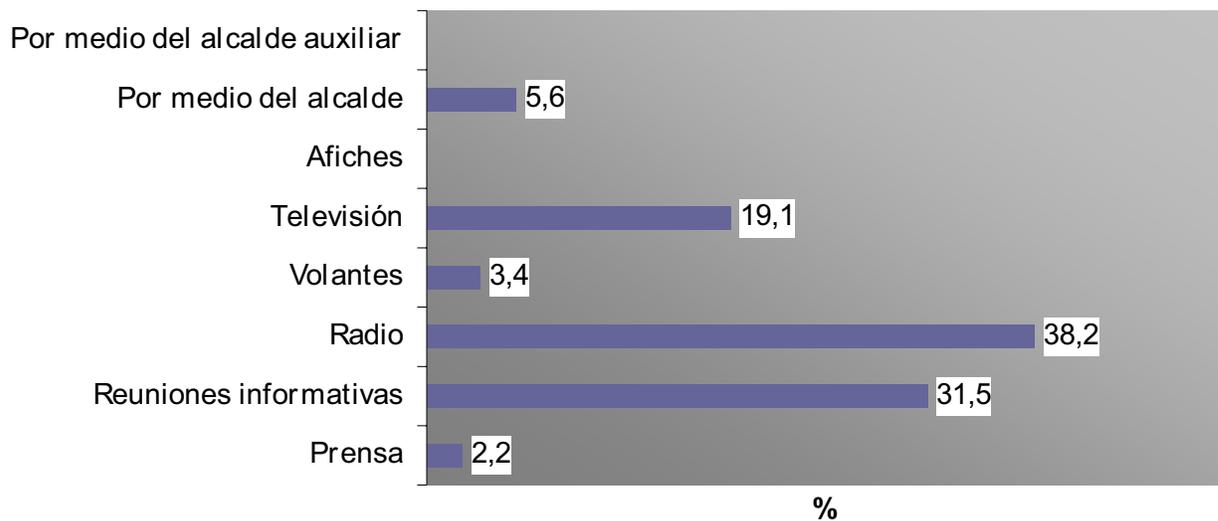


Figura 13A.10: Medios por los cuales se podría transmitir información relacionada con el Proyecto.

13A.4. PERCEPCIÓN DEL PROYECTO POR ORGANIZACIONES NO GUBERNAMENTALES

Por otra parte, el Equipo logró reunirse con tres organizaciones no gubernamentales: Madre Selva, Defensores de la Naturaleza y Mesa Global. Las dos primeras con carácter fuertemente ambiental. La primera de ellas orientada a fomentar una cultura ecológica, incidir políticamente en este tema, ser un espacio de denuncia y proporcionar acompañamiento a organizaciones que han visto vulnerados sus derechos por proyectos con fuerte impacto ambiental y social.

Por otra parte, Defensores de la Naturaleza está dedicada a la administración de cuatro Áreas Protegidas en el país, gracias a la concesión que hace CONAP a organizaciones de la sociedad civil para la administración de esos territorios. Por tanto, su trabajo está enfocado en esas áreas, dedicándose a la conservación y estudio de especies, fomento del desarrollo sustentable, la educación ambiental e incidir en leyes y actividades de la CONAP. Finalmente, Mesa Global es descrita como una red, un movimiento de organizaciones que aglutina a Centros Académicos, Centros de Investigación, organizaciones de desarrollo, de derechos humanos, de movimiento campesino, de movimiento indígena, de movimiento de mujeres y de movimientos religiosos, entre otros.

Su preocupación central son los temas de globalización, particularmente discutir y reflexionar sobre proyectos internacionales tales como el ALCA y el Plan Puebla Panamá.

De estas tres organizaciones, sólo el representante de Mesa Global hizo mención explícita a las objeciones que ellos tienen al Proyecto de Interconexión Eléctrica SIEPAC. Más que una oposición al Proyecto ellos tienen una posición crítica. A su juicio, es un Proyecto que se realiza con capital público y privado, y que no se hace cargo de una demanda explícita de la ciudadanía, sino más bien a intereses privados e internacionales, de inversionistas de los Estados Unidos, del Banco Interamericano de Desarrollo y de capitales españoles que tienen la distribución de la energía eléctrica en el país. Asimismo, su oposición al Proyecto se vincula más con una crítica a la manera en que el país define sus prioridades de inversión y del uso de sus recursos públicos, que a las características e impactos propios del Proyecto.

En el caso de Madre Selva, sus críticas y objeciones a los proyectos de inversión surgen cuando existen proyectos que se instalan en áreas protegidas, que rompen el ecosistema,

alteran la vida y costumbres de las comunidades, tal como ocurre, en su opinión, con los proyectos de centrales hidroeléctricas o carreteras que atraviesan zonas con gran biodiversidad ecológica.

Defensores de la Naturaleza, conforme a sus áreas de acción, sólo interviene y levanta una opinión crítica cuando existen proyectos de inversión que puedan alterar las condiciones ambientales y sociales de las áreas protegidas en las que tienen jurisdicción. En otras áreas del país ellos, en general, no se involucran a menos que el impacto ambiental y social sea de gran envergadura.

Por lo tanto, para efectos de las futuras actividades del Proyecto, particularmente en sus instancias de información y consulta ciudadana, a quienes tendría que involucrarse son a Mesa Global y Madre Selva. Al respecto ellos manifestaron estar interesados en participar en cualquier espacio de información relativa a futuros proyectos de inversión. Incluso sugirieron que también pueden aportar una opinión crítica y constructiva en el proceso de revisión de Estudios de Impacto Ambiental, sobre todo de aquellos que se hagan en zonas con especial riqueza ecológica o presencia indígena.

Por último, en los periódicos revisados, principalmente los Diario Prensa Libre y Nuestro Diario, aparecen algunos reportajes en los cuales se habla de los proyectos de Interconexión Eléctrica, pero siempre en el contexto del Proyecto Plan Puebla Panamá (PPP):

“...Los gobiernos y empresas energéticas estatales de Guatemala y México acordaron ayer un plan de acción para interconectar los sistemas eléctricos de sus países...” Prensa Libre, Diciembre 2001. Comentario del BID en Washington cuando se acordó la Interconexión.

En los reportajes que aparecieron en los días posteriores a la firma del PPP, se entregó información sintetizada y poco específica acerca del Proyecto:

“..... Iniciativa: Interconexión Energética;

Objetivo: Unificar e interconectar los mercados eléctricos con miras a promover un aumento de las inversiones en el sector y una reducción en el precio de la electricidad...” El Periódico, Septiembre 10, 2001.

Y en los medios en que se ha difundido alguna opinión contraria al Proyecto, también se ha hecho bastante generalizado y parcializado, tal como aquí aparece:

“-... estas obras civiles las pagará el pueblo de Guatemala...” Prensa Libre, Febrero 2002 por Luis Grimaldi.

Y respecto a sus beneficios, se ha destacado lo siguiente:

“.....proyectos de interconexión eléctrica y de fibra óptica, que abaratarán costos y harán más competitivos estos países, y el desarrollo turístico...”

“...su ejecución daría soporte a la red interna, ya que se fortalecerían las líneas troncales de transmisión....haciendo más factible una electrificación rural...” Prensa Libre, Septiembre 2001 Ministro de Energía y Minas Raúl Archila.

Ahora bien, esta información un poco difusa, sin argumentos claros que expliquen la oposición de algunos sectores hacia el Proyecto, se ve complejizada por la presencia de críticas hacia el Proyecto PPP que, de una u otra manera, pueden afectar negativamente la imagen pública del Proyecto de Interconexión.

Acerca del PPP, la principal molestia o rechazo que apunta la prensa es con respecto a la construcción de centrales hidroeléctricas en el río Usumacinta, ya que conlleva un alto deterioro ambiental y afecta en gran medida la Biosfera Maya. Además existe la posibilidad de inundaciones en el sector.

“.....aunque las hidroeléctricas sean pequeñas, éstas provocarán un impacto ambiental grave....” Prensa Libre, Julio 5, 2002, por Carlos Albacete Director de la Organización Trópico Verde.

“.....les preocupa que los 1600 kilómetros cuadrados que tendría el embalse afecten sitios arqueológicos.....” el Periódico, agosto 10, 2002. Ecologistas

Finalmente, es importante considerar que se ha difundido muy poco todo lo relacionado con el PPP y sus iniciativas, sin brindar información suficiente que pueda clarificar y colaborar en ir formando una ciudadanía más informada y responsable de las opiniones que emite.

13A.5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El Estudio de Impacto Ambiental y Social del Proyecto SIEPAC ha querido dar un paso significativo con el objeto de incorporar, desde la fase de diseño, las preocupaciones, sugerencias y opiniones de la comunidad, particularmente aquellas directamente afectada por el mismo y, por otra parte, concretar instancias de información y consulta con el objeto de mejorar la imagen del proponente respecto de la comunidad.

Con esta idea, el Informe de Aceptabilidad Social incorporado al EsIA del Proyecto, ha sido construido recopilando información de distintas fuentes, la información estadística proporcionada por el INE y habitantes de los departamentos por los cuales pasará el Proyecto.

A modo de conclusión es importante señalar que el Proyecto se emplazará en los departamentos de Guatemala, Jutiapa y Santa Rosa, con tasas de crecimiento positiva, población mayoritariamente adulta, con escasa educación y elevada tasa de analfabetismo. Su vida transcurre desde hace varios años en sus localidades, con un fuerte apego a su tierra, tranquilidad y seguridad. Los servicios básicos deben ser mejorados, tanto en su cobertura como en calidad y precio.

El Proyecto SIEPAC tendría una ventaja comparativa toda vez que la ciudadanía en general está proclive a apoyar y colaborar en proyectos que tengan un impacto social, en este caso, que mejore el servicio eléctrico del país, que evite los cortes permanentes y extensos de energía. Por ello, el Proyecto es visualizado por la población entrevistada como un beneficio, un mecanismo por el cual se solucionarán sus problemas, sin reportar desventajas significativas.

En este sentido, es posible estimar que el Proyecto tendría más colaboradores y personas a su favor que opositores. Esto sí, en la medida en que logre realmente beneficios concretos para la población, porque de lo contrario posiblemente serán esas mismas personas las que se opondrán. Otras oposiciones también pueden surgir a partir de las condiciones con que se pacten los derechos de servidumbre y se propongan medidas para mitigar los impactos ambientales.

Es importante señalar que todos los entrevistados expresaron su interés por tener una información clara de lo que es en realidad el Proyecto de interconexión, con relación a los siguientes aspectos: de qué se trata, quién lo dirige, qué beneficios y perjuicios les va a traer a la comunidad, por dónde pasará la línea, quiénes podrán trabajar en el Proyecto, cuándo se iniciará y cuánto tardará en construirse, quiénes pagarán el Proyecto, etc.

En cuanto a los medios a utilizar para informar acerca del Proyecto, en general los entrevistados consideraron que los mejores medios de transmitir la información es a través de reuniones informativas en las propias comunidades por las cuales va a pasar la línea. Así mismo, se debía utilizar otros medios como la radio y la televisión, hay que destacar que los volantes y/o afiches no serían buenos para tal fin. Se debe recordar que las poblaciones de las localidades visitadas presentan un elevado grado de analfabetismo y una gran proporción de sus habitantes se considera como semianalfabeta, toda vez que su formación ha sido incompleta, puesto que un significativo número, apenas alcanzó el tercer grado de primaria.

Es importante igualmente resaltar que, aunque la presencia indígena en el área no es muy significativa, la información a presentar con relación al programa de interconexión, debería ser en español y en la lengua maya más representativa, de esta forma se estaría logrando un efecto de aceptación dentro de las personas que hablan los dos idiomas y más aún en aquellos que hablan sólo alguna lengua maya, y que por lo general no son tomados en cuenta en las campañas de comunicación.

A modo de conclusión, es de interés del Equipo SOLUZIONA, S.A. aportar algunas recomendaciones o consideraciones para que el proceso de construcción y desarrollo del Proyecto sea todo lo exitoso que se espera.

Lo primero a considerar, es la importancia que tiene para las personas ser tomada en consideración a la hora de pensar y desarrollar un Proyecto de país, que traerá beneficios concretos para su vida.

En ese mismo sentido, es fundamental desarrollar actividades de información y consulta a la comunidad, en las cuales el Proyecto vaya teniendo aproximaciones sucesivas a las comunidades en las cuales se instalará y afectará. Por ello es importante diseñar una campaña de comunicación que incluya, por una parte espacios de participación ciudadana y, por otra, información a través de los medios de comunicación más utilizados por la población, como son la radio y televisión, a través de los cuales entregue información veraz, oportuna y adecuada a la población.

Para que estas actividades de información y consulta realmente alcancen sus objetivos es necesario que se cuente con el apoyo y respaldo de las autoridades locales. Tanto en los municipios como en las aldeas y localidades más pequeñas, la voz y opinión de los alcaldes y alcaldes auxiliares es fundamental para lograr convocar y conversar con las personas. Son estos actores junto a otros líderes de opinión los primeros a contactar con el fin de informar del Proyecto y transmitirles los beneficios que aportará a su comunidad.

Otro actor relevante en las comunidades son las escuelas y los maestros, ya que son ellos quienes van a formar a las futuras generaciones de sus localidades. Con ellos el Proyecto puede realizar talleres y charlas de educación. Así, la instalación de las torres de alta tensión son un motivo propicio para que el Proyecto colabore con la educación de los jóvenes de las áreas donde la línea pasará. Se puede enseñar acerca de la electricidad, su situación en Guatemala, su sistema de producción, transporte y distribución, y la necesidad del país de interconectarse con el resto de los países vecinos.

Por otra parte, no hay que olvidar que, pese a todos estos esfuerzos por parte del Proyecto para tener una relación de “buen vecino” con las comunidades por donde pasará; el proceso de solicitud de permisos para servidumbre probablemente sea un tema complejo a resolver. Es aconsejable, por lo tanto, que el proceso de negociación de los pasos de servidumbre se realice una vez inicie la campaña comunicación, que los dueños de los terrenos ya dispongan de información del Proyecto, que la comunidad en general se haya formado una opinión favorable de esta iniciativa, y por tanto los propietarios estén conscientes de los beneficios que para el país va a aportar.

Por último reforzar que los contenidos que se entreguen en la Campaña de Comunicación deben estar orientados a destacar: las características del Proyecto, su trazado, proceso de construcción y explotación, sus ventajas y beneficios. También señalar que se ajusta a las normativas y legislación ambiental y eléctrica del país, que resguarda todas las condiciones de seguridad y calidad que técnicamente se exige por ley y que no afectarán ningún sitio de interés arqueológico y cultural.

13A.6. ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN PROYECTO SIEPAC

□ Objetivo

La Estrategia de Comunicación para el Proyecto SIEPAC es el segundo y último producto del Plan de Manejo Social de esta iniciativa, concebida como un eje conductor de toda la gestión ambiental, basada en el principio de responsabilidad social y empresarial que tiene el Proyecto.

El objetivo general de un Plan de Comunicación es generar un clima de entendimiento y relaciones positivas entre los diferentes actores involucrados en el Proyecto, mediante el intercambio de información y diálogo permanente entre las partes, así como subsanar la desinformación generalizada que tiene la población acerca del proyecto, particularmente los habitantes del AID del proyecto, correspondiente a los departamentos Santa Rosa, Guatemala y Jutiapa.

Para lograr este objetivo, el Plan de Comunicaciones y, especialmente uno como el que debiera elaborarse para la divulgación del Proyecto SIEPAC, requiere implementar un conjunto de acciones por medio de las cuales se entregue información relativa a las implicaciones socio-ambientales del Proyecto a la comunidad afectada, con el objeto de trasladar a la población la información necesaria para que se cree una opinión social fundada y responsable respecto a las implicaciones del mismo.

Un plan de esta naturaleza contempla diferentes etapas, de acuerdo con los hitos relevantes del Proyecto. Asimismo, considera la medición del retorno de cada conjunto de acciones, con el fin de corregirlo mientras se implementa, según el grado de cumplimiento de sus objetivos. Debe ser diseñado de acuerdo a los lineamientos y políticas que EPR haya definido con este fin y, preferentemente, por una empresa de comunicaciones especializada en este tipo de campañas, con el objeto de hacerse cargo de las diferentes etapas que conforman el proceso.

□ Metodología

El Plan de Comunicación para el Proyecto SIEPAC, debe iniciar su proceso de comunicación partiendo de la percepción y reacción de la población ante el Proyecto, antes de que éste se desarrolle, con el fin de detectar y prevenir eventuales conflictos que puedan llegar a ser costosos, largos e innecesarios. Debe además, como condición obligatoria, tener en cuenta la diversidad social, cultural y territorial de las comunidades localizadas en el área de influencia del Proyecto, aspectos identificados a través de las encuestas y entrevistas ya elaboradas.

El punto de partida será, por tanto, la información, recopilada a través de las encuestas, en la que se identifican las características de la población y la percepción que esta tiene respecto a una iniciativa de este tipo. Dicha información se resume a continuación:

- El Proyecto se emplazará en los departamentos Santa Rosa, Jutiapa y Guatemala, cuyas tasas de crecimiento son positivas
- La población es mayoritariamente adulta.

- La vida de los habitantes de estos departamentos transcurre desde hace varios años en sus localidades, con un fuerte apego a su tierra, tranquilidad y seguridad.
- Acceso a bienes y servicios: el 90,2% disponen de servicio eléctrico, el 79,7% de agua, el 66% disponen de centros de salud, el 33,3% de drenajes y el 37,1% de teléfono.
- La población expresa la necesidad de mejorar los servicios, tanto en su cobertura como también la calidad y precio.
- La población indígena representa un porcentaje muy bajo respecto a la población total.
- Índice de analfabetismo oscila entre el 13% en Guatemala y el 37% en Jutiapa.
- Los principales problemas detectados por la población son: la falta de carreteras o pavimentación de las mismas, falta de centros educativos y falta de puestos de salud.
- Bajo grado de participación en organizaciones de tipo social. Sólo el 7,3% de la población entrevistada participa en algún tipo de agrupación o asociación.
- Existe un desconocimiento casi total del Proyecto (el 97,4% de la población entrevistada desconoce el Proyecto).
- Consideran que los mayores beneficiarios del Proyecto sería la comunidad (67%), pero hay un porcentaje, el 20,8%, que no sabe o no contesta.
- Las expectativas de la población con relación al proyecto son: la mejora de la calidad del servicio, la creación de empleos en la comunidad y el abaratamiento del costo de la energía.
- La información que la población quiere recibir del proyecto se relaciona con los siguientes aspectos: quién lo dirige, beneficios y perjuicios, por dónde va a pasar, quiénes podrán trabajar, cuándo se iniciará, cuánto tardará en construirse, quién lo va a pagar, etc.
- Según los encuestados los medios más efectivos para transmitir esta información son: reuniones informativas, radio y televisión.
- El idioma predominante es el español, aunque existen lenguas mayas minoritarias en los distintos municipios (ver cuadro 13A.7)

Cuadro 13A.7: Idiomas diferentes al castellano hablado por los encuestados

DEPARTAMENTO	POBLACIÓN	KICHÉ	KAQCHIQUEL	MAM	QUEQCHÍ	OTROS
Jutipa	307.491	273	792	91	20	127
Santa Rosa	246.698	540	329	96	35	144

En primer lugar, tomando en consideración la escasa información que la población tiene del Proyecto, el Plan de Comunicaciones se diseñará conforme a las orientaciones de la estrategia de **Migración de Percepción**, la cual supone iniciar el proceso de comunicación partiendo desde la desvalorización, desconfianza y desconocimiento existente, a un Proyecto de contribución al desarrollo sustentable de la zona.

Por tanto, el ciclo de la comunicación se articulará con la fase técnica del proyecto de la siguiente manera:

- **Información y consulta en la etapa de Diseño– realización del Estudio de Impacto Ambiental**

En la etapa de Diseño del Proyecto se deben realizar reuniones con:

- los entes territoriales y las administraciones municipales con el fin de informar sobre los propósitos y localización del proyecto;
- las comunidades, con el objeto de informarles sobre las características del proyecto, cronograma de realización de la obra, legislación aplicable y política empresarial. También se consulta acerca de los impactos ambientales que se generarán y sobre las medidas de manejo respectivas.

- **Concertación– en caso de ser necesario**

En este tipo de proyectos la variable que mayor probabilidad tiene de generar conflictos, por lo general, se relaciona con el uso de la tierra. Por este motivo es necesario que este punto sea claramente aclarado, se pacten los acuerdos y se aclaren las compensaciones respectivas. Dichos planteamientos son extensibles al Plan de Manejo Ambiental en lo relativo a los impactos derivados del Proyecto. De igual manera se acuerdan los mecanismos de participación de la comunidad en la ejecución de dicho plan, así como su seguimiento y control.

- **Cogestión– en caso de ser necesario**

Se asumen responsabilidades compartidas derivadas de los acuerdos empresa-comunidad que lleven hacia el fortalecimiento de la capacidad autónoma de la gestión comunitaria y el establecimiento de relaciones de convivencia.

La Campaña de Comunicación también tendrá la función de minimizar y relativizar cualquier inconveniente o rumor durante el proceso del desarrollo del proyecto. Se debe demostrar que se está del lado de la comunidad y no en su contra, ya que una empresa que invierte en el territorio donde se instala, es una empresa defendida y justificada por esa comunidad.

Por otra parte, para que el Plan de Comunicaciones logre sus objetivos y abarque grandes sectores de población, es necesario que se realice sobre la base de dos componentes, acción directa y acción masiva:

La **acción masiva** se organiza a través de medios de comunicación masivos. El contenido de la Campaña de Comunicaciones o publicitaria está dirigido a actores inespecíficos incluyendo aquellos donde se ubica el Proyecto.

La **acción directa** (actividades o acciones destinadas a difundir, sensibilizar, educar, promover o apoyar a actores sociales específicos) supone la preparación de personas que puedan entrar en contacto directo (a través de un diálogo, conversación, reflexión) con los actores sociales ubicados en el área de influencia del Proyecto, con el objetivo de motivar y producir en ellos una mayor “apropiación del problema y desarrollo de acciones”. Se destacan como elementos claves en este componente:

- El grado de compromiso que tengan las personas preparadas para trabajar en la campaña respecto del tema que ésta aborda.
- La calidad del material de apoyo (escrito y/o audiovisual).

La experiencia indica que una Campaña de Comunicación exitosa es aquella que presenta un componente de acción directa importante dentro del proceso general:

- **Entregue Información Pertinente y Oportuna:** La Campaña debe entregar, en forma permanente, información actualizada y pertinente al avance del Proyecto y de aquellos aspectos sobre los cuales se quiere llamar la atención. Esta información debe entregarse a través de los diversos soportes comunicacionales definidos y especificados para cada público objetivo. La experiencia indica que la única forma de lograr que las personas se sientan tomadas en cuenta, partícipes de lo que está ocurriendo, es recibiendo información en forma sistemática.
- **Participen Actores Claves:** Un componente importante en una Campaña de Comunicación, son los actores que se involucren en ella. Una Campaña será exitosa en la medida en que participen actores con credibilidad y que sean reconocidos como interlocutores válidos en la discusión. Es fundamental contar con la voluntad política de los representantes de los diversos sectores, tanto de la autoridad involucrada, el titular del proyecto, empresarios y otras personas que la opinión pública identifique como líderes de opinión.

□ **Plan de Acción de Comunicaciones**

El Plan de Comunicaciones para el Proyecto de Interconexión SIEPAC (Tramo Guate- Este- El Salvador) tiene por objeto generar un clima de entendimiento y relaciones positivas entre los diferentes actores involucrados en el proyecto, mediante el intercambio de información y diálogo permanente entre las partes.

Para el cumplimiento de este objetivo, el Plan de Comunicaciones contempla la realización de actividades de comunicación con carácter proactivo, es decir, la generación de información y espacios de comunicación generados por el propio titular del Proyecto (EPR), conforme a su estrategia, prioridades, tiempos y recursos disponibles. En concreto, estos mecanismos de comunicación se organizan mediante dos Líneas de Acción: Publicidad y Relaciones Públicas.

- **Publicidad:** estará enfocada a transmitir información del proyecto y sus actividades mediante soportes comunicacionales que serán distribuidos en medios de comunicación masiva o bien en actividades directas. La publicidad permite hablar

abiertamente del proyecto, enviar mensajes con el contenido deseado y con ello asegurarse de que el grupo objetivo reciba la información.

- **Relaciones públicas:** consiste en todas las actividades para gestionar el encuentro entre los diversos actores interesados en el proyecto. La organización de actividades de información, consulta y debate sobre el proyecto. También supone la creación de algún tipo de alianza con los medios de comunicación, ya que ellos son formadores de opinión pública y, por tanto, es necesario mantenerlos informados del avance que vaya teniendo el proyecto. El propósito es la transmisión de mensajes a través de medios de comunicación, pero con un carácter más periodístico, realizando entrevistas, reportajes de opinión sobre el Proyecto, etc.

Por otra parte, el Plan de Comunicaciones tiene que adecuarse a las características socioeconómicas de la población objetivo y su percepción con relación al Proyecto, previamente identificadas a través de las encuestas (ver apartado 13A.7- Metodología).

En forma complementaria a estas actividades de responsabilidad del titular del Proyecto, durante la Estrategia de Comunicación pueden surgir otros espacios e instancias de comunicación, las cuales se denominan comunicación reactiva. La comunicación reactiva es aquella que se realiza cuando la comunidad solicita una reunión con el titular del Proyecto. En esa circunstancia lo recomendable es acudir puntualmente, escuchar respetuosamente las inquietudes de las personas, responder a las preguntas o comprometerse a hacerlo posteriormente.

Si es la prensa la que solicita una entrevista, es preciso responder de inmediato. A veces los periodistas se sienten con el derecho de interrumpir la cotidianidad de cualquier funcionario, de cualquier institución y sino se le responde a tiempo pueden volcarse en potenciales enemigos o indiferentes respecto del Proyecto.

- Contenidos a difundir en los medio de comunicación.

Recogida la opinión de las personas contactadas durante el Informe de Aceptabilidad Social a través de las encuestas, la empresa de comunicaciones encargada de diseñar la campaña de comunicación debe tener en cuenta que:

- Los destinatarios de la Estrategia de Comunicaciones serán principalmente los habitantes de las localidades por las cuales pasará el Proyecto. No obstante también se deben contemplar actividades de difusión departamental (Santa Rosa, Jutiapa y Guatemala) y nacional para que toda la población se informe del proyecto y sus avances.

Los actores a los que se hace referencia son:

- Los pertenecientes al Sector Público, tales como gobernadores o profesionales pertenecientes a los servicios públicos.
 - Los pertenecientes al Sector privado, tales como empresarios, finqueros o asociaciones empresariales.
 - Actores políticos, tales como concejales departamentales o líderes de opinión.
 - Ciudadanía en general: pobladores, Consejos de Desarrollo, Comités de Desarrollo, ONGs, etc.
-
- Debido a que un elevado porcentaje de la población entrevistada desconoce totalmente el Proyecto, es importante aportar toda aquella información sobre el mismo, enfatizando la relación de buen vecino que se quiere instaurar en las zonas donde se emplazará.
 - Hay que entregar la información requerida por la población, identificada a través de las encuestas, sobre las características del proyecto: ¿En qué consiste el Proyecto?, Proceso de construcción y explotación, ¿cuáles van a ser las ventajas, beneficios y perjuicios para la población?, ¿Quién lo dirigirá?, ¿Por dónde pasará la línea?, ¿Quiénes podrán trabajar en el proyecto?, ¿Cuándo se iniciará?, ¿Cuánto tardará en construirse?, ¿Quiénes pagarán el proyecto?, Etc.
 - Hay que destacar que se ajusta a las normativas y legislación ambiental y eléctrica del país, que resguarda todas las condiciones de seguridad y calidad que

técnicamente se exige por ley y que no afectarán ningún sitio de interés arqueológico y cultural.

- La mayoría de los entrevistados expresó su interés por tener más información del proyecto, en participar en espacios de reunión donde se informe esta iniciativa y se favorezca un diálogo que aclare las dudas. Asimismo, que se los incorpore, que se sientan considerados, y que les interesan los proyectos que reportan un beneficio para el país.

Recogiendo esta solicitud, la Estrategia de Comunicación debe hacer un énfasis en la realización de actividades masivas y directas de comunicación, así como proveer información fidedigna acerca del proyecto. De esa manera la Estrategia prevé crear espacios de participación a través de Reuniones de Discusión Ciudadana en los distintos municipios, tanto en forma anticipada al ingreso del EsIA al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental de Guatemala como durante su etapa de revisión (en donde la Ley exige dar conocimiento del Proyecto a la comunidad posiblemente afectada). También se puede contemplar la posibilidad de realizar actividades en Escuelas situadas en las localidades involucradas y con los maestros, ya que son ellos quienes van formando a las futuras generaciones de sus localidades. En concreto, se pueden realizar talleres y charlas de educación, en las cuales se enseñe acerca de la electricidad, la demanda y producción existente en Guatemala, su sistema de producción, transporte y distribución, etc.

- Establecer una estrategia de acercamiento con los Medios de Comunicación, ya que son ellos finalmente los que difunden la información e inciden en la opinión pública de las personas. Para eso el Plan de Acción debe contemplar reuniones y actividades que aseguren un diálogo permanente con los Medios y una cobertura informada y responsable del Proyecto.
- Recogiendo la opinión de los actores contactados, los medios más efectivos a utilizar en la Campaña serán la radio, reuniones informativas y televisión. Dado el nivel formativo de la población sería menos efectivo la utilización de afiches, trifoliales, etc.

- Si bien el número de personas que habla algún idioma maya en los departamentos es minoritario, en comparación a quienes hablan el español (ver cuadro 13A.7), se aconseja entregar algunos mensajes en idioma maya, porque así se está logrando un efecto de aceptación dentro de las personas que hablan los dos idiomas y más aún en aquellos que hablan en maya, y que por lo general no son tomados en cuenta en las campañas de comunicación.
- Hay que informar de todos aquellos impactos negativos que no han sido visualizados ni mencionados por la comunidad, pero han sido identificados en el Estudio de Impacto Ambiental,.

Todas las opiniones, sugerencias y críticas que se reciban durante las actividades de difusión ciudadana tendrán que ser sistematizadas y organizadas en un sistema de registro que permita ir haciendo las adecuaciones, tanto del diseño del proyecto como de su difusión.

Para ello, las alegaciones y aportes constructivos recibidos durante la fase de información pública serán ordenados por temas, concretando a qué capítulos o apartados del EsIA se refieren específicamente los temas afectados.

Complementariamente, otro sistema que facilita organizar esta información y difundirla inmediatamente a nivel nacional es colocar dicha información en la página Web del Proyecto, para que todos aquellos interesados en hacer seguimiento del mismo tengan un mecanismo ágil y transparente para hacerlo.

A continuación se detalla, **a modo de ejemplo**, un Plan de Acción indicando las actividades a realizar, la población objetivo y los canales de comunicación a utilizar:

Línea de Acción N° 1: Publicidad

Actividad	Público objetivo	Canal de comunicación	Soporte comunicacional
1.1. Campaña informativa y de concientización	Autoridades locales y Ciudadanía de los departamentos de Santa Rosa, Jutiapa y Guatemala	Difusión de información descriptiva del proyecto mediante soportes de comunicación en lugares de concurrencia masiva: - Gobernaciones; Municipios; Iglesias; Colegios; Oficinas comerciales de DEORSA. - En carreteras y acceso a los departamentos.	Afiches Bifolios (idiomas: Español y K'iche') Vallas o mini vallas
		Entrega de informativo puerta a puerta en los hogares y locales de las localidades directamente afectados por el Proyecto	Bifolios (idiomas: Español y K'iche')
	Ciudadanía en general, particularmente a la población analfabeta	Spots radiales con preguntas y respuestas frecuentes acerca del proyecto. Serán divididos en 3 series (idiomas: Español y K'iche')	Radios locales: La Caliente, Sultana de Oriente, Brisa, Interlace, St. Solar, Santa Rosa, La Sabrosona, FM Globo
		Spot televisivo	Cable Santa Rosa, Cable Visión Santa Rosa, Multivisión Cuilapa, Cable Nueva Visión, Cable Yes, Cable Visión Achiapa, Catacable, HETVXC, Intercable, Cable Visión Río Hondo, Cable visión Mayuelas, Cable Visión Ebenezer, TV Cable Fraijanes
	Autoridades locales ONG ambientalistas Académicos u otros interesados	Sitio web de EPR en el cual se informa del EIA del Proyecto y de sus actividades	Sitio web

Línea de Acción N° 2: Relaciones Públicas

Actividad	Público objetivo	Canal de comunicación	Soporte comunicacional
2.1. Rueda de Prensa para presentar el Proyecto a los Medios de Comunicación	Medios de Comunicación	Reuniones informativas	Invitación al menos los siguientes medios: Prensa Libre, nuestro Diario, Siglo XXI
2.2 Cobertura de los avances del proyecto en Prensa	Medios de Comunicación	- Comunicados de Prensa - Reportajes periodísticos - Entrevistas	Prensa, Radio y Televisión
2.3 Reuniones informativas a los Gobernadores y Municipios	Autoridades locales de las Gobernaciones y Municipios de los Departamentos	Reuniones de información del proyecto	Presentación del proyecto en power point Bifoliares
2.4 Reuniones de discusión ciudadana	Ciudadanía, actores políticos, y de organizaciones de los Municipios del AID del Proyecto	Reuniones de discusión ciudadana	Presentación del proyecto en power point Bifoliares Paneles con imágenes y texto descriptivo del proyecto
2.5 Reuniones de información y negociación	Propietarios de Haciendas, Fincas y parcelamientos por donde pasa el proyecto	Reuniones para presentar el proyecto y el impacto en la propiedad que requiere la negociación por el derecho de servidumbre	Presentación del proyecto en power point Bifoliares
2.6 Talleres escolares	Estudiantes de Educación Secundaria de los Municipios del AID del proyecto	Charlas expositivas acerca de la energía eléctrica, interconexiones, etc en Colegios e Institutos de Educación	Material de apoyo

□ Cronograma de Actividades

A modo de ilustrar cómo se complementan las distintas actividades del Plan de Acción de comunicaciones, se presenta, a modo de ejemplo, un cronograma tipo de actividades para dos meses, el cual debe ser adecuado conforme a la fecha de comienzo de la Campaña, la disponibilidad de recursos, de información del proyecto, la confirmación de las actividades y de nuevas acciones que puedan surgir durante el desarrollo del Plan.

MES TIPO 1

DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
		1 Diseño y producción soportes comunicación	2 Diseño y producción soportes comunicación	3 Diseño y producción soportes comunicación	4 Diseño y producción soportes comunicación	5
6	7 Presentación del Proyecto a Medios de Comunicación	8 Presentación del Proyecto a Medios de Comunicación	9 Presentación del Proyecto a Medios de Comunicación	10 Presentación del Proyecto a Medios de Comunicación	11 Presentación del Proyecto a Medios de Comunicación	12
13	14 Reuniones Gobernadores y Alcaldes	15	16 Reuniones Gobernadores y Alcaldes	17	18 Reuniones Gobernadores y Alcaldes	19
20	21 Colocación de Vallas y Afiches en Municipios	22 Colocación de Vallas y Afiches en Municipios	23 Colocación de Vallas y Afiches en Municipios	24 Colocación de Vallas y Afiches en Municipios	25 Colocación de Vallas y Afiches en Municipios	26
27	28 Reuniones discusión ciudadana	29 Reuniones discusión ciudadana	30 Reuniones discusión ciudadana	31 Reuniones discusión ciudadana		

MES TIPO 2

DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
		1 Entrega puerta a puerta bifoliales Talleres en Institutos y Colegios Spots Radio	2 Entrega puerta a puerta bifoliales Spots Radio Spots Televisión cable Reuniones discusión ciudadana	3 Entrega de bifoliales Talleres en Institutos y Colegios Inserto en prensa Spots Radio Spots TV cable	4 Entrega puerta a puerta bifoliales Reuniones discusión ciudadana	5
6 Radio Spots TV cable	7 Talleres en Institutos y Colegios Inserto en prensa Spots Radio Spots TV cable	8 Spots radio Reuniones discusión ciudadana	9 Talleres en Institutos y Colegios Reuniones discusión ciudadana	10 Spots TV cable Reuniones discusión ciudadana	11 Talleres en Institutos y Colegios Reuniones discusión ciudadana	12 Spots radio
13 Spots radio	14 Spots TV cable Inserto en prensa	15 Spots TV cable	16 Spots radio	17 Spots radio Inserto en prensa	18 Spots radio Spots TV cable	19 Spots TV cable
20	21 Inserto en prensa Spots radio	22 Spots radio Spots TV cable	23 Spots radio Spots TV cable	24	25	26 Spots radio Spots TV cable
27 Spots radio Spots TV cable	28 Spots radio Entrega puerta a puerta bifoliales	29 Entrega puerta a puerta bifoliales	30 Spots TV cable Entrega puerta a puerta bifoliales	31 Inserto en prensa Entrega puerta a puerta bifoliales Spots radio versión 1 Spots TV cable		

ANEXO 13A.1. ENCUESTA

IDENTIFICACIÓN										
1	Población:					2	Fecha:			
3	Tipo de Actor:	S. Público		S. Privado		A. Político		Ciudadanía		
4	Sexo:	F	M			5	Edad:			
6	Sabe	Leer		Sí	No					
		Escribir		Sí	No					
		Algún idioma		Sí	No		¿Cuál?			
7	Ocupación:									
8	Dónde trabaja:				9	Años de estudio:				
10	N° de miembros de la familia:				11	¿Cuántos Trabajan?				
12	Pertenece o participa en alguna organización					Sí	No		¿Cuál?	
13	¿Qué servicios básicos tiene y cómo los evaluaría?									
			Excelente	Bueno		Regular		Malo	Pésimo	
	A	LUZ								
	B	AGUA								
	C	DRENAJE								
	D	TELÉFONO								
	E	SALUD								
F	OTRO									

INFORMACIÓN SOBRE LA VIDA EN SU LOCALIDAD			
14	Desde hace cuánto tiempo vive aquí		Años
15	Le gustaría vivir en otro lado	Sí	No
16	¿Qué es lo que más le gusta de este pueblo?		
17	Diga, por favor, los 3 principales problemas que tiene este lugar (en cuanto a la relación con los vecinos, falta de espacios, etc.)		
18	Diga, por favor, 3 maneras que considere importantes para solucionar los problemas que mencionó.		
19	¿Cuáles son las Fiestas titulares de la zona?		
20	¿Hay algún lugar sagrado para Ceremonias y/o actividades típicas de la zona?		
FORMACIÓN			
21	¿Hasta que grado de escolaridad se alcanza en el pueblo?	Primaria	Secundaria Medio Superior
22	¿Dónde van los jóvenes que quieren estudiar?		
23	¿Qué pasa con las familias cuando los jóvenes quieren seguir estudiando? (se van con ellos, los dejan ir a estudiar, se oponen y quieren que sigan con su familia en el pueblo, etc.)		

MEDIO AMBIENTE			
24	¿Cuál es su opinión sobre la tala de árboles?	Buena	Mala
	¿Por qué?		
25	¿Los ríos contaminados afectan su comunidad?	Sí	No
	¿Cómo?		
INFORMACIÓN SOBRE EL PROYECTO			
26	¿Cómo cree usted que reaccionaría su localidad si se instalara una Línea Eléctrica de alta tensión?		
27	¿Ha escuchado usted algo sobre la posibilidad de instalarse una Línea Eléctrica de alta tensión por esta zona?		
N			
O			
SI	28	¿Qué sabe de este Proyecto?	

	29	¿Cómo obtuvo esta información?	
		Por la prensa _____	Por el Municipio _____
		Por la radio _____	Por una organización _____
		Por los vecinos _____	Otro: _____
	30	¿Sabe usted por dónde pasaría esta Línea Eléctrica de alta tensión?	
		NO	
		SÍ	Lejos de aquí
			Cerca de aquí
31	Si se instalara esta Línea Eléctrica de alta tensión:		

	A	¿Quién cree usted que se beneficiaría de esta Línea Eléctrica de alta tensión?
	B	¿Quién cree usted que se perjudicaría con esta Línea Eléctrica de alta tensión?
	C	¿Qué cosas positivas podría traer la instalación de esta Línea Eléctrica de alta tensión?
	D	¿Qué cosas negativas podría traer la instalación de esta Línea Eléctrica de alta tensión?
	E	¿Qué cosas cree usted importante, que la Línea Eléctrica de alta tensión tenga para eliminar o disminuir los problemas o daños que ha mencionado en la pregunta 17?
32	¿En caso de que se realizase el proyecto, le gustaría recibir más información sobre el mismo?	
	NO	¿Por qué?
	SÍ	¿Qué tipo de información?
33	¿Cuál es el medio a través del cual le llega a usted la información?	
	Prensa	Reuniones informativas Radio Volantes T.V. Afiches Otro:

13A.	INFORMACIÓN PÚBLICA	546
13A.1.	Identificación de los Actores presentes en las AID del Proyecto	547
13A.2.	Resumen información socioeconómica de las poblaciones en estudio	548
13A.3.	Recolección de la Información	549
13A.3.1.	Metodología	549
13A.4.	Percepción del Proyecto por Organizaciones No Gubernamentales	562
13A.5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	566
13A.6.	Estrategia de comunicación Proyecto SIEPAC.....	569
Anexo 13A.1.	Encuesta	584

14A. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con lo presentado en el Estudio de Impacto Ambiental de la Línea de Transmisión Eléctrica 230 kV del Proyecto SIEPAC- Tramo Guatemala – Ruta I, Guate – Este – El Salvador, las conclusiones respecto a la identificación y descripción de los impactos ambientales del Proyecto son las que se mencionan a continuación:

- (a) Se concluye, con respecto a los impactos identificados que pudieran generarse en las distintas fases del Proyecto, que éste, al ser ejecutado, no causará impactos críticos sobre el medio ambiente.
- (b) Con la adopción de las medidas preventivas y de mitigación planteadas y 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 su etapa de construcción, en particular, sobre elementos del medio físico y bióticos, es decir, los suelos, la vegetación y el paisaje. Tales impactos han sido minimizados a nivel de gabinete, en la fase de diseño, al tratar de evitarse la incidencia del trazado sobre aquellos parajes de mayor calidad ecológica.
- (d) Desde el punto de vista del patrimonio histórico y cultural la realización del Proyecto SIEPAC es factible. Sin embargo, deben tomarse todas las precauciones necesarias durante los movimientos de tierras y excavaciones, ya que pueden hallarse restos arqueológicos, puesto que éste es un tema que en Guatemala no ha sido todavía investigado de forma acabada. Es importante capacitar al personal que realizará dichos trabajos, para que, en la eventualidad de encontrarse restos arqueológicos, estos sigan los procedimientos que las autoridades correspondientes dispongan con este fin. En

este contexto, es importante contar con dichos procedimientos y que sean de conocimiento de las personas encargadas de la ejecución de las obras.

- (e) Con relación al medio socioeconómico, este no será mayormente alterado. Con respecto a las servidumbres de paso, el Proyecto deberá cumplir lo indicado en la legislación guatemalteca. En este sentido y de acuerdo con los antecedentes disponibles, el Proyecto no considera el traslado ni el reasentamiento de poblaciones, tampoco de comunidades indígenas ya que el trazado de la línea contempló su paso alejado de ellas.
- (f) En cuanto a la Información Pública, del análisis de los datos arrojados 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, tema que deberá ser abordado de forma clara y transparente en las campañas de divulgación del Proyecto.
- (g) Para la etapa de operación, los impactos ambientales son los que inciden sobre el medio afectando aspectos tales como vegetación, fauna, paisaje y campos electromagnéticos. Con relación a estos últimos y tal como se indicó en el capítulo correspondiente, una línea de 220 ó 400 kV, genera un campo electromagnético de entre 0 a 20 μ T. Cabe señalar que estos valores son inferiores a los límites máximos de exposición permanente recomendado por la Unión Europea. De acuerdo con lo anterior, no se generarán efectos ambientales significativos sobre las personas y el entorno del lugar producto de estos campos.
- (h) 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

Etapas de operación:

- Vegetación
- Fauna
- Paisaje

- (i) Por último se concluye que el Proyecto SIEPAC – Tramo Guatemala – Ruta I, Guate – Este – El Salvador es viable desde el punto de vista ambiental si se cumplen con todas las medidas propuestas en este estudio.

RECOMENDACIONES

- (a) Llevar a cabo todas las medidas de prevención, mitigación y contingencia previstas en el Proyecto para disminuir al mínimo los impactos ambientales que puedan provocar su ejecución.
- (b) Fomentar un programa de comunicación social del Proyecto. Se debe informar a la población los alcances e implicancias del Proyecto, siempre considerando la capacidad de entendimiento de la población y de sus respectivos representantes. 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

nivel de desconocimiento observado y al mismo tiempo, la desconfianza y expectativas que un Proyecto de esta naturaleza crea.

- (c) Asimismo, es necesario fomentar un 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.



14A. CONCLUSIONES y recomendaciones588

5B. DEFINICIÓN DE TRAMOS HOMOGÉNEOS

La existencia a lo largo del corredor de variaciones topográficas notorias, con formaciones volcánicas o actividad sísmica que suponen un riesgo para la línea, zonas con apreciables variaciones climáticas, diferentes formaciones boscosas, fauna nativa diversa, distintos usos del suelo y otros aspectos socioeconómicos, ausencia de poblaciones indígenas, etc., descritos de forma minuciosa en el capítulo siguiente, suponen una dificultad manifiesta a la hora de analizar el Proyecto de una forma global. Por ello, a continuación, se realiza un análisis pormenorizado que permite identificar aquellos aspectos más relevantes presentes en el espacio a ser intervenido y, sobre todo, a lo largo del trazado y sus inmediaciones.

A partir de este análisis, se definieron una serie de tramos de características homogéneas respecto a los diversos componentes del medio y con una respuesta al desarrollo del Proyecto, mediante una metodología común a todos los equipos nacionales, que posibilita la correcta realización de la evaluación de los impactos que la ejecución del Proyecto SIEPAC pueda generar.

5B.1. DESCRIPCIÓN Y DEFINICIÓN DE TRAMOS HOMOGÉNEOS

En el presente apartado se identifica de forma pormenorizada los elementos que puedan verse afectados por el trazado propuesto.

Para ello, se han dividido, a efectos prácticos, los trazados en tramos de características homogéneas, en los que se precisa la incidencia que cada una de las actividades previstas en el desarrollo del Proyecto pueda 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, teniendo en cuenta aspectos como el relieve morfológico, la existencia o ausencia de amenazas naturales en las proximidades, accesos, la red hidrográfica, la cubierta vegetal, la fauna, la presencia de mayor o menor población, la

infraestructura, el patrimonio, etc., buscando asignarlos a las diversas comarcas o unidades naturales presentes en la franja.

En este contexto, las longitudes de los tramos son muy diferentes entre sí, variando su extensión desde un número escaso de kilómetros, inferior a la decena, hasta casi treinta, dado 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, pero que, sin embargo, la reducida dimensión del mismo, desaconseja 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.

A continuación, se irán describiendo los principales parámetros que definen el territorio atravesado por la línea en ambas rutas.

Para una mejor definición y análisis de las características ambientales a lo largo de los corredores, se dividió el trazado de la ruta Panaluya – Frontera con Honduras en seis tramos (GU2-1,..., GU2-6) (ver Mapa MG-2B).

Esta definición en tramos permite realizar una mejor descripción de las zonas que atraviesa el tendido, 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.

En los párrafos siguientes se presenta una descripción de los tramos homogéneos que comprenden la ruta.

- Tramo GU2-1 (Panaluya (Río Hondo)–Santa Rosalía)

Tramo de 14,45 km de longitud, compuesto por 2 alineaciones. El tramo abarca desde la subestación Panaluya hasta las inmediaciones de la población Santa Rosalía.

En su recorrido inicial, cerca de las riberas del río Motagua, se caracteriza por no tener pendiente, característica atractiva para la explotación agrícola mecanizada.

Dentro del área de influencia directa de este tramo se encuentran las siguientes municipalidades: Río Hondo, a 1 km de la subestación Panaluya. Cruzando el río Motagua hacia el SE se localiza la población de Chispán en el límite de la zona de influencia directa, a 2,2 km. Siguiendo el recorrido hacia el sur, el trazado discurre cerca de la laguneta Los Yajes, cruzando al oeste del Municipio de Estanzuela, próximo a la intercepción de la carretera que une a Estanzuela con el centro piscícola La Fragua a unos 150 m, desviándose en el PM-2 (867.850 m E y 165.890 m N) unos 30° al SE hasta llegar al PM-3 al NO del pueblo La Fragua, en las cercanías de la carretera que comunica a La Fragua con el centro piscícola La Fragua. Desde este punto se dirige 30° al SE en dirección a Santa Rosalía, pasando a 800 m perpendicular a la entrada de la Ciudad de Zacapa. Al oeste de La Fragua se localiza Llano de Piedra a 1,2 km de distancia.

Al llegar a las inmediaciones de Santa Rosalía, el trazado discurre por el lado oeste de la población y de la carretera CA-10, a unos 650 m de la entrada a la población.

La unidad geológica predominante corresponde a depósitos de aluvión cuaternario en los valles del río Motagua hasta el poblado de La Fragua, así como granate, estaurita, esquisto, gneis bandeado, anfíbolita y migmatita al norte y sur de Llano de Piedra; inclusive granodiorita foliada al sur de Puente Blanco. El complejo Las Ovejas y Plutón Chiquimula se ubican en unidades bajas que forman parte de complejos montañosos.

El terremoto ocurrido en 1976 promovió un cambio en los estilos de construcción tradicionales que utilizaban ladrillos de barro. Posteriormente, se adoptó el estilo bajareque que incluye un enreja de madera que es cubierto por el barro. La literatura reporta daños en Zacapa ocasionados por dicho terremoto.

La sección que va desde Panaluya hasta La Fragua se desarrolla en el valle del río Motagua y en este sector la línea es transversal a la falla del Motagua la cual aparece oculta. En el sector de La Fragua a Santa Rosalía existen tres fallas transversales a la línea. La presencia de la falla del Motagua en el tramo aumenta la amenaza por sismos locales, ya que se constituye en un agente de disparo de los mismos. La literatura reporta la afectación de Zacapa por el terremoto ocurrido en la década de los '70.

Los suelos en este tramo de acuerdo con la clasificación taxonómica de los Suelos de Guatemala corresponden a Entisoles, Inceptisoles y Vertisoles (ver Mapa 4B). En términos generales los suelos vertisoles ocupan un 50% del área y los inceptisoles y entisoles un 25% respectivamente. Los suelos entisoles en este tramo se caracterizan por poseer un bajo potencial de fertilidad, son suelos jóvenes, sus características físicas son malas y el contenido de materia orgánica es bajo por su evolución. Entre las limitaciones comunes se encuentran la poca profundidad del suelo, su pedregosidad y deficiencia de humedad. En este tramo los suelos Inceptisoles ocupan un 25% de la superficie y se caracterizan por tener de bajo a medio potencial de fertilidad, deficiencia de humedad, características físicas malas y contenido de materia orgánica variable. Los suelos vertisoles constituyen el grupo predominante en este tramo, se destaca como cualidad principal su alto potencial de fertilidad y contenido de materia orgánica variable. La deficiencia de humedad es una de las principales limitantes de manejo y requieren que los suministros de agua sean controlados para mantener el nivel de productividad.

Este tramo se caracteriza por presentar suelos de valles no diferenciados que predominan y en menor proporción suelos Salamá y Capucal. Estos dos últimos tipos de suelo, con peligro de erosión alta y muy alta, respectivamente. Con respecto a su capacidad agrológica, se observa que los suelos pertenecen mayormente a la clase III, que los identifica como tierras cultivables por su relieve plano a ondulado. En menor proporción, están representados en este tramo las clases VI y VII, los cuales son tierras no cultivables, aptas principalmente para cultivos perennes y producción forestal, debido al relieve quebrado (ver Mapa 10B).

En este sector los suelos están dedicados a la ganadería extensiva en menor grado y la ocupación principal corresponde a la producción de cultivos como: melón para la exportación, maíz blanco, chile, tabaco, yuca y papaya. Los usos de suelo asociados al tramo incluyen, además de centros poblados, infraestructura vial y ferroviaria, líneas de transmisión, ganadería extensiva y agricultura.

En este tramo se identifican dos zonas de vida, al inicio de la línea en Panaluya en ambos lados de la línea, la zona de vida que se presenta es el Bosque Seco Subtropical “bs-S”, caracterizado por presentar temperatura media en rangos de 19 a 24 °C, con precipitación de 855 mm y con una tasa de evapotranspiración de 1,5 %; hacia Estanzuela y La Fragua, en ambos lados de la línea, prevalece la zona de vida: Monte Espinoso Subtropical “me-S”, con temperatura media en rangos de 24 a 26 °C, precipitación entre 400 y 600 mm y con tasa de evapotranspiración de 1,25 % (ver Mapa 12B).

Las características generales del tramo son: temperatura de 27 °C, precipitación de 700 mm y la humedad relativa de 75 %.

En cuanto a la cobertura vegetal al inicio de la línea, a ambos lados, se observa bosque secundario arbustal, posteriormente existe una fracción de asociaciones de bosque secundario con arbustos en ambos lados de la línea, luego a la altura de Estanzuela, al lado derecho de la línea, existe un área sin cobertura vegetal que se extiende hasta La Fragua, en cambio al lado izquierdo se extiende una asociación de bosque secundario con arbustos.

Los ecosistemas terrestres característicos de este tramo son: al inicio de la línea a ambos lados, arbustales deciduos microlatifoliados de tierras bajas con suelos bien drenados, para el área entre Estanzuela y La Fragua a ambos lados de la línea se observa un sistema agropecuario bien extendido.

Las series de vegetación comunes en todo el tramo son: bosques espinosos deciduos, arbustales o rastrojos y herbazales; para el área de La Fragua adicionalmente se observan áreas con potreros.

En este tramo se registraron un total de 140 especies de flora de las cuales sobresalen especies arbóreas como: *Crescentia alata* (morro), *Tabebuia rosea* (matilisguate), *Platymiscium pinnatum* (quira), *Tabebuia guayacán* (guayacán), *Swietenia macrophylla* (caoba), *Ceiba pentandra* (ceiba), *Terminalia catappa* (almendro), *Luehea seemannii*, *Sterculia apetala* (castaño), *Diphysa robinooides* (guachipilín), *Pachira quinata* (cedro espino), *Enterolobium cyclocarpum* (conacaste) y *Gliricidia sepium* (madre cacao). De estas especies son de importancia maderable: *Swietenia macrophylla* (caoba), *Tabebuia rosea* (matilisguate), *Platymiscium pinnatum* (quira) y *Pachira quinata* (cedro espino). En estas áreas abundan muchas especies de la familia Cactaceae las cuales se encuentran en la Lista Roja de Especies de la flora para Guatemala, además de estar protegidas por las leyes internacionales.

Algunas especies medicinales reportadas son: *Tecoma stans* (timboco, chanté, timboque, flor amarilla), *Ricinus communis* (higuerilla) y *Acalypha guatemalensis* (hierba de cáncer). Entre los cultivos anuales destacan: *Zea maíz* (maíz), *Musa sapientum* (banano), *Musa pardisiaca* (plátano), *Ananas comosus* (piña), *Capsicum* sp. y *Cucumis melo* (melón).

Respecto a la fauna de este tramo se registran un total de 77 especies. Entre los mamíferos predominan: *Urocyon cinereoargenteus* (gato de monte), *Silvilagus floridanus* (conejos), *Dasyurus novemcinctus* (armadillo), *Mustela frenata* (comadreja), *Felis jaguarrundi* (onza o leoncillo). De estos mamíferos la única especie que se encuentra con mayor status de conservación es *Felis jaguarrundi* (onza o leoncillo), incluida en la Lista Roja de Guatemala y en el apéndice CITES 1, esta especie se registró en la región de La Fragua.

De las aves se han registrado: *Columbina passerina* (tortolita), *Columbina talpacoti* (tortolita), *Columbina minuta* (tortolita, paloma guatemalteca de suelo), *Leptotila verreauxi* (paloma o paloma rabiblanca), *Icterus galbula* (corcha, oropéndola), *Aratinga canicularis* (cotorra, perica), *Aratinga holochlora* (cotorra, pericos) y *Buteo swainsoni* (aguillilla de Swainson). La especie que se aparece en la Lista Roja de Guatemala es *Leptotila verreauxi* (paloma o paloma rabiblanca) así como en el apéndice 1 de CITES.

Finalmente, para los reptiles las especies de serpientes registradas son: *Bothrops asper* (devanadora, cantil devanador), *Crotalus durissus* (cascabel), *Clelia scytalina* (zumbadora), *Clelia clelia* (zumbadora), *Agkistrodon bilineatus* (cantil de agua), *Boa constrictor* (boa, mazacuata), *Micrurus halleni* (coral), *Micrurus nigrocinctus* (coral) y *Lampropeltis triangulum* (falso coral). Las serpientes y demás reptiles que se encuentran en la Lista Roja de Guatemala y en el apéndice 2 de CITES son: *Clelia clelia* (sumbadora), *Boa constrictor* (boa, mazacuata) e *Iguana iguana* (iguana verde).

□ Tramo GU2-2 (Santa Rosalía–Labor Ponderosa)

La longitud de este tramo es de 18,1 km, y se compone de 3 alineaciones.

Desde Santa Rosalía, el trazado sigue en dirección sur paralelo a la carretera CA-10, hasta llegar al PM-5 (873.650 m E y 1.648.300 m N) al sur de la comunidad Agua Blanca, a unos 350 m y de Santa Lucía a 850 m de la entrada. En este tramo, el trazado discurre en el pie de monte, pasando a unos 100 m de El Sauce y de Llano de Calderón, paralelo a la CA-10. Desde el PM-5 cambia en dirección SE, manteniéndose paralelo a la carretera CA-10 sobre elevaciones que van desde los 300 hasta los 600 m.s.n.m., pasando al este de la comunidad El Ingeniero, donde destaca el alto crecimiento habitacional. En las inmediaciones de la Estación Pecuaria Petapilla, hasta interceptar el PM-6 (876.100 m E y 1.641.700 m N), desplazándose 30° hacia el SO, bordeando el pie de monte y cerca de la línea existente de 69 kV, pasa por la quebrada Morguán, Chuquinlé, al este de las fincas El Naranja, Ticanto Orellana, Ticanto Morales, a 800 m de la comunidad El Morral, al oeste y paralelo a la entrada de la ciudad de Chiquimula, del Centro Universitario de Oriente (CUNOR), Finca San Francisco, hasta llegar a Labor Ponderosa sobre la margen del río Shutaque, sobre una base topográfica de 380 m.s.n.m. PM-7 (874.250 m E y 1.635.300 m N).

En este tramo las unidades geológicas predominantes incluyen Plutón Chiquimula, granodiorita, adamelita y granito en cerros como el Miramundo y Melocotón. Además se presentan depósitos de aluvión en el valle del río Grande de Zacapa y los valles de las quebradas Agua Blanca y La Leona. Otra de las unidades lo constituye el grupo Padre Miguel no diferenciado que incluye basalto, toba felsítica y flujo, tobas depositadas por agua y lutita tobácea.

Un 85% de los suelos de este tramo pertenecen al orden de los inceptisoles, los cuales presentan características físicas malas y contenido de materia orgánica variable. Además a lo anterior se caracterizan por la deficiencia de humedad en su perfil y un potencial de fertilidad de medio a bajo. En este tramo los entisoles ocupan solamente un 15%, se les encuentra en terrenos con fuertes pendientes y representan suelos jóvenes con un perfil poco desarrollado (ver Mapa 4B). Según la serie de suelos de Simmons en este sector se hallan los siguientes tipos de suelo: Capucal, Zacapa, Jigua y Jalapa los cuales presentan peligro de erosión muy alta, además se encuentran suelos de valles no diferenciados. Las capacidades agrológicas asociadas a estos suelos son: VII, VI y III, destacándose los suelos de valles no diferenciados como las áreas de mayor vocación agrícola (ver Mapa 10B).

En los suelos anteriores se practica ganadería extensiva, esta actividad es apoyada con suplementos para el ganado así como pastos mejorados. También se encuentran cultivos como maíz, yuca, frijol y cítricos entre otros. Los usos de suelo asociados a la sección incluyen: centros poblados, infraestructura vial, línea de transmisión, ganadería extensiva y agricultura.

Las zonas de vida en este tramo son tres. Al inicio, a la altura de Santa Rosalía y Agua Blanca a ambos lados de la línea de la línea la zona de vida que se presenta es el Bosque Seco Subtropical “bs-S”, caracterizado por presentar temperatura media en rangos de 19 a 24 °C , con precipitación de 855 mm y con una tasa de evapotranspiración de 1,5 %, después Agua Blanca hacia el lado izquierdo de la línea la zona de vida es el Monte Espinoso Subtropical “me-S” con temperatura media en rangos de 24 a 26 °C , con precipitación entre los rangos de 400 a 600 mm y con una tasa de evapotranspiración de 1,25 %; después de Agua Blanca al lado derecho de la línea hay una fracción de Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical “bh-MB”, con temperatura media en rangos de 15 a 23 °C, precipitación de 1.344 mm y con una tasa de evapotranspiración de 0,75 %. Por último hacia El Ingeniero; al lado derecho de la línea, se observa el Bosque Seco Subtropical “bs-S” y hacia el lado izquierdo, el monte espinoso Subtropical “me-S” (ver Mapa 12B).

Este tramo, en general, presenta una temperatura de 28 °C, precipitación de 500 mm y humedad relativa del 65 %.

En cuanto a la cobertura vegetal, al lado izquierdo de Santa Rosalía se observan asociaciones de bosque secundario con arbustos y al lado derecho se observan bosques secundarios arbustales. Para el área de Agua Blanca, al lado izquierdo de la línea, hay bosques secundarios arbustales pero al lado derecho hay una porción de asociaciones latifoliadas y cultivos. Hacia El Ingeniero al lado derecho existen áreas sin cobertura forestal y al lado izquierdo hay bosques secundarios arbustales.

Los ecosistemas terrestres presentes en este tramo, en el área de Santa Rosalía de forma intercalada longitudinalmente, se observan de este a oeste cinco tipos de ecosistemas, el primero en una pequeña franja de arbustal deciduo microlatifoliado de tierras bajas bien drenado, seguido por sistema agropecuario, después por arbustal deciduo latifoliado de tierras bajas en suelos pobres bien drenados y finalmente hay bosque tropical semideciduo latifoliado de tierras bajas bien drenado. Para el área de Agua Blanca se observa arbustal deciduo latifoliado de tierras bajas en suelos pobres bien drenados y hacia el sur en ambos lados de la línea, bosque tropical semideciduo latifoliado submontano. Finalmente para el área de El Ingeniero al lado derecho, el sistema agropecuario y al lado izquierdo de la línea, arbustal deciduo latifoliado de tierras bajas en suelos pobres bien drenados.

Las series de vegetación comunes en todo el tramo son: arbustales o rastrojos, herbazales y áreas de pastos mejorados, para las áreas de Santa Rosalía y Agua Blanca hay bosques espinosos. Para el área de El Ingeniero hay cultivos anuales.

En este tramo se registraron un total de 98 especies vegetales, de las cuales sobresalen especies arbóreas como: *Crescentia alata* (morro), *Enterolobium cyclocarpum* (conacaste), *Astronium graveolens* (zorro), *Gliricidia sepium* (madre cacao), *Swietenia macrophylla* (caoba), *Bursera simaruba* (palo de jote), *Cochlospermum vitifolium*, *Samanea cf. saman* (hawai), *Cedrela mexicana* (cedro) y *Cedrela pacaya* (cedro). De estas especies son de importancia maderable: *Swietenia macrophylla* (caoba), *Cedrela mexicana* (cedro) y *Cedrela pacaya*

(cedro) . Entre las cactáceas destacan: *Cleistocactus* (subin, mala espina, chichicaste), *Cephalocereus sp* y *Acanthocereus sp*. Entre las especies medicinales se observan: *Chenopidium ambrosoides* (apazote), *Mentha x piperita* (hierba buena) y *Pluchea carolinensis* (salvia). Los cultivos anuales son: *Zea maíz* (maíz), *Musa pardisiaca* (plátano) y *Carica papaya* (papaya).

En este tramo se reconoce un total de 45 especies de fauna con *Silvilagus floridanus* (conejos), *Dasyopus novencintus* (armadillo) y *Sciurus vulgaris* (ardilla), pertenecientes a mamíferos; y *Columbina minuta* (tortolita, paloma guatemalteca de suelo), *Leptotila verreauxi* (paloma o paloma rabiblanca), *Coragys atratus* (zopilote) y *Aratinga canicularis* (cotorra, perica), entre las aves, de las que se encuentra en la Lista Roja de Guatemala *Leptotila verreauxi* (paloma o paloma rabiblanca), así como en el apéndice 1 de CITES.

Finalmente, las especies de serpientes registradas son: *Clelia scytalina* (zumbadora), *Micrurus alleni* (coral), *Micrurus nigrocinctus* (coral) y *Boa constrictor* (boa, mazacuata), esta última se encuentra en la Lista Roja para Guatemala. Otros reptiles reportados para las áreas son: *Ameiva undulata* (ameiva), *Basiliscus basiliscos* (cujete) y *Basiliscus vitatus*.

□ Tramo GU2-3 (Labor Ponderosa–Vado Hondo)

Desde el punto PM-7 sigue una dirección de 20° al SE con una longitud de 4,45 km. En este tramo se localiza la Granja Villa Carolina, Labor Diadema, Labor Rosario, Labor Las Carretas, Labor San Esteban, población San Esteban, caserío Pailá y caserío La Chimenea, hasta llegar a Vado Hondo PM-8 (876.350 m E y 1.630.250 m N). El subtramo se mantiene paralelo a la CA-10 y sobre el pie de monte a unos 400 m.s.n.m. y paralelo al curso del río Shutaque.

En este sector las unidades geológicas como aluvión se encuentran en los valles de los ríos San José y Shutaque y de las quebradas Sasmó, Las Minas, de Xororaguá, Saspán, de Sabana Grande, Chuquín y Morguán. Además se encuentran coladas y diques basálticos que incluyen depósitos tipo lahar, así como arenitas volcánicas fluviales y lacustres que forman el Grupo Padre Miguel resultado de la actividad volcánica que impactó el sector. En este tramo se

observa que el trazado discurre, a lo largo del curso del río Shutaque hasta Vado Hondo, paralelo a una falla que se encuentra cubierta.

En Vado Hondo, la falla continua hacia el sur en una falla aproximada y transversal a ésta se encuentran otras dos fallas aproximadas. Como consecuencia de lo anterior es una región vulnerable a sismos.

En el área se localizan valles y cerros que forman parte de complejos montañosos. Todos los suelos en este sector se identifican como entisoles, los cuales se reconocen por el poco desarrollo en el perfil del suelo y en sus horizontes genéticos (ver Mapa 4B). Los suelos de este orden provienen de roca madre joven y se localizan en terrenos muy accidentados y planos. El relieve que poseen influye en la características del suelo. Atendiendo a la clasificación de Simmons se destacan las siguientes series de suelo: valles no diferenciados, Jigua, Jalapa y Chol. En los suelos Jigua la erosión es muy alta y en los suelos Jalapa y Chol es alta. La capacidad agrológica muestra las clase III, IV y VII; en ésta última categoría se observan limitaciones para la agricultura (ver Mapa 10B).

Los suelos son dedicados a cultivos como maíz, frijol y siembra de árboles forestales entre otros. Los usos de suelo incluyen además de centros poblados, uso forestal, agricultura e infraestructura vial.

En este tramo hay una zona de vida, que incluye ambos lados de la línea desde Labor Ponderosa a Vado Hondo, ésta es el Bosque Seco Subtropical “bs-S”, caracterizado por presentar temperatura media en rangos de 19 a 24 °C , con precipitación de 855 mm y con una tasa de evapotranspiración de 1,5 %.

Las características generales del tramo son: temperatura de 24 °C, precipitación de 500 mm y humedad relativa de 65 %.

En cuanto a la cobertura forestal, al inicio de Labor Ponderosa a ambos lados, existen áreas sin cobertura forestal y al lado derecho de la línea de Vado Hondo esta situación es igual, sin

embargo al sureste de Labor Ponderosa se aprecia una fracción de bosque mixto que pasa por Vado Hondo al lado izquierdo de la línea.

Los ecosistemas terrestres presentes en este tramo son, en el área de la parte central de la línea a la altura de Labor Ponderosa, el sistema agropecuario y al lado izquierdo existe una pequeña franja de bosque tropical semidecíduo latifoliado submontano; por otra parte hacia Vado Hondo, al lado derecho de la línea, existe una pequeña fracción de bosque tropical mixto submontano y en la parte central de la línea abundan los sistemas agropecuarios.

Las series de vegetación comunes en todo el tramo son: arbustales o rastrojos, herbazales, potreros, cultivos anuales y áreas de pastos mejorados.

En este tramo se han determinado un total de 43 especies de flora, de las cuales sobresalen especies arbóreas como: *Enterolobium cyclocarpum* (conacaste), *Crescentia alata* (morro), *Ceiba pentandra* (ceiba), *Tabebuia rosea* (matilisguate), *Samanea cf. saman* (hawai), *Astronium graveolens* (zorro), *Gliricidia sepium* (madre cacao), *Guazuma ulmifolia* (guácimo), *Bursera simaruba* (palo de jote) y *Cedrela tonduzii* (cedro cebolla). Las especies de importancia maderables son: *Tabebuia rosea* (matilisguate) y *Astronium graveolens* (zorro).

Las especies medicinales destacadas son: *Tecoma stans* (timboco, chanté, timboque, flor amarilla), *Crescentia alata* (morro) y *Malachra alceifolia* (malva).

En este tramo para la fauna se registra un total de 16 especies, entre los mamíferos sobresalen: *Silvilagus floridanus* (conejos) y *Sciurus vulgaris* (ardilla).

Entre las aves: *Columbina minuta* (tortolita, paloma guatemalteca de suelo), *Leptotila verreauxi* (paloma o paloma rabiblanca), *Coragys atratus* (zopilote), *Cassidix mexicanus* (sanate) y *Egretta thula* (garcita blanca). La especie que se encuentran en la Lista Roja de Guatemala es *Leptotila verreauxi* (paloma o paloma rabiblanca), así como en el apéndice 1 de CITES.

Por último, la especie de reptil reportada para esta área es *Ameiva undulata* (ameiva) y la de anfibio es *Bufo marinus* (sapo común).

□ Tramo GU2-4 (Vado Hondo–San Juan Ermita)

Tramo de 8,8 km de longitud, con tres diferentes alineaciones durante su recorrido. Los puntos de inflexión dispuestos dentro de este tramo son: PM-9 (877.450 m E y 1.630.300 m N), PM-10 (878.900 m E y 1.631.250 m N), PM-11 (881.000 m E y 1.631.750 m N) y PM-12 (883.000 m E y 1.632.950 m N).

Este tramo se mantiene paralelo a la carretera (21), trayectoria antigua, hasta llegar a El Florido. En las inmediaciones de la carretera se aprecia una gran cantidad de poblaciones, lo que ha obligado a rectificar el trazado para reducir al mínimo la cantidad de viviendas que se verán afectadas, como es el caso de San Jorge. Otros poblados que se verán afectados directamente por la línea son: El Pinal, Veguitas, Los Planes, Minas Abajo y el Municipio de San Juan Ermita. Por lo general, el trazado se proyecta sobre una elevación de 600 m.s.n.m., como promedio.

Las unidades geológicas en el tramo incluyen calizas, lutitas y dolomitas presentes en los complejos montañosos al sureste de la falla de Jocotán de los que forman parte los cerros el Cute y La Ceiba. La formación subinal Facies Jorge, con capas rojas también está presente en el sector, así como filitas, esquistos, y en menor grado cuarcita y gneis. Se observa que el trazado en este tramo está influido por la falla de Jocotán y otras fallas inferidas, en consecuencia es un tramo amenazado por sismos. Se observa la presencia de angostos valles entre los complejos montañosos.

La clasificación taxonómica indica que predominan son únicamente los suelos Entisoles, éstos suelos poco desarrollados, provienen de una roca madre joven (ver Mapa 4B). Se encuentran en relieves montañosos y terrenos planos cercanos a ríos. Según la clasificación de serie de suelos en este tramo están presentes los suelos : Tahuainí, Chol, Jalapa, Subinal y suelos de valles no diferenciados. Todos estos suelos con excepción de los suelos de valles no

diferenciados, se clasifican como adecuados para la producción forestal y protección de cuencas hidrográficas, debido al relieve quebrado predominante. Los suelos en su mayoría presentan peligros de erosión con excepción de los valles.

En este tramo los suelos están dedicados al cultivo de hortalizas, maíz, frijol y pastos. Los usos de suelo se concentran en ganadería, centros poblados, agricultura, forestal e infraestructura vial. Con relación a la infraestructura vial, las observaciones señalan que en ella ocurren deslizamientos.

En este tramo se hallan dos zonas de vida, al inicio a ambos lados del Jicaral la zona de vida corresponde al Bosque Seco Subtropical “bs-S”, caracterizado por presentar temperatura media en rangos de 19 a 24 °C, con precipitación de 855 mm y con una tasa de evapotranspiración de 1,5 %. Posteriormente para el área de Veguitas hasta San Juan Ermita a ambos lados de la línea, la zona de vida es el Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical “bh-MB”, con temperatura media en rangos de 15 a 23 °C, con precipitaciones de 1.344 mm y una tasa de evapotranspiración de 0,75 % (ver Mapa 12B).

Este tramo, en general, presenta: temperatura de 22 °C, precipitaciones entre los 700 y 1.000 mm y una humedad relativa del 80 %.

En cuanto a la cobertura forestal, al inicio del Jicaral y en Veguitas hacia el área central de la línea se observan áreas sin cobertura forestal, sin embargo en Veguitas y atravesando hasta llegar a San Juan Ermita, al lado derecho de la línea, existen bosques secundarios arbustales, en cambio en esa misma trayectoria pero al lado izquierdo de la ruta se observa un bosque Mixto, que llega hasta el noreste la comunidad de Buena Vista.

Entre los ecosistemas terrestres presentes en este tramo, en el área de la parte central de la línea a la altura del Jicaral atravesando la región Veguitas y San Juan Ermita se observa una extensión del sistema agropecuario, y al lado izquierdo existe una pequeña franja reducida de bosque tropical semidecíduo latifoliado submontano, esta franja llega hasta San Juan Ermita; en cambio al lado derecho adyacente a la comunidad de Santa Elena se observa una región

con arbustales deciduos latifoliados de tierras bajas en suelos pobres, bien drenados, hacia Veguitas, al lado derecho de la línea, también se observa este tipo de ecosistema.

Las series de vegetación comunes en todo el tramo son: bosques semideciduos, arbustales o rastrojos, herbazales, cultivos anuales y cultivos permanentes.

En este tramo se registraron un total 61 especies de flora, de las cuales sobresalen especies arbóreas como: *Bursera simaruba* (palo de jiote), *Cochlospermum vitifolium*, *Gliricidia sepium* (madre cacao), *Hymenaea courbaril* (guapinol), *Erythrina rubrinervia* (silvador), *Curatella americana* (hoja de lija o raspacho), *Brysonima crassifolia* (nance), *Pinus oocarpa* (pino colorado), *Helicteres guazumaefolia* y *Guazuma ulmifolia* (guácimo). De estas especies son de importancia maderable el *Pinus oocarpa* (pino colorado) y el *Hymenaea courbaril* (guapinol).

Se identificó además una orquídea de la especie *Oncidium cf. ampliatum*, todas las especies de esta familia se encuentran en la Lista Roja de la Flora para Guatemala. Entre las especies medicinales *Aloe vera* (sávila), *Mentha arvensis* (menta) y *Ocimum basilicum* (albahaca) se destacan. Los cultivos anuales son: *Zea maíz* (maíz), *Lycopersicon esculentum* (tomate), *Brassica oleraceae* var. *capitata* (lechuga) y *Allium cepa* (cebolla), estas zonas de cultivos se observan en el área de San Juan Ermita. Entre los cultivos perennes se observó hacia San Juan Ermita *Citrus sinensis* (naranja).

En este tramo se han registrado 47 especies de fauna. Entre los mamíferos: *Nasua narica* (pizote), *Silvilagus floridanus* (conejos) y *Sciurus vulgaris* (ardilla).

Entre las aves sobresalen: *Egretta thula* (garcita blanca), *Bubo virginianus* (tecolote), *Sarcoramphus papa* (rey zope), *Columbina minuta* (tortolita, paloma guatemalteca de suelo) y *Leptotila verreauxi* (paloma o paloma rabiblanca). La especie que se encuentran en la Lista Roja de Guatemala es *Leptotila verreauxi* (paloma o paloma rabiblanca) incluida también en el apéndice 1 de CITES. La especie *Bubo virginianus* (tecolote), aparece en la Lista Roja de Guatemala y en el apéndice 2 de CITES.

Finalmente, las especies de serpientes registradas son: *Boa constrictor* (mazacuata o boa), *Bothrops asper* (devanadora, cantil devanador), *Lampropeltis triangulum* (falso coral), *Micrurus nigrocinctus* (coral) *Clelia scytalina* (zumbadora, culebra sabanera). De éstas la *Boa constrictor* (mazacuata o boa) se encuentra en la Lista Roja para Guatemala y en el apéndice 2 de CITES es. Otros reptiles reportados para las áreas son: *Ctenosaura similis* (garrobo, iguana negra) y *Iguana iguana* (iguana verde) esta última aparece en la Lista Roja para Guatemala y en el apéndice 2 de CITES.

□ Tramo GU2-5 (San Juan Ermita–Brasilar)

El tramo tiene una longitud de 12,35 km y discurre sobre una elevación promedio de 550 m.s.n.m., manteniéndose hacia el norte del trazado viejo de la carretera (21) y siempre en dirección NE, hacia el Brasilar. Sobre el recorrido se localizan las poblaciones de Buena Vista, Caulotes, La Ceibita, Las Cruces, Tesoro, Los Vados, Escobillal, Tierra Blanca, Tisubín, los municipios de Jocotán y Camotán, encontrándose con el río Grande o Camotán, pasando por cerro Tichacté, la población de Pajcó, hasta llegar a Brasilar. Sobre este tramo se localizan cinco puntos de inflexión, a continuación sus coordenadas UTM: PM-13 (885.450 m E y 1.635.300 m N), PM-14 (886.750 m E y 1.635.400 m N), PM-15 (887.400 m E y 1.637.200 m N), PM-16 (888.900 m E y 1.638.850 m N), PM-17 (892.400 m E y 1.639.800 m N).

En este tramo los depósitos de aluvión se encuentran en el valle de la quebrada Tarjá y en el estrecho valle del río Carjá, el cual se amplía en la unión de éste con el río Grande o Camotán. También se observan el conglomerado en Graben Jocotán y formaciones de origen sedimentario como calizas, lutitas y dolomitas. Las areniscas blancas, coladas basálticas y toba riolítica como parte de la formación Padre Miguel se presentan en el límite oriental del valle de Jocotán. Este tramo al igual que el anterior es vulnerable a sismos debido a la presencia de la falla Jocotán.

Al igual que el tramo anterior, de acuerdo con el mapa de clasificación taxonómica, los suelos pertenecen al orden de los Entisoles (ver Mapa 4B). Sus principales características son: poca diferenciación en los horizontes, roca madre joven y asociación con los complejos montañosos. Según la serie de suelos de Simmons los suelos en este tramo pertenecen a los tipos Jalapa, Chol y suelos de valles no diferenciados. Los suelos, a excepción de los de los valles

presentan peligro de erosión alta y pertenecen a la clase VII, los cuales tienen uso forestal y para la protección de cuencas. Estos suelos son utilizados para cultivar hortalizas, maíz, frijol, mango enano y sorgo entre otros. El uso de suelo en el tramo incluye centros poblados, infraestructura vial y agricultura.

En este tramo existen dos zonas de vida, primero hacia Tisubín a ambos lados de la línea se observa la zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical “bh-MB”, con temperatura media en rangos de 15 a 23 °C, precipitación de 1.344 mm y una tasa de evapotranspiración de 0,75 %. Posteriormente hacia el área de Brasilar se observa la zona de vida Bosque Seco Subtropical “bs-S”, caracterizado por presentar una temperatura media en rangos de 19 a 24 °C, precipitaciones de 855 mm y una tasa de evapotranspiración de 1,5 % (ver Mapa 12B).

Las características generales del tramo son: temperatura de 24 °C, precipitación de 1.200 mm y humedad relativa del 80 %.

En cuanto a la cobertura vegetal al inicio del Tisubín, al lado izquierdo hasta llegar al Brasilar, existen áreas sin cobertura vegetal, sin embargo al lado derecho se observan al final del Brasilar, a ambos lados de la línea incluyendo las comunidades de Obraje y Cuje, asociaciones mixtas de cultivos.

Los ecosistemas terrestres presentes en este tramo son, en la parte central de la línea, a la altura de Tisubín hasta el Brasilar, una extensión del sistema agropecuario, pero existe una franja pequeña al lado izquierdo de Tisubín que presenta arbustales deciduos latifoliados de tierras bajas en suelos pobres, bien drenados; hacia la parte final de Brasilar se observan bosques tropicales semideciduos mixtos, sub montano.

Las series de vegetación comunes en todo el tramo son: arbustales o rastrojos, herbazales y cultivos permanentes.

En este tramo se registraron un total 36 especies de flora, de las cuales sobresalen especies arbóreas como: *Gliricidia sepium* (madre cacao), *Ceiba pentandra* (ceiba), *Bursera simaruba*

(palo de jiote), *Ficus cf. costaricana* (higuerón), *Crescentia alata* (morro), *Brysonima crassifolia* (nance), *Samanea cf. saman* (hawai, upagui) y *Hymenaea courbaril* (guapinol).

En este tramo se identificaron varias especies de la familia Cactaceae, entre las que sobresalen: *Acanthocereus pentagonus* (pitahaya), *Cephalocereus sp.* (viejito) y *Pereskia sp.* (manzanote, pitaya de árbol); también se observan dos especies de la familia Euphorbiaceae éstas son: *Euphorbia sp.1* (lechosa, lechetrezna) y *Euphorbia sp. 2* (lechosa, lechetrezna); las cactáceas y el género *Euphorbia* se incluyen en la Lista Roja de la Flora para Guatemala. Entre las especies medicinales se incluyen: *Thevetia ahouai* (chilindrón), *Crescentia alata* (morro) y *Pluchea carolinensis* (salvia). El único cultivo anual presente es *Zea maíz* (maíz), así *Spondias purpurea* (jocote), único cultivo perenne presente en el área de Tisubín.

En este tramo para la fauna se registra un total de 14 especies, la presencia de mamíferos es mínima y de acuerdo con los residentes del lugar, los únicos mamíferos observados corresponden a ratones y ratas que atacan las zonas de cultivo.

Entre las aves se tienen: *Leptotila verreauxi* (paloma o paloma rabiblanca), *Columbina minuta* (tortolita, paloma guatemalteca de suelo) y *Cassidix mexicanus* (sanate). La especie que se encuentra en la Lista Roja de Guatemala es *Leptotila verreauxi* (paloma o paloma rabiblanca) que se encuentra también en el apéndice 1 de CITES.

Por último, las especies de serpientes registradas son: *Crotalus durissus* (cascabel), *Boa constrictor* (mazacuata o boa) y *Micrurus nigrocinctus* (coral). La especie que se encuentra en la Lista Roja para Guatemala y en el apéndice 2 de CITES es *Boa constrictor* (mazacuata o boa). Otro reptil reportado para el área de Tisubín es *Ctenosaura similis* (garrobo, iguana negra).

□ Tramo GU2-6 (Brasilar–El Florido)

Longitud del tramo 15,05 km, discurre sobre una elevación promedio de 600 m.s.n.m. y se mantiene paralelo a la carretera (21) y al río Grande o Camotán, alejado de las zonas de inundación del mismo. Debido a la densidad de la población en los entornos del trazado y en

las inmediaciones de la carretera algunas viviendas, localizadas en el siguiente orden, se verán afectadas por el paso de la línea: Pitahaya, Plan del Morro, Lelá Chancó, Shupá y La Libertad. Además de las poblaciones mencionadas existen otras que se localizan dentro del área de influencia directa, éstas son: Lelá Obraje, Lima, El Mineral, El Cuje, Despoblado, San Antonio, Tajón, Anisillo, Caparjá y El Florido.

Se localizan en este tramo cuatro puntos de inflexión, PM-18 (894.150 m E y 1.640.900 m N), PM-19 (895.500 m E y 1.642.250 m N), PM-20 (898.250 m E y 1.644.200 m N), PM-21 (900.100 m E y 1.645.350 m N) y PM-22 (906.300 m E y 1.643.850 m N).

La información referente al sector señala que la actividad volcánica a la que fue sometida la zona se evidencia con la presencia de basaltos, filitas, areniscas volcánicas y lahar que integran el grupo Padre Miguel. Entre los poblados de Shupá y El Florido, la línea atraviesa una falla antes de llegar a El Florido. Lo anterior denota que es un tramo amenazado por sismos.

En este último tramo, según la clasificación taxonómica, sólo se encuentran suelos del orden Entisol, los cuales son característicos de relieves escarpados y planos (ver Mapa 4B). Estos suelos se destacan por: poseer bajo potencial de fertilidad, ser jóvenes, tener malas características físicas y bajo contenido de materia orgánica. Las características que limitan su manejo son la poca profundidad de los suelos asociada a su pedregosidad y la deficiencia de humedad en el perfil. De acuerdo con la clasificación de Simmons en este sector se observan suelos Chol y suelos de valles no diferenciados. La capacidad agrológica predominante corresponde a las clases III, VII y VIII (ver Mapa 10B). Los últimos tienen como usos preferentes la protección de cuencas y cultivos perennes. Los usos de suelo en el tramo incluyen residencial, agricultura, uso forestal e infraestructura vial.

En este tramo se presentan tres zonas de vida, hacia el área de El Mineral y Shupá en el lado derecho de la línea se observa la zona de vida Bosque Seco Subtropical "bs-S", caracterizado por presentar temperatura media en rangos de 19 a 24 °C, con precipitación de 855 mm y con una tasa de evapotranspiración de 1,5 %; esta zona de vida se extiende hasta El Florido

ocupando el área central de la línea; posteriormente se observa una franja limítrofe, a ambos lados de la línea que se inicia después de Shupá hasta El Florido, de la zona de vida de Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical “bh-MB”, con temperatura media en rangos de 15 a 23 °C, precipitación de 1.344 mm y una tasa de evapotranspiración de 0,75 % (ver Mapa 12B).

Las características generales del tramo son: temperatura de 24 °C, precipitación de 1.400 mm y humedad relativa del 80%.

En cuanto a la cobertura forestal al inicio de El Mineral y Shupá a los extremos del lado derecho y izquierdo de la línea existe un bosque de asociaciones mixtas de cultivos, en tanto que en la parte central se observan bosques secundarios arbustales que se extienden hasta El Florido, al final de la línea hacia El Anisillo se observa un área con bosque de asociaciones mixtas de cultivos.

Entre los ecosistemas terrestres presentes en este tramo se identifican tres tipos de ecosistemas, hacia la parte media de El Mineral y Shupá existe bosque tropical semideciduo mixto submontano, posteriormente hay un área con sistema agropecuario y al final de la línea hacia El Florido se encuentra un bosque tropical siempreverde estacional mixto submontano.

Las series de vegetación comunes en todo el tramo son: bosques siempreverdes, bosque semideciduo, arbustales o rastrojos, herbazales, potreros, cultivos anuales y cultivos permanentes.

En este tramo se registraron un total 53 de especies de flora de los cuales sobresalen especies arbóreas como: *Tabebuia rosea* (matilisguate), *Leucaena guatemalensis* (quiebrahacha), *Cordia alliodora* (laurel), *Gliricidia sepium* (madre cacao), *Cedrela mexicana* (cedro) y *Pinus sp* (pino). Las especies de importancia maderable son: *Tabebuia rosea* (matilisguate), *Cedrela mexicana* (cedro) y *Pinus sp* (pino). En este tramo también se observan las cactáceas del tramo anterior.

Las especies medicinales presentes en este tramo son: *Chenopodium ambrosoides* (apazote), *Pluchea carolinensis* (salvia), *Aloe vera* (sábila) y *Ocimum basilicum* (albahaca). El único cultivo anual que se observa es el *Zea maíz* (maíz).

En este tramo para la fauna se registra un total de 59 especies, las especies de mamíferos son: *Silvilagus floridanus* (conejo), *Didelphis marsupiales* (tacuazines), *Chironectes minimus* (tacuazines), *Agouti paca* (tepezcuintle), *Odocoilus mayensis* (venado), *Odocoilus virginianus* (venado de cola blanca), *Felis jaguarundi* (onza, leoncillo) y *Dasyopus novencintus* (armado). De estas especies las siguientes aparecen en la Lista Roja de Guatemala: *Felis jaguarundi* (onza, leoncillo) y aparece en CITES 1, *Odocoilus mayensis* (venado), *Odocoilus virginianus* (venado de cola blanca) ambos en CITES 3.

Entre las aves se reporta una gran diversidad, destacando, aquellas que aparecen en la Lista Roja para la Fauna de Guatemala, como *Aratinga canicularis* (cotorra, perica), *Amazona albifrons* (loro) y *Tyto alba* (lechuza) todas estas especies aparecen en CITES 2. Otras especies protegidas son *Ortalis vetula* (chachalaca) en CITES 3 y *Leptotila verreauxi* (paloma o paloma rabiblanca) que aparece en CITES 1.

Finalmente, las especies de serpientes registradas son: *Crotalus durissus* (cascabel), *Boa constrictor* (mazacuata o boa), *Lampropeltis triangulum* (falso coral) y *Micrurus nigrocinctus* (coral). La especie que se encuentra en la Lista Roja para Guatemala y en el apéndice 2 de CITES es *Boa constrictor* (mazacuata o boa). Otros reptiles reportados para el área de El Florido son: *Iguana iguana* (iguana verde) y *Ctenosaura similis* (garrobo, iguana negra). La iguana verde está incluida en la Lista Roja de la Fauna para Guatemala y aparece en CITES 2.



5B.	DEFINICIÓN DE TRAMOS HOMOGÉNEOS	592
5B.1.	DESCRIPCIÓN Y DEFINICIÓN DE TRAMOS HOMOGÉNEOS	592

6B. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

El presente documento tiene como propósito brindar la descripción del medio ambiente, con base a la información colectada durante la gira inicial realizada por la República de Guatemala en el período del 4 al 6 de febrero de 2003. Durante este tiempo se visitó el corredor de la línea 230 kV conocidos como Panaluya (Río Hondo) – Frontera con Honduras.

Como parte del EsIA; está la descripción del medio físico que incluye entre otros la geología, geomorfología, edafología y riesgos naturales porque la normativa del país lo señala, y por la localización puntual de este Proyecto y extensión.

Por otra parte el tramo Panaluya - Frontera con Honduras se localiza en los departamentos de Zacapa y Chiquimula. El corredor del Proyecto se extiende desde elevaciones de 190 a 602 m.s.n.m. y se localiza en la cordillera central. El medio ambiente en este corredor está intervenido debido a la utilización del área como campos agrícolas, áreas de potreros y edificaciones.

El antecedente de este estudio lo representa el Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) a escala regional que fue presentado en 1997.

La metodología del estudio del medio físico en los dos corredores de la línea 230 kV en la República de Guatemala que a continuación se detalla es de carácter descriptivo.

Se detallan los inventarios de los medios físico, biológico y socioeconómico realizados sobre el terreno, o con base a la documentación existente sobre el tema, con el fin de, posteriormente, poder identificar, evaluar y mitigar los impactos ambientales generados por el Proyecto.

6B.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA

América Central es un puente natural que conecta a América del Norte y América del Sur, mediante una faja estrecha y alargada, dispuesta en sentido noroeste-sudeste, que separa el Océano Pacífico del Mar Caribe. La conforman siete países: Guatemala, Belice, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá.

Limita al Norte con México y el Mar Caribe, al Este con el Mar Caribe y América del Sur, al Sur con el Océano Pacífico y al Oeste con México y el Océano Pacífico.

Abarca una superficie de 520.918 km², alcanzando su longitud máxima 1.800 km aproximadamente. Tiene de ancho entre 576 y 80 km.

La zona es un mosaico sumamente heterogéneo de climas, configuraciones topográficas, suelos, vegetación y vida animal, que ha servido, desde tiempos prehistóricos, de asentamiento a culturas muy diversas, constituyendo aún hoy, un área rica en contrastes, en la que se entremezclan poblaciones indígenas, de ascendencia europea y africana.

En cualquier análisis de América Central debe considerarse, en primer lugar la actividad geológica que caracteriza esta región, ya que constituye una característica esencial de su integridad territorial, a través de los volcanes activos existentes y los movimientos sísmicos que periódicamente sacuden los países que la componen.

Desde el punto de vista biológico en esta parte del continente americano se ha producido una mezcla entre las especies características de América del Norte y del Sur lo que la convierte en una de las zonas de mayor diversidad biológica del mundo.

Los rasgos geográficos más patentes de América Central son las cadenas montañosas, los volcanes, que son más de 200, de los cuales muchos están activos, y las largas líneas costeras, que en la costa caribeña alcanzan 2.379 km y en la del Pacífico 3.287 km.

Otro rasgo geográfico importante es la presencia de una planicie angosta que se extiende a lo largo de ambas costas, cuyo ancho en algunos lugares, entre mar y montaña varía de 15 a 40

km. En algunas zonas de dicha planicie, cercanas a los puertos principalmente, se han implementado cultivos de exportación como bananas y piñas.

Con relación al clima, toda América Central, aunque se localice entre los trópicos, presenta una amplia variedad de climas, siendo la altitud el factor más determinante de estas diferencias climáticas. La elevación del suelo, desde el nivel del mar hasta más de 4.000 m, divide la región en tres zonas según la temperatura, variando sin embargo, las temperaturas que caracterizan cada país, muy poco a lo largo del año. Estas zonas son: cálida, característica de áreas cuyas elevaciones oscilan entre 0 y 900 m.s.n.m.; templada, en altitudes mayores a 900 m.s.n.m. y menores a 1.800 m.s.n.m.; y fría, la cual corresponde a zonas con elevaciones mayores a 4.000 m.s.n.m.

Por otro lado, las principales diferencias estacionales no radican en la temperatura sino en las precipitaciones. La estación de las lluvias, de abril a noviembre, en la mayor parte de América Central, es definida como el "invierno" y la estación seca, de noviembre a abril, es el "verano", no coincidiendo con la estacionalidad característica del hemisferio Norte, sino con la del hemisferio Sur.

Otra diferencia que marca el clima de América Central tiene relación con la costa en la que están localizadas los países. La costa caribeña es mucho más lluviosa que la del Pacífico, lloviendo en la primera, a menudo el doble, lo que diferencia de forma evidente el paisaje y la composición de flora y fauna de ambas. En la costa del Pacífico, el paisaje adquiere tonos amarillentos en la estación seca en cambio en la costa caribeña, la vegetación es siempre verde.

En lo tocante a la flora y fauna, ambas son excepcionalmente ricas y variadas en Centroamérica, impactando su composición, aparte de la situación geográfica, otros factores como la diversidad de climas locales, las diferencias en las precipitaciones y los distintos tipos de suelo que caracterizan a cada uno de sus países.

El istmo centroamericano está cubierto por cinco tipos principales de vegetación, asociados a las diferencias de altitudes que caracterizan su geografía. Su composición varía desde bosques tropicales hasta otros de tipo mixto, incluyendo coníferas y otros todavía más especializados, con características alpinas.

Con relación a la vida animal, ésta presenta tanta variedad como la flora, existiendo muchas especies de mamíferos, aves, insectos, reptiles, anfibios y peces.

Entre los mamíferos ya catalogados se incluyen jaguares, pumas, ocelotes y otros felinos; monos aulladores, monos de cara blanca y monos tití, osos hormigueros, armadillos, agutíes, taltuzas o cotuzas, pecaríes, tapires, perezosos, jabalíes, varias especies de venados entre otros

Los reptiles y anfibios incluyen tortugas marinas y terrestres, cocodrilos, iguanas, ranas y cientos más, entre las que hay que citar muchas especies de serpientes. También abundan los peces, tanto de ríos y lagos como en las costas del Pacífico y del Caribe. En aguas costeras se encuentran además manatíes.

En cuanto a las aves es importante mencionar la fuerte ocurrencia de endemismos, particular en cada país.

Entre las aves de la región se mencionan, asociados a su belleza y colorido, los tucanes, muchas especies de pericos, guacamayos, colibríes, halcones, águilas arpías, patos, palomas, y cientos más.

La República de Guatemala es el tercer país más grande en extensión de América Central. Está localizado entre los 13° 44' a 18° 30' de latitud Norte y entre los 87° 24' 92° 14' longitud Oeste en la región más oeste de Centro América. Limita al Norte y Oeste con México, al Este con el Océano Atlántico, las Repúblicas de Honduras y El Salvador y al Sur con el Océano Pacífico.

La superficie del país es 109.150 km²⁽¹⁾, de los cuales 108.406 km² corresponden a área terrestre y 744 km² a lagos. Está compuesto por cinco regiones geográficas bien marcadas y definidas: el Altiplano, El Petén, el valle del Motagua y el lago Izabal, la costa del Caribe y la costa Pacífica.

Su frontera con los países limítrofes son:

- Belice, 226 km
- El Salvador, 203 km
- Honduras, 256 km
- México, 962 km

Es un país esencialmente montañoso. Del total de su superficie, un 5% se encuentra a 500 m.s.n.m., mientras que el 35% está sobre los 1.000 m.s.n.m. y el 3% sobre los 3.000 m.s.n.m.



Mapa 6B.1.1. Localización regional de Guatemala.

Las formas de la tierra de Guatemala están relacionadas directamente con los procesos geológicos de los complejos sistemas montañosos. El sistema orográfico está caracterizado por la cordillera de los Andes², que se divide en dos: la Sierra Madre y los Cuchumatanes, cuya altura sobre el nivel del mar de su cumbre supera a los 3.800 m siendo ésta la parte más alta de Centro América.

Las montañas de Guatemala están caracterizadas por temperaturas promedio mínimas de 10 °C y en el pie de monte de 20 °C. La precipitación y humedad tienen valores máximos en este pie de monte que encara los vientos predominantes de las fuentes cercanas de humedad.

¹MAGA. Base de Datos Digital de la República de Guatemala a escala 1:250.000, 2001.

²Ídem.

Más de la mitad de los guatemaltecos dependen de las montañas como fuente de agua dulce. Del total del país, 744 km² corresponden a lagos. De éstos, son cinco los principales: Amatitlán, Atitlán, Güija, Izabal y Petén Itzá, sin mencionar al gran número de lagunas y lagunetas.

Los 38 volcanes existentes en Guatemala, unidos a las cuatro fallas tectónicas, convierten al país en una zona sísmica. Todos ellos emergen alineados sobre la cordillera que corre paralela a la costa del Pacífico en una extensión de 260 km, desde la frontera con México hasta la de El Salvador, constituyendo el eje volcánico que se encuentra invariablemente a una distancia media de 70 a 80 km del litoral Pacífico, sobre la sierra Madre. A través de la historia del país, los volcanes han estado unidos a acontecimientos importantes, como los traslados de la ciudad capital del país.

El país está dividido en departamentos y éstos en municipios, habiendo una escala administrativa todavía menor como lo son las aldeas y los caseríos, los cuales dependen administrativamente de las autoridades municipales respectivas. Actualmente son 22 los departamentos existentes, 331 los municipios, además de 2.494 aldeas y 6.804 caseríos.

Con relación al área de influencia del Proyecto, el trazado de la línea de alta tensión contempla los municipios y poblaciones citadas en el Cuadro 6B.1.1. El Mapa 6B.1.2 muestra los municipios que se encuentran dentro del área de influencia directa del Proyecto.

Cuadro 6B.1.1: Municipios y pueblos abarcados en el área de influencia del Proyecto

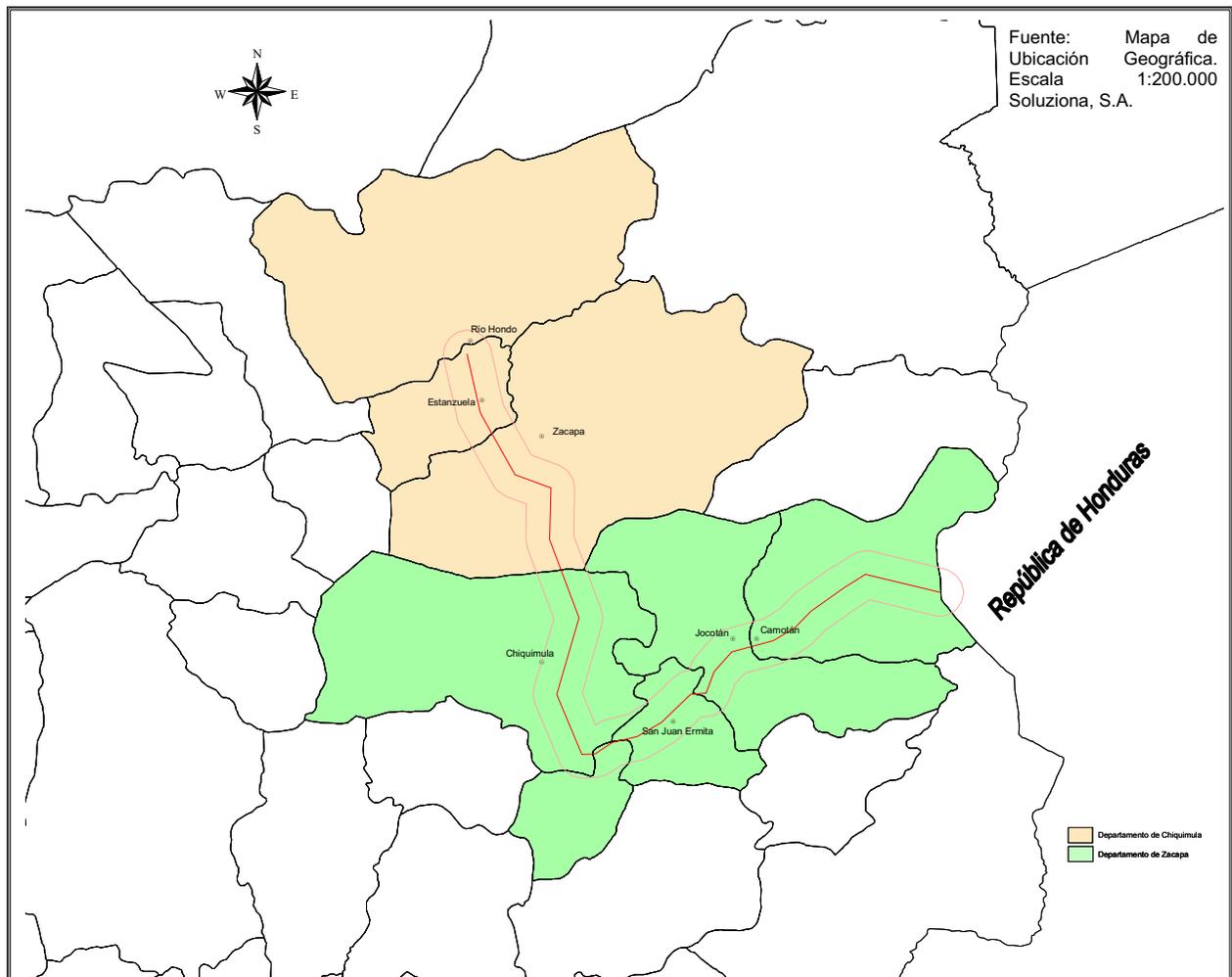
RUTA II, PANALUYA – FRONTERA CON HONDURAS				
DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	PUEBLO	COORDENADAS UTM (m)	
			ESTE	NORTE
Zacapa	Río Hondo	Río Hondo	866.850	1.665.000
	Estanzuela	Estanzuela	869.550	1.659.500
	Zacapa	La Fragua	871.500	1.655.400

RUTA II, PANALUYA – FRONTERA CON HONDURAS				
DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	PUEBLO	COORDENADAS UTM (m)	
			ESTE	NORTE
		Zacapa	872.550	1.656.500
		Llano de Piedra	869.850	1.654.000
		Santa Rosalía	874.000	1.652.450
		Santa Lucía	874.000	1.650.000
		Agua Blanca	873.450	1.649.350
Chiquimula	Chiquimula	El Ingeniero	874.850	1.642.500
		Petapilla	874.000	1.639.900
		San Antonio	877.100	1.639.500
		El Morral	876.500	1.638.500
		Chiquimula	872.900	1.637.500
		Labor Ponderosa	873.350	1.635.350
		San Esteban	874.500	1.632.100
		Vado Hondo	876.450	1.630.000
		Santa Elena	877.200	1.628.150
		El Pinal	877.700	1.630.850
		San Jorge	879.000	1.630.950
	San Jacinto	Jocotal	879.000	1.629.450
	San Juan Ermita	Ticanlú	880.750	1.630.750
		Veguitas	881.500	1.631.800
		Vuelta El Roble	882.950	1.631.450
		Los Planes	883.200	1.632.250
		Minas Abajo	883.000	1.633.600
		San Juan Ermita	884.100	1.633.500
		Buena Vista	883.650	1.634.000
		Caulotes	883.950	1.634.850
		Zarzal	884.100	1.635.500
		La Ceibita	886.100	1.634.000
	Jocotán	Las Cruces	886.850	1.635.000
		Tesoro	887.500	1.634.500
		La Quebrada	885.500	1.636.850
		Oquén	885.900	1.637.850
		Los Vados	887.550	1.636.500
		Escobillal	886.900	1.637.850
		Tierra Blanca	888.100	1.637.500
		Tisubín	888.950	1.638.200
		Jocotán	888.850	1.639.800
	Camotán	Camotán	890.450	1.639.850
		Pajcó	892.150	1.641.000
		Brasilar	893.100	1.640.600
		Tisipe	894.350	1.639.850

RUTA II, PANALUYA – FRONTERA CON HONDURAS				
DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	PUEBLO	COORDENADAS UTM (m)	
			ESTE	NORTE
		Petentá	895.850	1.640.250
		Los Hernández	891.600	1.641.900
		Lelá Obraje	894.650	1.643.250
		Lelá Chancó	897.100	1.642.950
		El Cuje	896.950	1.643.750
		El Mineral	897.100	1.644.000
		Quesera	899.450	1.643.500
		Shupá	899.950	1.645.000
		La Libertad	901.450	1.645.000
		Despoblado	901.000	1.644.000
		San Antonio	902.100	1.645.350
		Tajún	902.950	1.643.500
		Caparjá	904.850	1.643.250
		Anisillo	904.000	1.645.450
		Roblar	904.200	1.642.850
		El Carrizalito	906.050	1.642.800
		El Florido	906.250	1.643.800

Fuente: Elaboración propia con base en mapas topográficos del IGN, 2003.

La línea de interconexión en la Ruta Panaluya – Frontera con Honduras atravesará a dos departamentos, los cuales tienen particularidades especiales en cuanto a cultura y situación socioeconómica que se estudiarán a profundidad más adelante. Estos departamentos son: Zacapa y Chiquimula, los que se pueden ver en el mapa siguiente.



Mapa 6B.1.2. Municipios dentro del área de influencia en la Ruta II, Panaluya – Frontera con Honduras.

Esta ruta no atraviesa a los municipios por igual, ya que el corredor se ha trazado tomando en cuenta factores diversos, por ello cada municipio de estos será afectado en proporción territorial distinta.

Entre los municipios involucrados están el propio Zacapa, Estanzuela y Río Hondo. En cambio en el Departamento de Chiquimula los municipios que son afectados por la línea de transmisión y su área de influencia son: Chiquimula, San Juan Ermita, San Jacinto, Jocotán y Camotán.

6B.2. MEDIO FÍSICO

6B.2.1. GEOMORFOLOGÍA

Con base a la bibliografía, la clasificación que se presenta se basa en el principio de unidades morfo-tectónicas es decir, que toma en cuenta su constitución interna (estructura geológica) como su relieve externo.

El mismo principio ha sido empleado para México por Guzmán y de Cserna (1963) y para América Central por Dengo y Bohneenberger (1967). La clasificación ha sido también empleada por Dengo (1965), para toda América Central, en forma de ensayo, al tomarla como base para una descripción general de suelos y tipos de vegetación, mediante la combinación de unidades morfo-tectónicas con los diferentes factores de clima, en particular la temperatura y la precipitación pluvial.

Con base al relieve general se observa que bajo la división de Tierras de Relieve Montañoso se encuentran las Sierras del Norte de América Central

De acuerdo con la literatura el grupo central de las Sierras del Norte de América Central lo forman la Sierra Madre del Sur de Chiapas, las Sierras de Chuacús, Las Minas y El Mico en Guatemala, la Sierra de Omoa y Merendón entre Guatemala y Honduras y la sierra de nombre de Dios en Honduras. Algunas de estas sierras han recibido varios nombres más generales, tales como Cordillera Central de Guatemala (McBirney, 1963).

Están formadas principalmente por rocas metamórficas y sedimentos del Paleozoico, batolitos graníticos, rocas ultramáficas y, en menor grado por rocas sedimentarias mesozoicas. En los valles se encuentran sedimentos clásticos terciarios de origen continental y extensos depósitos de pómez (Termer, 1936, Rode, 1965). Estructuralmente, corresponde al entrepais que forma

el núcleo central del sistema de montañas Laramídico, y está caracterizado principalmente por sierras altas y abruptas separadas por extensos valles longitudinales controlados por las principales zonas de fallas, como son las de Polochic, Motagua y Chamalecón, a lo largo de los cuales corren los ríos de estos mismos nombres.

La bibliografía ha documentado que el terremoto del 4 de febrero de 1976 se originó en el valle del río Motagua y que impactó un área alrededor de 100.000 km². Con base a las observaciones de campo se conoce que es una falla de desplazamiento en el rumbo horizontal con sentido izquierdo. Las fallas de San Agustín y la falla del Motagua tienen una extensión lineal de 300 km. Las referencias muestran grietas en el terreno en una región de depósitos aluviales no consolidados a lo largo del río Motagua, cerca del pueblo conocido como Quebradas, localizado en la parte baja del Valle del Motagua. También fueron documentados problemas de liquefacción y consolidación del suelo, observados al lado del lago Amatitlán distante del epicentro, así como viviendas sumergidas en el agua por el fenómeno de liquefacción. Otra de las manifestaciones de la actividad se observó en la deformación del terreno en Gualán Zacapa y presencia de roturas de la falla al pasar por tierras cultivadas, cerca de Las Ovejas, como también rieles doblados en Gualán, Departamento de Zacapa.

Con respecto a la falla de Jocotán que sigue dirección este en Guatemala y en Honduras, ésta es una falla normal. Ésta desaparece en las rocas volcánicas Cuaternarias cerca de Jalapa y podría extenderse en Honduras tan lejos como San Pedro Sula. La falla ha estado activa en varios periodos desde el inicio del tiempo Cretácico y quizás mayor. Esta falla se caracteriza porque constituye la separación de las viejas rocas metamórficas al norte de las más jóvenes del Cretácico y en los sedimentos del Terciario en el sur, pero además es el límite sur de los grabens de Chiquimula y Jocotán.

En Jocotán el movimiento de la falla ocurrió durante el tiempo Albion, al final del tiempo Cretácico y durante el tiempo Terciario avanzado o en el tiempo Cuaternario reciente. Los movimientos a lo largo de la falla podrían haber ocurrido tan recientes como en el tiempo Pleistoceno Medio, en el avanzado Terciario o Cuaternario. Flujos de basalto y riolita arrojados a lo largo de la falla están inalterados pero las fallas menores son abundantes en las capas

superiores Subinal y las capas bajas del Grupo Padre Miguel compuesto de toba y piedra arenisca. Esta falla, a diferencia de la del Motagua, no se encontró reportes de asociación a un comportamiento activo.

Se indica en la literatura que algunos aspectos fisiográficos, aún no bien estudiados, muestran que las sierras han sido levantadas en tiempos recientes, lo cual ha acelerado los procesos de erosión y acentuado lo abrupto de su topografía. Dentro de estos aspectos puede situarse una vieja superficie de erosión que ha sido levantada, de la cual aún se encuentran vestigios en la parte alta de la Sierra de las Minas (área de Chilascó), así como las terrazas del Valle del río Motagua y las del valle de Salamá (Rode, 1965).

Dentro de este tipo de esta división se desarrolla la línea 230 kV que parte desde Panaluya a El Florido.

6B.2.2. GEOLOGÍA

La bibliografía señala que el término América Central se usa para la región comprendida por las repúblicas de Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá. La estructura geológica regional indica que América Central presenta dos partes o provincias diferentes, una Septentrional y otra Meridional que tienen un origen geológico compartido. Las clasificaciones anteriores han sido reconocidas por casi todos los investigadores de geología regional del área; por ejemplo Vaughan (1918), Woodring(1928), Schuchert (1935), y Sapper (1937), así como por autores de publicaciones más recientes, lo anterior se ha constituido en referencia para su utilización como parte del estudio. La América Central Septentrional es parte del Continente Norteamericano y su límite estructural se puede situar en la parte central de Nicaragua y a lo largo del declive continental del lado sur del Banco de Nicaragua, en consecuencia la República de Guatemala se incluye como parte de la América Central Septentrional. En adición, la topografía submarina en las áreas aledañas a América Central muestra dos fosas prominentes cuya historia tectónica está íntimamente relacionada con algunos de los aspectos terrestres. Una de estas fosas es conocida como la Fosa de Bartlett o de Cayman ubicada en el Caribe, con profundidades mayores a 6.000 m, limita el Banco de

Nicaragua en su flanco norte, separándolo del Promontorio de Cayman, que a su vez constituye el límite meridional de la Cuenca Marina de Yucatán. Además de ésta la otra fosa se localiza en el Pacífico, la cual es llamada Fosa o Trinchera Mesoamericana (también conocida como Fosa de Acapulco y de Guatemala), se extiende paralelamente a la costa del Pacífico de México y América Central, desde las Islas Tres Marias hasta la Península de Nicoya con profundidades superiores a los 6.600 m a la altura de la frontera Guatemala-México, donde se encuentran las mayores altitudes de América Central, sobre las cimas de los volcanes Tajumulco y Tacaná. Al indagar sobre su historia geológica es posible conocer que la América Central Septentrional está constituida por un basamento de rocas metamórficas de la era paleozoica sobre el cual yacen rocas sedimentarias del paleozoico Superior (Pennsylvánico y Pérmico) a lo largo de una franja angosta. Estas rocas paleozoicas están cubiertas en grandes extensiones por sedimentos mesozoicos, principalmente por rocas carbonáticas del Cretácico. La evidencia de rocas intrusivas correspondientes a diferentes edades, así como la variación en sus cualidades es posible por su presencia en diversas áreas, además de rocas volcánicas del Terciario y el Cuaternario.

De acuerdo con la literatura de referencia, de la Orogénesis Lamídica resultó el patrón tectónico que caracteriza la estructura actual de América Central Septentrional en el que se distinguen los siguientes elementos: a) un antepaís que se extiende desde la parte sur del departamento de El Petén en Guatemala hacia el norte, cubriendo toda la Península de Yucatán. El antepaís, en su parte sur, se presenta plegado, mientras que hacia el norte los pliegues son más abiertos y los estratos aparecen casi horizontales o inclinados por fallas normales. El Arco de la Libertad y los Montes Maya marcan el límite de las dos zonas de diversa intensidad de plegamiento; b) una zona de fallamiento y plegamiento intensa denominada por Lloyd y Dengo (1960) como Cinturón Afallado de Alta Verapaz, que es parte de lo que Alvarez (1958) denominó Pliegues Frontales en Chiapas y ambas son a la vez parte de la Franja Plegada Marginal del Golfo de México según la clasificación de Atwater (1959). Esta zona presenta numerosos pliegues angostos y alargados y en su parte frontal se caracteriza por fallas de corrimiento imbricadas, inclinadas hacia el sur. Este tipo de plegamiento hace pensar que tales estructuras resultaran por un décollement de las calizas y dolomitas del Cretácico que corrieron sobre las rocas más plásticas, posiblemente anhidritas del Cretácico Inferior (Formación Cobán); c) un entrepaís o

zona central rígida donde afloran las rocas metamórficas y sedimentarias del Paleozoico, representado por la Sierra Madre del Sur de Chiapas y la Cordillera Central de Guatemala; y d) un traspais de rocas del Mesozoico y Paleozoico, pero plegadas con menor intensidad que la de la zona de pliegues frontales. En el traspais se encuentran la mayoría de las intrusiones ígneas. Posteriormente a la Orogénesis Láminidica fue seguida por el levantamiento general de América Central Septentrional. Señala el estudio de Dengo que el levantamiento general fue acompañado o seguido por fallas normales correspondiendo tal evento a una nueva fase tafrogénica durante la cual se formaron varios grabens. Algunos de éstos, como la parte baja del Polochic, fueron el sitio de sedimentación marina, mientras que otros, dentro del continente, controlaron la sedimentación de materiales de origen continental, principalmente en el área comprendida entre el valle del río Motagua en Guatemala, hacia el sur, hasta el norte de Nicaragua.

La bibliografía describe que de la historia geológica se desprende que los conjuntos de fallas han sido el resultado de diversos sistemas de esfuerzos ocurridos durante distintas épocas geológicas, aunque existen posiciones encontradas que señalan que responden a un solo sistema de esfuerzos que ha producido todas las fallas y que parcialmente el sistema ha estado activo en diferentes tiempos (ver Anexo 8, Geología de Guatemala).

Las principales fallas longitudinales son las que controlan los valles de los ríos Negro, Polochic y Motagua, en Guatemala, las que tienen un rumbo de este a oeste en la parte central, de N 70°-60° W en su parte occidental y de N 60° E hacia el oriente. Desde los primeros estudios de Sapper (1899), se reconoció la existencia de estas fallas. En 1922, Taber hizo ver que tales fallas son la extensión de las que controlan la Fosa de Bartlett y consideró que su origen debe estar relacionado. La extensión de ambas zonas de falla hacia el occidente es poco conocida. La zona de Polochic continua por el río Selegua y luego entra a México, donde ha sido poco estudiada. La zona de fallas del Motagua en su parte occidental, está cubierta por rocas volcánicas del Cuaternario de acuerdo con la historia geológica de las zonas de afallamiento regional (Dengo, 1968).

En el estudio se señala que tanto al norte como al sur de estas fallas existen otras paralelas, entre las cuales las más prominentes son las que controlan el valle del río Chamelecón en Honduras y que se extienden hacia el oeste en el territorio guatemalteco, donde se les conoce como falla de Jocotán (Crane, 1966).

Ubicado en este sector de fallamiento se encuentra el valle de Jocotán-Camotán que es un pequeño graben, que fue formado en el Mio-Plioceno, tiempo contemporáneo con la formación de bloques fallados y graben en el sureste de Guatemala. El fallamiento de bloques es un fenómeno de finales del Terciario y Cuaternario en el sureste de Guatemala. Los graben asociados con los valles de Chiquimula, Zacapa y Jocotán son estructuras de finales del Terciario. El fallamiento de bloques en Jocotán, como también el desplazamiento de la zona de la falla de Jocotán ocurrieron después de la deposición de las facies Puente y previo a la deposición de la facies más joven de la Formación Subinal.

En el graben de Jocotán-Camotán se produjeron acumulaciones posteriores de capas roja, ceniza volcánica, basalto y flujos de riolita que ocultaron los márgenes del graben original. Elementos del conglomerado cuaternario están expuestos solo en el banco norte del Río Grande (Río Jocotán), donde ellos se descubren en las escarpas. Las fallas que limitan el graben en el este y oeste están descubiertas en el río, el margen sureste del graben es probablemente coincidente con los manantiales calientes del valle.

Las fallas limitando este graben son las fallas más jóvenes en la región de Jocotán-Timushán. Ellas son probablemente contemporáneas con los últimos movimientos en la zona de falla del valle del Motagua. Los conglomerados del período Cuaternario probablemente son también expuestos en el río Motagua al norte de Zacapa. Estas estructuras, los manantiales termales y los severos terremotos ocurridos en los años 1765, testifican la continua actividad tectónica del oriente de Guatemala, sector que se corresponde con la dirección del corredor de la línea 230 kV que va de Panaluya a la Frontera con Honduras.

6B.2.3. LITOLOGÍA

En cuanto a la litología en el tramo Panaluya - Frontera con Honduras se encontraron, de acuerdo con el mapa geológico (ver Mapa 3B), las siguientes unidades:

- Qal: aluvión cuaternario en el valle del río Motagua, desde Río Hondo hasta el poblado de La Fragua, en donde se encuentra la falla del mismo nombre. Así como también en el valle del río Grande de Zacapa, las quebradas Agua Blanca y La Leona. También estos depósitos se encuentran desde Petapilla hasta Vado Hondo en los valles de los ríos San José y Shutanque y de las quebradas de Sasmó, Las Minas, de Xororagúa, Saspán, de Sabana Grande, Chuquin y Morguán.

Estos depósitos de aluvión se presentan a lo largo del estrecho valle del río Carar en su recorrido desde Los Planes hasta Jocotán. De igual manera se encuentran en el valle de la quebrada Torjá.

- Tg: cretácico terciario- formación Guastatoya-arenisca y conglomerado de carácter tobáceo y piroclástico.
- Plo: granate, estaurita, esquisto silimanítica, gneis bandeado, anfibolita, migmatita ubicados al norte y sur de Llano de Piedra.
- Plog: granodiorita foliada al sur de Puente Blanco.
- Ti: Plutón Chiquimula- granodiorita, adamelita, granito presentan en el Cerro Miramundo y cerros adyacentes como Melocotón.
- Tpm: Grupo Padre Miguel- No diferenciado incluye basalto, toba felsítica y flujos, tobas depositadas por agua y lutita tobácea presentes en cerros entre la quebrada Las Palmas y la Quebrada Petapilla y cerros de San Miguel y San Antonio.
- Qb: Basalto - flujos de basalto olivino, ceniza basáltica y conos presentes en el Cerro Común Viejo y los cerros que definen cuenca alta de la Quebrada La Lima y el foco volcánico presente en El Astillero.

- Psr: Grupo Santa Rosa- filitas y esquistos; en menor grado cuarcita y gneis en cerros con altitudes de 600 m.s.n.m. en el sector de Vado Hondo.
- KTsj: Cretácico Terciario-Formación subinal-Facies San Jorge, capas rojas. Esta formación es paralela a la falla de Jocotán.
- TQss: Arenisca blanca- Grupo Padre Miguel en las partes más bajas del cerro El Plan del Conejo.
- Kc: calizas lutitas y dolomitas-formación Cobán. Formación Cobán presente en los complejos montañosos al sureste de la falla de Jocotán que incluye cerros como El Cute. La Ceiba y el Bosque.
- PPsr: filita-Grupo Santa Rosa, extendida en los cerros incluidos en el tramo de Vado Hondo hasta San Juan Ermita y los del área de influencias de Camotán a Brasil.
- TQr: coladas riolíticas-Grupo Padre Miguel concentradas en Ticontú como en el cerro El Ahorcado y al sur de la falla de Jocotán sobre laderas de cerros.
- Qcg: conglomerado en Graben de Jocotán, limitado por dos fallas inferidas ubicadas al noreste de Jocotán.
- Ktsa: lajas conglomerado calizo - facies San Antonio inmersa dentro del Valle de Jocotán .
- Upm: metamórficas-filitas, clorita, cuarcitas y micaesquistos. Ubicada al norte de los depósitos de aluvión del valle de Jocotán.

- Ky: caliza, lutita y arenisca. Grupo Yojoa limitado por la falla de Jocotán en su aproximación a El Florido.
- Kti: rocas plutónicas
- TQlb: basalto y lahar no diferenciado en las estribaciones del Cerro el Plan del Conejo en la aldea de Jocotal.
- KTlp: Facies La Puente – capas rojas – en El Amatillo y La Mina
- TQss – arenisca blanca, TQb – coladas basálticas, TQt – toba riolítica; forman parte de la formación Padre Miguel y se presenta en los cerros que bordean el valle de Jocotán en su límite oriental
- TpmB – Grupo Padre Miguel en el sector de Valle Hondo al sur de la falla de Jocotán. Coladas y diques basálticos, incluye depósitos tipo lahar en la esquina sureste
- TpmA – arenitas volcánicas, fluviales y lacustres
- Formaciones Terciarias Grupo Padre Miguel al sur de la falla de Jocotán en complejos montañosos

6B.2.4. EDAFOLOGÍA

6B.2.4.1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LOS SUELOS DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA

Los suelos de la República de Guatemala han sido clasificados atendiendo a la Primera Aproximación al Mapa de Clasificación Taxonómica de los Suelos de la República de Guatemala que se basa en los estudios de las Series de Suelo de Simmons y otros (1959),

revisadas por el MAGA (2000) y el mapa de Fisiografía-Geomorfología con cobertura nacional a escala 1:250.000.

De acuerdo con la correlación establecida, se obtuvo la clasificación presentada. Ésta fue elaborada bajo criterios de diagnóstico particulares de la clasificación taxonómica, estando los detalles del comportamiento de cada uno de los suelos descritos a continuación de la clasificación taxonómica.

La bibliografía señala que la Primera Aproximación al Mapa de Clasificación Taxonómica de los Suelos de la República de Guatemala fue preparada sobre la base de asociaciones de dos o más unidades de clasificación a nivel de suborden de la Taxonomía de Suelos. Para las unidades de clasificación que están en forma asociada, sus nombres aparecen separados por guiones, el nombre del primer suelo es superior en superficie al nombre que aparece seguido. Con base a esta aclaración, se inicia la presentación de suelos en los corredores de la línea 230 kV.

6B.2.4.2. CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS

Los suelos identificados en este tramo basados en la correlación de Series de Suelos de Simmons y otros(1959), revisadas por el MAGA (2000), con la clasificación taxonómica a nivel de Suborden incluyen a:

Suelos de valles	Psamments - Orthents
Suelos Salamá	Orthents - Psamments
Suelos Capucal	Ustepts
Suelos Zacapa	Usteps - Ustalfs
Suelos Jigua	Usteps - Orthents
Suelos Jalapa	Orthents - Ustepts
Suelos Chol	Orthents

Suelos Subinal	Orthents - Ustepts
Suelos Tahuainí	Ustepts - Ustalfs - Orthents

En esta ruta se identificaron los siguientes órdenes: Entisol, Inceptisol y Vertisoles (ver Mapa MG-4B).

- Entisoles

Estos suelos se caracterizan porque la evidencia de desarrollo del perfil es poca o ninguna, situación que se presenta también en los horizontes. La condición de poco desarrollo señalado se atribuye a las condiciones extremas como el relieve, el cual influye en los procesos de erosión o desposición de materiales tanto minerales como orgánicos. Además de lo anterior, se suma el exceso de humedad. De acuerdo con el elemento relieve, estos suelos se pueden localizar tanto en áreas muy accidentadas (cimas montañosas y volcanes) como en partes planas. Lo anterior es consistente con la ubicación en el medio natural en donde se encuentra asociado a complejos montañosos y terrenos planos dentro del trazado.

En cuanto a los subórdenes se identificaron dos: Orthents y Psamments.

De acuerdo con la Primera Aproximación al Mapa de Clasificación Taxonómica de los suelos de la República de Guatemala elaborado por el MAGA (2000); se indica que los suelos pertenecientes al suborden Orthens se caracterizan porque presentan una profundidad variable. Sin embargo, es posible encontrar la gran mayoría con características de suelos poco profundos. Además es posible que exhiban cualidades de suelos muy poco profundos. Lo anterior, lo confirman los reportes del MAGA (2000), que señalan que una gran cantidad de Orthens en Guatemala, no son apropiados para actividades agrícolas, sobre todo cuando están en superficies inclinadas.

Con respecto al manejo de estos suelos la bibliografía señala que una gran cantidad de ellos, no son apropiados para actividades agrícolas cuando ocupan superficies inclinadas. Las limitaciones de los suelos incluyen: la poca profundidad efectiva, pedregosidad interna y los

afloramientos rocosos. El principal uso se centra en la producción forestal o sistemas agroforestales.

El suborden Psamments representa suelos arenosos que predominan en relieves poco inclinados y con menos del 35% de fragmentos rocosos. Los suelos se destacan porque se encuentran en áreas cercanas a ríos o en áreas de actividad volcánica reciente por la ausencia de capas deposicionales de materiales minerales en su interior. Es común encontrar en estos suelos, bosques de galería y cultivos. Cuando son utilizados para actividades agrícolas los agricultores guatemaltecos les denominan suelos de vega (MAGA, 2000).

La productividad de estos suelos está determinada por la pedregosidad, la baja fertilidad y la disponibilidad de agua, ya que retienen poca humedad.

- Inceptisoles

Estos suelos se caracterizan por ser son muy incipientes o jóvenes, en ellos no se observan indicadores de un fuerte desarrollo de sus horizontes, sin embargo están más desarrollados que los entisoles. Se les encuentra en una diversidad de climas y materiales originarios. Dentro de estos se encuentra el suborden Usteps, que son suelos que están secos interiormente, entre 90 y 180 días del año.

Se caracterizan por presentar deficiencia de humedad y estar localizados en regiones de baja precipitación. El agua constituye una limitación para la producción de más de una cosecha de cultivos anuales o de ciclo corto.

- Vertisoles

Los suelos clasificados dentro de este orden presentan altos contenidos de arcilla expandible desde la superficie. Las características que los identifican son: alto potencial de fertilidad, presencia de grietas profundas en todo el perfil, durante la época seca, y su plasticidad cuando están húmedos.

Estos suelos tienen limitaciones para la labranza por el comportamiento antes señalado en condiciones de sequía y humedad. Con el fin de controlar las limitaciones físicas señaladas es necesario regular el contenido de humedad.

Los vertisoles se localizan en relieves planos o bien de suave a moderadamente ondulados. Dentro de este orden se encuentra el suborden Usterts que corresponde a los vertisoles que permanecen secos entre 90 y 180 días del año en su interior, con lo cual evidencian su deficiencia de humedad.

Según la clasificación de Simmons en la línea base de Panaluya a la frontera con Honduras se presentan los siguientes suelos:

Suelos Chol (Chg): se encuentran en relieve escarpado, tienen origen en esquisto, poseen drenaje rápido. El color de los suelos es café grisáceo; textura franco arenoso fina; suelta y su espesor es de 10 cm. El subsuelo es de color café o café rojizo, consistencia suelta, textura franco arcillosa o franco areno gravosa y espesor de 20 a 30 cm.

En relación a las características que influyen su uso se puede señalar que poseen declives dominante de 25 a 40%, drenaje rápido y baja capacidad de abastecimiento de agua. Con respecto al peligro de erosión es alto, su fertilidad es baja y los problemas asociados a su manejo incluyen la tendencia a la erosión.

Suelos Jalapa(JI): suelos ubicados en relieve escarpado, drenaje bueno, provienen de ceniza volcánica cementada de color claro. El suelo superficial es de color gris oscuro; textura franco arenoso fina y espesor de 10 a 15 cm. El subsuelo es de color amarillo grisáceo, consistencia friable, textura franco arenoso fina y espesor de 20 cm.

Estos suelos tienen declives dominantes de 15 a 25%, su drenaje es rápido y su capacidad de abastecimiento de agua es muy baja. El peligro de erosión es alto, su fertilidad natural es regular y los problemas asociados a su manejo señalan sequía y tendencia a la erosión.

Suelos Jigua (Jg): suelos en relieve escarpado con drenaje malo. Su roca madre es la andesita. El suelo superficial es negro, su textura es arcilla plástica, con espesor de 30 cm. El subsuelo es de color café amarillento, consistencia plástica, textura arcilla y espesor de 15 a 20 cm.

Los suelos Jigua poseen un declive dominante de 20 a 40%, su drenaje es lento y capacidad de abastecimiento de humedad baja. El peligro de erosión es muy alto, su fertilidad natural es regular y el problema principal asociado a su manejo es la tendencia a la erosión.

Suelos Tahuainí (Ta): se encuentran en relieves fuertemente ondulados a escarpado. El suelo superficial es de color café oscuro, drenaje bueno, textura franco limosa friable y espesor de 15 cm. El material que les da origen es toba, breccia o porfirita andesita. El subsuelo es de color café rojizo, consistencia friable, textura arcilla y espesor aproximado de 90 cm.

Suelos con declives dominantes de 20 a 40%, su drenaje es moderado y su capacidad de abastecimiento de humedad es alta. El peligro de erosión es alto, su fertilidad es baja y los problemas asociados a su manejo consideran el aumento de fertilidad y la tendencia a la erosión.

Suelos en valles no diferenciados (Sv): incluyen áreas donde no predomina una clase particular de suelo. Tienen áreas de terreno valioso para la agricultura.

Suelos Zacapa (Za): el material madre lo constituye el granito o “gneis” intemperizado; se encuentran en relieve escarpado. Su drenaje interno es bueno. El suelo superficial es de color café, textura franco arenoso, fina y friable, el espesor aproximado es de 15 cm. Las características del subsuelo indican que este tiene color café rojizo, su consistencia es friable dura cuando seca, textura arcillosa y espesor de 30 cm.

Los suelos Zacapa ocupan relieves escarpados y los afloramientos del material madre son comunes. No son recomendables para cultivos limpios, pero pueden usarse para praderas y bosques. En estos suelos se observa un declive dominante de 20 a 30%, poseen un drenaje

moderado y su capacidad de abastecimiento de agua es baja. El peligro de erosión es muy alto, la fertilidad natural es baja y los principales problemas relacionados con su uso incluyen el aumento de la fertilidad y la tendencia a la erosión.

Suelos Capucal (Cp): ocupan relieves escarpados y tienen su origen en esquistos arcillosos. El drenaje es lento y el suelo superficial es de color café grisáceo, de textura arcilla friable y espesor de 20 cm. El subsuelo es color café grisáceo oscuro, consistencia plástica y espesor de 15 cm.

Los suelos Capucal poseen declives de 45 a 55%, su drenaje es lento y su capacidad de abastecimiento de humedad es regular. Al ser desprovistos de su cobertura vegetal presentan peligro de erosión muy alta, su fertilidad es regular y la tendencia a la erosión es el principal problema asociado a su uso.

Suelos Subinal (Sub): ocupan relieves escarpados, su drenaje interno es bueno y provienen de mármol o calizas. El suelo superficial es de color café muy oscuro a negro, textura arcillosa y espesor de 10 a 25 cm, el subsuelo es roca sólida.

Suelos con declives de 10 a 30%, drenaje rápido y capacidad de abastecimiento de humedad baja. Los peligros de erosión son altos, su fertilidad es alta y los problemas asociados con su uso incluyen la pedregosidad y el combate de la erosión.

6B.2.4.3. CAPACIDAD AGROLÓGICA

La capacidad agrológica se define como la adaptación que presentan los suelos a determinados usos específicos. Los riesgos de daños al suelo o limitaciones en su uso se hacen progresivamente mayores de la clase I a la VIII.

En la línea base se observaron principalmente las siguientes capacidades agrológicas de los suelos.

Clase II: tierras cultivables con pocas limitaciones, aptas para cultivos bajo riego, relieve plano, ondulado o suavemente inclinado, alta productividad de manejo moderadamente intensivo.

Clase III: tierras cultivables, tienen medianas limitaciones para producción agrícola, aptas para cultivos en riego y cultivos muy rentables, relieve plano a ondulado o suavemente inclinado, productividad mediana con prácticas intensivas de manejo.

Clase IV: tierras cultivables con severas limitaciones permanentes, con relieve ondulado o inclinado, aptas para pastos y cultivos perennes, requieren prácticas intensivas de manejo. Productividad de mediana a baja.

Clase VI: tierras no cultivables, salvo para algunos cultivos perennes, principalmente para producción forestal. Tiene factores limitantes muy severos de relieve, profundidad y rocosidad. Relieve ondulado fuerte o quebrado y fuerte, que aunado a la pedregosidad y profundidad excluyen su uso para la producción de cultivos anuales.

Clase VII: tierras no cultivables, aptas solamente para fines de producción forestal, relieve quebrado con pendientes muy inclinadas.

Clase VIII: tierras no aptas para el cultivo, aptas solo para parques nacionales, recreación y vida silvestre y para protección de cuencas hidrográficas. Con relieve muy quebrado, escarpado o playones.

En los primeros tres tramos de la ruta Panaluya - Frontera con Honduras predominan las clases II, III y IV. Además de las clases antes señaladas se encuentra poca extensión de las clases VI y VII.

En los tramos 4, 5 y 6 (inicia en Vado Hondo y termina en El Florido) existe mayor presencia de la clase VII y en menor cantidad las clases III y VIII. La extensión de cada clase puede observarse en el MapaMG-10B).

□ Metodología de Investigación

En la ubicación de las clases de suelo se utilizó la cartografía generada por el Ministerio de Ganadería y Alimentación.

- Mapa de Capacidad de Uso de la Tierra. Escala 1:2.500.000. MAGA 2001. República de Guatemala (Metodología USDA).

6B.2.5. HIDROGRAFÍA, HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA

Las cuencas hidrográficas representan una unidad ideal para la planificación y manejo de los recursos naturales, incluyendo el agua. No obstante, sus límites rara vez coinciden con la división política-administrativa.

Los sistemas montañosos de Guatemala determinan dos grandes regiones hidrográficas, la de los ríos que desembocan en el Océano Pacífico, y los que lo hacen en el Atlántico, que a su vez se dividen en dos vertientes: la del Caribe y la del Golfo de México, atravesando Yucatán. La región hidrográfica del Pacífico tiene un área de 23.990 km² (22% de la superficie total del territorio nacional) y agrupa 18 de las 36 cuencas del país. La vertiente del Caribe incluye ocho cuencas y abarca un área de 34.096 km² (31% de la superficie total del país). Las restantes diez cuencas desembocan al Golfo de México y comprenden un área de 50.803 km² (47% de la superficie total del país).

Los ríos que desembocan en el Caribe son extensos y profundos, propios para la navegación y la pesca, sus pendientes son más suaves y su desarrollo es menos brusco, ya que en la parte montañosa los ríos corren sobre grandes barrancas o cañones. Las crecidas son de mayor duración y los tiempos de propagación son también mayores. Los caudales son más constantes durante todo el año. Entre los ríos más importantes se encuentran el Motagua o río Grande y el río Dulce, desagüe natural del lago Izábal. En la cuenca hidrográfica del Golfo de México sobresalen el río de la Pasión y el Chixoy o Negro, todos afluentes del Usumacinta, el

más largo y caudaloso de Centro América, y frontera natural entre Guatemala y México. Las cuencas que pertenecen a ambas vertientes presentan, en general, alta precipitación y baja densidad poblacional.

Los ríos de la cuenca hidrográfica del Pacífico se caracterizan por ser cortos, de cursos rápidos e impetuosos. Entre ellos se encuentran: el Suchiate, Naranjo, Ocosito, Samalá, Sis, Iacán, Nahualate, Madre Vieja, María Linda, Los Esclavos y el río Paz, entre otros. De estas cuencas hay que caracterizar la ubicación de sus cabeceras en elevaciones considerables y fuertes pendientes, debido a que se llega a elevaciones a nivel del mar, en relativamente pocos kilómetros. El área de las 18 cuencas, excepto las transfronterizas (Coatán, Paz, Ostúa-Güija) y las cerradas (Atitlán y Olopa) es muy parecida (entre 1.000 y 2.000 km²). En esta vertiente la precipitación media anual varía considerablemente. Una cuenca que merece especial atención es la del río María Linda, donde se ubica una parte de la Ciudad de Guatemala.

El 55% del territorio guatemalteco está integrado por cuencas cuyas aguas tributan hacia los países vecinos o sus cauces en parte de su desarrollo forman límites fronterizos. El mayor aporte de aguas superficiales, 47,5%, es hacia México, 7% a El Salvador, 0,5% a Honduras y 6% hacia Belice. El río Usumacinta forma frontera con México, el río Motagua con Honduras, el río Suchiate define la frontera suroeste con México, y el río Paz al sureste con El Salvador. Guatemala tiene tratados limítrofes de recursos hídricos con México, El Salvador y Honduras, y Comisiones de Límites y Aguas con México y El Salvador. El aprovechamiento de aguas compartidas en el tramo fronterizo solamente es contemplado en el tratado con El Salvador.

El territorio cuenta con numerosos lagos y lagunas, muchos de origen volcánico, como el espléndido lago de Atitlán, y el Amatitlán, con manantiales de aguas sulfurosas a altas temperaturas. De origen fluvial se destaca el Petén Itzá, que tiene varias islas, y en una de ellas se asienta la ciudad de Flores, y el lago de Izábal, el más grande de Guatemala, que desagua al Caribe a través del río Dulce.

De acuerdo con la Ley Forestal (Decreto 101-96), en el Artículo 47 se establece: “se prohíbe eliminar el bosque de las partes altas de las cuencas hidrográficas cubiertas de bosque, en

especial las que están ubicadas en zonas de recarga hídrica que abastecen fuentes de agua, las que gozarán de protección especial”. Por otro lado, la Ley de Áreas Protegidas (Decreto 4-89), se refiere a la protección de fuentes de agua, como un programa prioritario del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas, para asegurar un suministro de agua constante y de aceptable calidad para la comunidad guatemalteca.

Sobre las zonas de recarga hídrica la Ley Forestal dice: “las zonas de recarga hídrica son áreas superficiales asociadas a una cuenca determinada, que colectan y permiten la infiltración del agua hacia niveles freáticos y/o acuíferos”.

Según la caracterización de las cuencas de Guatemala, esta ruta se localiza en una vertiente, la misma se refleja en el Cuadro 6B.2.1.

De acuerdo con el informe Desastres Naturales y Zonas de Riesgo en Guatemala, realizado por Asesoría Manuel Basterrechea Asociados, S.A. (2000) la cuenca de los ríos Los Esclavos y río Grande de Zacapa presenta el mayor grado de degradación ambiental, con relación al sobreuso del suelo. Le siguen en degradación las cuencas de los ríos María Linda y Motagua.

La definición de las zonas de recarga hídrica del país evidencia el vínculo hidrológico con la cobertura forestal, el cual es determinante en la regulación del ciclo hidrológico, particularmente en el componente de producción de agua.

Sobre la base de la composición geológica, la cobertura vegetal y las categorías de recarga hídrica presentadas por Muñoz, PAFG, 1998 se puede concluir que el comportamiento de las aguas subterráneas en la Ruta II, Panaluya – Frontera con Honduras, se clasifican en: sin cobertura vegetal con promedio de precipitación entre 1.000 a 2.000 mm (al inicio de la ruta) y desde Labor Ponderosa hasta El Florido, sin cobertura vegetal, con precipitación menor a 1.000 mm, en ambos trayectos el origen geológico es roca volcánica.

Cuadro 6B.2.1: Caracterización de las cuencas del Proyecto SIEPAC

RUTA	VERTIENTE	REGIÓN HIDROGRÁFICA	NOMBRE DE LA CUENCA	ÁREA DE LA CUENCA (km ²)	ELEVACIÓN (m.s.n.m.)		PENDIENTE MEDIA CAUCE PRINCIPAL (%)	PRECIPITACIÓN (mm)	
					MÁXIMA	MÍNIMA		MEDIA	ANUAL
Panaluya – Frontera con Honduras	Caribe	III	rio Grande de Zacapa	2.471	1.660	16	1,73		
			rio Motagua	12.670	2.500	0,00	0,51	1.000	2.000

Fuente: Asesoría Manuel Basterrechea Asociados, S.A., 2000.

6B.2.5.1. RED HIDROGRÁFICA

A pocos kilómetros del inicio del tramo (Panaluya) se encuentra el río Motagua en un área cercana a su parteaguas, siendo éste uno de los primeros obstáculos que deben salvarse.

A medida que se avanza en el recorrido, la línea de transmisión pasa sobre el río Grande de Zacapa y varios de los tributarios. Estos afluentes están compuestos por quebradas y ríos, entre los que destacan la qda. Los Yajes, qda. Seca, la cual se encuentra próxima a Estanzuela, la qda. San Juan, qda. El Cortés, qda. Las Anonas, qda. Vado de Oliva, qda. San Pedro, qda. Agua Blanca, qda. La Leona, qda. Morguán, qda. Chuquinlí, río Shutaque (transcurriendo en una parte del trazado casi paralelamente al río), qda. Urpán, qda. Negra, río Carcar, qda. Torja, qda. Agua Caliente estos últimos se localizan cerca de Jocotán y Camotán, río Camotán en las cercanías de la población El Cuje, qda. Guior, qda. San Antonio y la qda. Sarmí (ver Mapa MG-5B).

Otros cuerpos de aguas superficiales que se encuentran cerca del área de influencia de la línea son las lagunas y lagunetas, de entre las cuales vale mencionar la laguneta Los Yajes por donde la línea pasa a unos 500 m . Esta laguneta está en la jurisdicción del Municipio de Estanzuela dentro de la finca Los Yajes, al sur del río Motagua y de la cabecera municipal Río Hondo.

6B.2.5.2. HIDROLOGÍA

Para el análisis hidrológico de algunos ríos dentro del área de influencia se utilizaron varias fuentes de información, entre ellas: registros de caudales en estaciones hidrométricas y página web del INSIVUMEH.

Para la ruta Panaluya – Frontera con Honduras se cuenta con información en la estación Puente Orellana. Esta estación se encuentra aguas arriba del Proyecto, sin embargo los caudales registrados en ella dan una idea del régimen hidrológico del río Motagua. Los datos más relevantes del registro de 13 años, hasta 1984, son: caudal promedio anual de 64,04 m³/s, el máximo caudal reportado fue de 3.642 m³/s evento que se produjo en septiembre de 1979 y

el mínimo fue de 1,05 m³/s en abril de 1977. En el Anexo 9 se encuentran los caudales mensuales promedio de todo el registro, se observa la gran variabilidad que existe entre los meses secos y los meses de la estación lluviosa.

En el río Grande de Zacapa se posee información de la estación Camotán. Para el registro de 12 años, hasta 1984, el caudal promedio anual es de 27,01 m³/s, la máxima avenida reportada fue de 664,1 m³/s en junio de 1974 y el caudal mínimo de 1,65 m³/s en mayo de 1969. En el Anexo 9 se encuentran los caudales mensuales promedio de todo el registro, y al igual que el río Motagua los caudales de la estación seca y lluviosa muestran diferencias significativas.

Cuadro 6B.2.2: Características de algunos ríos de la Ruta II, Panaluya-Frontera con Honduras

NOMBRE DEL RÍO	LONGITUD DEL RÍO (km)	PUNTO DE CONTROL	CAUDAL MEDIO EN EL PUNTO DE CONTROL (m ³ /s)
Grande de Zacapa	86.55	Camotán	28.5
Motagua	486.55	Morales	208.7

Fuente: <http://www.insivumeh.gob.gt/hidrologia/rios%20de%20guate.htm>, consultada el 16 de julio de 2003.

6B.2.5.3. CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES

El análisis de calidad de las aguas superficiales se realiza con el fin de establecer un punto de referencia que permitirá en un futuro, comparar las condiciones actuales con las que se presentarán una vez sea ejecutado el Proyecto. Asimismo, si se requieren de fuentes de agua para suplir alguna necesidad estos análisis serán la guía a seguir para determinar el uso que se le puede dar o los tratamientos necesarios para su aprovechamiento.

En el Anexo 10 se muestran los resultados obtenidos en los análisis de calidad de agua realizados por el INSIVUMEH al río Motagua durante el periodo febrero a octubre de 2002. Se observa que durante los meses de la estación lluviosa la turbiedad y color del agua, en general, aumentan debido a la mayor cantidad de sedimentos que acarrear los ríos. Estas aguas son ligeramente básicas, no mostraron rastros de salinidad y su temperatura oscila entre 21 °C y 29 °C. Al compararla los resultados con las normas COGUANOR NGO 29.001 de Guatemala se determinó que éstas no son aptas para el consumo humano.

Estudios realizados en 1997 y 1998 por la Universidad del Valle de Guatemala indican que las aguas de la cuenca del Motagua se encuentran contaminadas con residuos de plaguicidas. Se encontró que los residuos de plaguicidas organosfosforados predominan en las aguas superficiales durante los primeros meses de la época de lluvia, mientras que ya avanzada la temporada lluviosa, los organoclorados predominan en el panorama (<http://www.concyt.gob.gt/proyectos/fodecyt/resultados/8-97.htm> consultada el 18 de julio de 2003).

6B.2.5.4. HIDROGEOLOGÍA

6B.2.5.4.1. INTRODUCCIÓN

□ Recursos de agua subterránea

El agua proveniente de pozos y vertientes se usa para propósitos agrícolas, industriales, públicos y privados. Sin embargo, la disponibilidad de agua subterránea es sumamente variable. El desarrollo de suministros de agua subterránea confiables y seguros es un tema importante que involucra al gobierno de Guatemala, así como también a muchas organizaciones nacionales e internacionales, públicas y privadas.

El agua subterránea es generalmente abundante en acuíferos sedimentarios, a través de las planicies, valles y tierras bajas del país. Sin embargo, en las áreas montañosas la disponibilidad de agua dulce varía considerablemente de localmente abundante a escasa y en ocasiones inadecuada para su uso.

Guatemala desde el punto de vista hidrogeológico se divide en cuatro regiones: llanuras aluviales de la costa del Pacífico, altiplano volcánico, tierras altas cristalinas y región sedimentaria septentrional. Sus dos acuíferos más productivos son el aluvial de la planicie costera del Pacífico y el cárstico de piedra caliza que se extiende por debajo de la Sierra de los Cuchumatanes, la Sierra de Chama y las tierras bajas de El Petén. Otros acuíferos más pequeños tienen importancia local.

Las montañas de Guatemala tienen muchos tipos de acuíferos, incluyendo acuíferos cársticos y de piedra caliza fracturados; acuíferos volcánicos piroclásticos y con depósitos de lava, permeables sedimentarios, ígneos y metamórficos. Las planicies aluviales, valles y tierras bajas constituyen el 50% del país y contienen aproximadamente el 70% de las reservas de agua subterránea disponibles.

Las áreas aluviales constituyen aproximadamente el 20% del país y contienen aproximadamente el 40% de las reservas de agua subterránea disponible. Las áreas que contienen acuíferos cársticos y de piedra caliza fracturada constituyen aproximadamente el 30% del país y se estima que contienen el 30% de las reservas subterráneas disponibles de agua. Las áreas que contienen acuíferos formados de depósitos volcánicos piroclásticos y flujos de lava constituyen el 20% del país y contienen aproximadamente el 20% de las reservas de agua subterránea disponibles. Los acuíferos que poseen una permeabilidad pobre constituyen aproximadamente el 30% del país y alrededor del 10% de las reservas de agua subterránea disponibles.

Como es sabido, la deforestación tiene un impacto negativo en los recursos de agua subterráneos del país, reduciendo la cantidad de agua que recarga a los acuíferos. Lo anterior hace que la búsqueda de agua sea a profundidades cada vez mayores y, en este sentido, cabe recordar que la mayoría de las bombas de mano no pueden bombear agua a profundidades mayores de 91 m.

Aunque el agua subterránea es generalmente más segura que los suministros de agua superficial que no han sido tratados, muchos acuíferos poco profundos en las cercanías de áreas populosas están biológicamente contaminados, principalmente debido a la disposición inadecuada de los residuos sólidos y líquidos. Todos los pozos en el valle del río Motagua se consideran biológicamente contaminados. Éste es el resultado combinado de las inundaciones, fenómenos climáticos como el Huracán Mitch y las condiciones pre-existentes provenientes del uso de químicos agrícolas, así como el inadecuado manejo de residuos antes señalado.

- Hidrogeología

Las variaciones en las estructuras geológicas, geomorfológicas y tipos de roca, aunado a las variaciones en el comportamiento de la precipitación, son algunas de las causas que contribuyen con la variación en las condiciones del agua subterránea en las diferentes partes del país.

Los principales sistemas de acuíferos son los aluviales; cársticos y altamente fracturados de piedra caliza y acuíferos consistentes de ceniza volcánica; escoria y flujos de lava. Otros acuíferos consisten de depósitos ígneos y metamórficos y depósitos sedimentarios de areniscas interestratificadas, conglomerado, piedra caliza y poco profundos con baja permeabilidad.

En las planicies, tierras bajas y los valles, la profundidad del agua es generalmente menor de 50 m. En las montañas, la profundidad del agua es generalmente menor de 150 m, pero en algunas zonas puede llegar a los 300 m de profundidad. En muchas áreas, la profundidad del agua es tal, que su aprovechamiento resulta no rentable.

Las fluctuaciones estacionales en el nivel freático del agua pueden ser mayores de 5 m. Los acuíferos en las montañas son generalmente recargados por la lluvia, mientras que los acuíferos en las tierras bajas son recargados por otros acuíferos que se originan en las montañas y por la lluvia.

□ Evaluación de Recursos de Agua Subterránea de Guatemala

El acceso a los pozos de agua es generalmente difícil en todo el país. En el norte, la ubicación y la perforación de pozos es difícil debido a la topografía cárstica del suelo, densa vegetación y falta de caminos. Los pantanos están presentes a lo largo de la planicie de la costa del Pacífico y el Golfo de Honduras. En la parte sur del país, las pendientes empinadas de las montañas hacen de la exploración de agua subterránea una tarea difícil. El valle del río Motagua es fácilmente accesible durante la estación seca de noviembre a abril. A continuación se mencionan los diferentes tipos de acuíferos presentes en el país:

- Acuíferos Aluviales
- Acuíferos Cársticos de Piedra Caliza
- Acuíferos Volcánicos Piroclásticos y de Lava

→ Otros Acuíferos., como areniscas interestratificadas, conglomerados, calizas y lajillas.

□ Calidad de agua

La calidad del agua superficial en Guatemala representa una preocupación que va en aumento. El agua superficial se considera dulce, excepto a lo largo de la costa, donde la calidad gradualmente cambia a salobre y finalmente a salina. La contaminación biológica y química ocurre en intensidades variadas a lo largo del país. Los sistemas de disposición de aguas negras en los principales centros de población son inadecuados o no existen, por lo que las descargas crudas van directamente a los arroyos locales. Durante la época lluviosa, las enfermedades como el cólera aumentan debido a que las bacterias se esparcen a través de estas fuentes de agua superficial contaminadas.

Con excepción del agua subterránea salobre o salina que se encuentra cerca de las costas del Pacífico y del Caribe, el agua subterránea es adecuada para la mayoría de los usos. La contaminación química y biológica ocurre en acuíferos no confinados y poco profundos cercanos a centros poblacionales.

La contaminación química proveniente de actividades agrícolas es la fuente mayor de contaminación de agua superficial y subterránea y causa la degradación de los ríos y arroyos. El valle del río Motagua es una de las áreas agrícolas que poseen la mayor concentración de contaminación agrícola. En estas áreas, los recursos de agua superficial y los acuíferos de agua subterránea están contaminados.

▪ Agua superficial

La calidad de los recursos de agua superficial es generalmente dulce con excepción de las áreas a lo largo de la costa del país. Sin embargo, todos los cuerpos de agua del país se consideran contaminados. En áreas agrícolas, los pesticidas representan la primera fuente de contaminación.

Las aguas negras provenientes de la Ciudad de Guatemala han hecho del río Villalobos, que recibe el 60% de las aguas negras; y del río Las Vacas, que recibe el 40% restante, los ríos más contaminados del país. El río Las Vacas drena en el río Motagua contaminándolo de esta forma, así como todos los puntos aguas abajo. El río Motagua ha contribuido a la contaminación de los acuíferos altos en su planicie de inundación baja, durante periodos de inundaciones. La mayoría de los pozos poco profundos y cavados a mano en estas áreas están biológicamente y químicamente contaminados.

A lo largo del país, pero especialmente en el noroeste, la deforestación ha implicado un aumento de la sedimentación en los arroyos y la degradación en la calidad del agua. Los arroyos de El Petén, en el norte de Guatemala, arrastran pequeñas cantidades de material flotante, debido principalmente a la falta de intervención humana. Sin embargo, el agua en esos arroyos del norte tiende a ser moderadamente dura debido al carbonato de calcio y al ambiente cárstico, especialmente en la estación seca cuando los flujos más bajos tienden a concentrar los elementos. Algunos arroyos que fluyen en estas áreas, en las que existen grandes cantidades de sulfato de calcio, arrastran dichos sulfatos. A lo largo de ambas costas hay arroyos, y pantanos que contienen gran cantidad de agua salobre o salina. A menos que sean tratadas, estas fuentes de agua no son aceptables para la mayoría de los usos.

- Agua subterránea

La contaminación biológica debido a patógenos en los acuíferos poco profundos se debe a la presencia constante de heces animales y humanas, esto constituye un problema en muchas áreas populosas y agrícolas del país. La contaminación química se relaciona principalmente al uso de fertilizantes y pesticidas en las plantaciones de caña de azúcar y bananos en las planicies del Pacífico y del Caribe.

Los acuíferos altos en la mayoría de las áreas urbanas están contaminados por muchas razones. Únicamente los acuíferos profundos y confinados son considerados seguros y libres de la contaminación biológica y química. Todos los pozos en el valle del río Motagua se consideran biológicamente contaminados.

Durante la estación seca, los pozos poco profundos en las tierras altas interiores se pueden secar hasta que la suficiente recarga en el acuífero ocurra. La intrusión de agua salada, lo cual actualmente no es un problema en las zonas costeras, podría ocurrir en el futuro si los pozos costeros son sobre explotados. El agua debe ser cuidadosamente analizada antes de ser consumida o usada.

→ Departamento de Chiquimula

Las mejores áreas para la exploración de agua subterránea son las ubicadas en los acuíferos aluviales, al norte del departamento. La disponibilidad de agua subterránea dulce presenta grandes variaciones, desde escasa a muy abundante, en esta área, la cual cubre aproximadamente el 10% del departamento. Los acuíferos cársticos de piedra caliza que cubren también el 10% del departamento, producen localmente de escasas a muy grandes cantidades de agua dulce. Estas áreas son favorables para la exploración de agua subterránea y son apropiadas para pozos de bombas manuales y tácticos. La cabecera del departamento, Chiquimula, se encuentra ubicada en esta zona (ver Mapa MG-6B).

→ Departamento de Zacapa

Las mejores áreas para exploración de agua subterránea, aproximadamente el 25% de la superficie del departamento, corresponde a acuíferos aluviales, en esta zona distribuida a lo largo del río Motagua se ubica Zacapa, cabecera del Departamento. Aquí, el agua dulce subterránea está generalmente disponible en muy pequeñas a muy grandes cantidades. Estos acuíferos son apropiados para pozos de bombas manuales y tácticos. Se puede predecir que los pozos poco profundos estarán contaminados en esta área.

A lo largo de la frontera con Honduras se encuentran los acuíferos de piedra caliza que producen localmente de escasas a muy grandes cantidades de agua dulce. El acceso a esta área puede ser un problema debido a que es cárstica. Estos acuíferos son apropiados para pozos de bombas manuales y tácticos (ver Mapa MG-6B).

Esta información fue consultada en el documento Evaluación de Recursos de Agua de Guatemala, Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos de América, Distrito de Mobile y Centro de Ingeniería Topográfica. Junio 2000. Guatemala.

6B.2.5.5. EMBALSES EXISTENTES Y EN PROYECTO

En esta ruta existe la posibilidad de aprovechar las aguas del río Hondo y qda. La Virgen para desarrollar un proyecto hidroenergético de regulación cerca del área, aguas arriba de su confluencia con el río Motagua. Además existen estudios realizados por el INDE, a nivel de factibilidad, para el aprovechamiento del río Grande o Jocotán, con la instalación de una cadena de proyectos hidroeléctricos.

6B.2.6. CLIMA

El clima es producto de los factores astronómico, geográfico y meteorológico, adquiriendo características particulares por la posición geográfica y topografía del país, climáticamente se ha clasificado el país según el sistema de Thornwaite.

Para la definición del clima en área de estudio, se ha tomado como base la efectividad de la humedad y temperatura para el desarrollo de la vida vegetal, utilizando un indicador de humedad efectiva para la vida vegetal a través de la expresión: $\text{Humedad efectiva} = \text{Precipitación pluvial} / \text{Evaporación}$.

La República de Guatemala se caracteriza por un clima tropical al formar parte de los Trópicos, encontrándose localizada entre el trópico de Cáncer (23,5° N) y el de Capricornio (23,5° S), estos trópicos delimitan los paralelos donde el sol alcanza su máxima inclinación.

Sin embargo, dentro del contexto geográfico el país presenta una serie de accidentes topográficos que generan climas locales que van desde secos hasta húmedos. Esta variedad de climas hace del país un lugar especial (en la región de América Central), en donde puede darse cualquier tipo de actividad tanto agrícola, industrial como económica.

La temperatura anual promedio es de 20 °C (68 °F). En las zonas montañosas más altas las temperaturas pueden bajar más allá del punto de congelación, las noches son frías en cualquier época del año. En la mayor parte del país, la temporada seca va desde noviembre hasta abril, y la época húmeda desde mayo a octubre. Esta época se caracteriza por presentar cielos despejados antes y después de las copiosas precipitaciones, que se producen en las últimas horas de la tarde o las primeras horas de la noche.

6B.2.6.1. ESTACIONES METEOROLÓGICAS SELECCIONADAS

La sección de Climatología del Departamento de Sistemas Atmosféricos del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), es la responsable de operar y explotar la Red Nacional de Estaciones Meteorológicas, la cual es utilizada para realizar la vigilancia meteorológica, generar información básica y elaborada para su uso en diferentes actividades de la vida nacional. Para este estudio se escogieron las estaciones meteorológicas que se encuentran dentro del corredor de la línea y aquellas que están a menos de 5 km del corredor. A continuación se detallan las estaciones meteorológicas consideradas.

Para esta ruta se cuenta con información de tres estaciones meteorológicas, ubicadas en las cabeceras departamentales.

Cuadro 6B.2.3: Estaciones meteorológicas en el corredor Panaluya-Frontera con Honduras

ESTACIÓN	COORDENADAS UTM (m)		ELEVACIÓ N (m.s.n.m.)	FUENTE	DATOS REGISTRADOS				
	ESTE	NORTE			P	T	B.S.	H.R.	V.V.
La Fragua *	867.453,88	1.657.091,63	210	INSIVUMEH	X	X	X	X	X
Chiquimula FEGUA **	873.006,56	1.638.680,25	380	PLAMAR	X				
Camotán *	890.510,06	1.641.543,13	471	INSIVUMEH	X	X		X	

Fuente: * INSIVUMEH, ** <http://www.maga.gob.gt/sig/D-INFO%20DISPONIBLE/c-ARCHIVOS%20DE%20INFO/C1-Jpg%20Nacional/Tablas%20Nacional/estaciones%20Climaticas%20Tabla.htm>, consultada el 16 de julio de 2003.

Los registros obtenidos en la página web del MAGA corresponden a la Leyenda del Mapa de Estaciones Climáticas de Guatemala en escala 1:250.000. Los datos originales del INSIVUMEH, PLAMAR e Institutos Meteorológicos Fronterizos fueron procesados por el MAGA

a nivel diario y compilados a nivel mensual, para lo cual consideraron el periodo de 1961 a 1997 (más de 30 años de registro). Esto cambia para cada variable, dado que los registros varían con la medición específica que realiza cada estación.

6B.2.6.2. RÉGIMEN PLUVIOMÉTRICO

La época lluviosa en Guatemala abarca desde mayo hasta octubre, presentándose los máximos pluviométricos entre junio y septiembre. En general y a nivel nacional, el 85% de la precipitación anual cae en estos seis meses del año, no obstante no deja de ser importante el hecho de que la mayoría de las cuencas se caracterizan por presentar déficit de humedad durante los meses de la estación seca. El promedio nacional anual de precipitación es de 2.034 mm.

Este trazado discurre sobre la región oriental del país, la cual tiene como factor condicionante el efecto de sombra pluviométrica que ejercen las sierras De Chuacus y De Las Minas.

La característica principal de esta región es la deficiencia de lluvia, con marcado déficit la mayor parte del año y con los valores más altos de temperatura. En el Cuadro 6B.2.4 se presenta la distribución de la variable en el tiempo, la cual fue registrada en las estaciones meteorológicas que están dentro del corredor de investigación. Al comparar los totales anuales de estas estaciones con las de otras estaciones en el resto de país, se observa que en la región se registran los mínimos valores anuales de precipitación de todo el país, sobresaliendo la estación La Fragua.

El Mapa MG-9B contiene la distribución espacial de la precipitación en el área que abarca el corredor de esta ruta. Las lluvias anuales medias reportadas están en el rango de 650 mm, registrados en las cercanías de la estación La Fragua, a 1.600 mm en las cercanías de El Florido, frontera con Honduras. Cabe destacar que a medida que el trazado se acerca a la frontera con Honduras las precipitaciones anuales son mayores.



Cuadro 6B.2.4: Precipitaciones promedios mensuales en las estaciones meteorológicas del corredor Panaluya-Frontera con Honduras

ESTACIÓN	PERIODO DE REGISTRO	PRECIPITACIÓN PROMEDIO MENSUAL (mm)												TOTAL ANUAL
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
La Fragua *	1971-1989	2,0	2,2	4,0	11,8	81,7	153,3	108,4	103,2	124,6	45,2	10,5	5,4	652,3
Chiquimula FEGUA **	-	1,0	1,0	2,0	12,0	70,0	159,0	117,0	119,0	155,0	68,0	10,0	2,0	716,0
Camotán *	1969-1989	4,2	6,2	6,9	22,9	111,5	206,9	141,3	175,0	191,1	71,4	19,5	6,8	963,7

Fuente: * INSIVUMEH, ** <http://www.maga.gob.gt/sig/D-INFO%20DISPONIBLE/c-ARCHIVOS%20DE%20INFO/C1-Jpg%20Nacional/Tablas%20Nacional> /estaciones%20Climaticas%20Tabla.htm, consultada el 16 de julio de 2003.

6B.2.6.3. TEMPERATURA

La caracterización térmica está basada en los datos recopilados en las diferentes estaciones meteorológicas ubicadas dentro o cerca del corredor de la línea (ver Cuadro 6B.2.5). En todas las estaciones se obtuvo los promedios mensuales y en algunas se consiguieron los máximos y mínimos mensuales de todo el registro. La máxima temperatura registrada es 45,0 °C y la misma se presentó en el mes de marzo en la estación La Fragua, y la mínima es 7,0 °C reportada en el mes de diciembre en dicha estación.

En esta ruta la temperatura media anual varía desde un poco menos de 20 °C hasta los 27 °C. Desde Río Hondo hasta Petapilla la temperatura está alrededor de los 27°C, después de este punto la temperatura del área a la derecha de la línea empieza a disminuir hasta los 20 °C aproximadamente. En esta ruta se observan temperaturas más cálidas (ver Mapa MG-8B).

6B.2.6.4. HUMEDAD RELATIVA

La humedad relativa es la relación entre la cantidad de vapor contenida actualmente en un volumen cualquiera de aire y la que podría contener el mismo volumen si estuviese saturado, expresado en porcentaje.

Este corredor se ubica en un área de altas temperaturas, precipitaciones bajas y mayor cantidad de horas de brillo solar, por lo cual se espera una humedad relativa más baja. Estas características quedan demostrada con el valor medio anual registrado en las estaciones, 70% en la estación La Fragua y Camotán (ver Cuadro 6B.2.6).

Como es de esperarse los últimos meses de la estación seca reportan los valores más bajos de humedad relativa. El mes de septiembre registra el máximo valor anual, 77% en la estación La Fragua y Camotán.

Cuadro 6B.2.5: Temperaturas medias mensuales registradas en las estaciones meteorológicas de la ruta

ESTACIÓN	PERIODO DE REGISTRO	VALOR	TEMPERATURA (° C)												
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
La Fragua	1971-1989	PROM.	25,0	25,9	27,9	29,0	29,1	27,5	27,0	25,8	26,9	26,6	25,9	25,0	26,8
		MÁX.	40,8	41,3	45,0	43,0	43,0	39,7	38,7	38,7	39,4	39,3	38,1	40,5	45,0
		MÍN.	10,0	9,6	10,0	15,0	18,8	16,2	16,5	19,5	18,0	14,5	11,5	7,0	7,0
Camotán	1969-1989	PROM.	23,4	24,2	26,7	27,8	28,2	26,8	26,2	26,3	25,9	25,2	24,2	23,4	25,7
		MÁX.	35,1	36,9	39,0	39,0	38,7	35,6	33,9	34,2	34,4	33,9	34,5	34,1	39,0
		MÍN.	12,8	13,0	14,1	16,2	17,6	19,7	19,0	18,8	18,8	17,0	14,9	12,7	12,7

PROM.: temperatura media mensual, MÁX.: temperatura máxima mensual, MÍN.: temperatura mínima mensual

Fuente: INSIVUMEH.

Cuadro 6B.2.6: Humedad relativa mensual registrada en las estaciones meteorológicas de la ruta

ESTACIÓN	PERIODO DE REGISTRO	HUMEDAD RELATIVA (%)												
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM. ANUAL
La Fragua	1971-1989	68	65	62	66	66	74	74	74	77	75	72	70	70
Camotán	1969-1989	70	61	61	61	65	73	73	75	77	75	74	72	70

Fuente: INSIVUMEH.

Cuadro 6B.2.7: Brillo solar mensual registrado en las estaciones meteorológicas de la ruta

ESTACIÓN	PERIODO DE REGISTRO	BRILLO SOLAR (HORAS MENSUALES)												
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM. MENSUAL
La Fragua	1971-1989	231,0	235,2	281,7	261,9	241,4	209,2	239,8	234,8	204,7	221,0	220,3	211,4	232,7

Fuente: INSIVUMEH.



soluziona
calidad y medio ambiente

Línea de Transmisión Eléctrica 230 kV del Proyecto SIEPAC-Tramo Guatemala
Estudio de Impacto Ambiental

6B.2.6.5. INSOLACIÓN O BRILLO SOLAR

Los meses con más horas de brillo solar son marzo y abril, aproximadamente 9 horas al día. Durante los meses de la estación lluviosa este valor decae a un promedio de 7,5 horas al día de heliofanía registradas.

En el Cuadro 6B.2.7 se muestran los valores de insolación media mensual reportadas en la estación La Fragua, única estación dentro del corredor en la cual se registraba dicho dato.

Según el Mapa de Brillo Solar de la República de Guatemala, elaborado por el MAGA (2001), a lo largo del corredor se registran variaciones apreciables. El rango anual abarca desde 2.400 horas de brillo solar/año hasta 2.800 horas de brillo solar/año, registrándose los máximos valores en el tramo que inicia después de Estanzuela hasta cerca de Tisipe. En los extremos del trazado las horas anuales de brillo solar disminuyen, dándose el mínimo en la frontera con Honduras.

6B.2.6.6. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA

El método utilizado para la caracterización del clima es el de Thornthwaite, que utiliza datos de precipitación, temperatura, humedad y evapotranspiración proporcionando un índice climático. Para ello sólo se tomaron en cuenta las estaciones de más incidencia en precipitación, y para calcular el valor medio se hizo un promedio por región.

Según el Mapa de Clasificación Climática por Thornthwaite de la República de Guatemala, elaborado por el MAGA (2000) (ver Mapa MG-7B), en esta ruta se encuentran tres climas diferentes, éstos son:

- CA', clima semiseco cuya vegetación natural característica son los pastizales
- BB', clima húmedo con vegetación característica de bosque
- DA', clima seco y vegetación característica de estepa

6B.2.6.7. RÉGIMEN DE VIENTO Y TORMENTAS

6B.2.6.7.1. VELOCIDAD DEL VIENTO

La escala de Beaufort de fuerza del viento en superficie es utilizada para estimar la velocidad del viento. Esta escala fue desarrollada en 1806 por el almirante inglés Francis Beaufort con el fin de clasificar el viento en el mar, actualmente se ha adaptado a las condiciones en tierra.

Cuadro 6B.2.8: Escala de Beaufort de fuerza del viento en superficie

	Definición	VELOCIDAD (km/h)	ESPECIFICACIONES
0	Calma	'1	El humo sube verticalmente
1	Ventolina	1-5	La dirección del viento se define por la del humo, pero no por las veletas y banderas
2	Flojito (brisa muy débil)	6-11	El viento se siente en la cara y se mueven las hojas de los árboles, veletas y banderas
3	Flojo (brisa débil)	12-19	Las hojas de los árboles se agitan constantemente, se despliegan las banderas
4	Bonancible (brisa moderada)	20-28	Se levanta polvo y papeles pequeños, se mueven las ramas pequeñas de los árboles
5	Fresquito (brisa fresca)	29-38	Se mueven los árboles pequeños y en los estanques se forman olas pequeñas
6	Fresco (brisa fuerte)	39-49	Se mueven las ramas grandes de los árboles, silban los alambres telefónicos y se utilizan con dificultad los paraguas
7	Frescachón (viento fuerte)	50-61	Todos los árboles se mueven, es difícil caminar contra el viento
8	Temporal (duro)	62-74	Se rompen las ramas delgadas de los árboles, generalmente no se puede caminar contra el viento
9	Temporal fuerte (muy duro)	75-88	Ocurren desperfectos en las partes salientes de los edificios, se desprenden tejas
10	Temporal duro (temporal)	89-102	Arranca árboles y ocasiona daños de consideración en los edificios
11	Temporal muy duro (borrasca)	103-117	Ocasiona destrozos en todas partes
12	Temporal huracanado (huracán)	118-133	Daños generalizados en edificaciones, tendido eléctrico y telefónico
13		134-149	
14		150-166	
15		167-183	
16		184-201	
17		202-220	

Fuente: <http://www.windtarifa.com/tarifainfo/straitgib/winds/beaufort.htm>

De todas las estaciones ubicadas dentro del corredor de investigación, solamente la estación La Fragua presenta datos sobre la velocidad del viento. Las máximas velocidades se reportan durante los meses de febrero y marzo, estación seca, en los cuales los valores promedios

mensuales superan los 10 km/h (ver Cuadro 6B.2.9). El promedio anual es de 8,0 km/h y según las velocidades mensuales observadas los vientos que soplan durante todo el año están clasificadas, conforme a la escala de Beaufort, como flojito (brisa muy débil). Las características de estos vientos son: se siente en el cuerpo y comienzan a moverse las hojas de los árboles.

Cuadro 6B.2.9: Velocidad promedio mensual registrada en las estaciones meteorológicas de la ruta

ESTACIÓN	PERIODO DE REGISTRO	VELOCIDAD DEL VIENTO (km/h)												
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
La Fragua	1971-1989	9,1	10,4	10,0	8,6	8,6	6,5	7,3	7,6	6,2	6,6	7,5	8,1	8,0

Fuente: INSIVUMEH.

6B.2.6.7.2. TORMENTAS

Aunque no se cuenta con mayor información de tormentas, en la región, se dispone de información de aquellos eventos meteorológicos que han causado las mayores catástrofes en el país y con mayor incidencia en la zona de interés, entre ellos están los siguientes:

- 1929, temporal que se debió al efecto de un ciclón que provino del Pacífico. Los daños reportados cubrieron aproximadamente el 24% de la superficie del territorio nacional incluyendo la región de interés.
- El temporal anterior provocado por un ciclón tropical se agravó con la presencia de un frente frío. En esta ocasión se reportaron daños en un 22% del territorio nacional.
- Tres huracanes que en 1933 dañaron aproximadamente un 37% del territorio nacional.
- Finalmente pueden mencionarse los temporales de 1969 y 1974 causados por los huracanes Francelia y Fifí, provenientes del Mar Caribe y territorio hondureño respectivamente.
- El huracán Mitch afectó principalmente la parte nororiental del país, la parte suroccidental y central aunque en general afectó a todo el país.

6B.3. MEDIO BIÓTICO

6B.3.1. VEGETACIÓN

6B.3.1.1. INTRODUCCIÓN

6B.3.1.1.1. IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

Esta área tiene una superficie de 298 km² a ambos lados de la líneas de la ruta Panaluya – Frontera con Honduras. Se caracteriza por presentar un 70% de su superficie altamente perturbada en donde abundan especies pioneras como las gramíneas, cyperáceas y unos cuantos árboles aislados de bajo porte, además se realizan muchas prácticas agrícolas que incluyen la siembra de cultivos temporales como: maíz, sorgo, tabaco, tomate, sandía, melón, y pastos mejorados como la *Hyparrhenia rufa* (jaraguá); entre los cultivos permanentes de esta

región se tienen la siembra de café y algunos cítricos. También se llevan a cabo actividades avícolas y de ganadería. El tipo de vegetación más sobresalientes corresponde en su mayoría herbazales y rastrojos.

6B.3.1.1.2. SITUACIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA

En esta área son escasas las actividades de control y mejoramiento de los suelos. También se observó que en los herbazales había procesos erosivos laminares, de surcos y de cárcavas.

En las áreas asociadas a los cuerpos de agua hay mucha sedimentación de partículas, las cuales se derivan del lavado de los suelos por los procesos erosivos, también sobre estas áreas se vierten plaguicidas y aguas residuales que contaminan y afectan la biodiversidad en general de las especies vegetales y animales.

La deforestación aunada a las características climáticas, favorecen la ocurrencia de incendios forestales de forma espontánea o provocados, incluso durante el recorrido se observó en el punto Santa Lucía que existen problemas de quema intensiva.

Otros de los problemas ambientales es la mala disposición de los residuos sólidos, ya que se observaron tiraderos a cielo abierto en los cuales se quema la basura intencionalmente.

6B.3.1.1.3. PROCESOS E INTERACCIONES PRESENTES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA

En el área de influencia la deforestación por las prácticas de actividades agrícolas incrementa los procesos erosivos en ambas rutas, lo cual amerita que se instalen muros de contención especialmente en los terrenos con cárcavas. Las construcciones de carreteras sin la instalación de muros de contención o repoblación con gramíneas provocan derrumbes sobre las vías, esto se observó a la altura de Teocinte hasta El Tablón en los Departamento de Santa Rosa hasta el Departamento de Jutiapa.

El uso excesivo de plaguicidas en las áreas de cultivo, puede contaminar los recursos hídricos y afectar todos los niveles tróficos de las cadenas alimenticias de los organismos.

La fragmentación de los hábitats naturales por la deforestación y la cacería indiscriminada de especies, principalmente de mamíferos, afectan la estabilidad ecológica de las poblaciones de organismos, ya que la transformación de los hábitats trae como resultado reducción de la riqueza de algunas especies y otras en cambio, que son propias de estos hábitats perturbados aumentan su población.

6B.3.1.1.4. METODOLOGÍA

Para la realización de este estudio de impacto ambiental en su componente biológico, se empleó la metodología de evaluación ecológica rápida (EER) desarrollada por The Nature Conservancy (TNC) (Sobrevila & Bath, 1992). Esta metodología permite obtener información científica y confiable, para poder así aplicarla en las tomas de decisiones en proyectos de desarrollo para una determinada área. Esta metodología consiste en la revisión de literatura, utilización de imágenes de satélite, fotografías aéreas y verificación en el campo de la información por medio de itinerarios en el área de influencia del proyecto.

Para tal fin se confeccionó un listado de toda la información que se utilizaría como complemento de este estudio y se contó con la colaboración de especialistas en biología de Guatemala, adicionalmente se realizó una visita a la Universidad de San Carlos de Guatemala, universidad nacional para revisar las colecciones de referencia del herbario, museo de vertebrados, serpentario, jardín botánico y colección de madera (xiloteca). Adicionalmente se realizó una visita al centro de buhonerías de Antigua para obtener de los artesanos locales información sobre el potencial de la flora y fauna en la confección de sus mercancías.

Para el trabajo de campo se realizó el recorrido por el trazado. La organización de la logística de los itinerarios consistió en referenciar los puntos geográficos del área de influencia del Proyecto, utilizándose mapas cartográficos y equipos receptores del Sistema de Posicionamiento Global (GPS). Durante el recorrido se realizaron observaciones de las especies presentes en los lugares y se entrevistaron a los residentes de las comunidades vecinas del área del Proyecto para así complementar la información obtenida en el campo. Con el propósito de estudiar la fauna se realizaron caminatas a lo largo de los senderos y demás

vías de acceso. Otra información que se obtuvo durante los itinerarios al área de influencia fue la detección de los principales problemas ambientales y amenazas que afectan a la estabilidad de las especies, información que sirvió de base para confeccionar el respectivo mapa.

En cuanto a la caracterización de los distintos tipos de vegetación y hábitats faunísticos se consideraron el Mapa de Zonas de Vida de Holdridge para Guatemala, Cobertura Forestal, Ecosistemas Terrestres con la clasificación de la UNESCO y el de las Áreas Protegidas. Sobre estos mapas se determinó el recorrido de la ruta importando las coordenadas de los tramos de la línea de transmisión a los formatos vectoriales utilizando el programa de ArcView. Con la información presentada en los mapas se pudo realizar una proyección más precisa sobre las características de la vegetación y de los hábitats faunísticos de las especies involucradas en el área de influencia del Proyecto.

Para determinar la densidad de la vegetación se empleó el Sistema Norlim el cual se expresa en grados y considera la distancia entre los individuos.

La determinación de los estados de conservación de las especies de animales y flora consistió en la revisión de las especies identificadas en las Listas Rojas de Guatemala para la flora y la fauna, las Listas Rojas de la Unión para la Conservación de los Recursos Naturales (IUCN) y Centro Mundial de Conservación y Monitoreo (WCMC), también se utilizó la Base de Datos de Trópicos del Missouri Botanical Garden, Saint Louis Missouri (W³tropicos). También se obtuvo información de algunas publicaciones sobre la flora y fauna silvestre de Guatemala.

6B.3.1.2. DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN EN LA LÍNEA BASE

6B.3.1.2.1. ZONAS DE VIDA (MARCO BIOGEOGRÁFICO Y BIOCLIMÁTICO)

Las asociaciones vegetales se describen como aquellas comunidades vegetales cuyas especies son más o menos homogéneas, caracterizadas por dos o más especies dominantes, la formación de las mismas se describe en las distintas zonas de vida³. La descripción de

³ Tales zonas de vida pueden definirse como una unidad climática natural, en la que se agrupan diferentes asociaciones (por ejemplo asociación de pinos y encinos), correspondientes a determinados ámbitos de temperatura, precipitación y humedad.

dichas zonas de vida se basa en el sistema de Holdridge que es estrictamente ecológico y define cuantitativamente la relación que existe en el orden natural entre los factores del clima y la vegetación. Entre los factores de clima se consideran los valores de: biotemperatura media anual, expresada en grados centígrados; precipitación total anual, expresada en milímetros; y humedad determinada por la relación entre temperatura y precipitación. Con relación a los factores de la vegetación se consideran: la altura en metros de los árboles, área basal, números de árboles con menos de 10 cm de DAP⁴ y el número de las especies.

La superficie total de Guatemala, corresponde a la región fitogeográfica subtropical, con inclusiones que son de la región tropical. En la región subtropical, se determinaron dos pisos altitudinales: montano bajo y montano.

Las características distintivas de las zonas de vida que están incluidas la ruta del Proyecto se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro No. 6B.3.1: Zonas de vida encontradas en la Ruta II, Panaluya - Frontera con Honduras

ABREV.	ZONA DE VIDA	T. MEDIA (°C)	PRECIPITACIÓN (mm)	EVAPOTRANSPIRACIÓN (%)
me-S	Monte Espinoso Subtropical	24 - 26	400 - 600	1,25
bs-S	Bosque Seco Subtropical	19 - 24	855	1,50
bh-MB	Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical	15 - 23	1.344	0,75

Fuente: MAGA, 2003.

→ Indicadores vegetales

Los indicadores vegetales son aquellas especies arbóreas más comunes en una zona de vida, pero debido a la gran diversidad que presentan algunos bosques tropicales, se considera la frecuencia de 25 o más árboles de la misma especie en una hectárea para que se determine como indicador vegetal. En el Anexo 11, Especies indicadoras se listan las especies vegetales identificadas en cada una de las zonas de vida citadas anteriormente.

A continuación se detalla cada una de las zonas de vida por las cuales pasará la línea de transmisión del Proyecto.

⁴ Diámetro a la altura del pecho, aproximadamente a 1,3 m.

- Monte Espinoso Subtropical “me-S”

Este tipo de vegetación abarca ambos lados de la línea a la altura de Río Hondo. Atraviesa La Fragua y Zacapa, pasando a lado derecho de Santa Rosalía y cubre una pequeña porción hacia el sur de Agua Blanca al lado izquierdo de la línea; posteriormente al noreste de sitio El Ingeniero atraviesa San Antonio y El Morral, a la izquierda de la línea de transmisión (ver Mapa MG-12B).

A continuación se presenta la descripción de esta zona de vida a nivel nacional incluyendo las características climáticas: presenta escasa precipitación, con temperaturas promedio de 24 a 26 °C y una altitud que varía de 180 a 400 m.s.n.m. Ocupa menos del 1% del territorio nacional con 928 km², que incluyen parte del valle del Motagua, La Fragua, Zacapa y Chiquimula. Con regadíos son posibles los cultivos, especialmente sandía, melón, tomate, chile y tabaco (Holdridge, L. 1997).

- Bosque Seco Tropical “bs-S”

Esta zona de vida se inicia al principio de la línea a ambos lados, ocupando una pequeña fracción de la superficie al lado norte del río Motagua, después incluye las áreas de Santa Rosalía, Santa Lucía, Agua Blanca y El Ingeniero, pasando por ambos lados de la vía alternamente; posteriormente también a ambos lados de la vía se encuentran Chiquimula, Labor Ponderosa, El Pinal y el sureste de Veguitas y finalmente, al noreste de Los Hernández, atravesando Pajcó, El Cuje y Shupá hasta llegar al sureste del río Grande o Camotán (ver Mapa MG-12B).

A continuación se presenta la descripción de esta zona de vida a nivel nacional incluyendo las características climáticas: presenta escasa precipitación de 855 mm, con temperaturas promedio de 19 a 24 °C y una altitud que varía de 0 a 1.200 m.s.n.m. Del territorio nacional comprende el 3,6 %, que equivale a una extensión de 3.964 km², comprende una faja angosta de 3 a 5 km en el litoral Pacífico y parte del valle del Motagua, en Chiquimula, Camotán y Jicotán y parte de Jutiapa. Los terrenos inclinados deben protegerse, para mantener la cubierta vegetal. Los suelos con regadío pueden producir caña de azúcar, frijol, ajonjolí, maní,

melón, sandía, tomate, yuca, chile, loroco, etc., también pueden cultivarse frutales como mango, guanabana y marañón (Holdridge, L. 1997).

- **Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical “bh-MB”**

Esta zona de vida se inicia al lado derecho de la línea de transmisión, siendo el poblado más cercano El Ingeniero, ocupando una pequeña fracción del área del proyecto, continúa por el Municipio de San Juan Ermita atravesando varios poblados entre los cuales están Buena Vista, El Zarzal, Tisubín y Jocotán, a ambos lados de la línea de transmisión, y finalmente ocupa pequeñas fracciones de forma alterna a ambos lados de la línea incluyendo Lelá, Obraje, El Cuje, Shupá, norte de río Grande y Anisillo (ver Mapa MG-12B).

A continuación se presenta la descripción de esta zona de vida a nivel nacional incluyendo las características climáticas:

El patrón de lluvias varía de 1.057 a 1.588 mm, con temperaturas en el rango de 15 °C a 23 ° C. La altitud varía de 1.500 a 2.400 m.s.n.m. en las Monañas del Mico. Del territorio nacional comprende el 9%, que equivale a una extensión de 9.769 km². Comprende una faja que va de Mixco en el Departamento de Guatemala, dirigiéndose al noroeste del país pasando por San Juan, San Pedro, San Lucas Sacatepéquez, Chimaltenango, San Martín Jilotepeque, Zaragoza, Santa Cruz Balanyá, San José Poaquil, Chichicastenango, Santa Cruz del Quiché, Momostenango y Huehuetenango (Holdridge, L. 1997).

6B.3.1.2.2. SERIES DE VEGETACIÓN POTENCIAL (CLIMATÓFILA Y EDAFÓFILA)

Las series de vegetación potencial relacionan las clases de vegetación con el uso de suelo y las características climáticas del área de estudio.

En esta ruta, la categoría de capacidad de uso de la tierra corresponde generalmente al tipo VII, para el que se describen tierras no cultivables, aptas solamente para fines de producción forestal, con relieve quebrado y pendientes muy inclinadas (MAGA, 2001).

Para el área comprendida entre El Ingeniero y Labor Ponderosa el suelo es de tipo VIII, que indica tierras no aptas para el cultivo, pero sí para parques nacionales, recreación y vida silvestre y protección de cuencas hidrográficas. Se presentan relieves muy quebrados escarpados o playones.

Las clases de vegetación que predominan a lo largo de toda la ruta son los arbustales o rastrojos y los herbazales (ver Mapa MG-13B).

Cuadro 6B.3.2: Serie de vegetación potencial y características climatófilas y edafófilas en la Ruta II

SERIES DE VEGETACIÓN /	CLIMA TÓFILAS	TRAMO						
		PANALUYA-ESTANZUELA	LA FRAGUA-SANTA ROSALÍA	EL INGENIERO-LABOR PONDEROSA	VADO HONDO-JICARAL	VEGUITA S-SAN JUAN ERMITA	TISUBÍN-BRASILAR	EL MINERAL-SHUPÁ-EL FLORIDO
	T:	27	28	28	28	28	24	28
	P:	700	500	500	700	1.000	1.200	1.700
	H:	75	65	65	80	80	80	80
Bosques siempreverde								*
Bosque semidecíduo						*		*
Bosque decíduo					*			
Bosque espinoso		*	*					
Arbustales o rastrojos		*	*	*	*	*	*	*
Herbazales		*	*	*	*	*	*	*
Potreros			*	*				*
Cultivos anuales				*	*	*	*	*
Cultivos permanentes						*		*
Pastos mejorados			*	*				
T: Temperatura (°C), P: Precipitación (mm), H: Humedad relativa (%)								
*: Vegetación presente en base a las más relevantes								

Fuente: Elaboración propia con base al Mapa de Clasificación de los Ecosistemas Terrestres (UNESCO Modificada), 2003.

6B.3.1.2.2.1. COBERTURA FORESTAL Y DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN

La cobertura forestal en esta ruta se caracteriza por presentar bosques secundarios y áreas de arbustos, aunque también se encuentran áreas de cultivo intensivo hacia La Fragua y Agua Blanca, en algunas zonas la cubierta vegetal es abundante 100% al 50% en estos puntos, no así en El Ingeniero, Veguitas, Tisubín y Shupá donde ocupa del 30% al 15%. Hacia Estanzuela, Zacapa y Santa Rosalía se observan asociaciones de bosques secundarios y áreas de arbustos que representan entre el 35% y el 20% del terreno (ver Mapa MG-13B).

- Cultivos

Las asociaciones mixtas de cultivos se aprecian en las áreas del Brasilar, El Mineral, Shupá y El Florido, con una extensión aproximada de 35% a 15% del terreno. Las asociaciones latifoliadas de cultivos se observan en algunos puntos sobre la franja que atraviesa Agua Blanca y San Juan Ermita y representan del 25 % al 15% del terreno. Hacia el oeste de Estanzuela, El Ingeniero y Labor Ponderosa no hay cobertura forestal significativa y al norte de San Juan Ermita y Tisubín esta situación es similar.

- Herbazales

Las áreas de herbazales son más dominantes en esta ruta, este estrato presenta bajo porte de 0,5 a 2 m de altura, en las primeras etapas del recorrido a la altura de Panaluya, Estanzuela, La Fragua, Santa Rosalía y Agua Blanca. Estos herbazales presentan especies espinosas propias de bosques secos como lo son: *Acasia collinsii* (cuernito), *Acasia farnesiana* (espino), *Acanthocereus* sp. (cactus), *Cephalocereus* sp. (cactus), *Pereskia* sp. (cactus). Las familias más representativas son: Gramineae (gramíneas) (poaceae), Convolvulaceae (convolvuláceas), Cyperaceae (ciperáceas) y Acanthaceae (acantáceas), con abundancia de las siguientes especies: *Hyparrhenia rufa* (jaraguá), *Brachiaria* sp. (zacate pará), *Panicum* sp. (pasto), *Setaria* sp. (limpia botella, cola de zorro), *Cyperus* sp. (coyolillo), *Rhynchospora* sp., *Justicia* sp. (justicia), *Ruellia* sp. (petunia salvaje) y *Ipomoea* sp. (bejuco, campanilla).

Las sabanas o herbazales que comprenden las áreas de El Ingeniero, Labor Ponderosa, Vado Hondo, Jicaral y Vegitas presentan alturas de entre 1 a 2 m y las familias de plantas más representativas son: Gramíneas, Cyperaceae (ciperáceas), Compositae (compuestas), Acanthaceae (acantáceas) y Malvaceae (malváceas). De las mismas abundan las siguientes

especies: *Brachiaria* sp. (zacate pará), *Panicum* sp. (pasto), *Hyparrhenia rufa* (jaraguá), *Cyperus* sp. (coyolillo), *Setaria* sp. (cola de zorro, limpia botella), *Bidens pilosa* (aceitilla, mozote), *Blechnum* sp. (helecho) y *Sida* sp. (escobilla).

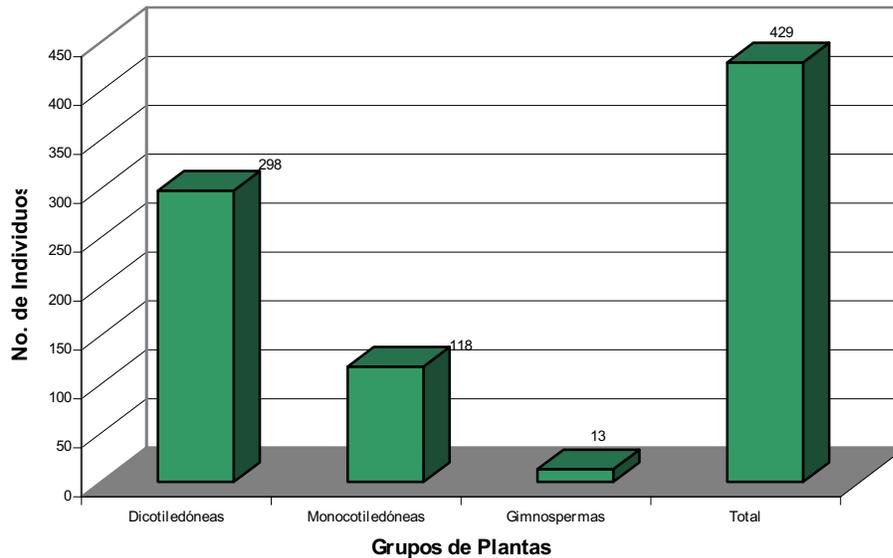
▪ Rastrojos

En las áreas de rastrojo se observan árboles aislados que en su mayoría limitan los linderos de las fincas, de estas especies se destacan: *Crescentia alata* (morro) y *Gliricidia sepium* (madre cacao), estos árboles tienen una altura de 3 a 6 m. También se encuentran especies arbóreas pioneras como: *Bursera simarouba* (palo de jote), *Cochlospermum vitifolium* (pochote, pumpo), *Guazuma ulmifolia* (guácimo), *Apeiba tibourbou* (jocote de mico), *Byrsonima crassifolia* (nance) y *Luehea seemannii* (guácimo macho). Otras especies de la familia Cactaceae (cactus) aisladas como: *Opuntia guatemalensis* (tuna), *Cephalocereus* sp. (cactus) y *Acanthocereus* sp. (pitaya). Las especies de coníferas observadas para esta ruta son: *Pinus oocarpa* (pino ocote), *Pinus caribaea* (pino de costa, pino del Petén) y *Cupressus* sp. (ciprés)

6B.3.1.2.2.2. DIVERSIDAD DE LAS ESPECIES VEGETALES

El total de individuos presentes en ambas rutas es de 429, distribuidos en las siguientes clases taxonómicas: Dicotiledóneas con 298 individuos, Monocotiledóneas con 118 individuos y Gimnospermas con 13 individuos, ver la relación en la siguiente gráfica.

Inventario General de la Flora SIEPAC-Guatemala



La cantidad de individuos registrados está relacionada con la cobertura vegetal del área.

→ Familias de plantas más dominantes

De acuerdo con el inventario general de la flora, las familias más abundantes son: Leguminosae, Gramineae, Compositae, Bignoniaceae y Anacardiaceae.

Las familias con mayor número de especie son: las leguminosas con 27, gramíneas con 17 y euforbiáceas con 9 especies (ver el Anexo 12, Inventario de flora).

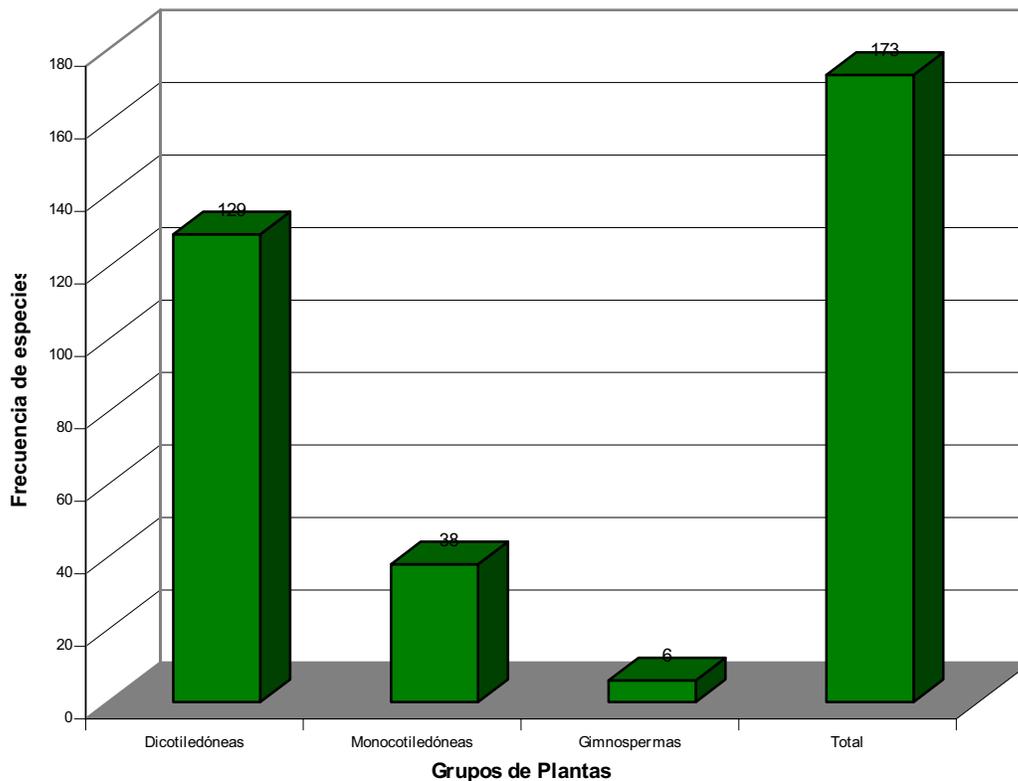
En la familia Leguminosae (leguminosas) el género más representativo es *Acacia* sp. (palo espinudo), el cual se observa en áreas de potrero y montes espinosos secos, estos arbustos tienen espinas que propician asociaciones con hormigas. Entre la especie arbórea más dominante de esta familia están: *Gliricidia sepium* (madre cacao) y *Enterolobium cyclocarpum* (conacaste). La segunda familia con mayor número de registros es Gramínea, representada por: *Brachiaria* sp. (zacate pará), *Hyparrhenia rufa* (jaraguá), *Panicum* sp. (pasto), *Paspalum* sp. (pasto horquilla) y *Zea mays* (maíz). La tercera familia con mayor número de registro es Bignoniacea (bignoniáceas) en la cual la especie *Crecentia alata* (morro) es la más

representativa. La mayoría de las especies de estas familias son pioneras y características de hábitats altamente perturbados por las actividades antropogénicas como la deforestación, ganadería y agricultura inapropiada.

→ Riqueza de especies de la Flora

Se contabilizó un total de 173 familias distribuidas en los siguientes grupos taxonómicos: 129 Dicotiledóneas, 38 Monocotiledóneas y 6 Gimnospermas.

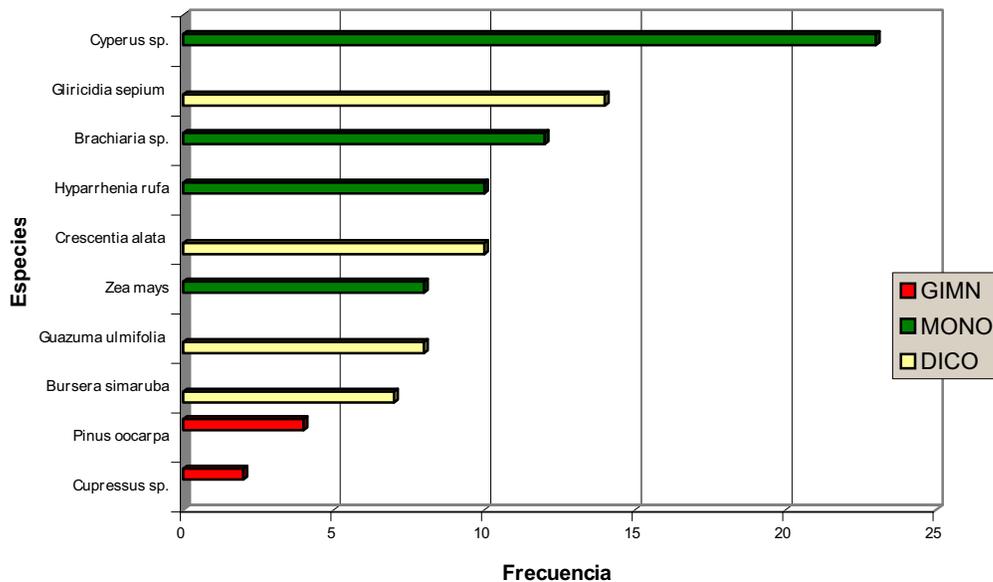
Riqueza de Especies de la Flora en la Ruta II, Panaluya - Frontera con Honduras



→ Especies dominantes de la Flora

En la siguiente gráfica se indican las especies dominantes de esta ruta.

Especies dominantes de la Flora Ruta II, Panaluya - El Florido



Códigos. GIMN: Gimnospermas, MONO: Monocotiledóneas, DICO: Dicotiledóneas

Las especies de monocotiledóneas dominantes para esta ruta pertenecen a la familia de las Gramíneas y Ciperáceas, con los géneros: *Cyperus* sp. (coyolillo), *Brachiaria* sp. (zacate pará) y *Hyparrhenia rufa* (jaraguá), estas especies son pioneras para los estados de sucesión vegetal. Entre las dicotiledóneas dominantes destacan: *Gliricidia sepium* (madre cacao) y *Crescentia alata* (morro), también consideradas como especies pioneras en los primeros estadios de sucesión ecológica.

6B.3.1.2.2.3. TIPO DE VEGETACIÓN

El Mapa Regional de los Ecosistemas de Centroamérica (MBC, CCAD, CATIE, 1999) contiene una clasificación de la vegetación basada en los Tratamientos y Métodos de la Ecológica de la Vegetación (D. Mueller-Dombois & H. Ellenberg, 1974). Según el documento citado, en la ruta se encuentran los siguientes tipos de vegetación.

Cuadro 6B.3.3: Tipo de vegetación encontrada en el área de influencia del Proyecto

TIPO DE VEGETACIÓN
Arbustal decíduo latifoliado de tierras bajas en suelos pobres, bien drenados
Arbustal decíduo microlatifoliado de tierras bajas, bien drenadas
Bosque tropical siempreverde estacional mixto submontano
Bosque tropical semidecíduo latifoliado sub montano
Bosque tropical semidecíduo mixto submontano
Bosque tropical siempreverde estacional mixto montano inferior
Bosque tropical siempreverde estacional mixto montano superior
Sistema agropecuario

Fuente: Mapa Regional de los Ecosistemas de Centroamérica, 1999.

De estos tipos de vegetación la que ocupa mayor extensión en el área de influencia de la línea de transmisión es el Sistema agropecuario, donde se observan sabanas y se cultivan productos anuales. Las sabanas son llanuras de gran extensión dominadas por especies de gramíneas con algunos árboles aislados deciduos y con especies xeromoróficás (D. Mueller-Dombois & H. Ellenberg, 1974).

El Bosque tropical semidecíduo latifoliado en tierras bajas, bien drenadas se encuentra a la altura de La Fragua hasta Agua Blanca. Este tipo de vegetación se caracteriza por presentar árboles generalmente con doseles superiores deciduos durante los períodos de sequía y muchas de las especies del sotobosque son arbustos siempre verdes o esclerófilos, casi todos los árboles tienen yemas de protección y la mayoría presentan cortezas ásperas (D. Mueller-Dombois & H. Ellenberg, 1974). En las tierras bajas de este tipo de vegetación muchos de los fustes de los árboles tienen forma de botella, por ejemplo la especie *Ceiba pentandra* (ceiba) se encuentra en el área estudiada, adicionalmente se observan especies suculentas de la familia Cactaceae, entre algunos ejemplos observados en esta área se tiene a: *Acanthocereus pentagonus* (pitaya), *Cephalocereus* sp. (cactus), *Cleistocactus* sp. (cactus), *Opuntia guatemalensis* (tuna) y *Pereskia* cf. *Bleo* (pitaya de árbol). También se observan láminas de herbazales constituidas por gramíneas específicamente.

En los bosques tropicales semidecíduos montanos los doseles inferiores están cubiertos por epífitas xerófitas (D. Mueller-Dombois & H. Ellenberg, 1974), en el área de estudio se observan varias especies de Bromeliaceas epífitas y Orquídeas como: *Tillandsia* cf. *anceps* (epífitas), *Tillandsia* sp. (tillandsia, gallito) y *Oncidium* cf. *ampliatum* (orquídea), respectivamente.

En el bosque tropical siempreverde estacional montano los arbustos siempreverdes son muy frecuentes y los árboles miden menos de 50 m de altura (D. Mueller-Dombois & H. Ellenberg, 1974). En este tipo de bosque la especie indicadora es el bambú, de importancia comercial y artesanal.

→ Descripción General del Tipo de Vegetación por Ruta

En esta ruta se cuenta con ocho tipos de vegetación distintas, éstas son: Arbustal deciduo latifoliado de tierras bajas en suelos pobres, bien drenados; Arbustal deciduo microlatifoliado de tierras bajas, bien drenadas; Bosque tropical siempreverde estacional mixto submontano; Bosque tropical semideciduo latifoliado submontano; Bosque tropical siempreverde estacional mixto montano inferior; Bosque tropical siempreverde estacional mixto montano superior y Sistema agropecuario (ver Mapa MG-XB). A continuación se presenta una breve descripción de estos tipos de vegetación.

- Arbustal deciduo latifoliado de tierras bajas en suelos pobres, bien drenados

Este tipo de vegetación sólo se encuentra al inicio de la línea en una pequeña fracción, después en Agua Blanca, El Ingeniero, Ticanlú, Tisubín y Jocotán, se caracteriza por presentar arbustos de hojas anchas que se caen en ciertas estaciones del año.

- Arbustal deciduo microlatifoliado de tierras bajas, bien drenadas

Este tipo de vegetación sólo se encuentra al inicio de la línea en el poblado de Río Hondo, se caracteriza por presentar arbustos de hojas delgadas y reducidas que se caen en ciertas estaciones del año.

- Bosque tropical siempreverde estacional mixto submontano

Este bosque ocupa una gran extensión del área del Proyecto, inicia en Estanzuela en ambos lados de la línea, luego se interrumpe para llegar a la altura de El Ingeniero, cruza por Labor Ponderosa hasta Pajcó y se encuentra al final al norte de Shupá hasta llegar a Tajún. Presenta especies siempreverdes arbóreas y arbustos, los árboles de este tipo de vegetación no poseen helechos epífitos, los arbustos con hojas siempreverdes son frecuentes.

- **Bosque tropical semideciduo mixto submontano**

Este tipo de vegetación sólo se observa en una pequeña región localizada entre Tisipe y Quesera, presenta árboles y arbustos con hojas perennes y deciduas, las especies epífitas son escasas, y los estratos herbáceos están bien esparcidos.

- **Bosque tropical siempreverde estacional mixto montano superior**

Este bosque se encuentra desde Llano de Piedra hasta Santa Lucía ambas regiones al lado derecho de la línea de transmisión, la vegetación característica de estos bosques son las especies siempreverdes tanto arbóreas como arbustos de bajo porte y lianas, las epífitas son escasas.

- **Bosque tropical semideciduo latifoliado submontano**

Este tipo de vegetación se encuentra al sur de Agua Blanca y una pequeña región al lado izquierdo de la línea de transmisión desde Labor Ponderosa hasta Buena Vista, se caracteriza por presentar árboles de bajo porte con hojas semideciduas, generalmente cubiertas por epífitas xerofíticas.

- **Bosque tropical siempreverde estacional mixto montano inferior**

Este bosque se encuentra reducido al lado izquierdo de la línea en las regiones de Los Planes hasta Las Cruces continuamente, una pequeña porción al noreste de Tierra Blanca y finalmente de Petentá hasta Lelá Chancó, presenta especies siempreverdes de árboles y arbustos de bajo porte, las lianas y las epífitas son escasas.

- **Sistema agropecuario**

Este tipo de vegetación comprende la mayor extensión a lo largo de la línea, inicia a la altura de Estanzuela, pasa por ambos lados de la línea de transmisión y después va desde el noroeste de El Ingeniero cruza El Pinal continuamente, se interrumpe luego para seguir al norte de Shupá hasta el sur de Tajún donde finaliza en el límite de quebrada Tajón, las especies herbáceas están ampliamente distribuidas y se realizan muchas actividades agrícolas. Se puede decir que esta área se encuentra sumamente perturbada por actividades humanas.

6B.3.1.2.3. ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS ESPECIES VEGETALES (SINGULARES, PROTEGIDAS, RARAS Y EN VÍA DE EXTINCIÓN)

Según los resultados del inventario florístico realizado a lo largo del área de influencia de las dos rutas, se encontraron un total del 10 especies que presentan un estado de conservación.

Cuadro 6B.3.4: Estado de Conservación de las especies estudiadas en la Ruta II, Panaluya – Frontera con Honduras

ESPECIE	FAM	NOMBRE COMÚN	END	CITES	IUCN	LR	RUTA
<i>Acanthocereus sp.</i>	CAC	cactus				* ** ,	II
<i>Aloe vera</i>	LIL	sábila				**	II
<i>Cephalocereus sp.</i>	CAC	cactus				* ** ,	II
<i>Euphorbia sp.</i>	EUP	cactus		2		*	II
<i>Oncidium cf. ampliatum</i>	ORC	orquídea				**	II
<i>Opuntia guatemalensis</i>	CAC	tuna				*	II
<i>Pereskia cf. bleo</i>	CAC	pitaya de árbol				* ** ,	II
<i>Pereskia sp.</i>	CAC	cactus				*	II
<i>Tillandsia sp.</i>	BML	tillandsia				* ** ,	II
<i>Cedrela pacaya</i>	MEL	cedro	En			?	II
Especies Protegidas R.F (INDE)							
<i>Swietenia humilis</i>	MEL	caoba				*	
<i>Cedrela pacaya</i>	MEL	cedro					
<i>Tabebuia donnell smithii</i>	BIG	palo blanco, primavera					
<i>Tabebuia heterophylla</i>	BIG	matilsguate					
<i>Ceiba pentandra</i>	BOM	ceiba					
CITES 1: Incluye todas las especies en peligro de extinción que pueden ser afectadas por el tráfico. CITES 2 Todas las especies que, si bien en la actualidad no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, podrían llegar a esta situación a menos que el comercio en especímenes de dichas especies esté sujeto a una reglamentación estricta. IUCN: VU: Vulnerable, EN: En Peligro, EPL: En peligro protegida por ley. LR *: Lista Roja de la Flora Silvestre de Guatemala, LR **: Lista Roja de la Flora silvestre de Guatemala, especies reproducidas permitidas para comercio interno y exportación comercial, no aparece su distribución para Guatemala.							

Fuentes: Lista Roja de la Flora Silvestre de Guatemala, CITES 1998, IUCN 1996 W3TROPICOS Missouri Botanical Garden; INDE 1994 y elaboración propia con base en el inventario florístico, 2003.

De todas estas especies el género *Euphorbia sp.* (cactus) presenta el mayor estado de conservación, ya que está incluida en el apéndice CITES 2.

El género *Euphorbia sp.* (cactus) es considerado como amenazado si no se adoptan medidas estrictas en cuanto al tráfico del mismo. Este género es conocido comúnmente como

“alacranillo”, se describe como: “arbustos, árboles o hierbas anuales o perennes, por lo general provistas de látex blanco” (PROCYMAC, 2003). La especie de este género que se observa en los bosques espinosos denota hábito de herbácea. A este género se le aducen propiedades medicinales: “El tallo lechoso se usa como tapón de muela, en piezas con dolor” (PROCYMAC, 2003).

Cabe agregar que de acuerdo con las leyes nacionales de Guatemala todas las especies de la Familia Cactaceae están protegidas por ley. Las especies *Opuntia guatemalensis* (tuna) y *Pereskia cf. bleo* (pitaya de árbol), no aparecen distribuidas para Guatemala según los registros electrónicos del Missouri Botanical Garden, lo cual indica que se deben realizar más investigaciones y colectas para actualizar estos registros, con el propósito de poder definir el grado de distribución de estas especies.

6B.3.1.2.4. FRAGILIDADES DE LOS SISTEMAS VEGETALES

En cuanto a la fragilidad de los sistemas vegetales, solo se ha reportado una especie con estas características .

Para las situaciones de especial fragilidad se consideran las formaciones o especies relictas¹³, endémicas¹⁴, comunidades o formaciones en el límite del área de distribución y los "enclaves" con cubierta vegetal muy limitada. En el área estudiada no se observaron especies relictas. En cuanto a las especies endémicas sólo se registra una especie *Cedrela pacaya* (cedro) la cual se halla en el: “Área de Amatitlán lugar Cachiflanas inmediaciones del volcán de Pacaya a 2.000 –2.500 m.s.n.m” (Missouri Botanical Garden-W3TROPICOS, 2003). La misma se observó únicamente en Estanzuela y es de uso maderable.

6B.3.1.2.4.1. ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN

¹³ **Relicta:** cualquier entidad, comunidad, especie, individuo o género que ahora ocupa una pequeña parte de un área o un hábitat donde alguna vez fuera abundante (Daubenmirre R.F., 1979).

¹⁴ **Endémica:** planta que se considera oriunda del país o región donde crece (Font Quer, P., 1982).

Entre los patrones estructurales de la vegetación se tienen aspectos como: densidad, cobertura vegetal, distribución de las formaciones y estratificación de las masas vegetales.

- Densidad

En el área de estudio existen bosques secundarios jóvenes y algunos bosques secundarios maduros representados por bosques de coníferas. Los bosques de coníferas que se encuentran en estas áreas se ubican dentro de los grados 5-6 y 7, que definen a las densidades abundantes en las cuales la distancia entre los individuos varía de 1-0,5 m, 0,5-0,15 m y 0,15-0,25 m, respectivamente.

Los bosque de coníferas se observan a la altura de Veguitas y El Florido principalmente. En el área de Veguitas el estrato arbóreo mide de 10-15 m, un estrato arbustivo de 2-3 m, el estrato herbáceo mide de 0,5-1 m en el cual hay especies de las familias solanacea, compositae y gramíneas. Para el área de El Florido se observan rodales de Pinus y árboles mixtos de roble, aceituno, nance, quebrahacha, etc. La altura del estrato arbóreo es de 15 a 20 m.

- Distribución de las formaciones vegetales

La formación de comunidades vegetales, según la clasificación propuesta por P. Font Quer (1984), distribuidas en el área de estudio corresponden a: herbazales (60%), rastrojos (25%), bosques secundarios jóvenes (10%) y bosques secundarios maduros (5% coníferas). El índice de uso de suelo considera los siguientes sistemas de producción: sistema mixto, cultivos permanentes, cultivos anuales y pasturas. Su análisis determinó que el área en donde se ejecutará el Proyecto se encuentra dentro de la categorías de agricultura inapropiada y uso inapropiado de la tierra, estas categorías sugieren la conveniencia de darles otros usos y aplicar técnicas para el mejoramiento de los suelos y también dejar muchas de estas zona para vegetación natural.

- Estratificación de las masas vegetales

La estratificación de las masas se caracterizan por presentar tres estratos:

- Primer Estrato (herbáceo): menor a 3 m de altura, en este estrato predominan: Gramíneas y Ciperáceas.

- Segundo Estrato (arbustivo): entre 4 y 15 m de altura, sobresalen las siguientes familias: Compositae, Melastomataceae y Acanthaceae.
- Tercer Estrato (arbóreo): de 16 a 30 m de altura, las familias más representativas son: Leguminosae, Bignoniaceae, Sterculiaceae, Meliaceae, Burseraceae, Pinaceae, Anacardiaceae, Moraceae y Simarubiaceae.

Esta ruta presenta una mayor heterogeneidad de las formaciones vegetales y un estrato arbóreo más alto, la estratificación de las masas vegetales presenta mayor rango de altura.

6B.3.1.2.4.2. FUNCIONES DE CONECTIVIDAD

Las funciones de conectividad definen aquellos parches continuos de bosques que permiten el desplazamiento de elementos faunísticos, estas áreas corresponden a bosques bien conservados.

Los parches de bosque más conservados se encuentran a la altura de El Mineral y El Florido. En el área de El Mineral el bosque de coníferas tiene una altura de 15 a 20 m. En el sitio El Florido el bosque de coníferas es más heterogéneo, con una altura de 18 a 20 m, entre las especies presentes se encuentra el *Pinus* spp. (pino), también se encuentra un bosque secundario joven donde las especies comunes son: *Tabebuia rosea* (matilisguate) y *Bursera simarouba* (palo de jote).

6B.3.1.2.4.3. GRADO DE INTERVENCIÓN

En ambas rutas el grado de intervención es muy amplio para los distintos tipos de vegetación e inclusive, hay sectores a lo largo de las rutas sin cobertura vegetal. El grado de intervención ha sido estimado por tramos de la línea. En las áreas de bosque secundario, arbustales y rastrojos se llevan a cabo actividades de extracción de leña y agropecuarias.

A la altura de Panaluya hasta La Fragua, el grado de intervención representa del 50 % al 70 %; a la altura del Ingeniero, Labor Ponderosa y Vado Hondo este porcentaje es del 60 al 80 % y de Veguitas hasta el Brasilar del 10 % al 60 %.

6B.3.1.2.4.4. ESPECIES SINGULARES

Se consideran como especies singulares aquellas de distribución restringida o especies endémicas, especies de valor antropológico y aquellas que son típicas de ciertos tipos de suelo. La única especie endémica reportada es *Cedrela pacaya* y la misma se registró en El Ingeniero y Estanzuela.

Otra especie singular es la *Ceiba pentandra* (ceiba), árbol nacional de Guatemala. Esta especie se observó en Estanzuela, La Fragua, El Ingeniero y Brasilar.

Los bosques de coníferas están representados por el *Cupressus lusitanica* (ciprés).

6B.3.1.2.4.5. PRESENCIA DE ECOSISTEMAS ÚNICOS EN EL ÁREA DEL PROYECTO

Se considera como un ecosistema único aquel que conserva muchas de sus características fisonómicas y ecológicas naturales, y que representa la única alternativa de supervivencia para algunas especies de fauna y flora. Para el área del Proyecto no se observaron ecosistemas únicos, ya que todas estas áreas se encuentran altamente perturbadas y degradadas a excepción de las zonas de bosques siempreverdes. En las zonas perturbadas las especies pioneras típicas encontradas son: *Crescentia alata* (morro), *Bursera simarouba* (palo de jote), *Guazuma ulmifolia* (guácimo), *Brysonima crassifolia* (nance), entre otras.

6B.3.1.2.5. USOS DIVERSOS DE LA VEGETACIÓN

→ Especies Maderables

Durante el recorrido de campo se registraron un total de 11 especies arbóreas maderables de importancia económica en la ruta. Los artesanos de la Antigua manifestaron que la materia prima para las figuras talladas, es madera de cedro, caoba, pinus y ciprés, además la madera de bambú la emplean para hacer collares.

Cuadro 6B.3.5: Principales especies vegetales de importancia maderable encontradas en la ruta

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	USOS*
<i>Tabebuia rosea</i>	matilisguate, maculiz	Ebanistería y construcción de viviendas
<i>Swietenia macrophylla</i>	caoba	Ebanistería y tallados
<i>Tabebuia guayacán</i>	guayacán, cortéz	Construcción y ebanistería
<i>Cordia alliodora</i>	laurel	Construcción y ebanistería
<i>Hymenaea courbaril</i>	guapinol	Ebanistería y medicinal
<i>Andira inermis</i>	quira	Construcción de viviendas
<i>Astronium graveolens</i>	zorro	Construcción de viviendas
<i>Calophyllum</i> sp.	Santa María	Construcción de viviendas
<i>Cedrela mexicana</i> , <i>C. odorata</i> , <i>C. pacaya</i> y <i>C. Tonduzii</i>	cedro	Ebanistería y tallados
<i>Pachira quinata</i>	ceiba roja	Construcción de viviendas y ebanistería
<i>Pinus caribaea</i> , <i>P. oocarpa</i> , <i>P. montezumae</i>	pinos	Construcción de viviendas y tallados

Fuente: Elaboración propia en base al registro de especies arbóreas, 2003.

De las especies mencionada en el cuadro anterior, las que representan mayor valor comercial son: *Swietenia macrophylla* (caoba) y *Tabebuia rosea* (matilisguate).

→ Plantas Medicinales

Para el área del Proyecto se observaron 28 especies de plantas que tienen propiedades medicinales, algunos usos aparecen en el siguiente cuadro:

Cuadro 6B.3.6: Principales especies vegetales de importancia medicinal encontradas en la ruta

ESPECIE	RUTAS	NOMBRE COMÚN	USOS*
<i>Acalypha guatemalensis</i>	II	hierba del cáncer	Desinfectante, granos y hongos.
<i>Aloe vera</i>	II	sábila	Infecciones cutáneas y para estimular la cicatrización de heridas
<i>Andira inermis</i>	I,II	chaperno	Las flores son purgativas y febrífugas
<i>Anacardium occidentale</i>	I,II	marañón	Se usa la corteza en infusión contra la diabetes y se usa el zumo del fruto para aliviar problemas en la garganta
<i>Chenopodium ambrosoides</i>	I,II	apazote	Antiséptico, vermífugo, espasmos
<i>Crescentia alata</i>	I,II	morro	Tos, tos ferina, sarampión.
<i>Cymbopogon citratus</i>	I,II	zacate, hierba de limón	Té para el estómago
<i>Eucalyptus</i> sp.	I,II	eucalypto	Infusión de las hojas para problemas del resfriado
<i>Genipa americana</i>	I	jagua	Problemas cutáneos.

ESPECIE	RUTAS	NOMBRE COMÚN	USOS*
<i>Malachra alceifolia</i>	I	malva	Para el tratamiento de la fiebre y disentería, contra complicaciones urinarias y contra la diabetes
<i>Manguifera indica</i>	I,II	mango	Fruto comestible, las flores se maceran y se saca un polvo que se usa como insecticida contra los mosquitos
<i>Mentha x piperita</i>	II	hierbabuena	Asientos, vómitos, lombrices
<i>Nicotiana tabacum</i>	I,II	tabaco	Contra las fiebre
<i>Ocimum basilicum</i>	I,II	albahaca	Vermífugo, fiebre, tos, cólicos
<i>Piper sp.</i>	I,II	hinojo	Las hojas y las flores se usan contra la presión alta, afecciones cutáneas, salpullido y sarna
<i>Pluchea carolinensis</i>	I,II	salvia	Se usan las hojas para acelerar el parto, contra el aire, dolor de estómago, dolor de cuerpo, dolor de vientre, dolor de cabeza, cólicos, espasmos, reumatismo, regulador menstrual, sinusitis, dolor de espalda, diarrea, lombrices, calentura, riñones, dolor muscular y tumores en el vientre.
<i>Ricinos communis</i>	I	higuerilla	Estreñimiento, lombrices y purgas
<i>Simarouba amara</i>	I,II	aceituno	Malaria
<i>Tecoma stans</i>	I,II	timboque	Dolor de estómago, diabetes
<i>Terminalia catappa</i>	I,II	almendro	Antiinflamatorio
<i>Yuca guatemalensis</i>	I,II	izote	Catarros, tos, calenturas
* Información basada en bibliografía			

Fuente: Elaboración propia con base a Gupta, 1995; Villar, 1998; House, P. S. Lagos y otros, 1995; Morton, 1981 y Escobar, 1978. 2003.

Entre las especies de interés medicinal *Pluchea carolinensis* (salvia) presenta una gran variedad de usos curativos, esta planta está compuesta por taninos, alcaloides no identificados y terpenoides α amirina, en las partes aéreas contiene acetato de coraxasteril limohidriquinona dimetil éter y acetilenos liofenos (Escobar, N. 1978).

→ Plantas exóticas y cultivadas

De acuerdo con el inventario florístico, se lograron identificar 21 especies de cultivares y dos especies exóticas. Entre los cultivares más importantes están: *Zea mays* (maíz), *Sorghum vulvare* (maicillo, sorgo), *Musa paradisiaca* (plátano), *Musa sapientum* (banano), *Nicotiana tabacum* (tabaco), *Citrus sinensis* (naranja), *Cucumis melo* (melón), entre otras. Entre las especies exóticas destacan: *Ficus benjamín* (ficus benjamina) y *Calliandra magdalenae*, (ver Anexo 12, Inventario de la Flora)

→ Otros usos de las plantas

En el Cuadro 6B.3.7 se presentan otros usos de las plantas que han sido registradas, en la ruta, por parte de los pobladores.

Cuadro 6B.3.7: Principales especies vegetales con otros usos encontradas en la ruta

TIPOS DE USO	NO. DE ESPECIES	ESPECIES
Alimenticio	35	La mayoría de los cultivares, <i>Chrysobalanus icaco</i> (icaco), <i>Guazuma ulmifolia</i> (guácimo), <i>Chenopodium ambrosioides</i> (apazote), <i>Hibiscus esculentus</i> (okra), <i>Yuca guatemalensis</i> (izote), <i>Byrsonima crassifolia</i> (fruto).
Ornamentales	25	<i>Tabebuia guayacán</i> (guayacán), <i>Tabebuia rosea</i> (matilisguate), <i>Delonix regia</i> (árbol del matrimonio), <i>Erythrina rubrinervia</i> (silbador), <i>Cupressus</i> sp. (ciprés)
Leña	8	<i>Byrsonima crassifolia</i> (nance), <i>Cochlospermum vitifolium</i> (pochote, pumpo), <i>Enterolobium cyclocarpum</i> (conacaste), <i>Pinus</i> spp. (pinos)
Folklorico, emblemático o artesanales	11	<i>Ceiba pentandra</i> (ceiba), <i>Curatella americana</i> (hoja de lija), <i>Sida acuta</i> (escobilla)
Especies y condimentos	2	<i>Coriandrum sativum</i> (culantro), <i>Oncimun basilicum</i> (albahaca)
Fibras	1	<i>Aechmea cf. mexicana</i> (piñuela) y <i>Carludovica palmata</i> (junco, palma toquilla, carludovica)
Cercas vivas	3	<i>Bursera simarouba</i> (palo de jote) y <i>Gliricidia sepium</i> (madre cacao)

Fuente: Elaboración propia con base a información recopilada en el estudio, 2003.

Algunas de estas especies comparten varios usos entre sí, por ejemplo: *Chenopodium ambrosioides* (apazote) se usa por sus propiedades medicinales y también se usa como alimento o condimento. Una especie muy apreciada por los pobladores del área de Veguitas es *Yuca guatemalensis* (izote), cuya inflorescencia se cocina con huevos o carne.

→ Plantas tóxicas

En el área del trazado de la línea existen algunas especies vegetales con propiedades tóxicas que representan riesgos a los animales y a los habitantes de la zona, entre las que sobresalen:

Cuadro 6B.3.8: Plantas Tóxicas observadas en la Ruta II, Panaluya – Frontera con Honduras

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	PRINCIPIO ACTIVO	USOS
<i>Thevetia ahouai</i>	huevo de gato	Alcaloide teventina, los frutos son vistosos pero muy venenosos y el látex que	Ornamental, presente en herbazales en regeneración

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	PRINCIPIO ACTIVO	USOS
		produce la planta causa dermatitis	
<i>Gliricidia sepium</i>	madre cacao	Raíces son tóxicas para los roedores y toda la planta es tóxica para los caballos	Se hacen emplastos para aliviar la erisipelas y las quemaduras
<i>Guazuma ulmifolia</i>	guácimo	-----	Producen vómitos, náuseas y disentería y los frutos pueden obstruir el tracto digestivo del ganado.

Fuente: Elaboración propia en base a Gupta, 1995 y Escobar, 2003.

Otras plantas que tienen propiedades tóxicas son aquellas que tienen látex lechoso, por ejemplo los miembros de la familia Euforbiáceas, Moráceas y Caricáceas.

6B.3.2. FAUNA

Durante el recorrido de campo se observaron muy pocos animales, por lo que la mayor parte de la información fue obtenida por medio de entrevistas a los residentes del lugar.

6B.3.2.1. HÁBITATS EXISTENTES

En el recorrido se presentan varios tipos de hábitats donde los elementos faunísticos llevan a cabo actividades de dispersión, alimentación y anidación. Estos hábitats se relacionan con los tipos de vegetación. Para fines del presente estudio, se consideraron principalmente los hábitats terrestres, que están más asociados a las áreas de influencia del Proyecto. Entre los hábitats terrestres destacan: áreas urbanas, sabanas o herbazales, potreros, áreas de cultivos agrícolas, rastrojos, bosques espinosos, bosques secundarios jóvenes y bosques secundarios maduros. Las zonas de mayor actividad faunística se encuentran en los márgenes de los ríos y demás tributarios, a lo largo de la ruta.

En esta ruta se dan actividades agrícolas, sin embargo se identifica mayor variedad de hábitats, entre ellos: sabanas, potreros, rastrojos, bosques secundarios jóvenes, bosques secundarios maduros, bosques de galería y bosques de coníferas. En los bosques secundarios se observan algunas plantas hemiepífitas y epífitas, las cuales sirven de refugio a muchas especies de

animales. Las zonas más conservadas son el área de: Jicaral, Veguitas, San Juan Ermita, Tisubín, Brasilar, El Mineral, Shupá y El Florido.

6B.3.2.2. DIVERSIDAD DE LAS ESPECIES DE ANIMALES EN LOS DISTINTOS HÁBITATS (DIVERSIDAD, ESTABILIDAD, COMPLEJIDAD DE LAS COMUNIDADES FAUNÍSTICAS)

En los distintos hábitats a lo largo de la ruta se consideraron los distintos grupos de vertebrados: mamíferos, aves, reptiles y anfibios.

6B.3.2.2.1. ANTECEDENTES

La diversidad de especies de aves distribuidas en la región oriental de Guatemala se estima en 293 especies (inf. pers. G. Zepeda, 2003)⁶. La diversidad de reptiles y anfibios para la región Motagua es de 39 especies de reptiles y 14 especies de anfibios.

6B.3.2.2.2. DIVERSIDAD DE INDIVIDUOS DE LA FAUNA

La recopilación de los taxones de la fauna aparece en el Cuadro 6B.3.9.

Cuadro 6B.3.9: Diversidad de individuos de la fauna observada en la Ruta II del Proyecto

GRUPOS	No. DE INDIVIDUOS
Mamíferos	65
Aves	104
Reptiles	70
Anfibios	16
Total	255

Fuente: Elaboración propia con base a registros de campo, 2003.

Tomando en consideración la extensión de esta ruta, se podría decir que ésta tiene una buena cobertura vegetal. La cantidad de reptiles reportados en ella es alta, lo cual está determinado por la necesidad por parte de este grupo de animales de hábitats más conservados.

El grupo de animales que presentó mayor número de individuos fue el de las aves, con 41 %, seguido por los mamíferos con 25 %, los reptiles con 27 % y por último, los anfibios con 7 %.

→ Riqueza de especies de animales determinadas en el inventario

En esta ruta para el área de El Florido se obtuvo mayor información en relación al número de especies, inclusive se mencionó la presencia de felinos, los cuales se encuentran dentro de la Lista Roja de especies protegidas por ley de la República de Guatemala. La recopilación de los taxones de la fauna aparece en el Cuadro 6B.3.10.

Cuadro 6B.3.10: Riqueza de especies de la fauna observada en la Ruta II del Proyecto

GRUPO	No. DE ESPECIES
Mamíferos	35
Aves	40
Reptiles	21
Anfibios	3
Total	99

Fuente: Elaboración propia con base a registros de campo, 2003.

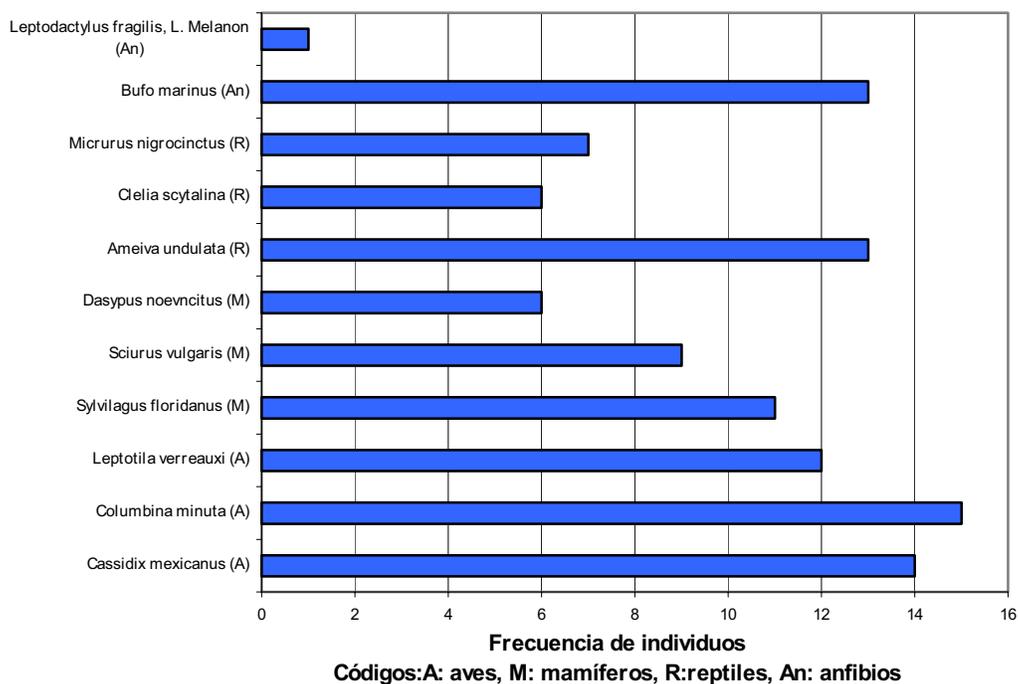
→ Especies Dominantes

En esta ruta, los mamíferos más abundantes son: *Sylvilagus floridanus* (conejo) y *Sciurus vulgaris* (ardilla común); entre las aves: *Columbina minuta* (tortolita guatemalteca) y *Cassidix mexicanus* (sanate); entre los reptiles: *Ameiva undulada* (ameiva), *Crotalus durissus* (cascabel) y *Micrurus nigrocintus* (coral) y entre los anfibios la especie más abundante es *Bufo marinus* (sapo común).

⁶ Prof. Guillermo Zepeda Especialista en zoología-oritología, Universidad de San Carlos Documentalista por parte de Guatemala.

En el siguiente gráfico se muestra la relación de las especies más dominantes por grupos de animales observados en la ruta:

Especies dominantes de la Fauna del Proyecto



Todas estas especies presentan alto grado de distribución a nivel regional y global, sin embargo las poblaciones de algunas especies de mamíferos han disminuido notablemente de acuerdo con la opinión de los residentes de las áreas visitadas.

6B.3.2.2.3. ESTABILIDAD Y COMPLEJIDAD DE LAS COMUNIDADES FAUNÍSTICAS

Durante el recorrido se observaron pocos ecosistemas estables, sin embargo es evidente la rápida transformación de los ecosistemas por las actividad humana, cuyo impacto es considerable. Los bosques más conservados presentaron mayor número de especies.. En cuanto a la complejidad de estas comunidades debe destacarse que no se pueden considerar a

nivel general como comunidades complejas, ya que la biodiversidad dentro de los grupos no es significativa.

Según la opinión de los residentes del lugar, las comunidades faunísticas han disminuido en los últimos años debido a la deforestación, lo que ha provocado la migración de los animales hacia zonas más boscosas. En las zonas de potrero las especies de aves más comunes son: *Leptotila minuta* (paloma) y *Columbina talpacoti* (tortolita).

6B.3.2.2.4. CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LA FAUNA

Con relación a la fauna es evidente su escasa presencia en el área, la fauna es reducida, observándose especies de aves gregarias, las cuales son propias de zonas agrícolas y de espacios altamente perturbados. En cuanto a las zonas de dispersión y anidación de aves, se observó un incremento en la frecuencia de estas especies en áreas cercanas a los cuerpos de agua, los cuales en general se encuentran altamente contaminados.

Prácticamente casi toda la información concerniente a la diversidad de la fauna fue proporcionada por los residentes del área de influencia del Proyecto, puesto que durante todo el recorrido la presencia de especies fue casi nula. La población entrevistada manifiesta que las actividades de caza de autoconsumo es un factor determinante en la disminución de los animales silvestres.

La deforestación y fragmentación de los hábitats, observadas durante el recorrido son factores importantes que obligan a los animales a emigrar hacia otras zonas boscosas en busca de recursos alimenticios y ecosistemas más estables, por este motivo la presencia de estas especies fue casi nula durante todo el recorrido.

En el Cuadro 6B.3.11 se listan las especies cuya población se ha visto muy diezmada por la cacería artesanal, según la opinión de los residentes del área.

Cuadro 6B.3.11: Especies afectadas por la cacería artesanal

GRUPO TAXONÓMICO	ESPECIES	NOMBRE COMÚN
Mamíferos	<i>Dasyopus novencitus</i>	armado blanco
	<i>Agouti paca</i>	tepezcuintle
	<i>Odocoileus mayensis</i>	venado común
	<i>Odocoileus virginianus</i>	venado cola blanca
Aves	<i>Ortalis vetula</i>	chachalaca
	<i>Icterus galbula</i>	corcha
Reptiles	<i>Iguana iguana</i>	iguana verde

Fuente: Elaboración propia con base a entrevistas a los residentes, 2003.

En esta ruta se observó muy poca actividad de la fauna, ya que los hábitats se encuentran perturbados debido a la deforestación y demás actividades agrícolas. Entre las especies de mamíferos observados en el campo están: *Sciurus vulgaris* (ardilla), *Dasyopus novencitus* (armado blanco, cuzo) y *Sylvilagus floridanus* (conejo).

Durante el recorrido no fue posible determinar las rutas de las aves migratorias, sólo se observó mayor actividad de la avifauna en las zonas asociadas a los cuerpos de agua. Las especies de aves más dominantes son gregarias, propias de zonas de actividades agrícolas, tales como: *Columbina talpacoti* (tortolita), *Columbina minuta* (tortolita) y *Leptotila verreauxi* (paloma guatemalteca). También se observaron especies rapaces como: *Cassidix mexicanus* (sanate) y *Coragyps atratus* (zopilote).

En cuanto a la herpetofauna, su presencia o evidencias de la misma fue casi nula y en ocasiones sólo se observaron las especies *Ameiva undulata* (ameiva) y *Anolis* sp. (lagartija). Esto se debe a que este grupo de animales son muy susceptibles a las perturbaciones y estos ecosistemas en general se encuentran altamente degradados. Entre las especies de reptiles las más dominantes son: *Anolis* sp. y *Ameiva ameiva* (ameiva), *Ameiva undulata* (ameiva). La presencia de anfibios es prácticamente nula, solo se observó en el campo la especie *Bufo marinus* (sapo común). Esta información fue complementada por los residentes del lugar quienes manifestaron la presencia de las siguientes serpientes: *Micrurus nigrocinctus* (coral), *Crotalus durissus* (cascabel) y *Clelia scytalina* (zumbadora).

6B.3.2.3. ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS ESPECIES DE ANIMALES (SINGULARES, PROTEGIDAS RARAS Y EN VÍAS DE EXTINCIÓN)

6B.3.2.3.1. ESPECIES SINGULARES

Entre las especies singulares, de acuerdo con las entrevistas a los residentes del área de La Fragua y El Florido, se ha registrado la presencia del *Felis jaguarundi* (onza, leoncillo, tigrillo), esta especie presenta desplazamientos extensos (100 km²), y prefiere linderos de bosques próximos a los ríos y algunas veces bosques secundarios cercanos a viviendas (Reid, 1997). También se ha registrado la presencia del *Felis pardalis* (tigrillo, ocelote).

Otras especies de mamíferos de importancia genética son: *Odocoileus virginianus* (venado cola blanca) y *Dasyopus novencitus* (armado blanco, cuzo).

En relación a los reptiles en ambas rutas se registra la especie *Boa constrictor* (mazacuta) e *Iguana iguana* (iguana verde), de acuerdo con las entrevistas, las poblaciones de estas especies han disminuido debido a las actividades de transformación del hábitats, como la agricultura y ganadería.

→ Apéndices CITES

▪ CITES 1

Para el área del Proyecto se reportaron tres especies que están en peligro de extinción y que pueden ser afectadas por el tráfico, éstas son: *Felis jaguarundi* (onza, leoncillo, tigrillo), *Felis pardalis* (tigrillo, ocelote) y *Micrurus alleni* (coral) la cual fue registrada en Estanzuela.

▪ CITES 2

Las especies incluidas en este apéndice son: "Todas las especies que, si bien en la actualidad no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, podrían llegar a esta situación a menos que el comercio en especímenes de dichas especies esté sujeto a una reglamentación estricta, a fin de evitar la utilización incompatible con su supervivencia, y aquellas otras especies no afectadas por el comercio, también deberán sujetarse a la reglamentación con el fin de permitir un control eficaz del comercio de las especies" (CITES, 1998).

Para el área del Proyecto se reportan 11 especies que están incluidas en este apéndice, estas son: *Boa constrictor* (mazacuata), *Clelia clelia* (zumbadora), *Crotalus durissus* (cascabel), *Iguana iguana* (iguana verde), *Ctenosaura similis* (garrobo), *Leptodactylus fragilis* (rana), *Nasua narica* (pizote), *Sylvilagus floridanus* (conejo), *Urocyon cinereoargenteus* (gato de monte), *Aratinga canicularis* (perica), y *Amazona albifrons* (cotorro). (Ver Anexo 13, Inventario de Fauna).

- CITES 3

En este apéndice se incluyen todas las especies que cualquiera de las partes manifieste que se hallan sometidas a reglamentación dentro de su jurisdicción con el objeto de prevenir o restringir su explotación, y que necesitan la cooperación de otras partes en el control de su comercio.

Para el área del Proyecto se reportan dos especies que están incluidas en este apéndice, éstas son: *Odocoileus virginianus* (venado cola blanca) y *Ortalis vetula* (chachalaca). (Ver Anexo 13, Inventario de Fauna).

→ IUCN

- EN (en peligro)

Se define esta categoría cuando: "Un taxón está En Peligro cuando no está en Peligro Crítico, pero enfrenta un riesgo muy alto de extinción en el estado silvestre en el futuro cercano, definido por los siguientes criterios: reducción de la población, extensión de la presencia estimada como menor de 5.000 km² o un área de ocupación estimada como menor de 500 km², población estimada en números menores de 2.500 individuos, población estimada en un número menor de 250 individuos maduros; un análisis cuantitativo muestra que la probabilidad de extinción en el estado silvestre es por lo menos 20% dentro de los siguientes 20 años o cinco generaciones, seleccionando el que sea mayor de los dos" (CITES,1998).

Para el área del proyecto no se reportan especies En Peligro de acuerdo con esta categoría.

- VU (Vulnerable)

Se define esta categoría como: " Un taxón es Vulnerable cuando no está En Peligro Crítico o En Peligro, pero está enfrentando un alto riesgo de extinción en el estado silvestre en el futuro inmediato, como queda definido por cualquiera de los siguientes criterios: reducción de la

población, una extensión de presencia estimada como menor de 20.000 km² o un área de ocupación estimada como menor de 2.000 km² y estimaciones que se están dando severamente fragmentado y en declinación continua, población estimada en números menores de 1.000 individuos maduros y población muy pequeña o restringida " (IUCN,1996).

Para el Proyecto no se reportan especies dentro de esta categoría.

→ LR, Lista Roja de Guatemala de especies en peligro y protegida por las leyes de vida silvestre en Guatemala

Para el área del Proyecto se reportan 11 especies que se encuentran en peligro de extinción, éstas son: *Boa constrictor* (mazacuata), *Clelia clelia* (serpiente), *Iguana iguana* (iguana verde), *Crotalus durissus* (serpiente, cascabel), *Ortalis vetula* (chachalaca), *Aratinga canicularis* (cotorra), *Agouti paca* (tepezcuintle), *Odocoileus virginianus* (venado cola blanca), *Dasypus novencintus* (armadillo), *Felis jaguarundi* (onza, leoncillo,tigrillo) y *Felis pardalis* (tigrillo, ocelote) (Ver Anexo 13, Inventario de Fauna).

6B.3.2.4. DEFINICIÓN DE LOS CORREDORES BIOLÓGICOS O ECOLÓGICOS

Un corredor biológico se define como: "Aquella ruta que permite el movimiento de individuos o grupo de organismos de una región o lugar a otro" (ANCON, 1999). También se define como: "Un área de paisaje que estuvo conectado en el pasado, y su propósito es permitir la interconexión y el movimiento de las especies de flora y fauna, especialmente aquellas afectadas por la fragmentación de sus hábitats" (Tovar, 1996: CCAD, PNUD, GEF).

Los corredores biológicos Mesoamericanos se definen como: "Un sistema de ordenamiento territorial compuesto de áreas naturales bajo regímenes de administración especial, zonas de núcleo, de amortiguamiento, de usos múltiples y áreas de interconexión; organizado y consolidado que brinda un conjunto de bienes y servicios ambientales a la sociedad Centroamericana y mundial, proporcionando los espacios de concertación social, para promover la inversión en la conservación y uso sostenible de los recursos naturales, con el fin de contribuir a mejorar la calidad de vida de los habitantes de la región, particularmente a aquellas

comunidades que habitan en áreas consideradas dentro de este programa por su valor en cuanto a la biodiversidad que contiene” (Tovar, 1996: CCAD, PNUD, GEF).

En Guatemala se han dado algunas iniciativas por parte de Nature Conservancy y asociaciones centroamericanas, para establecer un corredor biológico entre el Parque Nacional de Sierra de Lacandón y el Parque Nacional Laguna del Tigre, los cuales están localizados hacia el norte de Guatemala en el área de El Petén (CCAP, 2000). Estas áreas están muy distantes de la ruta del Proyecto SIEPAC.

→ Área de migración, movimientos y dispersión faunística

En áreas con mayor estratificación y altura, hay mayor frecuencia y riqueza de especies animales, esto se debe a que los animales se desplazan hacia estas zonas en búsqueda de alimento y refugio, las aves y los mamíferos se desplazan a migraciones altitudinales. No fue posible determinar la migración de las especies en particular en distintos tipos de hábitats faunísticos, ya que esto demanda la realización de estudios específicos que incluyen el marcado y el monitoreo de las especies por un tiempo más prolongado, actividades que no se establecen en el alcance del presente estudio.

En cuanto al movimiento y dispersión de las aves, se observaron principalmente sobre los estratos arbóreos de mayor altura y en áreas aledañas a los cuerpos de agua, en bosques de galería, que se encuentran altamente presionados por las actividades antropogénicas. Los movimientos y dispersión de la mayoría de los mamíferos se subscriben a las áreas boscosas de tierras altas. La escasa frecuencia de especies de la fauna a lo largo de la ruta se debe a la fragmentación de los bosques y a la escasa presencia de parches o isletas de vegetación natural.

6B.3.2.5. CARACTERIZACIÓN DE LA AVIFAUNA

6B.3.2.5.1. RIQUEZA DE ESPECIES

Para el área de estudio se determinaron un total de 40 especies de aves del total de 119 individuos reportados, estas especies de aves están incluidas dentro de 15 familias. Entre las

familias que presentaron mayor número de especies se encuentran: Accipitridae con tres especies (gavilanes), Columbidae con siete especies (palomas y tortolitas) y Psittacidae con tres especies (cotorras y pericos).

Con relación a las investigaciones en la región oriental de Guatemala, se han reportado un total de 293 especies, de las cuales 41 están protegidas por las leyes nacionales e internacionales.

Si se comparan las investigaciones en la región oriental y la ruta actual, se reportaron un total de 14 especies similares. A continuación se presenta el listado de las aves comunes que se encontraron en el Proyecto y demás fuentes bibliográficas.

Cuadro 6B.3.12: Comparación de las especies similares

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	SIEPAC 2003	REGIÓN ORIENTAL	ESTADO CONSERVACIÓN
<i>Aratinga canicularis</i>	cotorra, perica	*	*	*2
<i>Bubo virginianus</i>	tecolote, búho	*	*	*2
<i>Buteo swainsoni</i>	azacuán	*	*	
<i>Calocitta formosa</i>	urraca	*	*	
<i>Cassidix mexicanus</i>	Zanate	*	*	
<i>Columbina minuta</i>	tortolita	*		
<i>Columbina talpacoti</i>	tortolita	*	*	
<i>Coragyps atratus</i>	zopilote	*	*	
<i>Colinus leucopogon</i>	codorniz	*	*	
<i>Icterus galbula</i>	chorcha	*	*	
<i>Hylocichla mustelina</i>	senzontle	*	*	
<i>Leptotila verreauxi</i>	paloma, paloma rabiblanca	*	*	
<i>Ortalis leucogastra</i>	Chacha	*	*	
<i>Ortalis vetula</i>	chachalaca	*	*	3, *
<i>Tyto alba</i>	lechuza	*	*	2, **

Fuentes: Elaboración propia con base a Lista Roja de la Fauna Silvestre de Guatemala, CITES 1998, 2003.

De estas especies, cuatro presentan estados de conservación y están protegidas por las leyes nacionales e internacionales. De acuerdo con la opinión de los residentes del lugar, la frecuencia de estas especies ha disminuido producto de la cacería y deforestación.

6B.3.2.5.2. DESCRIPCIÓN DE LAS POBLACIONES DE AVES

Las aves de Guatemala representan el grupo más numeroso de vertebrados de vida libre, con 688 especies que se incluyen en 20 órdenes, 67 familias y 388 géneros (Villar, L.1998). De estas especies 498 son permanentes o residentes, 205 especies migratorias, 9 especies casuales y 24 especies que tienen poblaciones tanto residentes como migratorias.

- Gavilanes

Se determinaron un total de tres especies de gavilanes, representados en dos géneros *Accipiter* y *Buteo*. La especie más representativas de gavilanes es: *Buteo swainsoni* (azacuán). Los gavilanes se alimentan de mamíferos como conejos y ratones de campo, algunas especies prefieren alimentarse de reptiles y anfibios, otros se alimentan de aves e insectos.

- Garzas

Se halló una especie, la *Egretta thula* (garza blanca). Las garzas se alimentan principalmente de animales acuáticos, sin embargo otras se alimentan de insectos o ratones que viven en las zonas pantanosas.

- Palomas y tortolitas

Se determinaron un total de siete especies de las cuales el género *Columbina* presentó tres especies, seguido por el género *Zenaida* (paloma) con dos especies. Entre las palomas la especie *Leptotila verreauxi* (paloma, paloma rabiblanca) es la más común. Se alimentan principalmente de semillas, frutos o insectos.

- Pericos, loros y cotorras

Se contabilizaron un total de 3 especies, éstas son: *Amazona albifrons* (cotorro), *Aratinga canicularis* (perico) y *Aratinga holochlora* (perico). Se alimentan de semillas, granos, hojas, frutos, néctar y polen de las flores.

- Urracas y zopilotes

Se determinó una especie de urraca *Calocitta formosa* (urraca), ellas se alimentan de semillas, frutos, aves y mamíferos pequeños e incluso de carroña. Entre los zopilotes se determinó la especie *Coragyps atratus* (zopilote), los mismos se alimentan de carroña.

La distribución de estas especies en ambas rutas se muestra en el Anexo 13, Inventario de Fauna).

6B.3.2.5.3. REFUGIOS Y HÁBITATS DE AVES

Durante el recorrido, se observaron pocas zonas de refugios y hábitats de aves, sólo se pudo apreciar mayor actividad de las aves, en general, en áreas adyacentes a los cuerpos de agua, sin embargo se han descrito algunos hábitats de los grupos más comunes de aves, los más representativos.

- Gavilanes

Habitan principalmente en selvas subtropicales, pero también se pueden encontrar poblaciones de gavilanes en distintos tipos de vegetación como: herbazales, rastrojos, bosques secundarios jóvenes, bosques secundarios maduros y en zonas de cultivos de donde obtienen su alimento.

- Garzas

Se distribuyen principalmente en zonas pantanosas y en áreas adyacentes a los cuerpos de agua.

- Palomas y tortolitas

Generalmente viven sobre los árboles y sobre el suelo, en herbazales, rastrojos y en las áreas de cultivos, en algunos casos su abundancia hace que se conviertan en una plaga para las zonas de producción de granos y frutos

- Pericos, loros y cotorras

Son arborícolas y se encuentran en bosques perennifolios, se adaptan a todo tipo de clima. Principalmente se extienden a todas las regiones tropicales del mundo. En las áreas de estudio estas aves están dispersas en áreas de herbazales y en bosques secundarios.

- Urracas y zopilotes

Las urracas habitan áreas de arbustos y herbazales. En algunos sitios donde se cultiva maíz estas aves se han convertido en una plaga. Los zopilotes son característicos de selvas tropicales y se encuentran en diferentes tipos de vegetación.

6B.3.2.5.4. DESCRIPCIÓN DE LAS RUTAS MIGRATORIAS

Con relación a la descripción de la rutas de migración de aves en los trópicos se ha señalado: “Muchas especies de aves migratorias requieren de una variedad de hábitats y frecuentemente utilizan bosques secundarios, zonas de transición y áreas abiertas, que facilitan sus actividades y presentan menos riesgos de depredación” (Petit *et al.*, 1989).

En cuanto a las rutas de migración de aves, el territorio de Guatemala casi en su totalidad es atravesado por la ruta migratoria del Mississippi, esta ruta es la más importante para los patos migratorios, se inicia desde extensos terrenos relacionados con el río Mississippi, hacia el sur cruza el Golfo de México hasta continuar en Centroamérica y Sudamérica, en esta ruta abundan las especies *Anas acuta* (pato rabudo), *Anas discors* (cerceta ala azul), *Spatula clypeata* (pato cuchara), *Mareca americana* (pato calvo), *Aythya collaris* (pato de collar) y *Aythya affinis* (pato pechiblanco) según (Méndez, 1979).

Para Guatemala se ha determinado un total de 239 especies de aves migratorias y del área total de su territorio, 109.150 km², un 49% corresponde a zonas de bosque, la tasa de deforestación es de 2,0 % (Rappole *et al.*, 1993). Además su población de 9,20 millones en 1999, tiene una tasa anual de crecimiento de 2,9 % y su población proyectada para el 2025 es de 21,67 millones de habitantes. Estos indicadores representan la amplia vulnerabilidad a la que están sometidas las aves migratorias, ya que la contaminación y la destrucción de los

hábitats contribuyen al declive de las poblaciones. Por eso es necesario realizar investigaciones con el objetivo de determinar la capacidad de carga de los principales hábitats de estas especies de aves.

Existe una clasificación para determinar el uso de hábitats por parte de aves migratorias: “Praderas y Zonas de Arbustos, Bosques y Vegetación Acuática” (Rappole *et al*, 1993).

En el área de estudio se observan hábitats típicos para aves migratorias como son: matorrales desérticos representados por los bosques espinosos secos, sabanas, praderas, zonas arbustivas con cubierta de vegetación baja; estos representan a los matorrales, bosques de coníferas, bosques mixtos de coníferas y deciduos, bosques deciduos de hoja ancha y vegetación ribereña a lo largo de los cursos de agua o bosques de galería. En el siguiente cuadro se presentan las aves migratorias reportadas para el área del Proyecto.

Cuadro 6B.3.13: Aves migratorias reportadas para el área del Proyecto

ESPECIES	NOMBRE COMÚN	TIPO DE HÁBITATS								
		MD	PR	ZA	SA	CO	MI	DE	SV	VR
<i>Coragyps atratus</i>	zopilote	*	*	*	*					
<i>Buteo swainsoni</i>	azacuán		*	*	*					
<i>Zenaida asiática</i>	paloma de alas blancas	*	*	*	*			*		
<i>Zenaida macroura</i>	paloma		*	*	*					

MD: Matorrales desérticos, PR: Praderas, ZA: Zonas arbustivas, SA: sabanas, CO: Bosques de coníferas, MI: Bosques mixtos de coníferas y deciduos, DE: Deciduos de hoja ancha, SV: Siempreverde de hoja ancha y VR: Vegetación ribereña a lo largo de los cursos de agua.

Fuente: Rappole *et al*, 1993.

Para el área de estudio del Proyecto, no fue posible determinar más especies de aves migratorias, ya que esto requiere de la realización de estudios específicos que demandan más horas de muestreo.

Para observar la distribución de estas especies ver el Anexo 13, Inventario de Fauna.

Las rutas migratorias se encuentran en el Mapa MG-13B.

6B.3.2.5.5. ÁREAS DE NIDIFICACIÓN Y CRÍA

Las principales áreas de nidificación y cría están restringidas hacia las zonas boscosas y alrededor de los bosques de galería. En los bosques maduros hay mayor heterogeneidad de estratos que permiten la construcción y establecimiento de los nidos. En los bosques de galería las especies dominantes son las garzas blancas. A continuación se describen los nidos de los principales grupos de aves que se encuentran en ambas rutas.

- Gavilanes

Los gavilanes construyen nidos grandes, similares a cestas, en árboles altos, pero también pueden hacerlos en plataformas elevadas para evitar que aniden en postes de instalaciones adyacentes.

- Garzas

Las garzas anidan en grandes grupos, la mayoría de las especies construyen nidos planos en ramas altas de los árboles en zonas pantanosas y en bosques de galería al lado de áreas ribereñas.

- Palomas y tortolitas

Las palomas construyen nidos sueltos y pocos tramados con ramitas, cortezas y pajas de los herbazales, estos nidos tienen forma plana.

- Pericos, loros y cotorras

La mayoría construye sus nidos en los agujeros de los árboles, pero existen especies que utilizan termiteros, grietas en las rocas y túneles en tierras planas.

- Urracas y zopilotes

Las urracas construyen sus nidos en grandes plataformas formadas por palitos, anidan en árboles altos. Los zopilotes construyen sus nidos en árboles huecos y en el suelo.

Para observar la distribución de estas especies en ambas rutas, ver el Anexo 13, Inventario de Fauna.

6B.3.3. PROTECCIÓN DEL MEDIO BIOLÓGICO

6B.3.3.1. ÁREAS PROTEGIDAS

En Guatemala existen un total 690 km² de áreas totalmente protegidas, 190 km² de áreas protegidas en parte, 130 km² de áreas costeras, un sitio de herencia mundial y 0,8 % de su territorio del área total protegida. El trazado de la ruta no atraviesa las áreas protegidas de este país. Sin embargo, se puede mencionar la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas que se encuentra cerca.

6B.3.3.2. ASPECTOS Y VALORES ECOLÓGICOS

- Áreas de conservación de especies

A lo largo de la ruta se observan muy pocas áreas de conservación. Estas zonas tienen como objetivo proveer de alimento y abrigo a las especies de animales y mantener las condiciones ambientales para que la vegetación se restablezca. La destrucción de los hábitats, causadas por las actividades agrícolas y la deforestación, provoca que las especies autóctonas de un lugar emigren hacia otras zonas boscosas, estas zonas ya tienen poblaciones previamente establecidas y el aumento de especies de animales en dichos sitios incrementa la competencia por los recursos de alimento y abrigo lo que acarrea la disminución de las especies.

- Gestión ambiental

La gestión ambiental se define como: “El conjunto de acciones encaminadas al uso, conservación o aprovechamiento ordenado de los recursos naturales y del medio ambiente en general. Implica la conservación de especies amenazadas, el aprovechamiento cinegético, el aprovechamiento piscícola, la ordenación forestal, la gestión industrial e, incluso, la gestión doméstica”.

La fauna y la flora silvestre representan un recurso biológico, económico, recreativo que debe preservarse por medio de las gestiones ambientales, en tal sentido no se debe permitir la comercialización de especies de flora y fauna que están protegidas por leyes nacionales e

internacionales, por esto las autoridades involucradas deberán realizar programas de educación ambiental para concienciar a la población.

- Restauración ecológica

Ésta se realiza con el propósito de permitir la rehabilitación de las condiciones naturales en áreas degradadas antropogénicamente. En tal sentido se puede pretender rehabilitar un hábitat degradado hasta obtener las condiciones naturales o similares a dicho hábitat. En muchas de las zonas adyacentes al Proyecto es necesario implementar técnicas de protección de los suelos, en las áreas de cultivos se pueden emplear prácticas de agroforestería y establecer cortinas rompevientos para evitar los efectos de la erosión eólica.

6B.3.4. PRINCIPALES PROBLEMAS Y AMENAZAS AMBIENTALES

A lo largo del área de influencia del Proyecto, se pudo observar diferentes problemas y amenazas ambientales, que a continuación se describen.

Cuadro 6B.3.14: Principales problemas y amenazas ambientales

PROBLEMAS AMBIENTALES	RUTA II, PANALUYA - FRONTERA CON HONDURAS
Tala y extracción de leña	Estanzuela, Jicaral
Cacería	Estanzuela, La Fragua
Aguas negras	Estanzuela
Ausencia de letrinas	El Florido
Incendios Forestales o quema	Santa Rosalía, El Florido
Vertedero a cielo abierto	Santa Rosalía, El Ingeniero, El Florido
Ganadería	Santa Rosalía, El Ingeniero, El Florido
Contaminación por agroquímicos	El Ingeniero, San Juan Ermita, Tisubín, El Mineral, Shupá, El Florido

Fuente: Elaboración propia con base en información recopilada en campo, 2003.

En el área de Estanzuela los residentes informaron de la caza para autoconsumo y ocasional venta de iguanas y conejos, en el caso de los conejos la población ha ido mermando en los últimos cinco años, los conejos eran la dieta básica de los pobladores de este lugar. En esta área hay mala disposición de aguas negras, los pobladores del lugar manifestaron que están siendo afectados por la alta incidencia de mosquitos.

En La Fragua son manifiestos los problemas de cacería de iguanas verdes. En el área de El Ingeniero se observó como el lecho seco de un río está siendo utilizado como vertedero de residuos.

En el área de Santa Rosalía, El Ingeniero y El Florido se observaron problemas ocasionados por el manejo inadecuado de los residuos sólidos. En particular en Santa Rosalía el vertedero estaba incendiado, al igual que las áreas de cultivos, al momento del recorrido.

La ganadería se practica en las áreas de: El Ingeniero, San Juan Ermita, Tisubín, El Mineral, Shupá y El Florido. En estas zonas el suelo presenta erosión laminar, erosión en surco y erosión en cárcavas.

La ausencia de letrinas en El Florido, representa un riesgo ambiental para la salud de la población, ya que se incrementan los casos de enfermedades gastrointestinales y brotes de cólera.

Se ha identificado contaminación por agroquímicos en las siguientes zonas: El Ingeniero, San Juan Ermita, Tisubín, El Mineral, Shupá y El Florido. Estos agroquímicos afectan las capas freáticas del suelo y contaminan las aguas de los ríos afectando a las especies en general.

Los sitios donde se observó la tala y extracción de leña son: Estanzuela y Jicaral. En relación a las especies que más se usan como leña destacan: *Byrsonima crassifolia* (nance) y *Enterolobium cyclocarpum* (conacaste), sin embargo en algunas de estas regiones los residentes informaron que el uso de cualquier especie arbórea como leña, es indiscriminado.

6B.	DESCRIPCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE.....	615
6B.1.	SITUACIÓN GEOGRÁFICA	615
6B.2.	MEDIO FÍSICO	624
6B.2.1.	GEOMORFOLOGÍA	624
6B.2.2.	GEOLOGÍA	626
6B.2.3.	LITOLOGÍA	629
6B.2.4.	EDAFOLOGÍA	632
6B.2.4.1.	CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LOS SUELOS DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA	632
6B.2.4.2.	CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS.....	633
6B.2.4.3.	CAPACIDAD AGROLÓGICA	638
6B.2.5.	HIDROGRAFÍA, HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA.....	640
6B.2.5.1.	RED HIDROGRÁFICA	644
6B.2.5.2.	HIDROLOGÍA	644
6B.2.5.3.	calidad de LAS aguaS SUPERFICIALES	645
6B.2.5.4.	HIDROGEOLOGÍA	646
6B.2.5.4.1.	INTRODUCCIÓN	646
6B.2.5.5.	EMBALSES EXISTENTES Y EN PROYECTO.....	652
6B.2.6.	CLIMA	652
6B.2.6.1.	ESTACIONES METEOROLÓGICAS SELECCIONADAS	653
6B.2.6.2.	RÉGIMEN PLUVIOMÉTRICO	654
6B.2.6.3.	TEMPERATURA	657
6B.2.6.4.	HUMEDAD RELATIVA	657
6B.2.6.5.	INSOLACIÓN O BRILLO SOLAR	660
6B.2.6.6.	CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA.....	660
6B.2.6.7.	RÉGIMEN DE VIENTO Y TORMENTAS	660
6B.2.6.7.1.	VELOCIDAD DEL VIENTO	661
6B.2.6.7.2.	TORMENTAS	664
6B.3.	MEDIO BIÓTICO	664
6B.3.1.	VEGETACIÓN	664
6B.3.1.1.	INTRODUCCIÓN	664
6B.3.1.1.1.	IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	664
6B.3.1.1.2.	SITUACIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA.....	665
6B.3.1.1.3.	PROCESOS E INTERACCIONES PRESENTES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA	665
6B.3.1.1.4.	METODOLOGÍA	666
6B.3.1.2.	descripción de la vegetación en la línea base	667
6B.3.1.2.1.	ZONAS DE VIDA (MARCO BIOGEOGRÁFICO Y BIOCLIMÁTICO)	667
6B.3.1.2.2.	SERIES DE VEGETACIÓN POTENCIAL (CLIMATÓFILA Y EDAFÓFILA)	670
6B.3.1.2.2.1.	COBERTURA FORESTAL Y DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN	671
6B.3.1.2.2.2.	DIVERSIDAD DE LAS ESPECIES VEGETALES	673

6B.3.1.2.2.3.	TIPO DE VEGETACIÓN	676
6B.3.1.2.3.	ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS ESPECIES VEGETALES (SINGULARES, PROTEGIDAS, RARAS Y EN VÍA DE EXTINCIÓN)	680
6B.3.1.2.4.	FRAGILIDADES DE LOS SISTEMAS VEGETALES	681
6B.3.1.2.4.1.	ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN	681
6B.3.1.2.4.2.	FUNCIONES DE CONECTIVIDAD	683
6B.3.1.2.4.3.	GRADO DE INTERVENCIÓN	683
6B.3.1.2.4.4.	ESPECIES SINGULARES	684
6B.3.1.2.4.5.	PRESENCIA DE ECOSISTEMAS ÚNICOS EN EL ÁREA DEL PROYECTO	684
6B.3.1.2.5.	USOS DIVERSOS DE LA VEGETACIÓN	684
6B.3.2.	FAUNA	688
6B.3.2.1.	HÁBITATS EXISTENTES	688
6B.3.2.2.	DIVERSIDAD DE LAS ESPECIES DE ANIMALES EN LOS DISTINTOS HÁBITATS (DIVERSIDAD, ESTABILIDAD, COMPLEJIDAD DE LAS COMUNIDADES FAUNÍSTICAS)	689
6B.3.2.2.1.	ANTECEDENTES	689
6B.3.2.2.2.	DIVERSIDAD DE INDIVIDUOS DE LA FAUNA	689
6B.3.2.2.3.	ESTABILIDAD Y COMPLEJIDAD DE LAS COMUNIDADES FAUNÍSTICAS	691
6B.3.2.2.4.	CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LA FAUNA	692
6B.3.2.3.	ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS ESPECIES DE ANIMALES (SINGULARES, PROTEGIDAS RARAS Y EN VÍAS DE EXTINCIÓN)	693
6B.3.2.3.1.	ESPECIES SINGULARES	694
6B.3.2.4.	DEFINICIÓN DE LOS CORREDORES BIOLÓGICOS O ECOLÓGICOS	696
6B.3.2.5.	CARACTERIZACIÓN DE LA AVIFAUNA	697
6B.3.2.5.1.	RIQUEZA DE ESPECIES	697
6B.3.2.5.2.	DESCRIPCIÓN DE LAS POBLACIONES DE AVES	698
6B.3.2.5.3.	REFUGIOS Y HÁBITATS DE AVES	700
6B.3.2.5.4.	DESCRIPCIÓN DE LAS RUTAS MIGRATORIAS	701
6B.3.2.5.5.	ÁREAS DE NIDIFICACIÓN Y CRÍA	703
6B.3.3.	PROTECCIÓN DEL MEDIO BIOLÓGICO	704
6B.3.3.1.	ÁREAS PROTEGIDAS	704
6B.3.3.2.	ASPECTOS Y VALORES ECOLÓGICOS	704
6B.3.4.	PRINCIPALES PROBLEMAS Y AMENAZAS AMBIENTALES	705

7B. RIESGOS NATURALES

7B.1. INTRODUCCIÓN

Con base en la revisión bibliográfica correspondiente al área de influencia del Proyecto, se identifican ciertos procesos y fenómenos naturales, que implican un riesgo ambiental importante en poblaciones e infraestructuras:

- Procesos que tienden a elevar las tierras:
 - Procesos tectónicos: intervienen en el desplazamiento y plegamiento de la corteza terrestre.
 - Volcanismo: erupciones violentas, explosivas, con expulsión de materiales incandescentes del interior de la tierra.

- Procesos derivados de fenómenos hidrológicos.
 - Inundaciones

- Procesos meteorológicos que tienden a desgastar la superficie terrestre:
 - Erosión
 - Erosión de suelos
 - Estabilidad del substrato
 - Incendios
 - Maremotos

Con base al marco referencial que guía el estudio, se señalan los términos utilizados para explicar los procesos que ocurren en el corredor de la línea de 230 kV.

- Sismo: temblor, movimiento menor de tierra que ocurre dentro de un tiempo y área limitada, de menor grado que un terremoto. Sacudida de la corteza terrestre por procesos repentinos que se desarrollan en el interior de la misma. Frecuentemente origina grietas, derrumbes y otros daños.

- **Terremoto:** sacudidas de la superficie terrestre, producidas por la liberación súbita, en forma de ondas de energía acumulada, generando deformaciones de la corteza. Ruptura repentina de las capas superiores de la tierra, que algunas veces se extiende a la superficie de éstas y se produce vibración del suelo, que de ser lo suficientemente fuerte causará el colapso de edificios y la destrucción de vidas y propiedades.
- **Erupción volcánica:** paso de material (magma), cenizas y gases del interior de la Tierra a la superficie. El volumen y la magnitud de la erupción variarán según la cantidad de gas, la viscosidad del magma y la permeabilidad de los ductos o chimeneas. Tipo de actividad volcánica caracterizado por proyección de material sólido, líquido y gaseoso a través de un cráter.

→ Metodología

Además de la gira de campo se revisó la información básica que sobre el tema ha sido generada, la cual incluye mapas, publicaciones, memorias y libros.

7B.2. RIESGO SÍSMICO

La historia sísmica es un reflejo de las características únicas que posee la República de Guatemala cuyo marco tectónico regional muestra que el territorio nacional está repartido en tres placas: Norteamérica (NA), Caribe (CA) y Cocos (CO). El movimiento relativo entre ellas, su composición y su edad geológica producen dos tipos de límites o zonas de contacto: el primero es de tipo transcurrente entre las placas de NA-CA, cuya expresión en superficie son las grandes fallas de Chixoy-Polochic, Motagua-San Agustín y Jocotán-Chamalecón. El segundo, de tipo convergente entre las placas de CO-CA, en este proceso la placa de CO se incrusta por debajo de la placa del CA, fenómeno conocido como subducción. Los rasgos topográficos asociados a este proceso son: la fosa y el arco volcánico mesoamericano. En el área de influencia se destacan las fallas de Chixoy-Polochic, Motagua-San Agustín y Jocotán-Chamelecón (ver Anexo 8, Geología de Guatemala).

De acuerdo con el período de observación comprendido entre 1977 a 1993, realizado por la Red Sismológica Nacional se distingue entre las fuentes sísmicas principales los grandes fallamientos del Norte. Los registros correspondientes a un año típico indican que se registran entre 2.500 a 3.000 sismos ($M < 6,0$), de este total el 70% a 75% provienen de la zona de subducción, un 15% a 20% se originan en los fallamientos superficiales del altiplano y el resto en o cerca al sistema de Grandes Fallas del Norte (la Red Nacional nunca llegó a cubrir el norte de Guatemala).

Durante la década de los ochentas el INDE instaló dos redes con instrumentos de igual características que los de la Red Nacional, para vigilar la actividad microsísmica en el sitio de presa de los proyectos hidroeléctricos de Chixoy y Chulac. Durante el período de operación de estas redes que duró varios años, se tuvo control parcial de la sismicidad en los grandes fallamientos del Norte según Molina, Villagran y Ligorria.

La bibliografía reporta que no es clara la evidencia de sismicidad a lo largo de la falla de Jocotán – Chamelecón.

A pesar de que Harlow (1976) registró sismicidad de las áreas vecinas de la falla de Jocotán – Chamelecón (cerca y paralelo a la frontera de Honduras con Guatemala), la sismicidad podría ser igualmente originada a lo largo de las fallas normales con dirección norte, la cual muestra evidencia reciente de fallamiento (Schwartz, 1988).

A una distancia de 3 a 4 km al norte de la falla de Motagua se ubica la falla de San Agustín. La microsismicidad no ha sido claramente asociada a esta falla. Los epicentros en los catálogos de INSIVUMEH, que parecen ubicarse a lo largo de la falla de San Agustín podrían haberse originado a lo largo de la falla del Motagua.

Harlow (1976) registró microsismicidad a lo largo de la falla Chixoy – Polochic en 1973. Posteriormente, Woodward-Clyde Consultants (1979) operaron dos pequeñas redes al norte de la falla y registraron leve sismicidad a lo largo y al norte de la falla. Los mayores eventos registrados a lo largo de la falla han sido de magnitud 5. Los sismos con magnitudes entre 4 y 5

han sido detectados a lo largo de fallas localizadas entre las fallas del Motagua y Chixoy-Polochic y también recientemente a lo largo de fallas al norte sin nombre, indicando que estas fallas son también activas en algún grado.

En el caso de Estanzuela en el Departamento de Zacapa, las viviendas fueron afectadas por el sismo de 1976.

Todo lo anterior indica que debido a que en el área de influencia del corredor se producen sismos, las estructuras de transmisión de energía estarán sometidas al riesgo que implica la ocurrencia de estos fenómenos.

7B.3. RIESGO DE EROSIÓN

De acuerdo con el agente erosivo, la erosión hídrica se define como el proceso de disgregación y transporte de las partículas del suelo por la acción del agua. Según la bibliografía, los factores que afectan la erosión y el transporte de sedimentos desde la superficie de la tierra son producto de dos fuerzas, la activa y la pasiva. Para la fuerza activa se distinguen: el clima (lluvia-escorrentía, intensidad y duración), la temperatura y el viento. Por otro lado las fuerzas pasivas incluyen las características del suelo, topografía y cobertura del suelo.

7B.3.1. EROSIÓN DE SUELOS

Conforme a la literatura la erosión de suelos en Guatemala es un problema grave, debido al manejo inadecuado, sobreexplotación del mismo y pérdida de cobertura vegetal producto de la deforestación, hechos sumados a inexistentes medidas de conservación de suelos. Con base a la clasificación de suelos de Guatemala, se reportan los suelos cuya vocación agrícola está determinada por el grado de erosión:

- Erosión alta: Chol, Jalapa, Tahuainí y Subinal
- Erosión muy alta: Capucal, Jigua y Zacapa

Los suelos anteriores fueron caracterizados de acuerdo con los estudios de Simmons, sin embargo no se encontró data histórica en detalle del corredor que sirva para generar mayor información cuantitativa en detalle. No obstante, existe información de las cuencas hidrográficas en las que se desarrolla el Proyecto, en el Anexo 10 se pueden observar las características físico-químicas de las aguas de algunos ríos, entre las que se incluye la turbiedad.

Básicamente a todo lo largo de la línea de 230 kV al igual que en casi todo el país, se produce erosión de tipo hídrica, la cual varía dependiendo entre otros aspectos de la cobertura vegetal.

Entre los tipos de erosión reportados se destacan los deslizamientos, por lo cual a continuación se describen.

Las fuerzas que promueven estos movimientos pueden dividirse en externas e internas. Las externas son aquellas en las que se presenta la remoción de material de la parte baja de la pendiente por métodos artificiales como cortes y vibraciones del suelo, por fuerzas tectónicas y creación de pendientes artificiales con maquinarias de construcción. Las fuerzas internas se identifican con la humedad, la deforestación e infiltración de agua al terreno, entre otras.

Cuando los deslizamientos son promovidos por fuerzas internas, en las que interviene el agua éstos se pueden presentar de dos formas a saber:

- Superficiales: cuando una capa superficial de terreno resbala por efecto de la gravedad y de la gran cantidad de agua embebida.
- De fondo: cuando una capa permeable resbala sobre otra más profunda de naturaleza impermeable (arcillosa) por haberse formado un plano lubricado.

En el caso de Guatemala, de acuerdo con los registros realizados se ha observado que los deslizamientos registrados corresponden a eventos ocurridos principalmente en cortes de carreteras y vías férreas y en menor cantidad, desprendimientos de material durante faenas de trabajo especialmente de minería, seguidos por los hundimientos de suelo. Los primeros tienen su causa principal en la inestabilidad de los taludes provocada por los movimientos de tierra y

deforestación relacionada con la construcción de carreteras y vías férreas; factores que combinados con las vibraciones continuas ocasionadas por el tráfico y lluvia provocan los deslizamientos. Los segundos son debidos, en su mayoría a la falta de conocimiento de las medidas de seguridad y técnicas de explotación segura de minas a cielo abierto y por túneles y además a la inestabilidad de taludes producto de la apertura de caminos.

Entre los factores determinantes en la ocurrencia de este tipo de fenómeno se tienen: aspectos topográficos, climáticos, geológicos y de uso de suelo. Por las características de Guatemala en cuanto a la topografía (gran parte del territorio nacional es de topografía inclinada), clima (fuertes y frecuentes precipitaciones en la época lluviosa), geología (sistema de fallamiento y variedad de formaciones de material geológico) y uso del suelo (desprotección de las áreas susceptibles a deslizamientos), determinan que sea considerado como susceptible a los deslizamientos. Existe una correlación entre los años con mayor ocurrencia de deslizamientos y los años con mayor ocurrencia de eventos de precipitación relativamente altas, con relación al año promedio.

En la ruta Panaluya – Frontera con Honduras, en el sector de Vado Hondo a El Florido se señalan dos tramos de la vía en los que la amenaza de deslizamiento es muy alta y media, los cuales se producen en la parte montañosa. Para los sectores restantes de la alineación no se reportan registros de eventos de deslizamientos.

7B.4. RIESGO DE ESTABILIDAD DEL SUSTRATO

Los tramos de la línea que atraviesan terrenos con pendientes mayores al 15% y en donde existe susceptibilidad del terreno a movimientos gravitacionales en masa (deslizamientos) se identifican a través del mapa elaborado por el MAGA (2002), en donde se señalan las carreteras construidas que experimentan problemas de deslizamiento, de las cuales el tramo de Vado Hondo a El Florido, que se encuentra en el área de influencia del corredor, presenta esta cualidad. Lo anterior se origina como producto de los cortes realizados a los cerros.

7B.5. RIESGOS DERIVADOS DE LOS PROCESOS HIDROLÓGICOS-CLIMÁTICOS

Los riesgos que se derivan de los procesos hidrológicos en cualquier región o zona geográfica, están íntimamente relacionados con los temporales, lluvias huracanadas e inundaciones causados por los primeros efectos.

Siempre debe tenerse presente que estos fenómenos escapan del control humano, sin embargo es responsabilidad de todos el disminuir el riesgo de que afecten a la población y el desarrollo de proyectos en las áreas propensas a ellos.

7B.5.1. INUNDACIONES

Dentro de la bibliografía consultada no se reportó una evaluación histórica de inundaciones en el área del corredor de la línea. Por lo anterior no se prevé un riesgo a lo largo del corredor.

Para el caso del Proyecto SIEPAC, y en especial para la Ruta II por la cual atravesará la línea de 230 kV, se han tomado las medidas necesarias para que la alineación no pase sobre las áreas propensas a inundación (ver Mapa MG-14B).

En la ruta Panaluya (Río Hondo) – Frontera con Honduras las zonas propensas a riesgo de inundación son: valle del río Motagua, valle del río Grande de Zacapa y valle del río Grande o Camotán. Para evitar que la línea de esta ruta pase por las zonas antes mencionadas, se ha procurado que el alineamiento discorra por el pie de monte de la topografía existente, desde Vado Hondo hasta El Florido, el promedio de elevación sobre el cual se proyecta la alineación está en el orden de los 600 m.s.n.m.

Como conclusión hay que mencionar que las inundaciones más catastróficas que se han producido en la región han sido ocasionadas por los temporales que acompañan el paso de ciclones tropicales, dichos temporales se producen principalmente cuando el centro de baja presión atraviesa los vientos húmedos en dirección norte y chocan con la cadena montañosa de las sierras y los volcanes, estos eventos se presentan principalmente en el mes de septiembre.

Cabe resaltar que la bibliografía consultada no reporta una evaluación histórica de inundaciones para el trazado de la línea 230 kV y su corredor. Por lo que no existen datos que permitan prever un riesgo derivado de los procesos hidrológicos a lo largo de la línea.

7B.5.2. MAREMOTOS

La bibliografía señala lo siguiente: “Ocasionalmente sismos submarinos generados en la zona de subducción desplazan suficiente cantidad de agua como para producir dos o tres olas gigantes que con intervalos de minutos invaden sucesivamente segmentos de la costa de unos cuantos kilómetros de largo”, a este fenómeno se le conoce como maremoto (Tsunami). Los efectos suelen ser devastadores sobre el tramo de costa afectado. Si un sismo produce este tipo de olas en un lago, el fenómeno se llama “seiche”. Las masas de agua dulce que en Guatemala podrían ser propensas a los seiches, incluyen el lago de Izabal y tal vez el de Atitlán. La identificación de zonas propensas a estos peligros de origen sísmico no parece haber sido estudiada formalmente en Guatemala”. Cabe señalar que los lagos citados no tienen influencia en la ruta y que el trazado se encuentran a más de 10 km de la costa.

7B.6. RIESGO DE INCENDIO

Durante el recorrido realizado se observaron incendios originados por actividades antropogénicas. En las parcelas en donde se realizan cultivos limpios, principalmente, se determinó que los restos de las cosechas son quemadas. Lo anterior fue advertido en el Departamento de Zacapa. Además, en el Mapa de Incendios de Guatemala se reflejan incendios en el sector próximo a El Florido (ver Mapa MG-14B).

El Atlas Centroamericano de Incendios reporta que en El Petén se encuentra una de las alternativas, ya en marcha, a los incendios forestales. Esta alternativa está basada en las comunidades organizadas (Asociación de Comunidades Forestales de El Petén), las cuales están en función del aprovechamiento de los recursos del bosque. Dicha iniciativa no se observó en las comunidades del corredor.

Se prevé que el riesgo en la servidumbre de la línea es mínimo debido a la presencia de cultivos permanentes y anuales en el área de influencia, en todo caso el fuego afectaría la producción de cosechas.

7B.7. RIESGO DERIVADOS DE LAS ACTIVIDADES HUMANAS.

La necesidad de construir nuevas líneas eléctricas se mantendrá en la medida en que la demanda de electricidad en cada punto del país así lo amerite. En el caso de Guatemala, esta necesidad está ligada al crecimiento poblacional y a la alternativa de tener en funcionamiento un sistema integrado de energía eléctrica a nivel Centroamericano, que hará viable la implementación de políticas económicas y de cooperación entre los distintos países y empresas involucradas. Sin embargo, esto se plantea como una necesidad del país y de cooperación regional, al poder conectarse en un sistema integrado.

Entiéndase como riesgo derivado de las actividades humanas, todas aquellas actividades que en un determinado momento pongan en peligro las instalaciones del Proyecto que se construirá en una determinada región.

Se considera como un riesgo derivado de las actividades humanas, el desarrollo de centros habitacionales cercanos a la línea en áreas que podrían experimentar un crecimiento de su población con el tiempo. Y en los cuales por ignorancia, sus habitantes permitan el crecimiento de los árboles hasta la altura de los cables de la línea.

7B.	RIESGOS NATURALES	772
7B.1.	INTRODUCCIÓN	772
7B.2.	RIESGO SÍSMICO	773
7B.3.	RIESGO DE EROSIÓN.....	775
7B.3.1.	EROSIÓN DE SUELOS.....	775
7B.4.	RIESGO DE ESTABILIDAD DEL SUSTRATO	777
7B.5.	RIESGOS DERIVADOS DE LOS PROCESOS HIDROLÓGICOS-CLIMÁTICOS	777
7B.5.1.	INUNDACIONES	778
7B.5.2.	MAREMOTOS	779
7B.6.	RIESGO DE INCENDIO.....	779
7B.7.	RIESGO DERIVADOS DE LAS ACTIVIDADES HUMANAS.	780

8B. IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO

8B.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 actividades 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 acciones se clasifican, según el momento en que se produzcan, en actividades de la fase de construcción 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 maquinaria semipesada y pesada, los cuales son necesarios para la construcción de las estructuras de alta tensión. Dentro de esta actividad se contemplan 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 del 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 menor resistividad del terreno.
- ✓ **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.

8B.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS EFECTOS POTENCIALES

Son efectos potenciales aquellos que probablemente se producirían sobre el 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 de 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 del 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 somera 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 8B.2.1: 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

Fuente: Elaboración propia, 2003.

A continuación pasan a describirse los impactos potenciales que como consecuencia de la instalación de la línea del Proyecto SIEPAC – Ruta I, Guate – Este – 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.

8B.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

- 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, y a la acción del viento y la lluvia principalmente (erosividad por intensidad y continuidad), viéndose potenciado por la pendiente del terreno. Estos procesos erosivos revisten poca importancia en la zona porque tanto la pluviometría como las características del sustrato no facilitan dicho fenómeno.

Las excavaciones se realizarán con el celo y cuidado necesario para evitar que se generen daños innecesarios en el terreno circundante, éstas 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 las fundaciones, pérdida de cierto volumen de estrato orgánico y una compactación del suelo debido al movimiento de la maquinaria entorno a los apoyos y en los nuevos accesos.

La compactación del suelo supone 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 (combustible, aceite, concreto, aditivos) 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 fuerte 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.

8B.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 la maquinaria. 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 maquinaria pesada
- Operaciones de lavado de maquinaria
- Transporte, carga y descarga de materiales

Estos aportes son generalmente consecuencia del arrastre de material de desecho, estrato orgánico 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 afectación 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, aditivos, 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 y la infiltración 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 susceptible de 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.

8B.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 maquinaria. 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 la maquinaria agrícola 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 se investiga, 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, por lo que en estas zonas podría incrementarse la velocidad del viento, etc.

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 EFECTO 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 suponen 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 perfectamente conocido y no representa ningún peligro para la salud. En este sentido, la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaraba en una Nota Descriptiva publicada en noviembre de 1998 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 menor 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 maquinaria agrícola o presencia de carreteras. A modo de ejemplo, 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 OMS expresados como nivel de presión acústica equivalente con ponderación A para distintos ambientes (Leq dB(A)):

Cuadro 8B.2.2: Valores límite de exposición al ruido recomendados por la OMS

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 señales 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 óxidos de nitrógeno, en mucha menor medida, razón por la cual suele obviarse. El óxido de nitrógeno es 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 protege de las radiaciones ultravioletas nocivas del Sol. 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, y el organismo humano está habituado a convivir con ellos a lo largo de su existencia; 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 olvidarse de que la propia luz visible es una radiación electromagnética.

Actualmente, se está sometido también a numerosos tipos de campos electromagnéticos de origen artificial: radiofrecuencias utilizadas en la telefonía móvil, ondas de radio y televisión, sistemas antirrobo, detectores de metales, radares, mandos a distancia, comunicación inalámbrica, etcétera.

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, del Dr. John E. Moulder (documento disponible en <http://www.mcw.edu/gcrc/cop/campos-estaticos-cancer/toc.html>), quien es profesor de oncología de radiación en el 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.

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, etc. Un factor importante al calcular la intensidad de dichos campos es la distancia, a partir de la fuente, a la cual se quiere determinar su valor ya que éstos son 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 o eléctrico
d= distancia a la fuente (m)

En el cuadro siguiente se indican los valores medidos en líneas eléctricas de 400 kV en España (uso como referencia).

Cuadro 8B.2.3: Valores del campo eléctrico y magnético para una línea de 400 kV

POSICIÓN	CAMPO ELÉCTRICO (kV/m)	CAMPO MAGNÉTICO (μ T)
Debajo de los conductores	3-5	1-20
A 30 m de distancia	0,1-1,3	0,2-2
A 100 m de distancia	< 0,1	< 0,1

Estos valores son inferiores a los límites máximos de exposición permanente recomendados por la Unión Europea (5 kV/m y 100 μ T) y los Estados Unidos (8 kV/m y 15 μ T).

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 (Committee on 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 a 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 del 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.”

8B.2.4. EFECTOS POTENCIALES SOBRE LA FLORA Y LA VEGETACIÓN

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 o servidumbre. Su creación provoca la modificación de la cubierta vegetal de forma permanente, pues la calle debe 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 pies arbóreos 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 o servidumbre 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 paulatino de las especies presentes al actuar como una barrera ecológica y al producirse un empobrecimiento de la formación en algunas situaciones.

Hay que añadir a estos impactos producidos por la deforestación debida a la servidumbre, 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 las estructuras.

La creación de la servidumbre, 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, las cuales consistirán en la poda, tala 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 a especies invasoras foráneas, que antes de la apertura de la servidumbre veían condicionada su entrada.

8B.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 aquellas 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 impacto 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 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 voladoras 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 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 pobladas, 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 calles del tendido pueden constituir nuevas zonas de paso para las aves, al 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, los principales efectos potenciales que podrían suponerse sobre la fauna son: el ahuyentarla durante la fase de construcción y en menor medida durante la de explotación y el efecto percha de las torres usadas por algunas especies como hábitat de caza durante la fase de construcción y en menor medida durante la de explotación.

8B.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 sería muy pequeña una vez entre en funcionamiento el Proyecto.

Durante la fase de construcción, la población puede verse afectada por la circulación de maquinaria pesada, 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 LAT 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 distribución de energía eléctrica.

El acondicionamiento de las pistas 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 a 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.

8B.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, llevan consigo una serie de actuaciones, como pueden 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 las líneas 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.

8B.3. CARACTERIZACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS

8B.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 Guatemala, 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 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.

Tal como se ha enunciado, en este estudio la metodología propuesta ha sido implementada de manera que se puedan identificar y describir los impactos ambientales generados por el Proyecto. La valoración de impactos ha seguido la siguiente metodología general:

A) Identificación de fuentes de impacto ambiental:

Esta identificación consiste en el análisis de cada una de las obras y actividades del Proyecto en cada una de sus fases y su definición como fuentes de impacto ambiental.

B) Identificación de componentes y factores ambientales susceptibles de ser impactados:

La identificación de los componentes y factores ambientales del medio Físico, Biótico, Socioeconómico y Cultural y Perceptual, susceptibles de ser afectados por el Proyecto, se presenta en el apartado 8.2 " Identificación de los Efectos Potenciales", de este Estudio.

C) Identificación y Descripción de Impactos:

La identificación de impactos ambientales consiste en la determinación de los efectos, alteraciones y modificaciones en las condiciones basales de los componentes ambientales, producto de las diferentes obras y acciones del Proyecto en cada una de sus distintas fases.

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):

$$\text{Importancia (I)} = +/- (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

Rango de Valores	$13 < I < 100$
------------------	----------------

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, ($50 < I \leq 75$).

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, ($I > 75$).

8B.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.
- Roce 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.
- Habilidadación de caminos de penetración. 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, a 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 menor resistividad del terreno.
- 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 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 Winch y poleas colgadas de un conductor guía.
- Generación de residuos de obra. Se refiere a residuos tales como: 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. Conducción y transporte de la energía eléctrica por los conductores.
- Mantenimiento de la línea (control de arbolado). Incluye la poda y corta 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.

8B.3.3. IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES Y FACTORES AMBIENTALES SUSCEPTIBLES DE SER IMPACTADOS

En el siguiente cuadro se presentan los componentes y factores ambientales analizados en el apartado 8.2., de forma sintetizada.

Cuadro 8B.3.1: Componentes y factores ambientales analizados en el apartado 8.2, de forma sintetizada

COMPONENTES Y FACTORES AMBIENTALES POTENCIALMENTE AFECTADOS			
SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	FACTOR AMBIENTAL
MEDIO FÍSICO	M. INERTE	Geología y geomorfología	Laderas Perfil topográfico
		Suelo	Propiedades físicas Drenaje Capacidad de infiltración
		Hidrología	Patrón de red de drenaje Hidrología superficial
		Hidrogeología	Nivel de agua subsuperficial Calidad de agua subterránea
		Calidad de agua superficial	Calidad físico-química y biológica
		Ruido	Nivel de presión sonora (NPS)
		Calidad del aire	Partículas Gases
	M. BIÓTICO	Flora y vegetación	Estructura y composición de vegetación Diversidad de especies Hábitats para la flora
		Fauna	Composición de especies Hábitats para la fauna
	M. PERCEPTUAL	Paisaje	Calidad visual Fragilidad visual
MEDIO SOCIOECONÓMICO	M. SOCIO CULTURAL	Infraestructura	Efectos sobre infraestructura loca Efectos sobre infraestructura privadal
		Uso de suelo	Patrón de uso de suelo Cambio en el valor de la tierra
		Patrimonio cultural	Lugar de valor cultural
	M. ECONÓMICO	Socioeconomía	Calidad de vida Empleo y nivel de ingresos

8B.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 en cada una de sus fases, junto con los componentes y factores ambientales susceptibles de ser impactados.

Cabe indicar que, 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 con los seis tramos determinados. De esta manera se determina el contexto geográfico – territorial donde se desarrollarán los impactos del proyecto.

Cuadro 8B.3.2: Matriz de identificación de Impactos Ambientales en la fase de construcción

COMPONENTES	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN								IMPACTOS			
	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4	Actividad 5	Actividad 6	Actividad 7	Actividad 8				
	Ubicación de instalaciones auxiliares	Contratación de mano de obra	Diseños 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 Alteración de la hidrología superficial
Hidrología e hidrogeología												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 BIÓTICO												
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 SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL												
MEDIO SOCIO CULTURAL												
Patrimonio Cultural												Alección 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 ECONÓMICO												
Sociedad y nivel de empleo												Aumento del nivel de empleo e migraciones Migración de población

■ Impacto negativo
■ Impacto positivo

Cuadro 8B.3.3: Matriz de identificación de Impactos Ambientales en la fase de operación

COMPONENTES	ETAPA DE OPERACIÓN			IMPACTOS
	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	
	Presencia de infraestructura eléctrica (*)	Operación de la línea de alta tensión	Mantenimiento de la línea	
MEDIO FISICO				
MEDIO INERTE				
Suelo				NI
Calidad del aire				Emisión de ozono y maquinaria de mantenimiento
Hidrología e hidrogeología				NI
Geología y geomorfología				NI
Ruido				Aumento de emisiones acústicas (efecto Corona, maquinaria)
Calidad de aguas superficial				NI
MEDIO BIOTICO				
Flora y Vegetación				Pérdida de ecosistemas Afectación somera a la vegetación en el área de la servidumbre
Fauna				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				NI
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				
Sociedad y nivel de empleo				Cambio en las condiciones socioeconómicas Migración de la población

Impacto negativo
Impacto positivo

NI: 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 esta 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.

Según lo expuesto, el impacto sobre el suelo se considera moderado, pero compatible con la instalación de la línea.

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 del desbroce de la capa vegetal y movimiento de tierra para conformar los caminos de acceso, colocar las instalaciones, y del 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 por compactación del terreno*

El movimiento continuo 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.

Indirectamente las aguas subterráneas son afectadas al no darse la percolación a la velocidad natural, disminuyendo así el volumen almacenado y la transmisión del flujo hacia los acuíferos.

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 tiene relación con la modificación que se producirá en la calidad del aire, principalmente por el levantamiento de polvo y aumento de gases de maquinaria a partir de las obras y acciones del Proyecto que involucran movimientos de tierra, excavaciones y construcción de zapatas.

Al respecto, las medidas correctoras incluidas en el Plan de manejo tales como: humectación de caminos, control de emisiones de motores, implicarán que este impacto sea compatible, no siendo significativo sobre la salud de las personas del entorno donde se sitúa el Proyecto.

- Hidrología e Hidrogeología

Impacto: *Alteración de la 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 compatible.

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 Proyecto en zonas donde el nivel freático es somero. Se afectará el almacenamiento y calidad de aguas subterráneas y la red de drenajes.

Aunado a lo anterior está la compactación del suelo por el paso continuo del equipo pesado, lo que disminuye la velocidad de infiltración en los caminos de acceso.

Es considerado como impacto compatible.

- 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 el movimiento de tierras, cimentaciones y 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 a media ladera por zonas de topografía ondulada. Tampoco se producirán excesivos movimientos de tierra, optimizando si se siguen medidas precautorias para la construcción de los caminos de acceso.

- 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 y operación de maquinaria y equipos.

Al respecto, las medidas incluidas en el plan de manejo, tales como la restricción en los horarios de construcción, implicarán que este impacto sea compatible para el entorno.

- Calidad de agua superficial

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. 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*

Al producirse un derrame o vertido de sustancias contaminantes, como los aceites y combustibles utilizados en los equipos pesados y vehículos, el suelo superficial es el primero en contaminarse y eventualmente las aguas subterráneas si éstas llegan a infiltrarse hasta el nivel freático. Se valora como impacto compatible.

Medio Biótico:

- Vegetación y flora

Impacto: *Fragmentación de ecosistemas y eliminación de cubierta vegetal*

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 desmoche 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, como el morro (*Crescentia alata*),

madre cacao (*Gliricidia sepium*), pino ocote (*Pinus oocarpa*) y la caoba (*Swietenia macrophylla*); e invasión de especies vegetales como la jaraguá (*Hyparrhenia rufa*), zacate pará (*Brachiaria sp.*) y el palo de jote (*Bursera simarouba*), en cuanto a impactos directos, y una mayor accesibilidad de las comunidades silvestres vegetales deforestación, como impacto indirecto.

En la Ruta II, Panaluya-Frontera con Honduras, el tramo más sensible al impacto ambiental en cuanto a su afección a la flora, es el 6, de Brasilar-Shupá-El Florido.

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 y 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 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 maquinaria, personal y equipo, lo cual afectará la estabilidad ecológica de la zona, provocando que las especies, principalmente de locomoción rápida (macrofauna) se desplacen a zonas más tranquilas. En adición, se pueden suscitar casos de atropellos y accidentes. Esta acción afectará la frecuencia y biodiversidad de especies animales. También existirá una repercusión directa sobre los hábitos faunísticos, ya que se

afectarán las madrigueras y nidos de los animales que habitan en el área, adicionalmente, las fuentes de recursos alimentarios disminuirán.

En otras ocasiones los animales no se desplazan, sin embargo se altera o perturba sus actividades cotidianas obligando a éstos a moverse, temporalmente, hacia otros sectores más tranquilos y seguros.

Durante las actividades de montaje de estructuras, aisladores y cables, las aves colisionarán con las mismas, ya que ciertas rutas son sobrevoladas continuamente.

La tala de árboles en la faja de la servidumbre y el desbroce en los caminos de acceso crean un efecto corredor en el cual algunas especies son más visibles, lo que aumenta su exposición y por lo tanto el riesgo o peligro antes los cazadores y depredadores naturales.

El impacto se considera moderado.

Impacto: *Alteración del hábitat*

Las actividades de apertura de caminos de acceso, excavaciones, despeje de la franja de servidumbre, así como el izado de las torres y tendido de cables generan en el área del Proyecto movimiento de personal, materiales y maquinarias las cuales disminuyen e invaden, a veces de forma permanente, el espacio o hábitat de las especies propias del área.

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 al roce y despeje, 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 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 con 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 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. Se puede tomar como ejemplo de este último caso, los restos paleontológicos encontrados en el área de Estanzuela, Zacapa. Además, debe considerarse que en la región pueden haber sitios sagrados, los cuales tienen que tomarse en cuenta. Este impacto se justifica debido a lo significativa que es la cultura prehispánica y colonial en Guatemala. La zona de oriente, específicamente en la ruta Panaluya-Frontera con Honduras, contiene información acerca del pasado precolombino y colonial del país, por lo que el

patrimonio cultural que pueda ser rescatado implica un avance al conocimiento de Guatemala. Pero de acuerdo con lo establecido en el inventario ambiental para el medio socioeconómico y, en particular, en lo referido al patrimonio cultural y arqueológico, cabe mencionar que el área de influencia del Proyecto comparativamente hablando, no corresponde a los grandes centros culturales y arqueológicos con los que cuenta Guatemala y que se localizan principalmente más al norte (sector Petén y en los sectores altiplánicos). Por lo anterior, en este sector no se presentan, a priori, importantes centros de desarrollo de la cultura indígena ni restos importantes de sitios arqueológicos. Impacto compatible.

- 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 poblaciones dispersas en la 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 moderado.

- 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 de los apoyos y disposición del exceso de suelo

removido, siempre que éste 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 los propietarios por la explotación de los terrenos, etc., pero en todo caso es de poca relevancia, debido a que la afección en superficie es mínima. Este impacto se ha calificado como negativo, de baja intensidad y se presentará en todos los tramos del área de influencia del Proyecto.

Con relación a las servidumbres de paso, cabe mencionar que el proyecto ha considerado los elementos y herramientas contempladas en la Legislación Guatemalteca para lograr un entendimiento con la comunidad eventualmente afectada, las servidumbres de pasos y las compensaciones correspondientes. En este sentido, y de acuerdo con 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.

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 maquinaria 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 constatado 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. En conjunto se considera que el impacto en la calidad del aire es compatible.

- Hidrología e Hidrogeología

Impacto: Impacto nulo

- Geología y Geomorfología

Impacto: Impacto nulo

- Ruido

Impacto: *Aumento de las emisiones acústicas*

Durante la operación de la línea se prevé un aumento de las emisiones acústicas del Proyecto, generadas por el efecto corona en los conductores y emisión de ruido en el transformador.

El nivel sonoro generado por el funcionamiento de la línea eléctrica, es similar al valor medio que existe en medios rurales. 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 y Alteración de la estructura de la vegetación y hábitat para la flora*

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. También influirán las actividades de mantenimiento de la servidumbre sobre la proliferación de especies heliófilas pertenecientes a las familias de las gramíneas y ciperáceas, 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: *Afectación somera 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 hábitats 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 esporádico de trabajadores y vehículos 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, vegetación herbácea y árboles para construir sus nidos. 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.

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 puntual y de baja intensidad.

- Infraestructura

Impacto: *Efectos sobre la infraestructura local*

Se considera un impacto positivo permanente de magnitud alta, 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, un mejor abastecimiento y una mayor confiabilidad en el sistema.

Además, los caminos de acceso a las torres serán de beneficio tanto a los habitantes cercanos como a los productores del área, ya que facilitan la salida de sus productos al mercado local.

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, por lo que se valora como moderado con el Proyecto.

- Patrón de uso de suelo

Impacto: *Cambio en el patrón de uso de suelo*

El cambio en el patrón de uso de suelo está orientado al área correspondiente a la servidumbre que debe mantenerse a ambos lados de la línea la cual deberá estar libre de toda vegetación que dificulte el acceso al personal de mantenimiento y/o ponga en riesgo la operación y seguridad de la línea; esta 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 de 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 74 km con una elevada cantidad de tierras afectadas, el impacto producido es considerado como moderado.

- Campos electromagnéticos

Impacto: *Afección de la salud humana*

Como la intensidad de los campos desciende conforme aumenta la distancia a la línea eléctrica y los centros poblados se encuentran a una distancia considerable, este impacto de carácter negativo, se ha evaluado como de baja magnitud y relevancia. Impacto compatible.

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.

8B.3.5. VALORACIÓN DE IMPACTOS

Como resultado de la aplicación del método de valoración o jerarquización de los impactos detectados, definido en el apartado 8.3.1 anterior, se obtienen los cuadros que se presentan en las páginas siguientes, en función de la fase de Proyecto correspondiente.

Cuadro 8B.5. Matriz de Valoración de Impactos en la fase de construcción

FASE DE CONSTRUCCIÓN														
MEDIO FÍSICO														
MEDIO INERTE	Impactos	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	
Suelo	Ocupación del suelo	-	4	2	4	4	2	2	1	4	4	4	-41	moderado
	Disminución de la capacidad de infiltración del suelo por compactación del terreno en los caminos de acceso	-	1	1	4	2	2	1	1	4	2	4	-25	moderado
	Aumento en la inestabilidad de laderas	-	2	2	2	2	2	2	1	4	2	4	-29	moderado
	Generación de procesos erosivos	-	2	2	2	2	2	2	1	4	1	4	4	-30
Calidad del 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	1	-20	compatible
Hidrología e Hidrogeología	Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	-	1	1	2	2	2	1	1	4	2	4	-23	compatible
	Alteraciones en la hidrología superficial	-	1	1	2	2	2	1	1	4	1	2	-20	compatible
Geología y Geomorfología	Alteración de unidades geomorfológicas	-	2	2	2	2	2	1	1	1	4	2	-25	moderado
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	2	4	1	1	1	1	4	1	1	-21	compatible
Calidad del Agua	Contaminación de las aguas subterráneas	-	1	1	2	2	2	1	1	4	2	4	-23	compatible
	Variación de la calidad de aguas superficiales	-	1	1	2	2	2	1	4	1	4	2	-23	compatible
MEDIO BIÓTICO														
Flora y Vegetación	Eliminación de la cubierta vegetal	-	4	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-47	moderado
	Fragmentación de ecosistemas	-	2	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-41	moderado
Fauna	Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-	2	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-41	moderado
	Alteración de hábitat	-	2	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-41	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 SOCIOCULTURAL														
Patrimonio Cultural	Afección a lugares culturales y patrimoniales	-	1	1	4	2	1	1	1	4	1	4	-23	compatible
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-	2	2	4	2	1	1	4	1	1	2	-26	moderado
Infraestructuras y Servicios	Efectos sobre la infraestructura local	-	4	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-47	moderado
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	2	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-41	moderado
MEDIO ECONÓMICO														
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	4	4	4	2	2	1	1	4	2	2	38	beneficioso

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

	Impacto severo
	Impacto moderado
	Impacto compatible
	Impacto positivo
	Sin impacto

Cuadro 8B.6. Matriz de Valoración de Impactos en la fase de operación

FASE DE OPERACIÓN														
MEDIO FÍSICO														
MEDIO INERTE	Impactos	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	
Suelo	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Calidad del Aire	Emisiones de ozono, SF ₆ 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		
Geología y Geomorfología	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	2	4	1	1	1	1	4	1	1	-21	compatible
Calidad del Agua	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
MEDIO BIÓTICO														
Flora y Vegetación	Alteración de la estructura y del hábitat	-	2	2	4	4	2	2	1	4	4	8	-39	moderado
	Pérdida de ecosistemas	-	2	2	4	2	2	2	1	4	2	8	-35	moderado
	Afectación somera de la vegetación que crece en la servidumbre	-	2	2	4	2	2	2	1	4	2	8	-35	moderado
Fauna	Afectación a sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-	2	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-41	moderado
	Alteración de hábitat	-	2	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-41	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 SOCIOCULTURAL														
Patrimonio Cultural	No se identifican impactos	-	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	1	2	4	2	1	1	4	2	2	-23	compatible
Infraestructura Local	Efectos sobre la infraestructura privada	-	4	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-47	moderado
	Efectos sobre la infraestructura local	+	4	2	4	4	2	1	1	4	4	2	38	beneficioso
Patrón de Uso del Suelo	Cambio en el valor de la tierra	-	2	2	4	4	4	1	1	4	4	8	-40	moderado
	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	4	2	4	2	4	1	1	4	4	8	-44	moderado
Campos electromagnéticos	Alteración en la salud humana	-	1	1	2	2	2	1	1	4	4	2	-23	compatible
MEDIO ECONÓMICO														
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	4	2	4	2	2	1	1	4	2	2	34	beneficioso

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

	Impacto severo
	Impacto moderado
	Impacto compatible
	Impacto positivo
	Sin impacto

8B.4. EVALUACIÓN DE IMPACTOS POR TRAMOS

A continuación, se muestra la evaluación de impactos por tramos homogéneos para la Ruta II, Panaluya-Frontera con Honduras, para cada una de las fases del Proyecto.

La metodología empleada es la que se recoge en el apartado anterior, la misma que se utilizó en la valoración global.

Ruta II: Panaluya-Frontera con Honduras ⇒ Tramo GU2-1 (Panaluya (Río Hondo)-Santa Rosalía)

El tramo presenta una longitud de 14,45 km, y está compuesto por dos alineaciones.

Características a resaltar:

- El recorrido se caracteriza por tener pendientes suaves (0,08%).
- La línea atraviesa zona de fallas, por lo que existe riesgo de sismos.
- Suelos de erosión alta a muy alta.
- Cultivos predominantes: melón para exportación, maíz blanco, chile, tabaco, yuca y papaya. Los suelos asociados incluyen, además de centros poblados, infraestructura vial y ferroviaria, líneas de transmisión, ganadería extensiva y agricultura.
- Se registraron un total de 140 especies de flora, entre las que pertenecen a la familia Cactaceae, incluidas todas en la Lista Roja de Especies de la flora para Guatemala.
- En cuanto a la fauna, se localizaron 77 especies, entre las que destacan, el mamífero *Felis jaguarrundi*, el ave, *Leptotila verreauxi*, y los reptiles *Clecia clecia*, *Boa constrictor* e *Iguana iguana*, todos incluidos en la Lista Roja de Guatemala.

Cuadro 8B.4.1: Matriz de Valoración de Impactos en la fase de construcción. Tramo GU2-1

FASE DE CONSTRUCCIÓN														
MEDIO FÍSICO														
MEDIO INERTE	Impactos	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	
Suelo	Ocupación del suelo	-	4	2	4	4	2	2	1	4	4	8	-45	moderado
	Disminución de la capacidad de infiltración del suelo por compactación del terreno en los caminos de acceso	-	1	1	4	2	2	2	1	4	4	4	-28	moderado
	Aumento en la inestabilidad de laderas	-	1	1	2	2	2	2	1	4	2	4	-24	compatible
	Generación de procesos erosivos	-	1	2	4	2	2	1	4	1	4	4	-29	moderado
Calidad del 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	1	-20	compatible
Hidrología e Hidrogeología	Alteraciones en la hidrología superficial	-	1	1	2	2	2	1	1	4	1	2	-20	compatible
Geología y Geomorfología	Alteración de unidades geomorfológicas	-	1	1	2	2	2	1	1	1	4	2	-20	compatible
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	2	4	1	1	1	1	4	1	1	-21	compatible
Calidad del Agua	Contaminación de las aguas subterráneas	-	1	1	2	2	2	1	4	2	4	2	-24	compatible
	Variación de la calidad de aguas superficiales	-	1	1	2	2	1	1	4	1	2	2	-20	compatible
MEDIO BIÓTICO														
Flora y Vegetación	Eliminación de la cubierta vegetal	-	4	1	4	4	2	2	1	4	4	4	-39	moderado
	Fragmentación de ecosistemas	-	2	1	2	4	4	2	1	4	2	8	-35	moderado
Fauna	Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-	1	1	4	2	4	2	1	4	2	8	-32	moderado
	Alteración de hábitat	-	2	2	4	1	2	2	1	4	4	2	-30	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 SOCIOCULTURAL														
Patrimonio Cultural	Afección a lugares culturales y patrimoniales	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-	4	2	4	2	1	1	4	1	1	2	-32	moderado
Infraestructuras y Servicios	Efectos sobre la infraestructura local	-	1	2	4	2	1	2	4	1	1	2	-24	compatible
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	1	1	4	4	2	2	1	4	4	2	-28	moderado
MEDIO ECONÓMICO														
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	1	2	2	4	2	1	1	1	2	4	24	beneficioso

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

	Impacto severo
	Impacto moderado
	Impacto compatible
	Impacto positivo
	Sin impacto

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

Cuadro 8B.4.2: Matriz de Valoración de Impactos en la fase de operación. Tramo GU2-1

FASE DE OPERACIÓN													
MEDIO FÍSICO													
MEDIO INERTE	Impactos	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia
Suelo	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Calidad del Aire	Emissiones de ozono, SF ₆ 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	
Geología y Geomorfología	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	2	4	1	1	1	1	4	1	1	-21 compatible
Calidad del Agua	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MEDIO BIOTICO													
Flora y Vegetación	Alteración de la estructura y del hábitat	-	2	2	4	2	2	1	1	4	4	2	-30 moderado
	Pérdida de ecosistemas	-	2	1	2	2	4	2	1	4	4	4	-31 moderado
	Afectación somera de la vegetación que crece en la servidumbre	-	4	1	2	2	4	2	1	4	4	8	-41 moderado
Fauna	Afectación a sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-	4	1	2	2	4	2	1	4	2	8	-39 moderado
	Alteración de hábitat	-	2	2	4	2	2	1	1	4	2	2	-28 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 SOCIOCULTURAL													
Patrimonio Cultural	No se identifican impactos	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	1	2	4	2	1	1	4	2	2	-23 compatible
Infraestructura Local	Efectos sobre la infraestructura privada	-	4	4	4	4	4	2	1	4	4	8	-51 severo
	Efectos sobre la infraestructura local	+	4	2	2	4	2	1	4	4	4	4	41 beneficioso
Patrón de Uso del Suelo	Cambio en el valor de la tierra	-	4	4	4	4	4	2	1	4	4	8	-51 severo
	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	1	2	2	4	2	1	1	4	4	2	-27 moderado
Campos electromagnéticos	Alteración en la salud humana	-	1	1	2	2	2	1	1	4	4	2	-23 compatible
MEDIO ECONÓMICO													
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	32 beneficioso

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

	Impacto severo
	Impacto moderado
	Impacto compatible
	Impacto positivo
	Sin impacto

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

Ruta II: Panaluya-Frontera con Honduras ⇒ Tramo GU2-2 (Santa Rosalía-Labor Pedrosa)

El tramo presenta una longitud de 18,1 km y está compuesto por tres alineaciones.

Características a resaltar:

- Los suelos presentes en la zona presentan peligro de erosión muy alta.
- Ganadería extensiva y agricultura basada en el cultivo del maíz, yuca, frijol y cítricos (ver Mapa MG-13B).
- Los usos del suelo incluyen centros poblados, infraestructura vial, línea de transmisión, ganadería extensiva y agricultura (ver Mapa MG-11B).
- La cobertura vegetal engloba, asociaciones de bosque secundario sin arbustos, bosques secundarios arbustales, asociaciones latifoliadas y cultivos, y áreas sin cobertura vegetal.
- Se encuentran en la zona 98 especies vegetales y 45 de fauna, entre las que destacan las especies *Leptotila verreauxi*, y *Boa constrictor*, ambas incluidas en la Lista Roja.

Cuadro 8B.4.3: Matriz de Valoración de Impactos en la fase de construcción. Tramo GU2-2

FASE DE CONSTRUCCIÓN														
MEDIO FÍSICO	Impactos	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	
Suelo	Ocupación del suelo	-	2	2	4	4	2	2	1	4	4	4	-35	moderado
	Disminución de la capacidad de infiltración del suelo por compactación del terreno en los caminos de acceso	-	1	1	2	2	1	1	1	4	4	8	-28	moderado
	Aumento en la inestabilidad de laderas	-	2	1	2	2	2	2	1	4	2	4	-27	moderado
	Generación de procesos erosivos	-	2	2	2	2	2	2	4	1	4	4	-31	moderado
Calidad del 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	1	-20	compatible
Hidrología e Hidrogeología	Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	-	1	1	2	2	2	2	1	4	2	2	-22	compatible
	Alteraciones en la hidrología superficial	-	2	1	2	2	2	1	1	4	1	2	-23	compatible
Geología y Geomorfología	Alteración de unidades geomorfológicas	-	1	2	2	2	2	1	1	1	4	2	-22	compatible
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	2	4	1	1	1	1	4	1	1	-21	compatible
Calidad del Agua	Contaminación de las aguas subterráneas	-	1	1	2	2	2	1	1	4	1	2	-20	compatible
	Variación de la calidad de aguas superficiales	-	2	1	2	2	1	1	4	1	2	2	-23	compatible
MEDIO BIOTICO														
Flora y Vegetación	Eliminación de la cubierta vegetal	-	4	2	4	4	2	2	1	4	4	8	-45	moderado
	Fragmentación de ecosistemas	-	2	1	2	4	4	2	1	4	4	8	-37	moderado
Fauna	Eliminación de individuos	-	2	2	4	4	4	1	1	4	4	8	-40	moderado
	Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-	2	1	2	4	4	2	1	4	4	8	-37	moderado
	Alteración de hábitat	-	2	2	4	1	2	1	1	4	4	4	-31	moderado
MEDIO PERCEPTUAL														
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	-	4	4	2	4	2	1	1	4	4	8	-46	moderado
MEDIO SOCIOECONOMICO Y CULTURAL														
MEDIO SOCIOCULTURAL														
Patrimonio Cultural	Afección a lugares culturales y patrimoniales	-	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	4	2	1	1	4	1	1	2	-23	compatible
Infraestructuras y Servicios	Efectos sobre la infraestructura local	-	1	2	2	4	2	2	1	1	2	4	-25	moderado
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	1	1	4	4	2	1	1	4	4	2	-27	moderado
MEDIO ECONOMICO														
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	32	beneficioso

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

	Impacto severo
	Impacto moderado
	Impacto compatible
	Impacto positivo
	Sin impacto



Cuadro 8B.4.4: Matriz de Valoración de Impactos en la fase de operación. Tramo GU2-2

FASE DE OPERACIÓN														
MEDIO FÍSICO														
MEDIO INERTE	Impactos	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	
Suelo	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Calidad del Aire	Emisiones de ozono, SF ₆ 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		
Geología y Geomorfología	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	2	4	1	1	1	1	4	1	1	-21	compatible
Calidad del Agua	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
MEDIO BIÓTICO														
Flora y Vegetación	Alteración de la estructura y del hábitat	-	1	2	4	2	2	1	1	4	4	2	-27	moderado
	Pérdida de ecosistemas	-	2	1	2	4	4	2	1	4	2	8	-35	moderado
	Afectación somera de la vegetación que crece en la servidumbre	-	4	2	4	2	4	2	1	4	2	8	-43	moderado
Fauna	Afectación a sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-	2	1	4	2	2	2	1	4	2	4	-29	moderado
	Alteración de hábitat	-	1	2	2	2	2	1	1	4	2	2	-23	compatible
MEDIO PERCEPTUAL														
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	-	4	4	2	4	2	1	1	4	4	8	-46	moderado
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL														
MEDIO SOCIOCULTURAL														
Patrimonio Cultural	No se identifican impactos	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	1	2	4	2	1	1	4	2	2	-23	compatible
Infraestructura Local	Efectos sobre la infraestructura privada	-	2	1	4	4	4	2	1	4	4	8	-39	moderado
	Efectos sobre la infraestructura local	+	4	2	2	4	2	1	4	4	4	4	41	beneficioso
Patrón de Uso del Suelo	Cambio en el valor de la tierra	-	4	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-47	moderado
	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	1	2	2	4	2	1	1	4	4	2	-27	moderado
Campos electromagnéticos	Alteración en la salud humana	-	1	1	2	2	2	1	1	4	4	2	-23	compatible
MEDIO ECONÓMICO														
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	32	beneficioso

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

	Impacto severo
	Impacto moderado
	Impacto compatible
	Impacto positivo
	Sin impacto

Ruta II: Panaluya-Frontera con Honduras ⇒ Tramo GU2-3 (Labor Ponderosa-Vado Hondo)

El tramo se compone de tres alineaciones y presenta una longitud de 18,1 km.

Características a resaltar:

- Región vulnerable a sismos.
- En el área se localizan valles y cerros que forman parte de complejos montañosos.
- Suelos con erosión de alta a muy alta dedicados a cultivos de maíz, frijol y árboles destinados a explotación forestal.
- Los usos del suelo incluyen centros poblados, uso forestal, agricultura e infraestructura vial (ver Mapa 11-B).
- Los ecosistemas terrestres presentes son: sistema agropecuario, bosque tropical semidecíduo latifoliado submontano y bosque tropical mixto submontano, con series de vegetación comunes de arbustales o rastrojos, herbazales, potreros, cultivos anuales, y áreas de pastos mejorados.
- En este tramo se localizan un menor número de especies de flora y fauna respecto a los anteriores, 43 de flora, y 16 de fauna, donde destaca, al igual que ocurre en todo el trazado de la línea el ave *Leptotila verreauxi*.

Cuadro 8B.4.5: Matriz de Valoración de Impactos en la fase de construcción. Tramo GU2-3

FASE DE CONSTRUCCIÓN														
MEDIO FÍSICO														
MEDIO INERTE	Impactos	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	
Suelo	Ocupación del suelo	-	2	2	4	4	2	2	1	4	4	4	-35	moderado
	Disminución de la capacidad de infiltración del suelo por compactación del terreno en los caminos de acceso	-	1	1	4	2	2	2	1	4	2	2	-24	compatible
	Aumento en la inestabilidad de laderas	-	2	1	2	2	2	2	1	4	2	4	-27	moderado
	Generación de procesos erosivos	-	2	4	2	2	2	2	4	1	4	4	-35	moderado
Calidad del 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	1	-20	compatible
	Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	-	1	1	2	2	2	2	1	4	2	2	-22	compatible
Hidrología e Hidrogeología	Alteraciones en la hidrología superficial	-	1	1	2	2	2	1	1	4	1	2	-20	compatible
	Alteración de unidades geomorfológicas	-	2	1	2	2	2	1	1	1	4	2	-23	compatible
Geología y Geomorfología														
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	2	4	1	1	1	1	4	1	1	-21	compatible
Calidad del Agua	Contaminación de las aguas subterráneas	-	1	1	2	2	2	2	1	2	2	2	-20	compatible
	Variación de la calidad de aguas superficiales	-	1	1	2	2	2	1	4	1	4	2	-23	compatible
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	4	4	2	1	4	4	8	-41	moderado
Fauna	Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-	2	1	4	2	2	2	1	4	2	2	-27	moderado
	Alteración de hábitat	-	4	2	4	1	2	1	1	4	4	8	-41	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 SOCIOCULTURAL														
Patrimonio Cultural	Afección a lugares culturales y patrimoniales	-	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	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	1	4	4	2	1	1	4	4	2	-27	moderado
MEDIO ECONÓMICO														
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	32	beneficioso

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

$$I = + / - (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

	Impacto severo
	Impacto moderado
	Impacto compatible
	Impacto positivo
	Sin impacto



Cuadro 8B.4.6: Matriz de Valoración de Impactos en la fase de operación. Tramo GU2-3

FASE DE OPERACIÓN														
MEDIO FÍSICO														
MEDIO INERTE	Impactos	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	
Suelo	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Calidad del Aire	Emisiones de ozono, SF ₆ 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		
Geología y Geomorfología	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	2	4	1	1	1	1	4	1	1	-21	compatible
Calidad del Agua	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
MEDIO BIÓTICO														
Flora y Vegetación	Alteración de la estructura y del hábitat	-	4	2	4	2	2	1	1	4	4	8	-42	moderado
	Pérdida de ecosistemas	-	2	1	4	4	4	2	1	4	4	8	-39	moderado
	Afectación somera de la vegetación que crece en la servidumbre	-	4	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-47	moderado
Fauna	Afectación a sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-	2	1	4	2	2	2	1	4	2	4	-29	moderado
	Alteración del hábitat	-	4	1	2	2	2	1	1	4	2	8	-36	moderado
MEDIO PERCEPTUAL														
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	-	4	4	2	4	2	1	1	4	4	8	-46	moderado
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL														
MEDIO SOCIOCULTURAL														
Patrimonio Cultural	No se identifican impactos	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	1	2	4	2	1	1	4	2	2	-23	compatible
Infraestructura Local	Efectos sobre la infraestructura privada	-	2	1	4	4	4	2	1	4	4	8	-39	moderado
	Efectos sobre la infraestructura local	+	4	2	2	4	2	1	4	4	4	4	41	beneficioso
Patrón de Uso del Suelo	Cambio en el valor de la tierra	-	4	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-47	moderado
	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	2	2	2	4	2	1	1	4	4	2	-30	moderado
Campos electromagnéticos	Alteración en la salud humana	-	1	1	2	2	2	1	1	4	4	2	-23	compatible
MEDIO ECONÓMICO														
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	32	beneficioso

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

	Impacto severo
	Impacto moderado
	Impacto compatible
	Impacto positivo
	Sin impacto

Ruta II: Panaluya-Frontera con Honduras ⇒ Tramo GU2-4 (Vado Hondo-San Juan Ermita)

Tramo de 8,8 km de longitud, con tres alineaciones. El trazado se rectificó para evitar su paso por una gran cantidad de poblaciones.

Características a resaltar:

- Poblaciones directamente afectadas: San Jorge, El Pinal, Veguitas, Los Planes, Minas Abajo y San Juan Ermita.
- En líneas generales el trazado discurre sobre una altitud de 600 m.
- Atraviesa zona vulnerable a sismos y de posibles deslizamientos (ver Mapa MG-14B).
- La mayoría de los suelos presentan peligro de erosión.
- Cultivo de hortalizas, maíz, frijol y pastos.
- El uso del suelo se concentra en ganadería, centros poblados, agricultura, explotación forestal e infraestructura vial (ver Mapa MG-14B).
- Las series de vegetación comunes son bosques semidecíduos, arbustales o rastrojos, herbazales, cultivos anuales y cultivos permanentes (ver Mapa MG-13B).
- Se registraron 61 especies de flora, entre las que destaca *Oncidium cf. ampliatum* y 47 de fauna, en donde destacan *Leptotila verreauxi*, *Bubo virginianus*, *Boa constrictor* e *Iguana iguana*.



Cuadro 8B.4.7: Matriz de Valoración de Impactos en la fase de construcción. Tramo GU2-4

FASE DE CONSTRUCCIÓN														
MEDIO FÍSICO														
MEDIO INERTE	Impactos	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	
Suelo	Ocupación del suelo	-	2	2	4	4	2	1	1	4	4	4	-34	moderado
	Disminución de la capacidad de infiltración del suelo por compactación del terreno en los caminos de acceso	-	1	2	4	2	2	1	1	4	2	2	-25	moderado
	Aumento en la inestabilidad de laderas	-	2	1	2	2	2	1	1	4	2	4	-26	moderado
	Generación de procesos erosivos	-	4	2	2	2	2	2	1	4	1	4	4	-36
Calidad del 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	1	-20	compatible
Hidrología e Hidrogeología	Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	-	1	1	2	2	2	1	1	4	2	4	-23	compatible
	Alteraciones en la hidrología superficial	-	1	1	2	2	2	1	1	4	1	2	-20	compatible
Geología y Geomorfología	Alteración de unidades geomorfológicas	-	2	2	2	2	2	1	1	1	4	2	-25	moderado
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	2	4	1	1	1	1	4	1	1	-21	compatible
Calidad del Agua	Contaminación de las aguas subterráneas	-	1	1	2	2	2	1	1	4	2	4	-23	compatible
	Variación de la calidad de aguas superficiales	-	1	1	2	2	2	1	4	1	4	2	-23	compatible
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	1	4	4	4	2	1	4	4	8	-39	moderado
Fauna	Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-	2	1	2	4	4	2	1	4	4	8	-37	moderado
	Alteración de hábitat	-	4	2	4	1	2	2	1	4	4	8	-42	moderado
MEDIO PERCEPTUAL														
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	-	2	4	4	4	2	1	1	4	4	2	-36	moderado
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL														
MEDIO SOCIOCULTURAL														
Patrimonio Cultural	Afección a lugares culturales y patrimoniales	-	2	2	4	4	2	1	1	1	1	4	-28	moderado
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-	2	4	4	2	1	2	4	1	1	8	-37	moderado
Infraestructuras y Servicios	Efectos sobre la infraestructura local	-	4	2	2	4	2	2	1	1	2	8	-38	moderado
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	1	1	4	4	2	1	1	4	4	2	-27	moderado
MEDIO ECONÓMICO														
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	32	beneficioso

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

	Impacto severo
	Impacto moderado
	Impacto compatible
	Impacto positivo
	Sin impacto



Cuadro 8B.4.8: Matriz de Valoración de Impactos en la fase de operación. Tramo GU2-4

FASE DE OPERACIÓN														
MEDIO FÍSICO														
MEDIO INERTE	Impactos	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	
Suelo	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Calidad del Aire	Emisiones de ozono, SF ₆ y de maquinaria de mantenimiento	-	2	2	4	1	1	1	1	4	1	4	-27	moderado
Hidrología e Hidrogeología	No se identifican impactos	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		
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	2	2	4	1	1	1	1	4	1	4	-27	moderado
Calidad del Agua	No se identifican impactos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
MEDIO BIOTICO														
Flora y Vegetación	Alteración de la estructura y del hábitat	-	4	2	4	2	2	2	1	4	4	8	-43	moderado
	Pérdida de ecosistemas	-	2	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-41	moderado
	Afectación somera de la vegetación que crece en la servidumbre	-	4	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-47	moderado
Fauna	Afectación a sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-	2	1	4	2	4	2	1	4	4	8	-37	moderado
	Alteración de hábitat	-	2	2	2	2	2	2	1	4	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 SOCIOCULTURAL														
Patrimonio Cultural	No se identifican impactos	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	-	2	1	2	4	2	1	1	4	2	2	-26	moderado
Infraestructura Local	Efectos sobre la infraestructura privada	-	4	1	4	4	4	2	1	4	4	8	-45	moderado
	Efectos sobre la infraestructura local	+	4	2	2	4	2	1	4	4	4	4	41	beneficioso
Patrón de Uso del Suelo	Cambio en el valor de la tierra	-	4	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-47	moderado
	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	4	2	2	4	2	1	1	4	4	8	-42	moderado
Campos electromagnéticos	Alteración en la salud humana	-	1	1	2	2	2	1	1	4	4	2	-23	compatible
MEDIO ECONÓMICO														
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	32	beneficioso

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

	Impacto severo
	Impacto moderado
	Impacto compatible
	Impacto positivo
	Sin impacto

Ruta II: Panaluya-Frontera con Honduras ⇒ Tramo GU2-5 (San Juan Ermita-Brasilar)

El tramo presenta una longitud de 12,35 km.

Características a resaltar:

- El trazado discurre sobre una elevación promedio de 550 m.s.n.m.
- Los suelos, a excepción del de los valles, presenta peligro de erosión alta, utilizados para cultivar hortalizas, maíz, frijol, mango enano, y sorgo, entre otros.
- El uso del suelo incluye centros poblados, infraestructura vial y agricultura (ver Mapa MG-11B).
- Las series de vegetación comunes en todo el tramo son: arbustales o rastrojos, herbazales, y cultivos permanentes (ver Mapa MG-13B).
- El número de especies detectadas de flora, es relativamente bajo, 36, y muy baja en el caso de la fauna, 14. Cabe destacar que salvo ratones y ratas no se detecta presencia en el tramo de ningún mamífero. En cuanto a las aves, destaca la presencia de *Leptotila verreauxi*, y en cuanto a los reptiles, la *Boa constrictor*, ambas incluidas en la Lista Roja.
-

Cuadro 8B.4.9: Matriz de Valoración de Impactos en la fase de construcción. Tramo GU2-5

FASE DE CONSTRUCCIÓN														
MEDIO FÍSICO														
MEDIO INERTE	Impactos	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	
Suelo	Ocupación del suelo	-	4	2	4	4	2	1	1	4	4	4	-40	moderado
	Disminución de la capacidad de infiltración del suelo por compactación del terreno en los caminos de acceso	-	1	1	2	2	2	1	1	4	2	2	-21	compatible
	Aumento en la inestabilidad de laderas	-	2	2	2	2	2	1	1	4	2	4	-28	moderado
	Generación de procesos erosivos	-	4	2	2	2	2	1	4	1	4	4	-36	moderado
Calidad del 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	1	-20	compatible
	Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	-	1	1	2	2	2	1	1	4	2	4	-23	compatible
Hidrología e Hidrogeología	Alteraciones en la hidrología superficial	-	1	1	2	2	2	1	1	4	1	2	-20	compatible
	Alteración de unidades geomorfológicas	-	2	2	2	2	2	1	1	1	4	2	-25	moderado
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	2	4	1	1	1	1	4	1	1	-21	compatible
Calidad del Agua	Contaminación de las aguas subterráneas	-	1	1	2	2	1	1	1	4	2	4	-22	compatible
	Variación de la calidad de aguas superficiales	-	1	1	2	2	2	1	4	1	4	2	-23	compatible
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	4	4	2	1	4	4	8	-41	moderado
Fauna	Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-	2	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-41	moderado
	Alteración de hábitat	-	4	2	2	1	2	2	1	4	4	8	-40	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 SOCIOCULTURAL														
Patrimonio Cultural	Afección a lugares culturales y patrimoniales	-	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	4	2	1	1	4	1	1	2	-23	compatible
Infraestructuras y Servicios	Efectos sobre la infraestructura local	-	4	2	2	4	2	1	1	1	2	8	-37	moderado
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	4	2	4	4	2	1	1	4	4	8	-44	moderado
MEDIO ECONÓMICO														
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	1	2	4	2	2	2	4	4	2	2	29	beneficioso

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

	Impacto severo
	Impacto moderado
	Impacto compatible
	Impacto positivo
	Sin impacto

Cuadro 8B.4.10: Matriz de Valoración de Impactos en la fase de operación. Tramo GU2-5

FASE DE OPERACIÓN													
MEDIO FÍSICO	Impactos	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia
MEDIO INERTE													
Suelo	No se identifican impactos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Calidad del Aire	Emisiones de ozono, SF ₆ 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	
Geología y Geomorfología	No se identifican impactos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	2	4	1	1	1	1	4	1	1	-21 compatible
Calidad del Agua	No se identifican impactos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MEDIO BIÓTICO													
Flora y Vegetación	Ateración de la estructura y del hábitat	-	4	2	4	2	2	1	1	4	4	8	-42 moderado
	Pérdida de ecosistemas	-	2	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-41 moderado
	Afectación somera de la vegetación que crece en la servidumbre	-	4	2	4	2	4	2	1	4	4	8	-45 moderado
Fauna	Afectación a sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-	2	1	4	2	2	1	1	4	2	4	-28 moderado
	Ateración de hábitat	-	4	2	2	2	2	1	1	4	2	8	-38 moderado
MEDIO PERCEPTUAL													
Paisaje y Estética	Ateración de la calidad y fragilidad visual	-	4	2	2	4	2	1	1	4	4	4	-38 moderado
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL													
MEDIO SOCIOCULTURAL													
Patrimonio Cultural	No se identifican impactos		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	1	2	4	2	1	1	4	2	2	-23 compatible
Infraestructura Local	Efectos sobre la infraestructura privada	-	4	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-47 moderado
	Efectos sobre la infraestructura local	+	4	2	2	4	2	1	4	4	4	4	41 beneficioso
Patrón de Uso del Suelo	Cambio en el valor de la tierra	-	4	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-47 moderado
	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	4	2	2	4	2	1	1	4	4	8	-42 moderado
Campos electromagnéticos	Ateración en la salud humana	-	1	1	2	2	2	1	1	4	4	2	-23 compatible
MEDIO ECONÓMICO													
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	1	2	4	2	2	2	4	4	2	2	29 beneficioso

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad
SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$

	Impacto severo
	Impacto moderado
	Impacto compatible
	Impacto positivo
	Sin impacto

Ruta II: Panaluya-Frontera con Honduras ⇒ Tramo GU2-6 (Brasilar-El Florido)

El tramo presenta una longitud de 15,05 km.

Características a resaltar:

- Elevación promedio de 600 m sobre el nivel del mar.
- El trazado discurre paralelo a la carretera 21 y al río Grande o Camotán, alejado de las zonas de inundación del mismo (ver Mapa MG-14B).
- Poblaciones afectadas: Pitahaya, Plan del Morro, Lelá Chancó, Shupá y La Libertad. Entre las zonas localizadas dentro del área de influencia directa están, Lelá Obraja, Lima, El Mineral, El Cuje, Despoblado, San Antonio, Tajón, Anisillo, Caparjá y El Florido.
- Existe vulnerabilidad a sismos.
- Los usos del suelo en el tramo son residencial, agricultura, uso forestal e infraestructura vial (ver Mapa MG-11B).
- Entre los ecosistemas terrestres se encuentran bosques tropicales semidecíduos, sistema agropecuario y bosque tropical siempreverde estacional mixto submontano.
- En el tramo se localizan 53 especies de flora y 59 de fauna. De fauna, están incluidas, *Felis jaguarundi*, *Aratinga canicularis*, *Amazona albifrons*, *Tyto alba*, *Ortalis vetula*, *Leptotila verreauxi*, *Boa constrictor* e *Iguana iguana*.

Cuadro 8B.4.11: Matriz de Valoración de Impactos en la fase de construcción. Tramo GU2-6

FASE DE CONSTRUCCIÓN														
MEDIO FÍSICO														
MEDIO INERTE	Impactos	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	
Suelo	Ocupación del suelo	-	4	2	4	4	2	2	1	4	4	8	-45	moderado
	Disminución de la capacidad de infiltración del suelo por compactación del terreno en los caminos de acceso	-	1	2	4	2	2	1	1	4	2	4	-27	moderado
	Aumento en la inestabilidad de laderas	-	2	2	4	2	2	2	1	4	2	4	-31	moderado
	Generación de procesos erosivos	-	4	2	2	2	2	1	4	1	4	4	-36	moderado
Calidad del 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	1	-20	compatible
	Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	-	1	1	2	2	2	1	1	4	2	4	-23	compatible
Hidrología e Hidrogeología	Alteraciones en la hidrología superficial	-	1	1	2	2	2	1	1	4	1	2	-20	compatible
	Alteración de unidades geomorfológicas	-	2	2	2	2	2	1	1	1	4	2	-25	moderado
Geología y Geomorfología	Alteración de unidades geomorfológicas	-	2	2	2	2	2	1	1	1	4	2	-25	moderado
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	2	4	1	1	1	1	4	1	1	-21	compatible
Calidad del Agua	Contaminación de las aguas subterráneas	-	1	1	2	2	2	1	1	4	2	2	-21	compatible
	Variación de la calidad de aguas superficiales	-	1	1	2	2	2	1	4	1	4	2	-23	compatible
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	4	4	2	1	4	4	8	-47	moderado
Fauna	Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-	2	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-41	moderado
	Alteración de hábitat	-	4	2	4	1	2	1	1	4	4	8	-41	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 SOCIOCULTURAL														
Patrimonio Cultural	Afección a lugares culturales y patrimoniales	-	1	2	4	2	2	1	1	4	2	2	-25	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	-	4	2	2	4	2	1	1	1	2	8	-37	moderado
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	4	2	4	4	2	1	1	4	4	8	-44	moderado
MEDIO ECONÓMICO														
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	32	beneficioso

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

	Impacto severo
	Impacto moderado
	Impacto compatible
	Impacto positivo
	Sin impacto

Cuadro 8B.4.12: Matriz de Valoración de Impactos en la fase de operación. Tramo GU2-6

FASE DE OPERACIÓN													
MEDIO FÍSICO	Impactos	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia
MEDIO INERTE													
Suelo	No se identifican impactos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Calidad del Aire	Emisiones de ozono, SF ₆ 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	
Geología y Geomorfología	No se identifican impactos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	-	1	2	4	1	1	1	1	4	1	1	-21 compatible
Calidad del Agua	No se identifican impactos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MEDIO BIÓTICO													
Flora y Vegetación	Alteración de la estructura y del hábitat	-	4	2	4	2	2	2	1	4	4	8	-43 moderado
	Pérdida de ecosistemas	-	4	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-47 moderado
	Afectación somera de la vegetación que crece en la servidumbre	-	4	2	4	2	4	2	1	4	4	8	-45 moderado
Fauna	Afectación a sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-	2	1	4	2	2	2	1	4	4	4	-31 moderado
	Alteración de hábitat	-	4	2	2	2	2	2	1	4	4	8	-41 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 SOCIOCULTURAL													
Patrimonio Cultural	No se identifican impactos		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	1	2	4	2	1	1	4	2	2	-23 compatible
Infraestructura Local	Efectos sobre la infraestructura privada	-	4	2	4	4	4	1	1	4	2	8	-44 moderado
	Efectos sobre la infraestructura local	+	4	2	2	4	2	1	4	4	4	4	41 beneficioso
Patrón de Uso del Suelo	Cambio en el valor de la tierra	-	4	2	4	4	4	2	1	4	4	8	-47 moderado
	Cambios en el patrón de uso de suelo	-	4	2	2	4	2	2	1	4	4	8	-43 moderado
Campos electromagnéticos	Alteración en la salud humana	-	1	1	2	2	2	1	1	4	4	2	-23 compatible
MEDIO ECONÓMICO													
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	+	2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	32 beneficioso

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

	Impacto severo
	Impacto moderado
	Impacto compatible
	Impacto positivo
	Sin impacto

8B.5. IMPACTOS SIGNIFICATIVOS

De la evaluación de impactos por tramos del Proyecto de la línea SIEPAC- Tramo Guatemala, se han extraído aquellos que se han valorado como impactos significativos, es decir, los valorados como impactos moderados, severos o críticos.

A continuación, un cuadro por cada tramo homogéneo de la Ruta II, Panaluya – Frontera con Honduras donde se recogen los mismos.

Cuadro 8B.5.1: Impactos Significativos por tramos (tramo GU2-1)

IMPACTOS SIGNIFICATIVOS		
TRAMO GU2-1		
<i>Fase de construcción</i>		
<i>Impacto</i>	<i>Valoración</i>	<i>Calificación</i>
Ocupación del suelo	-45	moderado
Disminución de la capacidad de infiltración del suelo por compactación del terreno en los caminos de acceso	-28	moderado
Generación de procesos erosivos	-29	moderado
Eliminación de la cubierta vegetal	-39	moderado
Fragmentación de ecosistemas	-35	moderado
Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-32	moderado
Alteración de hábitat	-30	moderado
Alteración de la calidad y fragilidad visual	-49	moderado
Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-32	moderado
Cambios en el patrón de uso de suelo	-28	moderado
<i>Fase de operación</i>		
<i>Impacto</i>	<i>Valoración</i>	<i>Calificación</i>
Alteración de la estructura y del hábitat	-30	moderado
Pérdida de ecosistemas	-31	moderado
Afectación somera de la vegetación que crece en la servidumbre	-41	moderado
Afectación a sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-39	moderado
Alteración de hábitat	-28	moderado
Alteración de la calidad y fragilidad visual	-49	moderado
Efectos sobre la infraestructura privada	-51	severo
Cambio en el valor de la tierra	-51	severo
Cambios en el patrón de uso de suelo	-27	moderado

Cuadro 8B.5.2: Impactos Significativos por tramos (tramo GU2-2)

IMPACTOS SIGNIFICATIVOS		
TRAMO GU2-2		
<i>Fase de construcción</i>		
<i>Impacto</i>	<i>Valoración</i>	<i>Calificación</i>
Ocupación del suelo	-35	moderado
Disminución de la capacidad de infiltración del suelo por compactación del terreno en los caminos de acceso	-28	moderado
Aumento en la inestabilidad de laderas	-27	moderado
Generación de procesos erosivos	-31	moderado
Eliminación de la cubierta vegetal	-45	moderado
Fragmentación de ecosistemas	-37	moderado
Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-37	moderado
Alteración de hábitat	-31	moderado
Alteración de la calidad y fragilidad visual	-46	moderado
Efectos sobre la infraestructura local	-25	moderado
Cambios en el patrón de uso de suelo	-27	moderado
<i>Fase de operación</i>		
<i>Impacto</i>	<i>Valoración</i>	<i>Calificación</i>
Alteración de la estructura y del hábitat	-27	moderado
Pérdida de ecosistemas	-35	moderado
Afectación somera de la vegetación que crece en la servidumbre	-43	moderado
Afectación a sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-29	moderado
Alteración de la calidad y fragilidad visual	-46	moderado
Efectos sobre la infraestructura privada	-39	moderado
Cambio en el valor de la tierra	-47	moderado
Cambios en el patrón de uso de suelo	-27	moderado

Cuadro 8B.5.3: Impactos Significativos por tramos (tramo GU2-3)

IMPACTOS SIGNIFICATIVOS		
TRAMO GU2-3		
<i>Fase de construcción</i>		
<i>Impacto</i>	<i>Valoración</i>	<i>Calificación</i>
Ocupación del suelo	-35	moderado
Aumento en la inestabilidad de laderas	-27	moderado
Generación de procesos erosivos	-35	moderado
Eliminación de la cubierta vegetal	-45	moderado
Fragmentación de ecosistemas	-41	moderado
Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-27	moderado
Alteración de hábitat	-41	moderado
Alteración de la calidad y fragilidad visual	-49	moderado
Cambios en el patrón de uso de suelo	-27	moderado
<i>Fase de operación</i>		
<i>Impacto</i>	<i>Valoración</i>	<i>Calificación</i>
Alteración de la estructura y del hábitat	-42	moderado
Pérdida de ecosistemas	-39	moderado
Afectación somera de la vegetación que crece en la servidumbre	-47	moderado
Afectación a sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-29	moderado
Alteración del hábitat	-36	moderado
Alteración de la calidad y fragilidad visual	-46	moderado
Efectos sobre la infraestructura privada	-39	moderado
Cambio en el valor de la tierra	-47	moderado
Cambios en el patrón de uso de suelo	-30	moderado

Cuadro 8B.5.4: Impactos Significativos por tramos (tramo GU2-4)

IMPACTOS SIGNIFICATIVOS		
TRAMO GU2-4		
<i>Fase de construcción</i>		
<i>Impacto</i>	<i>Valoración</i>	<i>Calificación</i>
Ocupación del suelo	-34	moderado
Disminución de la capacidad de infiltración del suelo por compactación del terreno en los caminos de acceso	-25	moderado
Aumento en la inestabilidad de laderas	-26	moderado
Generación de procesos erosivos	-36	moderado
Alteración de unidades geomorfológicas	-25	moderado
Eliminación de la cubierta vegetal	-45	moderado
Fragmentación de ecosistemas	-39	moderado
Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-37	moderado
Alteración de hábitat	-42	moderado
Alteración de la calidad y fragilidad visual	-36	moderado
Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-37	moderado
Efectos sobre la infraestructura local	-38	moderado
Cambios en el patrón de uso de suelo	-27	moderado
<i>Fase de operación</i>		
<i>Impacto</i>	<i>Valoración</i>	<i>Calificación</i>
Emisiones de ozono, SF ₆ y de maquinaria de mantenimiento	-27	moderado
Aumento de emisiones acústicas	-27	moderado
Alteración de la estructura y del hábitat	-43	moderado
Pérdida de ecosistemas	-41	moderado
Afectación somera de la vegetación que crece en la servidumbre	-47	moderado
Afectación a sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-37	moderado
Disminución de especies terrestres	-39	moderado
Alteración de hábitat	-33	moderado
Alteración de la calidad y fragilidad visual	-42	moderado
Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-26	moderado
Efectos sobre la infraestructura privada	-45	moderado
Cambio en el valor de la tierra	-47	moderado
Cambios en el patrón de uso de suelo	-42	moderado

Cuadro 8B.5.5: Impactos Significativos por tramos (tramo GU2-5)

IMPACTOS SIGNIFICATIVOS		
TRAMO GU2-5		
<i>Fase de construcción</i>		
<i>Impacto</i>	<i>Valoración</i>	<i>Calificación</i>
Ocupación del suelo	-40	moderado
Aumento en la inestabilidad de laderas	-28	moderado
Generación de procesos erosivos	-36	moderado
Alteración de unidades geomorfológicas	-25	moderado
Eliminación de la cubierta vegetal	-45	moderado
Fragmentación de ecosistemas	-41	moderado
Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-41	moderado
Alteración de hábitat	-40	moderado
Alteración de la calidad y fragilidad visual	-48	moderado
Efectos sobre la infraestructura local	-37	moderado
Cambios en el patrón de uso de suelo	-44	moderado
<i>Fase de operación</i>		
<i>Impacto</i>	<i>Valoración</i>	<i>Calificación</i>
Alteración de la estructura y del hábitat	-42	moderado
Pérdida de ecosistemas	-41	moderado
Afectación somera de la vegetación que crece en la servidumbre	-45	moderado
Afectación a sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-28	moderado
Disminución de especies terrestres	-39	moderado
Alteración de hábitat	-38	moderado
Alteración de la calidad y fragilidad visual	-38	moderado
Efectos sobre la infraestructura privada	-47	moderado
Cambio en el valor de la tierra	-47	moderado
Cambios en el patrón de uso de suelo	-42	moderado

Cuadro 8B.5.6: Impactos Significativos por tramos (tramo GU2-6)

IMPACTOS SIGNIFICATIVOS		
TRAMO GU2-6		
<i>Fase de construcción</i>		
<i>Impacto</i>	<i>Valoración</i>	<i>Calificación</i>
Ocupación del suelo	-45	moderado
Disminución de la capacidad de infiltración del suelo por compactación del terreno en los caminos de acceso	-27	moderado
Aumento en la inestabilidad de laderas	-31	moderado
Generación de procesos erosivos	-36	moderado
Alteración de unidades geomorfológicas	-25	moderado
Eliminación de la cubierta vegetal	-45	moderado
Fragmentación de ecosistemas	-47	moderado
Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-41	moderado
Alteración de hábitat	-41	moderado
Alteración de la calidad y fragilidad visual	-49	moderado
Efectos sobre la infraestructura local	-37	moderado
Cambios en el patrón de uso de suelo	-44	moderado
<i>Fase de operación</i>		
<i>Impacto</i>	<i>Valoración</i>	<i>Calificación</i>
Alteración de la estructura y del hábitat	-43	moderado
Pérdida de ecosistemas	-47	moderado
Afectación somera de la vegetación que crece en la servidumbre	-45	moderado
Afectación a sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-31	moderado
Disminución de especies terrestres	-33	moderado
Alteración de hábitat	-41	moderado
Alteración de la calidad y fragilidad visual	-42	moderado
Efectos sobre la infraestructura privada	-44	moderado
Cambio en el valor de la tierra	-47	moderado
Cambios en el patrón de uso de suelo	-43	moderado

8B.	IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO.....	782
8B.1.	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO POTENCIALMENTE IMPACTANTES.....	782
8B.2.	IDENTIFICACIÓN DE LOS EFECTOS POTENCIALES	784
8B.2.1.	Efectos potenciales sobre el suelo	786
8B.2.2.	Efectos potenciales sobre el agua.....	788
8B.2.3.	Efectos potenciales sobre la atmósfera.....	790
8B.2.4.	Efectos potenciales sobre la flora y la vegetación.....	797
8B.2.5.	Efectos potenciales sobre la fauna.....	799
8B.2.6.	Efectos potenciales sobre el medio socioeconómico	802
8B.2.7.	Efectos potenciales sobre el paisaje	804
8B.3.	CARACTERIZACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS.....	805
8B.3.1.	Criterios de caracterización	805
8B.3.2.	Identificación de fuentes de impacto ambiental.....	810
□	Fase de Construcción:	810
□	Fase de OPERACIÓN y Mantenimiento:	811
8B.3.3.	Identificación de componentes y factores ambientales susceptibles de ser impactados	812
8B.3.4.	Identificación y Descripción de Impactos	814
8B.3.5.	Valoración de impactos	831
8B.4.	evaluación de impactos por tramos	834
8B.5.	impactos significativos	856

9B. 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 con 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.

9B.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, incluyendo las áreas protegidas.
- 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.
- Siempre que no se ha podido evitar, se ha mantenido el paralelismo con infraestructuras viarias relevantes, igualmente se han evitado tramos perpendiculares prolongados a estas infraestructuras.

MEDIO FÍSICO

Medio Biótico

MEDIDAS PREVENTIVAS APLICABLES A LA 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 es significativa.
- 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 riesgo de colisión, consistentes en espirales helicoidales de PVC de colores vistosos, tiras en X de neopreno con cinta luminiscente o boyas amarillas o naranjas con bandas negras, para evitar colisiones no deseadas. Para esta ruta, el mayor riesgo se presenta en el tramo GU2-1, en el área cercana a La Fragua (ver Mapa MG-13B). Si luego de iniciadas las operaciones se reporta una alta frecuencia de colisiones en un área, en la misma también deberán instalarse los salvapájaros.

MEDIDAS PREVENTIVAS APLICABLES A LA FAUNA Y LA VEGETACIÓN

La fauna terrestre no parece que puede verse afectada significativamente por el Proyecto. En cuanto a la vegetación, y en función del inventario realizado, es necesario evitar la localización de apoyos en las zonas detectadas más sensibles, 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

MEDIDAS PREVENTIVAS APLICABLES AL 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 (ver capítulo 2).

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 Socioeconómico

MEDIDAS PREVENTIVAS APLICABLES A LA 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, la que determine los Reglamentos Técnicos de Líneas Eléctricas de Alta Tensión y las normas y especificaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional.

9B.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:

MEDIDAS PREVENTIVAS APLICABLES AL SUELO

Por el hecho de existir una unidad de obra consistente en excavación de las zapatas donde se ubicarán los apoyos, esta operación puede afectar al suelo, así como otras actividades definidas en el Proyecto constructivo, por lo que se pueden aplicar las medidas que se enumeran a continuación:

- Durante la operación de excavado, se debe retirar la tierra vegetal y acopiarla en lugares no contaminados, para poder 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 gestionar 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.
- 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.

MEDIDAS PREVENTIVAS APLICABLES A 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 caso de tiempo seco y fuerte viento, se procederá al riego de estabilización con agua de los caminos de tierra y de los acopios de tierra, para minimizar las emisiones 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 la maquinaria 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.

MEDIDAS PREVENTIVAS APLICABLES A LA CALIDAD DEL AGUA

Se trata, asimismo, 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 existentes, 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 sanitarias o contaminadas a los cauces públicos (ríos, arroyos, lagunas, etc.).
- Respetar una distancia de mínima 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.

MEDIDAS PREVENTIVAS APLICABLES A LA FAUNA Y A LA FLORA

En la fase de obras, 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 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 y controlar la escorrentía en ellos.
- Contemplar la posibilidad de elevar ciertos apoyos para salvaguardar de la tala las especies arbóreas de interés.
- Proponer 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.
- Iluminación nocturna en campamentos

MEDIDAS PREVENTIVAS APLICABLES A LOS RESTOS ARQUEOLÓGICOS

- Inspeccionar la superficie donde se hará la excavación o apertura de camino para ver si hay vestigios arqueológicos: cerámica, lítica o montículos. Estos sitios pueden ser prehispánicos o sitios sagrados utilizados por los indígenas en la actualidad
- En dado caso no haya nada en la superficie, pero al excavar sí se encuentren restos, deberán tomar las precauciones necesarias.
- Llamar a un arqueólogo o antropólogo profesional que dictamine si es necesario realizar algún estudio que implique excavación de rescate.
- Llamar al Instituto de Antropología e Historia (IDAEH) e informar acerca del descubrimiento.
- Al encontrarse un área arqueológica evitar el saqueo por personas inescrupulosas.

9B.3. MEDIDAS PREVENTIVAS EN LA FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Esta fase es la que corresponde al periodo de operación y mantenimiento de la línea.

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 y tala en la servidumbre 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 aparezcan asentamientos humanos bajo la misma, mediante revisiones periódicas a todo el trazado. Esta medida y la anterior pueden realizarse en conjunto. En caso de que se encuentren precaristas en el área de la servidumbre se deberá notificar a la EPR para que proceda a desalojarlos.
- Realizar tareas de mantenimiento a los caminos de acceso a los apoyos, despejándolos de obstáculos que pudieran llevar a tener que construir otros nuevos.

9B.4. MEDIDAS DE MITIGACIÓN EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN

Las medidas mitigadoras aplicables a las fases del Proyecto, como ya se ha comentado, son las que tratan de 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 terminados los trabajos en los mismos, y en el tiempo establecido. Tales servicios pueden incluir alcantarillado, vados, líneas de distribución, entre otros que se determinarán en campo una vez inicien las obras.

MEDIDAS MITIGADORAS SOBRE LA VEGETACIÓN

- ❑ Recuperar la vegetación que ha sido eliminada en zonas de servicio que queden fuera de uso mediante revegetación, una vez finalicen los trabajos si estos coinciden con la época lluviosa, de lo contrario esperar al inicio de dicha época. 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).

9B.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 la servidumbre una poda de los árboles de crecimiento lento, la eliminación sistemática de los pies de la vegetación que suponga un riesgo para la línea, las de crecimiento rápido, y la tala de árboles de alta tasa de crecimiento. 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.

9B.	MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN.....	861
9B.1.	Medidas preventivas en la fase de diseño.....	862
9B.2.	MEDIDAS PREVENTIVAS EN LA Fase de CONSTRUCCIÓN	865
9B.3.	Medidas preventivas en la fase de Operación y Mantenimiento	869
9B.4.	Medidas de mitigación en la fase de construcción	870
9B.5.	MEDIDAS MITIGADORAS DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN	871

10B. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

De manera genérica, los Planes de Manejo persiguen 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 al EPR 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 siguientes partes.

1- Elaboración del plan:

- Definir a partir del EsIA los impactos objeto a considerar en el Plan de Seguimiento Ambiental de acuerdo con el nivel de significancia de impacto.
- Definir los objetivos concretos del Plan.
- 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 Seguimiento Ambiental de acuerdo con las exigencias del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
- Elaborar el Plan de Seguimiento del Plan de acuerdo con las exigencias del Organismo Competente y a la secuencia de trabajos del Promotor del Proyecto.

Los Planes 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 con su naturaleza, se pueden dividir en:

- ❑ Los Planes Operativos, que abarcan desde la fase de diseño hasta la fase de operación de la línea. Introdúcen los criterios ambientales necesarios para minimizar los impactos ambientales.
- ❑ Plan de Seguridad, encaminado a identificar los peligros a los que pueden estar expuestos 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 en condiciones de emergencia o riesgo.
- ❑ 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 dirigidas a todos los trabajadores y contratistas.
- ❑ Plan de Seguimiento 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.

10B.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 implementar 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, 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 Ruta II, Panaluya – Frontera con Honduras, de los impactos identificados, se valoraron, de manera global, los siguientes como significativos:

Cuadro 10B.1.1: Impactos significativos

IMPACTOS SIGNIFICATIVOS		
VALORACIÓN GLOBAL DE TODA LA LÍNEA		
<i>Fase de construcción</i>		
<i>Impacto</i>	<i>Valoración</i>	<i>Calificación</i>
Ocupación del suelo	-41	moderado
Disminución de la capacidad de infiltración del suelo por compactación del terreno en los caminos de acceso	-25	moderado
Aumento en la inestabilidad de laderas	-29	moderado
Generación de procesos erosivos	-30	moderado
Alteración de unidades geomorfológicas	-25	moderado
Eliminación de la cubierta vegetal	-47	moderado
Fragmentación de ecosistemas	-41	moderado
Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	-41	moderado
Alteración de hábitat	-41	moderado
Alteración de la calidad y fragilidad visual	-49	moderado
Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	-26	moderado
Efectos sobre la infraestructura local	-47	moderado
<i>Fase de operación</i>		
<i>Impacto</i>	<i>Valoración</i>	<i>Calificación</i>
Alteración de la estructura y del hábitat	-39	moderado
Pérdida de ecosistemas	-35	moderado
Afectación somera de la vegetación que crece en la servidumbre	-35	moderado
Afectación a sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	-41	moderado
Alteración de hábitat	-41	moderado
Alteración de la calidad y fragilidad visual	-42	moderado
Efectos sobre la infraestructura privada	-47	moderado
Cambio en el valor de la tierra	-40	moderado
Cambios en el patrón de uso de suelo	-44	moderado

Fuente: Elaboración propia, 2003.

El desarrollo del Plan de Seguimiento Ambiental incluye las siguientes medidas, encaminadas como se ha expuesto, a minimizar los impactos significativos presentados.



Cuadro 10B.1.2: Medidas de mitigación M1

IMPACTOS:

- FOMENTO DE PROCESOS EROSIVOS
- OCUPACIÓN DEL SUELO

MEDIDAS	FASE	UBICACIÓN ESPACIAL	EJECUCIÓN	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO ESTIMADO (US\$)
Luego de instalar las torres, revegetar el área con vegetación gramínea y proteger los taludes de los caminos de acceso.	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para caminos de acceso y ubicación de las torres.	Contratista	EPR	MARN, Municipio	\$150,00/ha, para cada área de base de torre de 15 m x15 m ¹⁴ Costo Total=\$992,25
Definir las rutas y caminos de acceso evitando pendientes mayores de 15% adaptándose a la topografía existente y de forma tal que permita el drenaje superficial a través de cunetas y alcantarillas (si existen).	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para caminos de acceso.	Contratista	EPR	MARN, MICIVI	Incluido en el costo de construcción del Proyecto

¹⁴Considerando un área de 15 m x 15 m a ser desbrozado en cada punto donde se instalará una torre y la longitud de la línea de transmisión. En la Ruta II, Panaluya – Frontera con Honduras se instalarán aproximadamente 294 torres lo que hace un área de 6.62 ha.

MEDIDAS	FASE	UBICACIÓN ESPACIAL	EJECUCIÓN	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO ESTIMADO (US\$)
La pendiente longitudinal del camino debe tener como mínimo 3%, esto ayuda al escurrimiento superficial del agua y prevenir el depósito de sedimentos en las cunetas (si existen).	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para caminos de acceso.	Contratista	EPR	MARN, MICIVI, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto
Disminuir la altura de los terraplenes y taludes.	DISEÑO	En las áreas seleccionadas para caminos de acceso.	Contratista	EPR	MARN, MICIVI, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto
Recubrir con vegetación taludes y terraplenes.	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para caminos de acceso.	Contratista	EPR	MARN, MICIVI, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto
No continuar realizando labores de excavación cuando se presenten situaciones de suelo muy húmedo o saturado.	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para caminos de acceso y ubicación de las torres.	Contratista	EPR	MARN, MICIVI, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto

MEDIDAS	FASE	UBICACIÓN ESPACIAL	EJECUCIÓN	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO ESTIMADO (US\$)
Recuperar la cobertura vegetal. Se utilizará principalmente para las cubiertas de zonas que queden fuera de servicio, como los accesos que no vayan a ser utilizados.	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para caminos de acceso y ubicación de las torres.	Contratista	EPR	MARN, MUNICIPIO, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto
Realizar los corte de terreno en las zonas más estables, tomando en consideración las características geotécnicas de los suelos.	CONSTRUCCIÓN	En los taludes y terraplenes desnudos y caminos de acceso.	Contratista	EPR	MARN, MICIVI, EPR.	Incluido en el costo de construcción del Proyecto
Utilizar cubiertas de geomembranas en las zonas más erodables.	CONSTRUCCIÓN	Donde se ubiquen las torres de transmisión e instalaciones auxiliares	Contratista	EPR	MARN, MICIVI, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto
Disminuir la altura de los terraplenes y taludes.	DISEÑO	En los taludes y terraplenes desnudos y sitios de ubicación de las torres de transmisión.	Contratista	EPR	MARN, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto

Cuadro 10B.1.3: Medidas de mitigación M2

IMPACTOS:

- AUMENTO EN LA INESTABILIDAD DE LADERAS

MEDIDAS	FASE	UBICACIÓN ESPACIAL	EJECUCIÓN	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO ESTIMADO (US\$)
Evitar pendientes pronunciadas en suelos propensos a deslizamientos.	CONSTRUCCIÓN	En los taludes y terraplenes desnudos dentro de las áreas de construcción	Contratista	EPR	MARN, MICIVI, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto
Construir gaviones y pantallas de concreto como contención; utilizar redes metálicas, drenes y cunetas en los taludes para la estabilidad del terreno.	CONSTRUCCIÓN	En los taludes y terraplenes desnudos dentro de las áreas de construcción	Contratista	EPR	MARN, MICIVI, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto
El suelo que ha sido retirado y apilado para su posterior uso, deberá ser tratado para la siembra y abono con el fin de evitar su compactación y los efectos de ésta sobre la estructura y base de las torres.	CONSTRUCCIÓN	En los taludes y terraplenes desnudos dentro de las áreas de construcción	Contratista	EPR	MARN, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto



MEDIDAS	FASE	UBICACIÓN ESPACIAL	EJECUCIÓN	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO ESTIMADO (US\$)
Planificar, seleccionar y definir desde los inicios de los trabajos los sitios de desbroce, desmonte y caminos de accesos para minimizar los cortes de vegetación innecesarios.	DISEÑO	En los taludes y terraplenes desnudos dentro de las áreas de construcción	EPR	EPR	MARN, MUNICIPIO, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto

Cuadro 10B.1.4: Medidas de mitigación M3

IMPACTOS:

- COMPACTACIÓN DEL TERRENO/DISMINUCIÓN EN LA CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN DEL SUELO
- DISMINUCIÓN DE LA TASA DE RECARGA/ ALTERACIÓN DE LA HIDROLOGÍA SUPERFICIAL
- CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS
- VARIACIÓN EN LA CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES

MEDIDAS	FASE	UBICACIÓN ESPACIAL	EJECUCIÓN	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO ESTIMADO (US\$)
Reducir los cortes y terraplenes.	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para los caminos de acceso y ubicación de las torres	Contratista	EPR	MARN, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto
Reducir el cruce sobre cuerpos de agua y en tal caso, construir vados o cajones pluviales.	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para los caminos de acceso.	Contratista	EPR	MARN, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto

MEDIDAS	FASE	UBICACIÓN ESPACIAL	EJECUCIÓN	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO ESTIMADO (US\$)
Evitar la tala innecesaria de vegetación, especialmente en zonas de bosque nativos y vegetación protectora de nacimientos y cuerpos de agua.	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para los caminos de acceso y ubicación de las torres.	Contratista	EPR	MARN, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto
Selección mediante el uso de los mapas geológicos e hidrogeológicos de sitios en donde el nivel freático y de los acuíferos no sea somero ni sean marcados como zonas de recarga.	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas la ubicación de las torres e instalaciones auxiliares.	Contratista	EPR	MARN, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto
Planificar las actividades de mantenimiento de maquinaria para evitar derrames de aceites y combustibles.	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para los caminos de acceso e instalaciones auxiliares.	Contratista	EPR	MARN, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto



MEDIDAS	FASE	UBICACIÓN ESPACIAL	EJECUCIÓN	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO ESTIMADO (US\$)
Colocación de geomembranas en las zonas de mayor riesgo de contaminación.	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas la ubicación de las torres.	Contratista	EPR	MARN, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto

Cuadro 10B.1.5: Medidas de mitigación M4

IMPACTOS:

- ELIMINACIÓN DE LA CUBIERTA VEGETAL
- FRAGMENTACIÓN DE ECOSISTEMAS
- AFECTACIÓN SOMERA DE LA VEGETACIÓN EN EL ÁREA DE LA SERVIDUMBRE

MEDIDAS	FASE	UBICACIÓN ESPACIAL	EJECUCIÓN	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO ESTIMADO (US\$)
Revegetar las áreas desnudas con vegetación gramínea y proteger los taludes.	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para los caminos de acceso y ubicación de las torres	Contratista	EPR	MARN, EPR	Estimado anteriormente.
Utilizar las técnicas y maquinarias adecuadas de desmonte (p.ej. limpieza manual en vez de mecánica, evitar herbicidas y fuego).	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para los caminos de acceso y ubicación de las torres	Contratista	EPR	MARN, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto

MEDIDAS	FASE	UBICACIÓN ESPACIAL	EJECUCIÓN	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO ESTIMADO (US\$)
Se deberá seguir en todo momento lo establecido en los planos y no alterar innecesariamente la vegetación vecina en los lugares de trabajo, ni utilizar vías de acceso alternas no autorizadas.	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para los caminos de acceso y ubicación de las torres	Contratista	EPR	MARN, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto
A la vegetación que deba ser removida o talada, se deberá direccionar su caída sobre la franja de servidumbre de la línea por medio de señales guías. Esto minimizará la afectación de zonas vecinas fuera del área de servidumbre.	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para los caminos de acceso y ubicación de las torres	Contratista	EPR	MARN, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto
La preparación del suelo, siembra, fertilización y tapado, se realizarán mediante el uso de técnicas manuales	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para los caminos de acceso y ubicación de las torres	Contratista	EPR	MARN, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto

MEDIDAS	FASE	UBICACIÓN ESPACIAL	EJECUCIÓN	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO ESTIMADO (US\$)
Facilitar y dar preferencia a la regeneración de la cubierta vegetal con especies nativas.	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para los caminos de acceso y ubicación de las torres	Contratista	EPR	MARN, MUNICIPIO, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto
Ayudar a facilitar la revegetación en los sitios donde la colonización vegetal pueda resultar difícil o por su interés de un acelerado proceso.	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para los caminos de acceso y ubicación de las torres	Contratista	EPR	MARN, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto

Cuadro 10B.1.6: Medidas de mitigación M5

IMPACTOS:

- AFECTACIÓN DE LOS SITIOS DE NIDIFICACIÓN DE LAS AVES DENTRO DEL ÁREA DE SERVIDUMBRE

MEDIDAS	FASE	UBICACIÓN ESPACIAL	EJECUCIÓN	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO ESTIMADO (US\$)
Evitar las actividades ruidosas en periodos de cría o anidamiento de especies faunísticas, así como operaciones nocturnas.	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para los caminos de acceso, ubicación de las torres e instalaciones auxiliares	Contratista	EPR	MARN, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto

Cuadro 10B.1.7: Medidas de mitigación M6

IMPACTOS:

- DISMINUCIÓN DE ESPECIES TERRESTRES Y DESPLAZAMIENTO DE INDIVIDUOS
- ALTERACIÓN DEL HÁBITAT Y PERTURBACIÓN DE LA FAUNA

MEDIDAS	FASE	UBICACIÓN ESPACIAL	EJECUCIÓN	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO ESTIMADO (US\$)
Velar porque toda maquinaria y equipo utilizado cumpla con las especificaciones legales en materia acústica, de forma tal, que su uso normal no derive en perturbaciones excesivas.	CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN	En las áreas seleccionadas para los caminos de acceso, ubicación de las torres e instalaciones auxiliares	Contratista	EPR	MARN, MSPAS, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto
Mantener la conexión entre las poblaciones mediante métodos naturales o artificiales (corredores ecológicos, by pass, etc.).	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para los caminos de acceso, ubicación de las torres.	Contratista	EPR	MARN, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto



MEDIDAS	FASE	UBICACIÓN ESPACIAL	EJECUCIÓN	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO ESTIMADO (US\$)
Para evitar posibles colisiones y electrocuciones de aves, se instalarán sistemas salvapájaros en aquellas áreas identificadas como de mayor riesgo. Estos sistemas podrán ser espirales helicoidales de PVC de colores vistosos, tiras en X de neopreno con cinta luminiscente o boyas amarillas o naranjas con bandas negras.	OPERACIÓN	En el tramo GU2-1, en especial en el área cercana a La Fragua, y cualquier otra área donde se reporte una alta frecuencia de colisión luego de iniciada la operación de la línea.	Contratista	EPR	MARN, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto

Cuadro 10B.1.8 Medidas de mitigación M7

IMPACTOS:

- CAMBIOS Y VARIACIONES EN LA CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACIÓN
- ALTERACIÓN A LA SALUD HUMANA
- ALTERACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE
- AUMENTO DE EMISIONES ACÚSTICAS

MEDIDAS	FASE	UBICACIÓN ESPACIAL	EJECUCIÓN	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO ESTIMADO (US\$)
Informar a la población sobre el efecto Corona para disminuir el temor que ha sido inducido por algunos grupos alarmistas.	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para los caminos de acceso, ubicación de las torres e instalaciones auxiliares cercanas a núcleos poblacionales.	Contratista	EPR	MARN, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto
Monitorear los campos electromagnéticos en las áreas próximas a los núcleos poblacionales, para garantizar que la afectación a la población sea nula.	OPERACIÓN	Poblados más próximos a la línea	EPR	EPR	MARN	\$ 150,00 (equipo)

MEDIDAS	FASE	UBICACIÓN ESPACIAL	EJECUCIÓN	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO ESTIMADO (US\$)
Durante las labores de mantenimiento de la línea se verificará en el recorrido que el área de la servidumbre no haya sido invadida por precaristas.	OPERACIÓN	Área de la servidumbre	EPR	EPR	EPR	Incluido en el costo de mantenimiento de la línea
En las áreas donde se realicen construcciones y movimiento de tierra susceptibles de producir emisiones de polvos, se deberá efectuar un riego con camiones cisterna con el objeto de humedecer la superficie del suelo y evitar el levantamiento de partículas al paso de la maquinaria y los vehículos sobre las vías de acceso, donde la emisión de las mismas pueda afectar a las personas que habitan o efectúan las labores propias o ajenas al proyecto, así, como a las comunidades faunísticas y florísticas de la zona.	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para los caminos de acceso, ubicación de las torres e instalaciones auxiliares cercanas a núcleos poblacionales.	Contratista	EPR	MARN, MUNICIPIO, MSPAS, EPR	<p>\$11.571,00</p> <p>Costo = \$150/día X 3(30) X <u>6días/semana</u> 7 días/semana</p> <p>Por la extensión del Proyecto se utilizarán dos fuentes</p> <p>C. Total= 2 X \$11.571,00 C. Total = \$23.142,00</p>

MEDIDAS	FASE	UBICACIÓN ESPACIAL	EJECUCIÓN	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO ESTIMADO (US\$)
Restringir la velocidad de circulación de camiones y maquinarias en la obra, control de horarios y frecuencias en las cercanías de núcleos urbanos.	CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN	En las áreas seleccionadas para los caminos de acceso, ubicación de las torres e instalaciones auxiliares cercanas a núcleos poblacionales.	Contratista	EPR	MARN, Contratista	Incluido en el costo de construcción del Proyecto
Velar porque toda maquinaria y equipo utilizado cumpla con las especificaciones legales en materia acústica, de forma tal, que su uso normal no derive en perturbación excesiva.	CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN	En las áreas seleccionadas para los caminos de acceso, ubicación de las torres e instalaciones auxiliares cercanas a núcleos poblacionales.	Contratista	EPR	MARN, MSPAS, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto

MEDIDAS	FASE	UBICACIÓN ESPACIAL	EJECUCIÓN	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO ESTIMADO (US\$)
Implementar desvío de tránsito evitando zonas sensibles	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para los caminos de acceso, ubicación de las torres e instalaciones auxiliares cercanas a núcleos poblacionales.	Contratista	EPR	MARN	Incluido en el costo de construcción del Proyecto

Cuadro 10B.1.9: Medidas de mitigación M8

IMPACTOS:

- AFECCIÓN DE LUGARES PATRIMONIALES

MEDIDAS	FASE	UBICACIÓN ESPACIAL	EJECUCIÓN	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO ESTIMADO
Se instruirá específicamente al personal de excavación y/o operarios del equipo de movimiento de tierra sobre los cuidados que deberán tenerse en cuenta al encontrar evidencias de restos arqueológicos, los cuales deben ponerse en conocimiento del Instituto de Antropología e Historia IDAEH.	CONSTRUCCIÓN	En las áreas donde se ubicarán las torres de transmisión y caminos de acceso.	Contratista	EPR	MARN, IDAEH, EPR	Plan de rescate arqueológico \$ 15.400,00
Se realizará el rescate de restos arqueológicos en coordinación con el Instituto de Antropología e Historia.	CONSTRUCCIÓN	En las áreas donde se ubicarán las torres de transmisión correspondientes al tramo 6.	Contratista	EPR	MARN, IDAEH	Incluido en el costo de construcción del Proyecto

Cuadro 10B.1.10: Medidas de mitigación M9

IMPACTOS:

- CAMBIOS EN EL PATRÓN DE USO DEL SUELO
- EFECTOS SOBRE LA INFRAESTRUCTURA LOCAL
- CAMBIOS EN EL VALOR DE LA TIERRA
- EFECTOS SOBRE LA INFRAESTRUCTURA PRIVADA

MEDIDAS	FASE	UBICACIÓN ESPACIAL	EJECUCIÓN	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO ESTIMADO
En los casos que corresponda, dar a los propietarios de las tierras o lotes afectados capacitación para asimilar el cambio de uso.	CONSTRUCCIÓN	En las áreas de servidumbre de la línea y caminos de acceso.	Contratista	EPR	MARN, EPR	Ingeniero agrónomo = \$2.500,00/mes (1 mes)

MEDIDAS	FASE	UBICACIÓN ESPACIAL	EJECUCIÓN	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO ESTIMADO
<p>Evaluación de compensación económica o de otro tipo, y firma de un contrato de servidumbre en donde no se requiera la totalidad de la propiedad para los dueños de las fincas o lotes por el paso de la línea.</p> <p>Indemnización económica por el cambio de uso del terreno en el cual se localiza la torre.</p>	CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN	En las áreas de servidumbre.	Contratista	EPR	MARN, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto
Mantener en buenas condiciones los caminos privados que sirvan de acceso a la línea.	CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN	En las áreas de servidumbre y caminos de acceso.	Contratista	EPR	MARN, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto

Cuadro 10B.1.11: Medidas de mitigación M10

IMPACTOS:

- ALTERACIÓN DE LA CALIDAD Y FRAGILIDAD VISUAL

MEDIDAS	FASE	UBICACIÓN ESPACIAL	EJECUCIÓN	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO ESTIMADO
Evitar formar zonas de depósitos de materiales de desechos, al terminar los trabajos de construcción.	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para caminos de acceso y ubicación de las torres.	Contratista	EPR	MARN, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto
Plantación de vegetación nativa. Evitar cortar árboles y arbustos nativos. Revegetación de taludes, terraplenes y otras zonas desnudas	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para caminos de acceso y ubicación de las torres.	Contratista	EPR	MARN, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto
Evitar la alteración de puntos de mayor interés visual.	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para la ubicación de las torres.	Contratista	EPR	MARN, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto



MEDIDAS	FASE	UBICACIÓN ESPACIAL	EJECUCIÓN	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO ESTIMADO
Aprovechar la geomorfología y la vegetación de altura del área en el diseño del trazado de los caminos y de las infraestructuras.	CONSTRUCCIÓN	En las áreas seleccionadas para la ubicación de las torres.	Contratista	EPR	MARN, EPR	Incluido en el costo de construcción del Proyecto

10B.2. PLANES DE MANEJO

Para asegurar el buen trabajo y efectividad de las diferentes medidas de mitigación se deberán seguir los lineamientos de los siguientes planes de manejo:

10B.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 necesaria 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 estas labores.

Los cortes de vegetación se realizarán con herramientas manuales. Para la tala se empleará motosierra en lugar de buldózer, esto con el fin de 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 operarios y permitir las actividades de operación de la línea, para que una vez energizada ésta no se den acercamientos de foráneos.

Las ramas o fustes de diámetros pequeños se deberán picar hasta reducirlas a partes muy menudas, y luego esparcir sobre el suelo, esto reducirá el riesgo de incendio y la materia orgánica se reincorporará 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.

□ DESECHOS VEGETALES

Los troncos y material vegetal resultantes de los cortes podrán ser aprovechados para fines constructivos de tablaestaca y trinchos como medidas contra los procesos erosivos. El material vegetal 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 disponer de ella en los ríos y cuerpos de agua.

□ REVEGETACIÓN

Para restablecer 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.

10B.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

menor 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 en las materias que se impartirán, según el cronograma y necesidades propias del Proyecto a medida que éste se desarrolla. El plan de capacitación técnico-ambiental abarcará como mínimo los siguientes temas: 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 éste desempeñe para el Proyecto, Operativos de emergencia y otros que se definan como importantes para el buen desempeño del Proyecto.

- Quedan prohibidas 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, aguas de lavado 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 personal del IDAEH.
 - 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 y el personal de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres Naturales o Provocados.
 - 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 trasladar al afectado al centro de salud más cercano. Cada frente de trabajo deberá contar con un botiquín básico.
 - 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 aseada 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 (cabañas sanitarias).
 - 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. Durante el transporte de maquinaria y equipo pesado se cederá el paso a los demás vehículos que transiten por los caminos. Igualmente, en ningún momento los vehículos o maquinarias que laboren en el Proyecto podrán obstruir o estacionarse en la vía.
- 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 contenidas en el Plan 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.

Se recomienda capacitar al personal, de manera básica, en los primeros auxilios.

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 con 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 para 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 10B.2.1: Plan de Capacitación técnico-ambiental

Tema	Participantes	Prioridad (*)	Imparte (**)		Horas (**)	Recursos HH/\$	Fecha ejecución (**)
			Int	Ext			
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 según las necesidades propias del Proyecto (**) puede ser impartida por personal interno o externo, pero siempre especialistas en la materia (***) son las horas mínimas (****) se define según las respectivas etapas de desarrollo del Proyecto							

Fuente: Elaboración propia, 2003.

CONTENIDOS MÍNIMOS

Los cursos de capacitación se dirigen a dar a 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 a implementarse. 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

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

- Prevención de incendios

Técnicas de prevención de incendios

Normativa interna y legislación pertinente

Primeros auxilios

Manejo de situaciones de riesgo

- Manejo de hallazgos arqueológicos

Gestión de hallazgos 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

10B.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
- Uso de herramientas automáticas
- Esfuerzo físico
- Partículas
- Cortaduras (filosas y lacerantes)
- 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. Los mismos serán retirados del área del Proyecto, como mínimo dos veces por semana, y llevados al sitio de disposición pública más cercana.
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 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.
- ❑ En sitios que registren altas temperaturas el Contratista deberá proveer agua potable fría.

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 reflectantes

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 los elementos en tensión.
- ❑ Las distancias mínimas para trabajo seguro a los que un trabajador puede exponerse desde un punto energizado a 230 kV expuesto, sin el uso de su equipo de protección personal son:
 - Distancia vertical para trabajo seguro a parte no resguardada: 4,5 m
 - Distancia horizontal para trabajo seguro a parte no resguardada: 2,8 m
 - Distancia de resguardo a las partes energizadas: 1,9 m
- ❑ 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:
 - Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, etc.) para el recubrimiento de partes activas o masas.
 - Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc.).
 - Las varas aislantes.

- Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).
 - Los equipos de protección individual frente a riesgos eléctricos (guantes, gafas, cascos, etc.).
 - Cuerdas de seguridad
-
- 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. 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 creación de la zona protegida no es más que aterrizar o poner a tierra los conductores de fase de las torres adyacentes mediante tierras portátiles. Además, el trabajador deberá contar con los protocolos de actuación que se harán por escrito y llevará consigo en todo momento.
 - Cuando se trabaje en tensión deberá evitarse el movimiento de los conductores.
 - 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, por lo menos, lo siguiente:

- Cintas
- Vallas demarcadoras
- 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)
- Pértigas o varas aislantes
- Botas de trabajo o de seguridad
- Guantes de protección frente a riesgos mecánicos
- Guantes y mangas aislantes
- Bolsas portaherramientas y cuerda de servicio
- Ropa de protección
- Alfombra aislante
- Gafas protectoras

10B.2.4. PLAN DE CONTINGENCIA

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 durante 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 situaciones de emergencia, EPR elaborará unas 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.
- Recursos necesarios para actuar ante la emergencia considerada.

A continuación se presentan Los Planes de Contingencia ante las situaciones de emergencia identificadas.

SITUACIÓN DE EMERGENCIA: Riesgo de incendio		
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 a la Oficina de Bomberos y a la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres Naturales o Provocados cualquier suceso que implique un incendio
	2	Comunicación del incidente al MARN y Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social e INDE

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 taparlos	
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: <ul style="list-style-type: none"> - 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	Comunicarse con la Oficina de Bomberos y la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres Naturales o Provocados
	2	Comunicación del incidente al MARN y Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
	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 de tránsito
	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.

10B.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 EslA.

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 están 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 problemas 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 Guatemala-Ruta II, Panaluya – Frontera con Honduras.



soluziona

calidad y medio ambiente

Línea de Transmisión Eléctrica 230 kV del Proyecto SIEPAC-Tramo Guatemala
Estudio de Impacto Ambiental

Cuadro 10B.2.2: Plan de Seguimiento Ambiental

PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL						
COMPONENTE AMBIENTAL	IMPACTOS AMBIENTALES	PARÁMETROS A MONITOREAR	FRECUENCIA O PERIODICIDAD DEL MONITOREO	RESPONSABLE	SUPERVISIÓN	COSTO (US\$)
VEGETACIÓN Y FLORA	Eliminación de la vegetación Afectación somera de la vegetación en el área de la servidumbre Fragmentación de ecosistemas Ocupación del suelo Generación de procesos erosivos Alteraciones en la hidrología superficial y red de drenaje	Densidades de siembra y viabilidad de las plantaciones	Semanal durante la primera fase de siembra, tras concluir la fase de construcción. Después supervisión visual cada tres meses.	Contratista	MARN	400,00/mes
RUIDO	Aumento de las emisiones acústicas Alteración del hábitat y perturbación de la fauna Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	Intensidad de los dB y duración	Anualmente durante la fase de operación	Contratista	MARN	150,00/muestra
CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	μ T	Semestralmente	Promotor	MARN	150,00 (equipo)
HIGIENE Y SEGURIDAD LABORAL	Riesgos por accidentes	Indicadores de buena salud de las personas involucrada y no involucradas	Al inicio y finalización de cada semestre	Contratista	MARN	
CAPACITACIÓN DEL PERSONAL	Persistencia de Contaminación	Formación sobre ambiente	Al inicio de las obras	Contratista	MARN	4.800,00

10B.2.6. ACTIVIDADES GENERALES DE VERIFICACIÓN

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 estériles y desechos en terrenos adyacentes a las obras.

- Las cajas, embalajes, desechos, etc., y el hormigón desechado, 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.
- 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 de los municipios e INAB 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.

FAUNA:

- Durante las labores de mantenimiento de la línea deberá llevarse un registro detallado de las aves fallecidas en las cercanías de las estructuras y cuya causa de muerte haya sido su colisión con la línea. Si 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 inertes a los prados, cultivos colindantes y masas de arbolado cercanas.
- Se vigilará que no se entre ni se afecte a las propiedades vecinas. En caso de que por accidente, alguna de ellas resulte deteriorada, se controlará que se lleve a cabo la rehabilitación de todos los daños ocasionados.

10B.2.7. PARÁMETROS DE SEGUIMIENTO

VEGETACIÓN Y FLORA

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 sido contaminados.

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 Organización Mundial de la Salud y el Decreto 35-95, Convenio OIT (Organización Internacional del Trabajo) sobre la Protección de los Trabajadores contra los Riesgos Profesionales debidos a la contaminación del aire, el ruido y las vibraciones en el lugar de trabajo.

Estas mediciones se realizarán diariamente durante la fase de construcción en los días laborables y anualmente cuando inicie operaciones la línea.

CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS:

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 y campos electromagnéticos 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.

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.

10B.2.8. SITIOS DE MUESTREO

Para dar seguimiento a los parámetros de nivel de ruido y campos electromagnéticos, se tomarán 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.

Cuadro 10B.2.3: Sitios de muestreo

MEDICIÓN DE RUIDO Y CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS (FASE DE OPERACIÓN)		
DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LUGAR POBLADO
Zacapa	Estanzuela	Estanzuela
	Zacapa	La Fragua
Chiquimula	Chiquimula	Vado Hondo
	San Juan Ermita	Veguitas
	Camotán	Brasilar
		Shupá
		La Libertad

Fuente: Elaboración propia, 2003.

10B. Plan de manejo ambiental.....	873
10B.1. Plan de implementación de las medidas ambientales	874
10B.2. PLANES DE MANEJO.....	901
10B.2.1. PLANES OPERATIVOS	901
10B.2.2. plan de capacitación técnico-ambiental.....	902
10B.2.3. Plan de seguridad.....	910
10B.2.4. Plan de contingencia	917
10B.2.5. PLAN DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL.....	922
10B.2.6. Actividades generales de verificación	927
10B.2.7. Parámetros de seguimiento.....	930
10B.2.8. Sitios de muestreo.....	932

11B. COSTOS DE LOS PLANES DE MANEJO

Se valoran en este capítulo, los costos correspondientes al Plan de Manejo Ambiental, para las distintas fases de las que se compone el Proyecto.

11B.1. FASE DE DISEÑO

Los costos son inherentes al promotor del Proyecto y engloba la supervisión, preparación de términos de referencia y otros, dirigidos a la empresa encargada de la redacción del EsIA. También se ha de incluir en esta fase la revisión de campo por parte del promotor para corroborar que lo que plasma el EsIA es correcto.

11B.2. FASE DE CONSTRUCCIÓN

□ Costo de las medidas de mitigación

▪ Revegetación

La revegetación se llevará a cabo en las áreas afectadas por las excavaciones para las fundaciones de las torres y la apertura de los nuevos caminos de acceso.

Se recomienda la utilización de semillas de pasto de las siguientes especies: *Brachiaria decumbens* o *Brachiaria umidicula*, al ser éstas de rápido crecimiento.

El costo estimado por m² es de 0,015 US\$, y se desglosa de la siguiente manera:

- Semillas: 0,0054 US\$/m²
- Fertilizante: 0,00435 US\$/m²
- Mano de obra: 0,0002 US\$/m²
- Transporte: 0,00505 US\$/m²

▪ Camión cisterna

Riego de estabilización con agua a aplicar sobre las áreas donde se construirán los caminos de acceso durante la época seca, considerando que son 3 meses. Se recomienda utilizar dos cisternas dada la extensión de la línea.

CANTIDAD		COSTO	
Días	77,14	El precio incluye un camión cisterna equipado con agua, un chofer y su ayudante (US\$/día)	150,00
Total de días	77,14		
Cisternas	2	Costo total (US\$)	23.142,86

Nota: Cifras actualizadas a septiembre de 2003.

$$\text{Duración} = 90 \text{ días} * \frac{6 \text{ días/semana}}{7 \text{ días/semana}}$$

$$\text{Duración} = 77,14 \text{ días}$$

$$\text{Costo total} = 150\$/\text{día} \times 77,14 \text{ días} \times 2$$

$$\text{Costo total} = \$23.14286$$

- Costo del plan de capacitación técnico-ambiental

La metodología a emplear por el instructor ambiental será la de conferencias. El costo estimado incluye el material didáctico a entregar a los participantes.

CANTIDAD		COSTO	
Período (horas/mes)	8	Honorarios del instructor	200,00
Duración (meses)	3	(US\$/hora)	
Total de horas	24	Costo total (US\$)	4.800,00

Nota: Cifras actualizadas a septiembre de 2003.

Concientización del personal mediante rótulos en áreas puntuales de movimiento del personal.

CANTIDAD		COSTO (USD)	
Rótulos	25	Costo por unidad (US\$)	130,00
		Costo total (US\$)	3.250,00

Nota: Cifras actualizadas a septiembre de 2003.

11B.3. FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

- Costos de las medidas de mitigación
 - Limpieza de la servidumbre y partes vegetativas. Costos calculados para dos frentes de trabajo con un rendimiento de 2,5 ha/día, un ancho de servidumbre de 30 m y una longitud de la línea de 74 km aproximadamente.

CANTIDAD		COSTO	
Jornaleros por frente de trabajo	25	Salario del jornalero (USD/día)	10,00
Chofer por frente	1	Salario del chofer (USD/día)	18,00
Vehículo por frente	1	El precio incluye el combustible y el vehículo (USD/día)	27,50
Hectáreas totales	222		
Días	44	Costo por frente (USD/día)	295,50
Frente	2	Costo total (USD)	26.004,00

Nota: Cifras actualizadas a septiembre de 2003.

- Costo del plan de seguimiento ambiental

El seguimiento ambiental estará a cargo de un ingeniero ambiental o profesional similar cuya experiencia lo acredite para realizar este trabajo. Éste será contratado por EPR.

CANTIDAD		COSTO	
Ingeniero ambiental o similar	1	Honorarios del inspector (US\$/mes)	3.000,00
Periodo	1 año y 6 meses	Costo total (US\$)	54.000,00

Nota: Cifras actualizadas a septiembre de 2003.

PRUEBAS	PARÁMETROS	FRECUENCIA	COSTO (US\$)
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 trimestralmente.	1 técnico medio forestal 400,00/mensual
NIVEL DE RUIDO	Nivel de intensidad del ruido en decibeles (dB) y duración.	Anualmente durante la fase de operación	150,00/muestra
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)



11B.	CostOs de los planes de manejo	937
11B.1.	FASE DE diseño.....	937
11B.2.	FASE DE CONSTRUCCIÓN	937
11B.3.	fase de OPERACIÓN y mantenimiento	939

12B. IMPACTOS RESIDUALES

El cálculo del impacto final previsto puede llevarse a cabo calculando el impacto final del proyecto, a través de la suma algebraica del impacto total, consecuencia de la ejecución del proyecto; sin contemplar la introducción de las medidas correctoras, y del impacto positivo total, consecuencia de los efectos causados por las acciones beneficiosas debidas a las medidas correctoras.

Para el análisis de los impactos residuales se va a utilizar la Metodología para la Evaluación del Impacto Ambiental de Conesa, 1997.

12B.1 VALORACIÓN DE IMPACTOS CONSECUENCIA DE LA INTRODUCCIÓN DE MEDIDAS CORRECTORAS

Se considerarán, según la evolución temporal del medio, los siguientes instantes:

- Momento en el que se desarrolla el EsIA, es decir sin impacto alguno.
- Momento futuro, con proyecto funcionando pero sin establecer medidas correctoras.
- Momento futuro, con el proyecto funcionando y con las medidas correctoras funcionando.

Se elaborarán por lo tanto, las matrices de impacto donde se pueda analizar la situación del medio ambiente con la instalación de la línea (Importancia final del impacto ó VF), una vez se hayan aplicado las medidas oportunas para paliar los impactos detectados.

Para la elaboración de las matrices, se tendrá en cuenta lo siguiente:

- El signo, al tener las medidas correctoras, el carácter de beneficioso, será +.
- La intensidad del efecto, no expresará el grado de destrucción, sino el grado de corrección o de reconstrucción del factor.

- La recuperabilidad, se refiere a la posibilidad de anular los efectos beneficiosos, por medio de la intervención humana y retornar a las condiciones existentes antes de la introducción de las medidas correctoras.
- La importancia total absoluta, de los efectos debidos a las medidas correctoras, se obtiene como una suma algebraica de la importancia de las medidas correctoras sobre cada uno de los factores.

Las medidas correctoras fueron descritas en los apartados 9 y 10. Estas medidas (M1....6), se dirigen sobre todo a paliar aquellos impactos significativos, aunque también mejorarán la situación del medio respecto a los impactos compatibles y positivos.

A priori, antes de realizar la evaluación, se puede conocer cuáles van a ser aquellos impactos que a pesar del establecimiento de las medidas correctoras no van a variar sustancialmente. La afección al paisaje, impacto significativo en todos los tramos, no va a poder ser paliada con la aplicación de las medidas correctoras, si bien, en la fase de diseño, se ha partido de la premisa de la minimización del mismo en la selección de alternativas y en el trazado final de la alternativa seleccionada.

Se presentan a continuación las matrices de impacto tras la aplicación de las medidas correctoras para cada uno de los tramos.



Cuadro 12B.1.1: Matriz de impactos tras la aplicación de las medidas correctoras en fase de construcción. Tramo GU2-1

FASE DE CONSTRUCCIÓN																	
MEDIO FÍSICO																	
MEDIO INERTE	Impactos	Imp. sin proyecto	Imp. con proyecto	Medida	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	VF
Suelo	Ocupación del suelo	0	-45	*M1	+	1	2	2	2	2	1	1	4	4	2	25	-20
	Disminución de la capacidad de infiltración del suelo por compactación del terreno en los caminos de acceso	0	-28	M3	+	1	1	2	2	2	1	1	4	2	2	21	-7
	Aumento en la inestabilidad de laderas	0	-24	M2	+	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	17	-7
	Generación de procesos erosivos	0	-29	M1	+	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	17	-12
Calidad del Aire	Deterioro de la calidad del aire por incremento en la emisión de polvo y gases de combustión	0	-20	M7	+	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	15	-5
Hidrología e Hidrogeología	Alteraciones en la hidrología superficial	0	-20	M3	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	-7
Geología y Geomorfología	Alteración de unidades geomorfológicas	0	-20														-20
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	0	-21	M7	+	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	15	-6
Calidad del Agua	Contaminación de las aguas subterráneas	0	-24	M3	+	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	17	-7
	Variación de la calidad de aguas superficiales	0	-20	M3	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	-7
MEDIO BIÓTICO																	
Flora y Vegetación	Eliminación de la cubierta vegetal	0	-39	M4	+	2	1	2	2	2	1	1	4	2	2	24	-15
	Framentación de ecosistemas	0	-35	M4	+	2	1	2	2	1	2	1	1	2	2	21	-14
Fauna	Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	0	-32	M6	+	2	2	2	2	1	2	1	1	1	2	22	-10
	Alteración de hábitat	0	-30	M6	+	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	15	-15
MEDIO PERCEPTUAL																	
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	0	-49	M10	+	2	2	2	4	4	2	1	1	4	2	30	-19
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL																	
MEDIO SOCIOCULTURAL																	
Patrimonio Cultural	Afección a lugares culturales y patrimoniales	0			+	2	2	1	1	1	1	1	1	1	4	21	
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	0	-32	M7	+	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	-16
Infraestructuras y Servicios	Efectos sobre la infraestructura local	0	-24	M9	+	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	-8
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	0	-28	M9	+	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	-12
MEDIO ECONÓMICO																	
Nivel de Empleo	Incremento de empleo	0	24														24

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

*M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9, M10
Medidas de Mitigación presentadas en el Plan de Manejo

VF = I con proyecto + I con medidas

	Impacto moderado
	Impacto compatible
	Impacto positivo
	Sin impacto

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

Cuadro 12B.1.2: Matriz de impactos tras la aplicación de las medidas correctoras en fase de operación. Tramo GU2-1

FASE DE OPERACIÓN																	
MEDIO FÍSICO																	
MEDIO INERTE	Impactos	Imp. sin proyecto	Imp. con proyecto	Medida	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	VF
Suelo	No se identifican impactos	0															
Calidad del Aire	Emisiones de ozono, SF ₆ y de maquinaria de mantenimiento	0	-24	*M7	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	-11
Hidrología e Hidrogeología	No se identifican impactos	0															
Geología y Geomorfología	No se identifican impactos	0															
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	0	-21	M7	+	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	17	-4
Calidad del Agua	No se identifican impactos	0															
MEDIO BIÓTICO																	
Flora y Vegetación	Alteración de la estructura y del hábitat	0	-30	M4	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15	-15
	Pérdida de ecosistemas	0	-31	M4	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15	-16
	Afectación somera de la vegetación que crece en la servidumbre	0	-41	M4	+	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	17	-24
Fauna	Afectación a sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	0	-39	M5	+	1	1	1	2	1	1	1	4	1	2	18	-21
	Alteración de hábitat	0	-28	M6	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15	-13
MEDIO PERCEPTUAL																	
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	0	-49														-49
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL																	
MEDIO SOCIOCULTURAL																	
Patrimonio Cultural	No se identifican impactos	0															
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	0	-23	M7	+	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	-7
Infraestructura Local	Efectos sobre la infraestructura privada	0	-51	M9	+	2	2	2	2	2	1	1	4	1	1	24	-27
	Efectos sobre la infraestructura local	0	-41														41
Patrón de Uso del Suelo	Cambio en el valor de la tierra	0	-51	M9	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15	-36
	Cambios en el patrón de uso de suelo	0	-27	M9	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15	-12
Campos electromagnéticos	Alteración en la salud humana	0	-23	M7	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	-10
MEDIO ECONÓMICO																	
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	0	32														32

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

*M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9, M10
Medidas de Mitigación presentadas en el Plan de Manejo

VF = I con proyecto + I con medidas

$$I = + / - (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

	Impacto moderado
	Impacto compatible
	Impacto positivo
	Sin impacto

Cuadro 12B.1.3: Matriz de impactos tras la aplicación de las medidas correctoras en fase de construcción. Tramo GU2-2

FASE DE CONSTRUCCIÓN																	
MEDIO FÍSICO																	
MEDIO INERTE	Impactos	Imp. sin proyecto	Imp. con proyecto	Medida	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	VF
Suelo	Ocupación del suelo	0	-35	*M1	+	1	2	2	2	2	1	1	4	4	2	25	-10
	Disminución de la capacidad de infiltración del suelo por compactación del terreno en los caminos de acceso	0	-28	M3	+	1	1	2	2	2	1	1	4	2	2	21	-7
	Aumento en la inestabilidad de laderas	0	-27	M2	+	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	17	-10
	Generación de procesos erosivos	0	-31	M1	+	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	17	-14
Calidad del Aire	Deterioro de la calidad del aire por incremento en la emisión de polvo y gases de combustión	0	-20	M7	+	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	15	-5
	Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	0	-22	M3	+	1	2	2	2	2	1	1	1	2	2	20	-2
Hidrología e Hidrogeología	Alteraciones en la hidrología superficial	0	-23	M3	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	-10
	Alteración de unidades geomorfológicas	0	-22														-22
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	0	-21	M7	+	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	15	-6
Calidad del Agua	Contaminación de las aguas subterráneas	0	-20	M3	+	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	17	-3
	Variación de la calidad de aguas superficiales	0	-23	M3	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	-10
MEDIO BIÓTICO																	
Flora y Vegetación	Eliminación de la cubierta vegetal	0	-45	M4	+	2	1	2	2	2	1	1	4	2	2	24	-21
	Fragmentación de ecosistemas	0	-37	M4	+	2	1	2	2	1	2	1	1	2	2	21	-16
Fauna	Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	0	-37	M6	+	2	2	2	2	1	2	1	1	1	2	22	-15
	Alteración de hábitat	0	-31	M6	+	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	15	-16
MEDIO PERCEPTUAL																	
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	0	-46	M10	+	2	2	2	4	4	2	1	1	4	2	30	-38
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL																	
MEDIO SOCIOCULTURAL																	
Patrimonio Cultural	Afección a lugares culturales y patrimoniales	0															
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	0	-23	M7	+	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	-7
Infraestructuras y Servicios	Efectos sobre la infraestructura local	0	-25	M9	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	-12
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	0	-27	M9	+	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	-11
MEDIO ECONÓMICO																	
Nivel de Empleo	Incremento de empleo	0	32														32

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$

*M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9, M10
Medidas de Mitigación presentadas en el Plan de Manejo
VF = I con proyecto + I con medidas

Impacto moderado
Impacto compatible
Impacto positivo
Sin impacto

Cuadro 12B.1.4: Matriz de impactos tras la aplicación de las medidas correctoras en fase de operación. Tramo GU2-2

FASE DE OPERACIÓN																		
MEDIO FÍSICO																		
MEDIO INERTE	Impactos	Imp. sin proyecto	Imp. con proyecto	Medida	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	VF	
Suelo	No se identifican impactos	0																
Calidad del Aire	Emisiones de ozono, SF ₆ y de maquinaria de mantenimiento	0	-24	*M7	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	-11	
Hidrología e Hidrogeología	No se identifican impactos	0																
Geología y Geomorfología	No se identifican impactos	0																
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	0	-21	M7	+	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	17	-4	
Calidad del Agua	No se identifican impactos	0																
MEDIO BIÓTICO																		
Flora y Vegetación	Alteración de la estructura y del hábitat	0	-27	M4	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15	-12	
	Pérdida de ecosistemas	0	-35	M4	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15	-20	
	Afectación somera de la vegetación que crece en la servidumbre	0	-43	M4	+	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	17	-26	
Fauna	Afectación a sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	0	-29	M5	+	1	1	1	2	1	1	1	4	1	2	18	-11	
	Alteración de hábitat	0	-23	M6	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15	-8	
MEDIO PERCEPTUAL																		
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	0	-38															-38
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL																		
MEDIO SOCIOCULTURAL																		
Patrimonio Cultural	No se identifican impactos	0																
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	0	-23	M7	+	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	-7	
Infraestructura Local	Efectos sobre la infraestructura privada	0	-39	M9	+	2	2	2	2	2	1	1	4	1	1	24	-15	
	Efectos sobre la infraestructura local	0	41													41		
Patrón de Uso del Suelo	Cambio en el valor de la tierra	0	-47	M9	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15	-32	
	Cambios en el patrón de uso de suelo	0	-27	M9	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15	-12	
Campos electromagnéticos	Alteración en la salud humana	0	-23	M7	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	-10	
MEDIO ECONÓMICO																		
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	0	32															32

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

*M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9, M10
Medidas de Mitigación presentadas en el Plan de Manejo

VF = I_{con proyecto} + I_{con medidas}

$$I = + / - (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

	Impacto moderado
	Impacto compatible
	Impacto positivo
	Sin impacto

Cuadro 12B.1.5: Matriz de impactos tras la aplicación de las medidas correctoras en fase de construcción. Tramo GU2-3

FASE DE CONSTRUCCIÓN																	
MEDIO FÍSICO																	
MEDIO INERTE	Impactos	Imp. sin proyecto	Imp. con proyecto	Medida	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	VF
Suelo	Ocupación del suelo	0	-35	*M1	+	1	2	2	2	2	1	1	4	4	2	25	-10
	Disminución de la capacidad de infiltración del suelo por compactación del terreno en los caminos de acceso	0	-24	M3	+	1	1	2	2	2	1	1	4	2	2	21	-3
	Aumento en la inestabilidad de laderas	0	-27	M2	+	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	17	-10
	Generación de procesos erosivos	0	-35	M1	+	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	17	-18
Calidad del Aire	Deterioro de la calidad del aire por incremento en la emisión de polvo y gases de combustión	0	-20	M7	+	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	15	-5
	Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	0	-22	M3	+	1	2	2	2	2	1	1	1	2	2	20	-2
Hidrología e Hidrogeología	Alteraciones en la hidrología superficial	0	-20	M3	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	-7
	Alteración de unidades geomorfológicas	0	-23														-23
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	0	-21	M7	+	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	15	-6
Calidad del Agua	Contaminación de las aguas subterráneas	0	-20	M3	+	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	17	-3
	Variación de la calidad de aguas superficiales	0	-23	M3	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	-10
MEDIO BIÓTICO																	
Flora y Vegetación	Eliminación de la cubierta vegetal	0	-45	M4	+	2	1	2	2	2	1	1	4	2	2	24	-21
	Fragmentación de ecosistemas	0	-41	M4	+	2	1	2	2	1	2	1	1	2	2	21	-20
Fauna	Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	0	-27	M6	+	2	2	2	2	1	2	1	1	1	2	22	-5
	Alteración de hábitat	0	-41	M6	+	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	15	-26
MEDIO PERCEPTUAL																	
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	0	-49	M10	+	2	2	2	4	4	2	1	1	4	2	30	-19
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL																	
MEDIO SOCIOCULTURAL																	
Patrimonio Cultural	Afección a lugares culturales y patrimoniales	0			+	2	2	1	1	1	1	1	1	1	4	21	
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	0	-23	M7	+	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	-7
Infraestructuras y Servicios	Efectos sobre la infraestructura local	0	-24	M9	+	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	-8
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	0	-27	M9	+	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	-11
MEDIO ECONÓMICO																	
Nivel de Empleo	Incremento de empleo	0	32														32

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

*M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9, M10
Medidas de Mitigación presentadas en el Plan de Manejo

VF = I con proyecto + I con medidas

I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)

	Impacto moderado
	Impacto compatible
	Impacto positivo
	Sin impacto

Cuadro 12B.1.6: Matriz de impactos tras la aplicación de las medidas correctoras en fase de operación. Tramo GU2-3

FASE DE OPERACIÓN																		
MEDIO FÍSICO																		
MEDIO INERTE	Impactos	Imp. sin proyecto	Imp. con proyecto	Medida	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	VF	
Suelo	No se identifican impactos	0																
Calidad del Aire	Emissiones de ozono, SF ₆ y de maquinaria de mantenimiento	0	-24	M7	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	-11	
Hidrología e Hidrogeología	No se identifican impactos	0																
Geología y Geomorfología	No se identifican impactos	0																
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	0	-21	M7	+	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	17	-4	
Calidad del Agua	No se identifican impactos	0																
MEDIO BIÓTICO																		
Flora y Vegetación	Alteración de la estructura y del hábitat	0	-42	M4	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15	-27	
	Pérdida de ecosistemas	0	-39	M4	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15	-24	
	Afectación somera de la vegetación que crece en la servidumbre	0	-47	M4	+	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	17	-30
Fauna	Afectación a sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	0	-29	M5	+	1	1	1	2	1	1	1	4	1	2	18	-11	
	Alteración de hábitat	0	-36	M6	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15	-21	
MEDIO PERCEPTUAL																		
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	0	-46														-46	
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL																		
MEDIO SOCIOCULTURAL																		
Patrimonio Cultural	No se identifican impactos	0																
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	0	-23	M7	+	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	-7	
Infraestructura Local	Efectos sobre la infraestructura privada	0	-39	M9	+	2	2	2	2	2	1	1	4	1	1	24	-15	
	Efectos sobre la infraestructura local	0	41													41		
Patrón de Uso del Suelo	Cambio en el valor de la tierra	0	-47	M9	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15	-32	
	Cambios en el patrón de uso de suelo	0	-30	M9	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15	-15	
Campos electromagnéticos	Alteración en la salud humana	0	-23	M7	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	-10	
MEDIO ECONÓMICO																		
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	0	32														32	

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

*M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9, M10
Medidas de Mitigación presentadas en el Plan de Manejo
VF = I_{con proyecto} + I_{con medidas}

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

	Impacto moderado
	Impacto compatible
	Impacto positivo
	Sin impacto

Cuadro 12B.1.7: Matriz de impactos tras la aplicación de las medidas correctoras en fase de construcción. Tramo GU2-4

FASE DE CONSTRUCCIÓN																	
MEDIO FÍSICO																	
MEDIO INERTE	Impactos	Imp. sin proyecto	Imp. con proyecto	Medida	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	VF
Suelo	Ocupación del suelo	0	-34	*M1	+	1	2	2	2	2	1	1	4	4	2	25	-9
	Disminución de la capacidad de infiltración del suelo por compactación del terreno en los caminos de acceso	0	-25	M3	+	1	1	2	2	2	1	1	4	2	2	21	-4
	Aumento en la inestabilidad de laderas	0	-26	M2	+	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	17	-9
	Generación de procesos erosivos	0	-36	M1	+	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	17	-19
Calidad del Aire	Deterioro de la calidad del aire por incremento en la emisión de polvo y gases de combustión	0	-20	M7	+	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	15	-5
	Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	0	-23	M3	+	1	2	2	2	2	1	1	1	2	2	20	-3
Hidrología e Hidrogeología	Alteraciones en la hidrología superficial	0	-20	M3	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	-7
	Alteración de unidades geomorfológicas	0	-25														-25
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	0	-21	M7	+	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	15	-6
Calidad del Agua	Contaminación de las aguas subterráneas	0	-23	M3	+	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	17	-6
	Variación de la calidad de aguas superficiales	0	-23	M3	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	-10
MEDIO BIÓTICO																	
Flora y Vegetación	Eliminación de la cubierta vegetal	0	-45	M4	+	2	1	2	2	2	1	1	4	2	2	24	-21
	Fragmentación de ecosistemas	0	-39	M4	+	2	1	2	2	1	2	1	1	2	2	21	-18
Fauna	Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	0	-37	M6	+	2	2	2	2	1	2	1	1	1	2	22	-15
	Alteración de hábitat	0	-42	M6	+	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	15	-27
MEDIO PERCEPTUAL																	
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	0	-36	M10	+	2	2	2	4	4	2	1	1	4	2	30	-6
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL																	
MEDIO SOCIOCULTURAL																	
Patrimonio Cultural	Afección a lugares culturales y patrimoniales	0			+	2	2	1	1	1	1	1	1	1	4	21	
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	0	-37	M7	+	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	-21
Infraestructuras y Servicios	Efectos sobre la infraestructura local	0	-38	M9	+	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	-22
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	0	-27	M9	+	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	-11
MEDIO ECONÓMICO																	
Nivel de Empleo	Incremento de empleo	0	32													32	

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

*M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9, M10
Medidas de Mitigación presentadas en el Plan de Manejo

VF = I con proyecto + I con medidas

$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$

	Impacto moderado
	Impacto compatible
	Impacto positivo
	Sin impacto

Cuadro 12B.1.8: Matriz de impactos tras la aplicación de las medidas correctoras en fase de operación. Tramo GU2-4

FASE DE OPERACIÓN																		
MEDIO FÍSICO																		
MEDIO INERTE	Impactos	Imp. sin proyecto	Imp. con proyecto	Medida	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	VF	
Suelo	No se identifican impactos	0																
Calidad del Aire	Emisiones de ozono, SF ₆ y de maquinaria de mantenimiento	0	-27	M7	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	-14	
Hidrología e Hidrogeología	No se identifican impactos	0																
Geología y Geomorfología	No se identifican impactos	0																
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	0	-27	M7	+	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	17	-10	
Calidad del Agua	No se identifican impactos	0																
MEDIO BIÓTICO																		
Flora y Vegetación	Alteración de la estructura y del hábitat	0	-43	M4	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15	-28	
	Pérdida de ecosistemas	0	-41	M4	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15	-26	
	Afectación somera de la vegetación que crece en la servidumbre	0	-47	M4	+	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	17	-30	
Fauna	Afectación a sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	0	-37	M5	+	1	1	1	2	1	1	1	4	1	2	18	-19	
	Alteración de hábitat	0	-33	M6	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15	-18	
MEDIO PERCEPTUAL																		
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	0	-38														-38	
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL																		
MEDIO SOCIOCULTURAL																		
Patrimonio Cultural	No se identifican impactos	0																
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	0	-26	M7	+	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	-10	
Infraestructura Local	Efectos sobre la infraestructura privada	0	-45	M9	+	2	2	2	2	2	1	1	4	1	1	24	-21	
	Efectos sobre la infraestructura local	0	41													41		
Patrón de Uso del Suelo	Cambio en el valor de la tierra	0	-47	M9	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15	-32	
	Cambios en el patrón de uso de suelo	0	-42	M9	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15	-27	
Campos electromagnéticos	Alteración en la salud humana	0	-23	M7	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	-10	
MEDIO ECONÓMICO																		
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	0	32														32	

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad
SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad
*M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9, M10
Medidas de Mitigación presentadas en el Plan de Manejo
VF = I con proyecto + I con medidas
I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)

	Impacto moderado
	Impacto compatible
	Impacto positivo
	Sin impacto

Cuadro 12B.1.9: Matriz de impactos tras la aplicación de las medidas correctoras en fase de construcción. Tramo GU2-5

FASE DE CONSTRUCCIÓN																	
MEDIO FÍSICO																	
MEDIO INERTE	Impactos	Imp. sin proyecto	Imp. con proyecto	Medida	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	VF
Suelo	Ocupación del suelo	0	-40	*M1	+	1	2	2	2	2	1	1	4	4	2	25	-15
	Disminución de la capacidad de infiltración del suelo por compactación del terreno en los caminos de acceso	0	-21	M3	+	1	1	2	2	2	1	1	4	2	2	21	0
	Aumento en la inestabilidad de laderas	0	-28	M2	+	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	17	-11
	Generación de procesos erosivos	0	-36	M1	+	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	17	-19
Calidad del Aire	Deterioro de la calidad del aire por incremento en la emisión de polvo y gases de combustión	0	-20	M7	+	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	15	-5
	Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	0	-23	M3	+	1	2	2	2	2	1	1	1	2	2	20	-3
Hidrología e Hidrogeología	Alteraciones en la hidrología superficial	0	-20	M3	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	-7
	Alteración de unidades geomorfológicas	0	-25														-25
Geología y Geomorfología	Alteración de unidades geomorfológicas	0	-25														-25
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	0	-21	M7	+	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	15	-6
Calidad del Agua	Contaminación de las aguas subterráneas	0	-22	M3	+	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	17	-5
	Variación de la calidad de aguas superficiales	0	-23	M3	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	-10
MEDIO BIÓTICO																	
Flora y Vegetación	Eliminación de la cubierta vegetal	0	-45	M4	+	2	1	2	2	2	1	1	4	2	2	24	-21
	Fragmentación de ecosistemas	0	-41	M4	+	2	1	2	2	1	2	1	1	2	2	21	-20
Fauna	Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	0	-41	M6	+	2	2	2	2	1	2	1	1	1	2	22	-19
	Alteración de hábitat	0	-40	M6	+	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	15	-25
MEDIO PERCEPTUAL																	
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	0	-48	M10	+	2	2	2	4	4	2	1	1	4	2	30	-18
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL																	
MEDIO SOCIOCULTURAL																	
Patrimonio Cultural	Afección a lugares culturales y patrimoniales	0			+	2	2	1	1	1	1	1	1	1	4	21	
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	0	-23	M7	+	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	-7
Infraestructuras y Servicios	Efectos sobre la infraestructura local	0	-37	M9	+	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	-21
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	0	-44	M9	+	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	-28
MEDIO ECONÓMICO																	
Nivel de Empleo	Incremento de empleo	0	29													29	

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

*M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9, M10
Medidas de Mitigación presentadas en el Plan de Manejo

VF = I con proyecto + I con medidas

I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)

	Impacto moderado
	Impacto compatible
	Impacto positivo
	Sin impacto

Cuadro 12B.1.10: Matriz de impactos tras la aplicación de las medidas correctoras en fase de operación. Tramo GU2-5

FASE DE OPERACIÓN																	
MEDIO FÍSICO																	
MEDIO INERTE	Impactos	Imp. sin proyecto	Imp. con proyecto	Medida	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	VF
Suelo	No se identifican impactos	0															
Calidad del Aire	Emisiones de ozono, SF ₆ y de maquinaria de mantenimiento	0	-24	*M7	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	-11
Hidrología e Hidrogeología	No se identifican impactos	0															
Geología y Geomorfología	No se identifican impactos	0															
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	0	-21	M7	+	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	17	-4
Calidad del Agua	No se identifican impactos	0															
MEDIO BIÓTICO																	
Flora y Vegetación	Alteración de la estructura y del hábitat	0	-42	M4	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15	-27
	Pérdida de ecosistemas	0	-41	M4	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15	-26
	Afectación somera de la vegetación que crece en la servidumbre	0	-45	M4	+	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	17	-28
Fauna	Afectación a sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	0	-28	M5	+	1	1	1	2	1	1	1	4	1	2	18	-10
	Alteración de hábitat	0	-38	M6	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15	-23
MEDIO PERCEPTUAL																	
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	0	-38														-38
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL																	
MEDIO SOCIOCULTURAL																	
Patrimonio Cultural	No se identifican impactos	0															
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	0	-23	M7	+	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	-7
	Efectos sobre la infraestructura privada	0	-47	M9	+	2	2	2	2	2	1	1	4	1	1	24	-23
Infraestructura Local	Efectos sobre la infraestructura local	0	41														41
	Cambio en el valor de la tierra	0	-47	M9	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15	-32
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	0	-42	M9	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15	-27
	Cambios en el patrón de uso de suelo	0	-23	M7	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	-10
Campos electromagnéticos	Alteración en la salud humana	0	-23	M7	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	-10
MEDIO ECONÓMICO																	
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	0	29														29

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

*M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9, M10
Medidas de Mitigación presentadas en el Plan de Manejo

VF = I con proyecto + I con medidas

I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)

	Impacto moderado
	Impacto compatible
	Impacto positivo
	Sin impacto

Cuadro 12B.1.11: Matriz de impactos tras la aplicación de las medidas correctoras en fase de construcción. Tramo GU2-6

FASE DE CONSTRUCCIÓN																	
MEDIO FÍSICO																	
MEDIO INERTE	Impactos	Imp. sin proyecto	Imp. con proyecto	Medida	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	VF
Suelo	Ocupación del suelo	0	-45	M1	+	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	16	-29
	Disminución de la capacidad de infiltración del suelo por compactación del terreno en los caminos de acceso	0	-27	M2	+	1	1	2	2	2	1	1	4	2	2	21	-6
	Aumento en la inestabilidad de laderas	0	-31	M3	+	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	17	-14
	Generación de procesos erosivos	0	-36	M1	+	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	17	-19
Calidad del Aire	Deterioro de la calidad del aire por incremento en la emisión de polvo y gases de combustión	0	-20	M7	+	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	15	-5
	Disminución de la tasa de recarga y alteración de la red de drenaje	0	-23	M3	+	1	2	2	2	2	1	1	1	2	2	20	-3
Hidrología e Hidrogeología	Alteraciones en la hidrología superficial	0	-20	M3	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	-7
	Geología y Geomorfología	Alteración de unidades geomorfológicas	0	-25													
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	0	-21	M7	+	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	15	-6
Calidad del Agua	Contaminación de las aguas subterráneas	0	-21	M3	+	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	17	-4
	Variación de la calidad de aguas superficiales	0	-23	M3	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	-10
MEDIO BIÓTICO																	
Flora y Vegetación	Eliminación de la cubierta vegetal	0	-45	M4	+	2	1	2	2	2	1	1	4	2	2	24	-21
	Fragmentación de ecosistemas	0	-47	M4	+	2	1	2	2	1	2	1	1	2	2	21	-26
Fauna	Disminución de especies terrestres y desplazamiento de individuos	0	-41	M6	+	2	2	2	2	1	2	1	1	1	2	22	-19
	Alteración de hábitat	0	-41	M6	+	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	15	-26
MEDIO PERCEPTUAL																	
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	0	-49	M10	+	2	2	2	4	4	2	1	1	4	2	30	-19
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL																	
MEDIO SOCIOCULTURAL																	
Patrimonio Cultural	Afección a lugares culturales y patrimoniales	0			+	2	2	1	1	1	1	1	1	1	4	21	
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	0	-23	M7	+	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	-7
Infraestructuras y Servicios	Efectos sobre la infraestructura local	0	-37	M9	+	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	-21
Patrón de Uso del Suelo	Cambios en el patrón de uso de suelo	0	-44	M9	+	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	-28
MEDIO ECONÓMICO																	
Nivel de Empleo	Incremento de empleo	0	32														32

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

*M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9, M10
Medidas de Mitigación presentadas en el Plan de Manejo

VF = I con proyecto + I con medidas

	Impacto moderado
	Impacto compatible
	Impacto positivo
	Sin impacto

Cuadro 12B.1.12: Matriz de impactos tras la aplicación de las medidas correctoras en fase de operación. Tramo GU2-6

FASE DE OPERACION																		
MEDIO FÍSICO																		
MEDIO INERTE	Impactos	Imp. sin proyecto	Imp. con proyecto	Medida	N	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	VF	
Suelo	No se identifican impactos	0																
Calidad del Aire	Emisiones de ozono, SF ₆ y de maquinaria de mantenimiento	0	-24	*M7	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	-11	
Hidrología e Hidrogeología	No se identifican impactos	0																
Geología y Geomorfología	No se identifican impactos	0																
Ruido	Aumento de emisiones acústicas	0	-21	M7	+	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	17	-4	
Calidad del Agua	No se identifican impactos	0																
MEDIO BIÓTICO																		
Flora y Vegetación	Alteración de la estructura y del hábitat	0	-43	M4	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15	-28	
	Pérdida de ecosistemas	0	-47	M4	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15	-32	
	Afectación somera de la vegetación que crece en la servidumbre	0	-45	M4	+	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	17	-28	
Fauna	Afectación a sitios de nidificación dentro del área de la servidumbre	0	-31	M5	+	1	1	1	2	1	1	1	4	1	2	18	-13	
	Alteración de hábitat	0	-41	M6	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15	-26	
MEDIO PERCEPTUAL																		
Paisaje y Estética	Alteración de la calidad y fragilidad visual	0	-42															-42
MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL																		
MEDIO SOCIOCULTURAL																		
Patrimonio Cultural	No se identifican impactos	0																
Calidad de Vida	Cambios y variaciones en la calidad de vida de la población	0	-23	M7	+	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	-7	
Infraestructura Local	Efectos sobre la infraestructura privada	0	-44	M9	+	2	2	2	2	2	1	1	4	1	1	24	-20	
	Efectos sobre la infraestructura local	0	41													41		
Patrón de Uso del Suelo	Cambio en el valor de la tierra	0	-47	M9	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15	-32	
	Cambios en el patrón de uso de suelo	0	-43	M9	+	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	15	-28	
Campos electromagnéticos	Alteración en la salud humana	0	-23	M7	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	-10	
MEDIO ECONÓMICO																		
Socioeconomía y Nivel de Empleo	Incremento de empleo	0	32															32

N= Naturaleza
IN= Intensidad
EX= Extensión
MO= Momento
PE= Persistencia
RV= Reversibilidad

SI= Sinergia
AC= Acumulación
EF= Efecto
PR= Periodicidad
MC= Recuperabilidad

*M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9, M10
Medidas de Mitigación presentadas en el Plan de Manejo
VF = I con proyecto + I con medidas

$$I = +/- (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

	Impacto moderado
	Impacto compatible
	Impacto positivo
	Sin impacto

De la valoración de los impactos provocados por la instalación de la Línea de Transformación Eléctrica 230 kV del Proyecto SIEPAC-Tramo Guatemala – Ruta II; Panaluya – Frontera con Honduras, se concluye que los impactos residuales, para todos los tramos homogéneos, son los que afectan al paisaje, y a la eliminación de individuos de fauna, en la fase de construcción de la línea, y únicamente al paisaje, en la fase de operación y mantenimiento de la misma.

Todos los impactos se mitigan considerablemente con la aplicación de las medidas correctoras.

La disminución del impacto residual se producirá con el paso del tiempo debido a la capacidad del medio de absorber los impactos generados.



12B.	IMPACTOS RESIDUALES.....	941
12B.1	Valoración de impactos consecuencia de la introducción de medidas correctoras.....	941

13B. INFORMACIÓN PÚBLICA

El Plan de Manejo Social del Proyecto se ha realizado siguiendo las orientaciones estratégicas descritas en la Estrategia de Aceptabilidad Social y Comunicación de la propuesta realizada por Soluziona Calidad y Medio Ambiente y aprobada por el Banco Interamericano de Desarrollo, para el Estudio de Impacto Ambiental y Social del Proyecto SIEPAC.

Por ello, el Plan de Manejo Social está construido a partir de la indagación, análisis y sistematización de las percepciones, opiniones y sugerencias de actores claves para el Proyecto, es decir, grupos afectados, autoridades locales y organizaciones no gubernamentales, que fueron identificados y contactados para estos efectos.

Complementario a lo anterior, este Plan también se adecuó a las características socioeconómicas del Área de Influencia Directa (AID) estimada para efectos de este Estudio, como también las del Área de Influencia Indirecta (All), las cuales se ubican en los departamentos de Chiquimula y Zacapa.

□ Objetivos

A partir de las orientaciones de la Estrategia de Aceptabilidad Social y Comunicación Social, el Plan de Manejo Social para el Proyecto de Interconexión Eléctrica SIEPAC ha perseguido los siguientes objetivos específicos:

- Identificar y contactar a los sectores y actores claves que intervienen e influyen en las AID y All del Proyecto.
- Recoger, analizar y sistematizar las percepciones, opiniones y sugerencias de los diversos actores entorno al Proyecto.
- Elaborar a partir de las percepciones y opiniones de los diversos actores recomendaciones sobre los aspectos a mejorar en el diseño del Proyecto.
- Elaborar los lineamientos generales de la Estrategia de Comunicación Social del Proyecto.

□ Metodología y Actividades

La metodología utilizada por SOLUZIONA, S.A. para elaborar el Plan de Manejo Social también se ha correspondido con las orientaciones de la Estrategia de Aceptabilidad Social y ha consistido en realizar un conjunto de actividades encaminadas a la:

- Identificación de los Actores presentes en las AID del Proyecto.
- Recolección de Información primaria mediante entrevistas.
- Información a los Gobernadores y Alcaldes de la existencia del Proyecto y la elaboración de su Estudio de Impacto Ambiental y Social (EsIA).
- Realización de Reuniones de Discusión Ciudadana en departamentos del AID del Proyecto.

A continuación se detallan resultados en cada una de estas actividades.

13B.1. IDENTIFICACIÓN DE LOS ACTORES PRESENTES EN LAS AID DEL PROYECTO

Para realizar esta identificación, se consideró por tipo de actores, aquellas personas y/u organizaciones que van a verse afectados positiva o negativamente por el Proyecto una vez que éste se esté construyendo o esté en operación, es decir, son aquellos sobre los cuales recaerán los impactos del Proyecto, cualquiera que éstos sean. Los actores más importantes a considerar son los beneficiarios y/o usuarios de los proyectos y las personas y/o familias que eventualmente sean expropiadas.

Es así que, producto del trabajo de campo realizado en la zona de AID del Proyecto en los departamentos de Zacapa y Chiquimula, se identificaron los siguientes actores.

Cuadro 13B.1: Descripción de los participantes de la encuesta por Departamento

DEPARTAMENTO	PÚBLICO	POLÍTICO	PRIVADO	CIUDADANO	TOTAL	%
Chiquimula	6	1	-	46	53	61,6
Zacapa	1	2	1	29	33	38,4
TOTAL	7	3	1	75	86	100,0

Fuente: Elaboración propia con base a datos de terreno, 2003.

La metodología empleada para la selección de esta muestra se indica en el apartado 13B.3.1 Metodología

13B.2. RESUMEN INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA DE LAS POBLACIONES EN ESTUDIO

La población de los departamentos se distribuye de forma desigual entre la zona rural y urbana, tal como se puede observar en el Cuadro 13B.2.

Por otro lado, la población indígena representa un porcentaje muy bajo respecto a la población total, siendo el más bajo de ellos el registrado en el Departamento de Zacapa, que alcanza el 4%, y el más alto el de Chiquimula, Departamento cuyo 30% de la población se identifica con alguna etnia.

Cuadro 13B. 2: Total Población, Población Rural/ Urbana, Población Indígena/ No indígena

DEPARTAMENTO	TOTAL POBLACIÓN	POBLACIÓN RURAL %	POBLACIÓN URBANA %	INDÍGENA %	NO INDÍGENA %
Chiquimula	304.623	75,0	25,0	30,0	70,0
Zacapa	191.949	71,0	29,0	4,0	96,0

Fuente: X Censo de Población y V de Habitación de 1994.¹

En cuanto a la distribución por sexos, del Cuadro 13B.3 se deduce que la población masculina es prácticamente igual que la femenina en los dos departamentos por los cuales pasará el tendido eléctrico.

Cuadro 13B.3: Distribución de la población según género

DEPARTAMENTO	POBLACIÓN			
	PROYECCIÓN		PROYECCIÓN AL 2003	CENSO 2002-2003
	FEMENINO	MASCULINO		
Chiquimula	172.975	166.406	339.381	302.485

¹ Se utiliza el Censo de 1994, porque los datos actualmente disponibles del XI Censo de Población y VI de Habitación todavía no contemplan información según sector de vivienda, género y población indígena.

POBLACIÓN				
Zacapa	116.797	112.898	229.695	200.167

Fuente: Elaboración propia con base a www.descubra.info/censo-gt/ y <http://www.censos.gob.gt/>²

En cuanto al índice de alfabetismo, en el Cuadro 13B.4. se observa que el porcentaje de alfabetismo oscila entre un 48% en Chiquimula y un 67% en Zacapa.

Cuadro 13B.4: Tasa de alfabetismo/ analfabetismo

DEPARTAMENTO	TOTAL POBLACIÓN	ALFABETISMO %	ANALFABETISMO %	ÍNDICE DE POBREZA
Chiquimula	304.623	48,0	52,0	49,3
Zacapa	191.949	67,0	33,0	34,1

Fuente: X Censo de Población y V de Habitación, 1994.

13B.3. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

13B.3.1. METODOLOGÍA

La metodología empleada para seleccionar el número de encuestas y los encuestados fue la siguiente:

Se identificaron las localidades situadas dentro del área de influencia del Proyecto, más cercanas al trazado de la línea. Estas localidades fueron: Aldea El Morral, Aldea Santa Elena, El Morral, Santa Elena, Los Vados., Zacapa: Barrio la Laguna, Aldea Agua Blanca y Estanzuela.

Una vez seleccionadas éstas, se procedió a definir una muestra representativa, con base a la población existente en la zona objeto de estudio (ver cuadro 13B.2).

El número de encuestas a realizar (muestra) se obtuvo a través de un muestreo estratificado proporcional en función del número de viviendas reportadas por el último censo oficial del Instituto Nacional de Estadísticas de Guatemala (INE) para las áreas objeto de estudio. La muestra se tomó con una confianza del 95% y un error de estimación de 0,08.

² Se utilizan la proyecciones elaboradas con base al Censo de 1994 por constatarse que los resultados de éstas se acercan bastante a los valores arrojados por el Censo del 2002.

Por último se definió el tipo de actores a entrevistar: públicos, políticos, privado y ciudadanía. El objetivo perseguido era que el 80% de las encuestas se realizasen a la ciudadanía y lo demás a otros actores: políticos, privados y públicos (ver cuadro 13B.1).

Con el propósito de indagar, analizar y sistematizar las percepciones, opiniones y sugerencias de los actores claves identificados, se contactaron a un total de 86 personas, representantes del sector público, privado y político, de organizaciones no gubernamentales y ciudadanía en general.

Este trabajo se realizó en el transcurso de las ocho visitas a la zona de trabajo de campo, en las cuales se sostuvieron 86 entrevistas con una muestra de actores que viven en el Área de Influencia Directa del Proyecto (tramo Panaluya- Frontera con Honduras).

Las 86 entrevistas fueron realizadas por profesionales de SOLUZIONA, S.A. y se aplicaron dos tipos de Encuestas de Opinión, una para los actores que habitan el AID del Proyecto y otra para ONG (Madre Selva, Defensores de la Naturaleza y Mesa Global). La entrevistas³ fueron elaboradas con el propósito de recolectar la siguiente información:

- Identificación: sexo; edad; sabe leer y/o escribir; idioma; ocupación, trabajo, etc.
- Vida en la localidad: tiempo de permanencia, lo que más le gusta, lo que le gustaría cambiar, principales problemas; soluciones; servicios básicos y su evaluación; fiestas titulares; lugares sagrados.
- Información del Proyecto: lo conoce; tipo de información que maneja; cómo se informó; ubicación, opinión positiva / negativa, información que le gustaría recibir y cuál sería el medio más adecuado para difundir esta información.

El número de encuestas realizadas se distribuyó en las localidades de la siguiente forma:

Cuadro 13B.5: Distribución de las encuestas en las localidades

³Ver Anexo 13B.1, al final del documento

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	N° ENCUESTAS	POBLACIÓN
Chiquimula	Chiquimula	Aldea El Morral	10	174
		Aldea Sta Elena	14	1.096
		El Morral	9	-
		Santa Elena	6	-
	Jocotán	Los Vados	14	606
Zacapa	Estanzuela	Barrio la Laguna	3	-
	Zacapa	Aldea Agua Blanca	18	371
	Estanzuela	Estanzuela	12	6.524

Fuente: Elaboración propia, 2003.

De las 86 entrevistas realizadas, el 88% corresponde al sector de la ciudadanía, el 8% al sector Público, el 3% al sector Político y el 1% al sector privado. (Figura 13B.1).

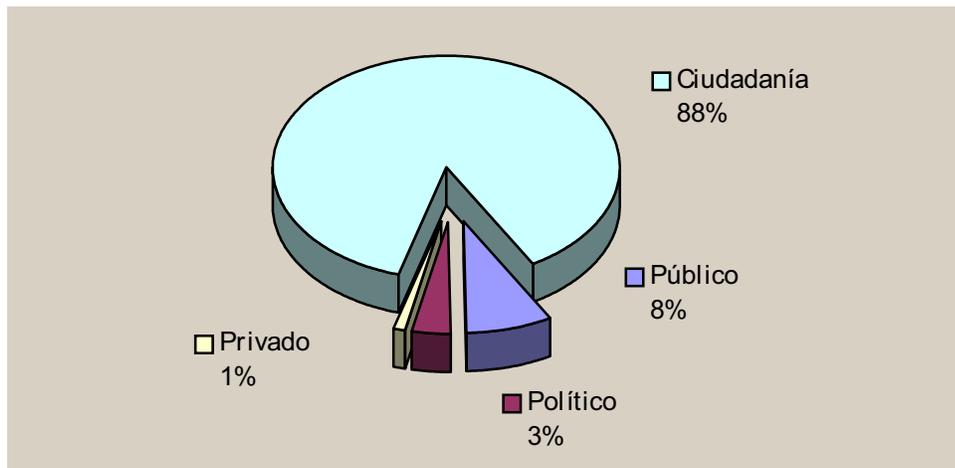


Figura 13B.1: Distribución Porcentual de los actores participantes entrevistados.

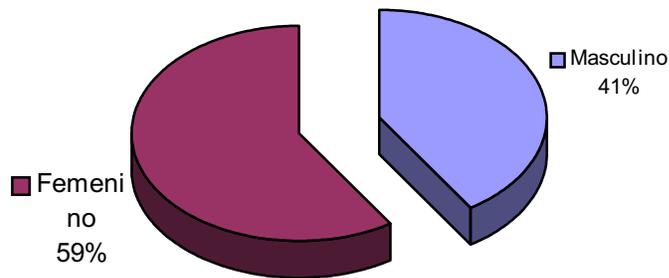


Figura 13B.2: Distribución porcentual por sexo de la muestra entrevistada.

En cuanto al sexo de la muestra entrevistada (Figura 13B.2), el 41% corresponde al sexo masculino y el 59% al sexo femenino. Se trató de tomar una muestra representativa de los grupos a fin de obtener un balance equilibrado de opiniones entre ambos sexos.

Con respecto a la edad de los entrevistados, el 9% tenía menos de 20 años, el 28% entre 20 y 29 años, el 20% entre 30 y 39 años, el 23% tenía entre 40 y 49 años y 20% tenía 50 o más años. (Figura 13B.3).

Por otra parte es importante destacar que el 79,1% de la muestra (de los cuales el 64,7% son hombres y el 35,3% son mujeres) saben leer, mientras que el 76,7% de la muestra (de los cuales el 65,2% son hombres y el 34,8% son mujeres) saben escribir.

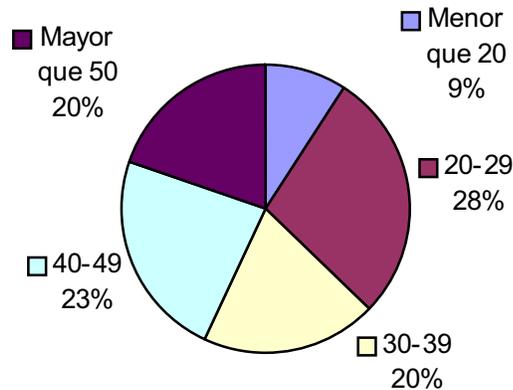


Figura 13B.3: Distribución por grupo de edad.

Del total encuestado el 100% declara no hablar un idioma maya.

En cuanto a la **ocupación de los entrevistados**, existe una gran variedad de actividades entre los habitantes de los distintos departamentos, pero en promedio se puede señalar que la mayoría se dedica a trabajos domésticos (amas de casa, 44,2%), a la agricultura (jornaleros de campo, 25,8%), y sector comercial (comerciantes, 7%) y, relegado a un segundo plano, se ubican los empleos del sector público (maestros, médicos, técnicos, etc.).

En cuanto al **grado de escolaridad**:

- el 18,6% de los entrevistados manifiesta no tener ningún estudio,
- el 57% tiene estudios de primaria,
- el 7% estudios de ciclo básico,
- el 15,1% estudios de ciclo diversificado,
- mientras que el 2,3% de los entrevistados tienen estudios universitarios.

En promedio se estableció que el número de miembros por familia era de cinco personas, con una dispersión de ± 2 personas. Igualmente, se estableció, que el número de personas que trabajan por familia era, en promedio de 2 personas, con una dispersión de ± 1 persona por familia.

De los entrevistados el 9,3% indicó pertenecer o participar en alguna organización política, pública, civil u ONGs, entre las organizaciones mencionadas se encuentran: Comités de Desarrollo Local, Asociación de Ganaderos, Partidos Políticos, Comité de Tierras y ONG.

□ Información sobre la vida en su localidad

Con la ayuda de la encuesta se recabó la siguiente información sobre la vida de los entrevistados en las áreas objeto de estudio:

- los años de residencia en el lugar,
- aquellas cosas que más les gustaban en su localidad
- y la posibilidad de cambiar su sitio de residencia.

Los resultados fueron los siguientes:

En lo que se refiere al **tiempo de residencia** de la población, en los departamentos en estudio, el 48,8% de los entrevistados llevan viviendo 25 años o más en la zona, mientras que el 14% lleva residiendo entre 20 y 24 años, el 11,6% menos de 5 años, el 11,6% entre 5 y 9 años y el 13,9% entre 10 y 19 años, tal como se gráfica en la Figura 13B.4.

De esta información se infiere que las personas son nativas del lugar y que la información obtenida tiene fundamentos y bases firmes por el apego que existe con relación al tiempo de residencia en un mismo lugar por un tiempo prolongado. Asimismo, la mayoría de los entrevistados (79,1%) mencionaron no querer mudarse de donde viven actualmente.

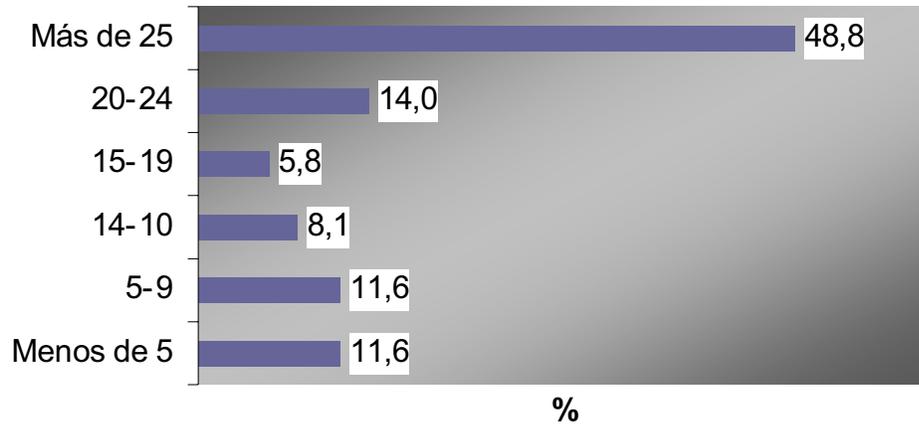


Figura 13B.4: Tiempo de residencia en años, de los entrevistados en las zonas de estudio.

Con relación a **lo que más les gusta de su localidad** (ver Figura 13B.5), existen distintos elementos entre las comunidades, pero mayoritariamente, a nivel general, se menciona:

- el ambiente (12,8%)
- la tranquilidad con la que se vive (24,4%)
- todo (22,1%),
- por sus gentes (7,0%)
- el acceso (12,8%).

Entre los **principales problemas que tiene en su lugar de residencia**, los encuestados, mayoritariamente indicaron:

- la escasez de agua
- la falta de carreteras o pavimentación de las mismas
- la ausencia de drenajes en las vías
- la falta de puestos de salud.

En síntesis, es posible señalar que los principales problemas percibidos por los entrevistados, están relacionados con la calidad de los servicios públicos.

Le gusta por

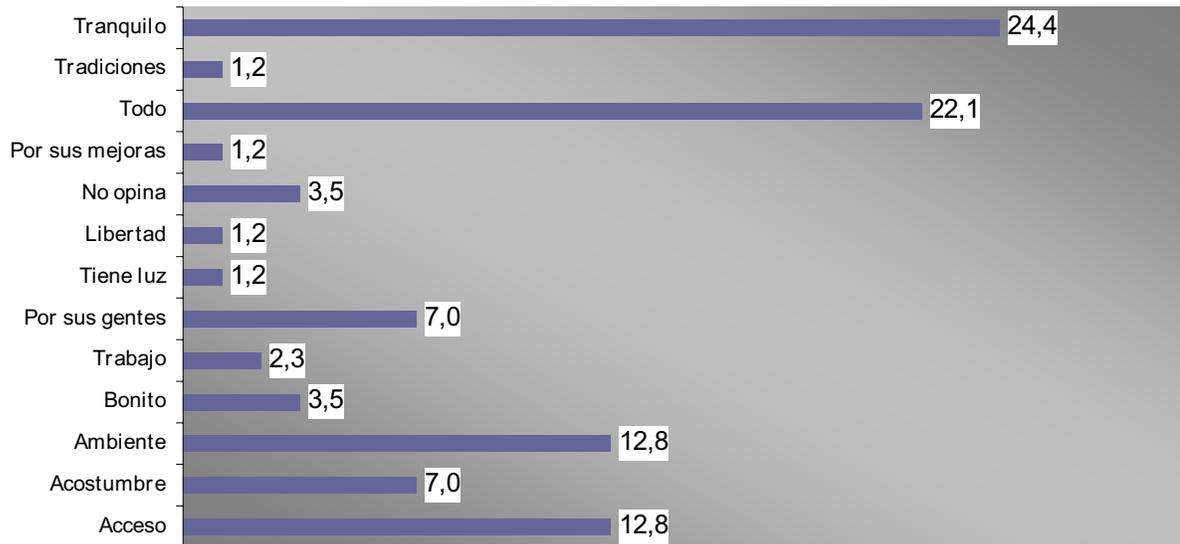


Figura 13B.5: Distribución porcentual con relación a ¿Por qué le gusta donde vive?

Las **soluciones a los problemas antes mencionados** están principalmente, según percepción de la población, en manos de las autoridades políticas (locales, municipales, departamentales y/o gobierno central), así como de la ayuda internacional.

La ayuda a la que se hace mención estaría relacionada con la construcción y/o pavimentación de las carreteras, la elaboración y ejecución de proyectos de pozos de agua y construcción de puestos de salud.

Con relación a **lugares sagrados** para ceremonias y/o la realización de alguna actividad típica por las áreas del estudio, el 100% de los entrevistados indicó que no existen cerca de los centros poblados.

□ Formación

En cuanto a la capacidad instalada en la comunidad **para la formación de los jóvenes** (ver figura 13B.6):

- el 95,3% indicó que contaban con escuelas en sus áreas de residencia

- el 57% con institutos básicos
- sólo el 5,8% contaba con institutos diversificados

Es destacable la ausencia de módulos universitarios cerca de las comunidades en estudio. Lo que refleja en cierta forma la ausencia de una profesionalización adecuada de los jóvenes que viven en las áreas en estudio.

Los jóvenes que aspiran seguir estudiando deben emigrar hacia las cabeceras departamentales, pero según los propios entrevistados sólo lo pueden hacer “aquellos que cuentan con los recursos”.

□ Medio Ambiente

Uno de los aspectos importantes a tener en cuenta dentro del Proyecto son los problemas ambientales, tales como la tala de los bosques y la contaminación de los ríos.

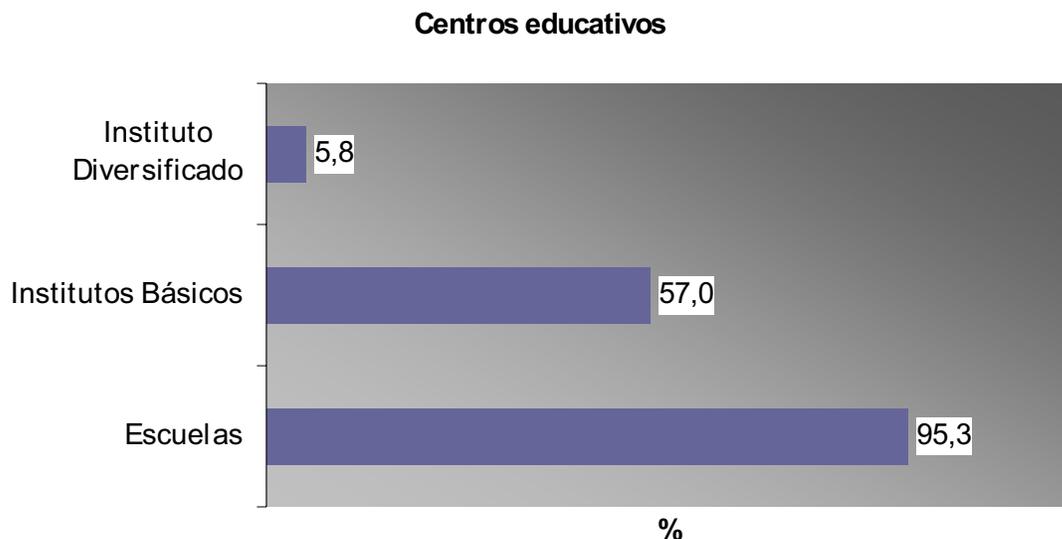


Figura 13B.6: Centros Educativos en las áreas en estudio

En opinión de los entrevistados:

- la tala de los árboles “no es buena”,

- “los ríos se están secando”, produciendo escasez de agua en la zona,
- “el ambiente está cambiando”,
- “cada vez esta lloviendo menos”.

Para ellos es importante que haya una tala controlada, en la que se obligue a reponer lo cortado para preservar el ambiente, así mismo se debe orientar (educar) a las personas para evitar un mal mayor en el futuro.

En cuanto a la contaminación de los ríos, el 54,7% de los entrevistados indicó que la contaminación de los ríos está afectando a la comunidad, ya que:

- hay enfermedades asociadas a las aguas contaminadas,
- se encuentran peces muertos,
- se producen malos olores.

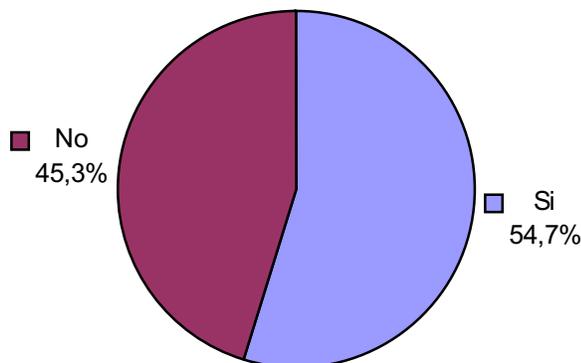


Figura 13B.7: Los ríos contaminados afectan a la comunidad.

Como solución a este problema los ciudadanos proponen construir drenajes para aguas servidas que pasen por un proceso de “limpieza” antes de caer en el río.

□ Condiciones de los Servicios Básicos

En cuanto a los **servicios Básicos** que se presta en las comunidades estudiadas, los entrevistados indicaron tener:

- servicio eléctrico (94,6%)
- agua (86,7%)
- puestos de salud (43,5%)
- drenajes (28,4%)
- teléfono (26,7%)

Los servicios básicos en las localidades visitadas fueron, en general considerados entre bueno y malo, hay que destacar con relación al servicio eléctrico que el 6,0% de los entrevistados consideraba que el servicio era malo y el 1,2%, que era pésimo. Por otra parte, el servicio de agua también fue mal calificado por el 32,1% de los entrevistados y considerado pésimo por el 3,9% de los entrevistados.

Cuadro 13B.6: Existencia de servicios básicos en las comunidades en estudio y calidad de estos. (%)

SERVICIOS	SÍ	NO	EXCELENTE	BUENO	REGULAR	MALO	PÉSIMO
Luz	98,8	1,2	-	48,8	44,1	6,0	1,2
Agua	93,02	6,98	-	24,4	39,7	32,1	3,9
Drenaje	16,28	83,72	-	53,9	38,7	-	7,7
Teléfono	11,63	88,37	-	71,4	28,6	-	-
Salud	17,44	82,56	-	33,3	33,3	33,3	-

□ Información sobre el Proyecto

A fin de conocer cuál es el **nivel y manejo de la información sobre el Proyecto SIEPAC (tramo Panaluya- Frontera con Honduras)** entre los entrevistados de las diferentes comunidades por la cual pasará el tendido eléctrico, se realizaron una serie de preguntas a los entrevistados.

A continuación se entrega la visión aportada por estas distintas fuentes.

En lo referente a **qué pensarían sus vecinos si se instalase una línea eléctrica de alta tensión cerca de su comunidad**, los entrevistados, en general, lo consideran positivo y bueno para la comunidad, ya que habrá beneficios y se mejorará la calidad de la luz, siempre y cuando no suba la tarifa.

Hay que destacar el 97% de los entrevistados hasta el momento de la encuesta no había escuchado nada respecto a la posibilidad de instalar una línea eléctrica por la zona donde ellos viven. Los que conocían del Proyecto (3%) indicaron que se enteraron del mismo a través de sus vecinos.

Respecto de **a quiénes beneficiaría el Proyecto** (Figura 13B.8), los entrevistados, mayoritariamente, mencionaron que a la población en general (comunidad, 54,7%) y a los empresarios (8,1%). Es importante destacar que el 33,7% no sabe a quién beneficiará el Proyecto.

En cuanto **aspectos positivos del Proyecto**, consideran que mejorará la calidad del servicio, “la luz será mejor”, “tendrá más potencia”, “se generarán empleos en la comunidad”, en especial entre los jóvenes cuando se realice su construcción, y, lo más importante para la mayoría, “sería más barata” ya que permitiría una baja en los costos de la energía eléctrica.

Todos los entrevistados estuvieron de acuerdo con la importancia de **recibir información** clara de lo que es en realidad el Proyecto de Interconexión con relación a los siguientes aspectos:

- quién lo dirige,
- qué beneficios y perjuicios les va a traer,
- por dónde pasará la línea,
- quiénes podrán trabajar en el Proyecto,
- cuándo se iniciará,
- cuánto tardará en construirse,
- quiénes pagarán el Proyecto, etc.

A quién beneficiaría el Proyecto

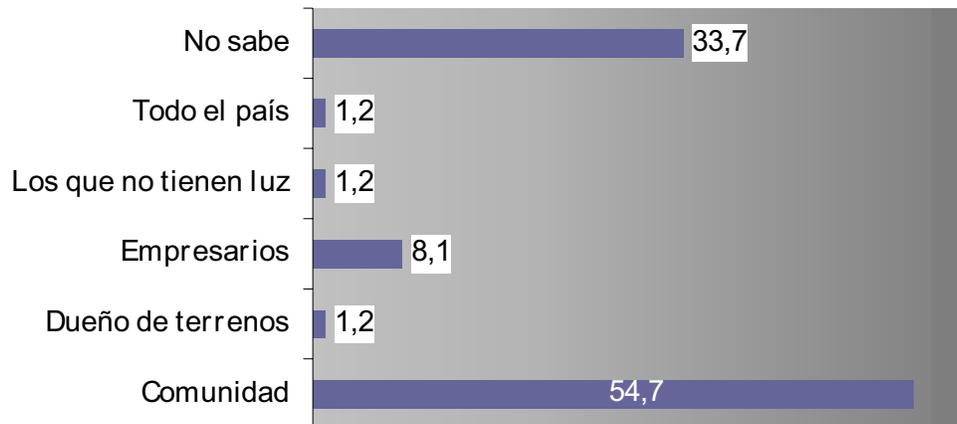


Figura 13B.8: A quién beneficiaría el Proyecto

En general, los entrevistados consideran que los **medios más efectivos** para transmitir dicha información son:

- reuniones informativas en las comunidades por las que pasarán las líneas (37,8%)
- la radio (32,4%)
- la televisión (13,5%)

Hay que destacar que los volantes, afiches y/o prensa no serían buenos para tal fin, debido al bajo nivel de escolaridad de la población.

Medio informativo

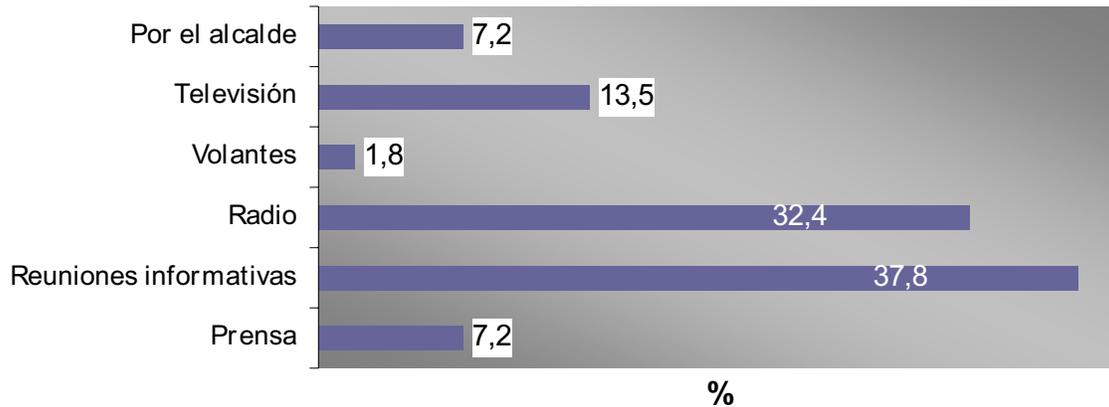


Figura 13B.9: Medios por los cuales se podría transmitir información relacionada con el Proyecto.

13B.4. PERCEPCIÓN DEL PROYECTO POR ORGANIZACIONES NO GUBERNAMENTALES

Por otra parte, el Equipo logró reunirse con tres organizaciones no gubernamentales: Madre Selva, Defensores de la Naturaleza y Mesa Global. Las dos primeras con carácter fuertemente ambiental. La primera de ellas orientada a fomentar una cultura ecológica, incidir políticamente en este tema, ser un espacio de denuncia y proporcionar acompañamiento a organizaciones que han visto vulnerados sus derechos por proyectos con fuerte impacto ambiental y social.

Por otra parte, Defensores de la Naturaleza está dedicada a la administración de cuatro Áreas Protegidas en el país, gracias a la concesión que hace la CONAP a organizaciones de la sociedad civil para la administración de esos territorios. Por tanto, su trabajo está enfocado en esas áreas, dedicándose a la conservación y estudio de especies, fomento del desarrollo sustentable, la educación ambiental e incidir en leyes y actividades de la CONAP. Finalmente, Mesa Global es descrita como una red, un movimiento de organizaciones que aglutina a Centros Académicos, Centros de Investigación, organizaciones de desarrollo, de derechos humanos, de movimiento campesino, de movimiento indígena, de movimiento de mujeres y de movimientos religiosos entre otros.

Su preocupación central son los temas de globalización, particularmente discutir y reflexionar sobre proyectos internacionales tales como el ALCA y el Plan Puebla Panamá.

De estas tres organizaciones, sólo el representante de Mesa Global hizo mención explícita a las objeciones que ellos tienen al Proyecto de Interconexión Eléctrica SIEPAC. Más que una oposición al Proyecto ellos tienen una posición crítica. A su juicio, es un Proyecto que se realiza con capital público y privado, y que no se hace cargo de una demanda explícita de la ciudadanía, sino más bien a intereses privados e internacionales, de inversionistas de los Estados Unidos, del Banco Interamericano de Desarrollo y de capitales españoles que tienen la distribución de la energía eléctrica en el país. Asimismo, su oposición al Proyecto se vincula más con una crítica a la manera en que el país define sus prioridades de inversión y del uso de sus recursos públicos, que a las características e impactos propios del Proyecto.

En el caso de Madre Selva, sus críticas y objeciones a los proyectos de inversión surgen cuando existen proyectos que se instalan en áreas protegidas, que rompen el ecosistema, alteran la vida y costumbres de las comunidades, tal como ocurre, en su opinión, con los proyectos de centrales hidroeléctricas o carreteras que atraviesan zonas con gran biodiversidad ecológica.

Defensores de la Naturaleza, conforme a sus áreas de acción, sólo interviene y levanta una opinión crítica cuando existen proyectos de inversión que puedan alterar las condiciones ambientales y sociales de las áreas protegidas en las que tienen jurisdicción. En otras áreas del país ellos, en general, no se involucran a menos que el impacto ambiental y social sea de gran envergadura.

Por lo tanto, para efectos de las futuras actividades del Proyecto, particularmente en sus instancias de información y consulta ciudadana, a quienes tendría que involucrarse son a Mesa Global y Madre Selva. Al respecto ellos manifestaron estar interesados en participar en cualquier espacio de información relativa a futuros proyectos de inversión. Incluso sugirieron que también pueden aportar una opinión crítica y constructiva en el proceso de revisión de

Estudios de Impacto Ambiental, sobre todo de aquellos que se hagan en zonas con especial riqueza ecológica o presencia indígena.

Por último, en los periódicos revisados, principalmente los Diario Prensa Libre y Nuestro Diario, aparecen algunos reportajes en los cuales se habla de los proyectos de Interconexión Eléctrica, pero siempre en el contexto del Proyecto Plan Puebla Panamá (PPP):

“...Los gobiernos y empresas energéticas estatales de Guatemala y México acordaron ayer un plan de acción para interconectar los sistemas eléctricos de sus países...” Prensas Libre, Diciembre 2001. Comentario del BID en Washington cuando se acordó la Interconexión.

En los reportajes que aparecieron en los días posteriores a la firma del PPP, se entregó información sintetizada y poco específica acerca del Proyecto:

“..... Iniciativa: Interconexión Energética;

Objetivo: Unificar e interconectar los mercados eléctricos con miras a promover un aumento de las inversiones en el sector y una reducción en el precio de la electricidad...” El Periódico, Septiembre 10, 2001.

Y en los medios en que se ha difundido alguna opinión contraria al Proyecto, también se ha hecho bastante generalizado y parcializado, tal como aquí aparece:

“-... estas obras civiles las pagará el pueblo de Guatemala...” Prensa Libre, Febrero 2002 por Luis Grimaldi.

Y respecto a sus beneficios, se ha destacado lo siguiente:

“.....proyectos de interconexión eléctrica y de fibra óptica, que abaratarán costos y harán más competitivos estos países, y el desarrollo turístico...”

*“...su ejecución daría soporte a la red interna, ya que se fortalecerían las líneas troncales de transmisión....haciendo más factible una electrificación rural...” Prensa Libre, Septiembre 2001
Ministro de Energía y Minas Raúl Archila.*

Ahora bien, esta información un poco difusa, sin argumentos claros que expliquen la oposición de algunos sectores hacia el Proyecto, se ve complejizada por la presencia de críticas hacia el Proyecto PPP, que de una u otra manera pueden afectar negativamente la imagen pública del Proyecto de Interconexión.

Acerca del PPP, la principal molestia o rechazo que apunta la prensa es con respecto a la construcción de centrales hidroeléctricas en el río Usumacinta, ya que conlleva un alto deterioro ambiental y afecta en gran medida la Biosfera Maya. Además existe la posibilidad de inundaciones en el sector.

*“.....aunque las hidroeléctricas sean pequeñas, estas provocarán un impacto ambiental grave....”
Prensa Libre, Julio 5, 2002, por Carlos Albacete Director de la Organización Trópico Verde.*

“.....les preocupa que los 1600 kilómetros cuadrados que tendría el embalse afecten sitios arqueológicos.....” el Periódico, agosto 10, 2002. Ecologistas

Finalmente, es importante considerar que se ha difundido muy poco todo lo relacionado con el PPP y sus iniciativas, sin brindar información suficiente que pueda clarificar y colaborar en ir formando una ciudadanía más informada y responsable de las opiniones que emite.

13B.5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El Estudio de Impacto Ambiental y Social del Proyecto SIEPAC ha querido dar un paso significativo con el objeto de incorporar, desde la fase de diseño, las preocupaciones, sugerencias y opiniones de la comunidad, particularmente aquellas directamente afectada por el

mismo y, por otra parte, concretar instancias de información y consulta con el objeto de mejorar la imagen del proponente respecto de la comunidad.

Con esta idea, el Informe de Aceptabilidad Social incorporado al EsIA del Proyecto, ha sido construido recopilando información de distintas fuentes, la información estadística proporcionada por el INE y habitantes de los departamentos por los cuales pasará el Proyecto.

A modo de conclusión es importante señalar que el Proyecto se emplazará en los departamentos de Chiquimula y Zacapa, con tasas de crecimiento positiva, población mayoritariamente adulta, con escasa educación y elevada tasa de analfabetismo. Su vida transcurre desde hace varios años en sus localidades, con un fuerte apego a su tierra, tranquilidad y seguridad. Los servicios básicos deben ser mejorados, tanto en su cobertura como en calidad y precio.

El Proyecto SIEPAC tendría una ventaja comparativa toda vez que la ciudadanía en general está proclive a apoyar y colaborar en proyectos que tengan un impacto social, en este caso, que mejore el servicio eléctrico del país, que evite los cortes permanentes y extensos de energía. Por ello, el Proyecto es visualizado por la población entrevistada como un beneficio, un mecanismo por el cual se solucionarán sus problemas, sin reportar desventajas significativas.

En este sentido, es posible estimar que el Proyecto tendría más colaboradores y personas a su favor que opositores. Esto sí, en la medida en que logre realmente beneficios concretos para la población, porque de lo contrario posiblemente serán esas mismas personas las que se opondrán. Otras oposiciones también pueden surgir a partir de las condiciones con que se pacten los derechos de servidumbre y se propongan medidas para mitigar los impactos ambientales.

Es importante señalar que todos los entrevistados expresaron su interés por tener una información clara de lo que es en realidad el Proyecto, con relación a los siguientes aspectos: de qué se trata, quién lo dirige, qué beneficios y perjuicios les va a traer a la comunidad, por

dónde pasará la línea, quiénes podrán trabajar en el Proyecto, cuándo se iniciará y cuánto tardará en construirse, quiénes pagarán el Proyecto, etc.

En cuanto a los medios a utilizar para informar acerca del Proyecto, en general los entrevistados consideraron que los mejores medios de transmitir la información es a través de reuniones informativas en las propias comunidades por las cuales va a pasar la línea. Así mismo, se debía utilizar otros medios como la radio y la televisión, hay que destacar que los volantes y/o afiches no serían buenos para tal fin. Se debe recordar que las poblaciones de las localidades visitadas presentan un elevado grado de analfabetismo y una gran proporción de sus habitantes se considera como semianalfabeta, toda vez que su formación ha sido incompleta, puesto que un significativo número, apenas alcanzó el tercer grado de primaria.

Es importante igualmente resaltar que, aunque la presencia indígena en el área no es muy significativa, la información a presentar con relación al programa de interconexión, debería ser en español y en la lengua maya más representativa, de esta forma se estaría logrando un efecto de aceptación dentro de las personas que hablan los dos idiomas y más aún en aquellos que hablan sólo alguna lengua maya, y que por lo general no son tomados en cuenta en las campañas de comunicación.

A modo de conclusión, es de interés del Equipo SOLUZIONA, S.A. aportar algunas recomendaciones o consideraciones para que el proceso de construcción y desarrollo del Proyecto sea todo lo exitoso que se espera.

Lo primero a considerar, es la importancia que tiene para las personas ser tomada en consideración a la hora de pensar y desarrollar un Proyecto de país, que traerá beneficios concretos para su vida.

En ese mismo sentido, es fundamental desarrollar actividades de información y consulta a la comunidad, en las cuales el Proyecto vaya teniendo aproximaciones sucesivas a las comunidades en las cuales se instalará y afectará. Por ello es importante diseñar una campaña de comunicación que incluya, por una parte espacios de participación ciudadana y, por otra,

información a través de los medios de comunicación más utilizados por la población, como son la radio y televisión, a través de los cuales entregue información veraz, oportuna y adecuada a la población.

Para que estas actividades de información y consulta realmente alcancen sus objetivos es necesario que se cuente con el apoyo y respaldo de las autoridades locales. Tanto en los municipios como en las aldeas y localidades más pequeñas, la voz y opinión de los alcaldes y alcaldes auxiliares es fundamental para lograr convocar y conversar con las personas. Son estos actores junto a otros líderes de opinión los primeros a contactar con el fin de informar del Proyecto y transmitirles los beneficios que aportará a su comunidad.

Otro actor relevante en las comunidades son las escuelas y los maestros, ya que son ellos quienes van a formar a las futuras generaciones de sus localidades. Con ellos el Proyecto puede realizar talleres y charlas de educación. Así, la instalación de las torres de alta tensión son un motivo propicio para que el Proyecto colabore con la educación de los jóvenes de las áreas donde la línea pasará. Se puede enseñar acerca de la electricidad, su situación en Guatemala, su sistema de producción, transporte y distribución, la necesidad del país de interconectarse con el resto de los países vecinos.

Por otra parte, no hay que olvidar que, pese a todos estos esfuerzos por parte del Proyecto para tener una relación de “buen vecino” con las comunidades por donde pasará; el proceso de solicitud de permisos para servidumbre probablemente sea un tema complejo a resolver. Es aconsejable, por lo tanto, que el proceso de negociación de los pasos de servidumbre se realice una vez inicie la campaña comunicación, que los dueños de los terrenos ya dispongan de información del Proyecto, que la comunidad en general se haya formado una opinión favorable de esta iniciativa, y por tanto los propietarios estén conscientes de los beneficios que para el país va a aportar.

Por último reforzar que los contenidos que se entreguen en la Campaña de Comunicación deben estar orientados a destacar: las características del Proyecto, su trazado, proceso de construcción y explotación, sus ventajas y beneficios. También señalar que se ajusta a las

normativas y legislación ambiental y eléctrica del país, que resguarda todas las condiciones de seguridad y calidad que técnicamente se exige por ley y que no afectarán ningún sitio de interés arqueológico y cultural.

13B.6. ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN PROYECTO DE INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA SIEPAC

□ Objetivo

La Estrategia de Comunicación para el Proyecto SIEPAC es el segundo y último producto del Plan de Manejo Social de esta iniciativa, concebida como un eje conductor de toda la gestión ambiental, basada en el principio de responsabilidad social y empresarial que tiene el Proyecto.

El objetivo general de un Plan de Comunicación es generar un clima de entendimiento y relaciones positivas entre los diferentes actores involucrados en el Proyecto, mediante el intercambio de información y diálogo permanente entre las partes, así como subsanar la desinformación generalizada que tiene la población acerca del proyecto, particularmente los habitantes del AID del proyecto, correspondiente a los departamentos Chiquimula y Zacapa.

Para lograr este objetivo, el Plan de Comunicaciones y, especialmente uno como el que debiera elaborarse para la divulgación del Proyecto SIEPAC, requiere implementar un conjunto de acciones por medio de las cuales se entregue información relativa a las implicaciones socio-ambientales del Proyecto a la comunidad afectada, con el objeto de trasladar a la población la información necesaria para que se cree una opinión social fundada y responsable respecto a las implicaciones del mismo.

Un plan de esta naturaleza contempla diferentes etapas, de acuerdo con los hitos relevantes del Proyecto. Asimismo, considera la medición del retorno de cada conjunto de acciones, con el fin de corregirlo mientras se implementa, según el grado de cumplimiento de sus objetivos. Debe ser diseñado de acuerdo a los lineamientos y políticas que EPR haya definido con este fin y, preferentemente, por una empresa de comunicaciones especializada en este tipo de campañas, con el objeto de hacerse cargo de las diferentes etapas que conforman el proceso.

□ Metodología

El Plan de Comunicación para el Proyecto SIEPAC, debe iniciar su proceso de comunicación partiendo de la percepción y reacción de la población ante el Proyecto, antes de que éste se desarrolle, con el fin de detectar y prevenir eventuales conflictos que puedan llegar a ser costosos, largos e innecesarios. Debe además, como condición obligatoria, tener en cuenta la diversidad social, cultural y territorial de las comunidades localizadas en el área de influencia del Proyecto, aspectos identificados a través de las encuestas y entrevistas ya elaboradas.

El punto de partida será, por tanto, la información, recopilada a través de las encuestas, en la que se identifican las características de la población y la percepción que esta tiene respecto a una iniciativa de este tipo. Dicha información se resume a continuación:

- El Proyecto se emplazará en los departamentos Chiquimula y Zacapa, cuyas tasas de crecimiento son positivas
- La población es mayoritariamente adulta.
- La vida de los habitantes de estos departamentos transcurre desde hace varios años en sus localidades, con un fuerte apego a su tierra, tranquilidad y seguridad.
- Acceso a bienes y servicios: el 94,6% disponen de servicio eléctrico, el 86,7% de agua, el 43,5% disponen de centros de salud, el 28,4% de drenajes y el 26,7% de teléfono.
- La población expresa la necesidad de mejorar los servicios, tanto en su cobertura como también la calidad y precio.
- La población indígena representa un porcentaje muy bajo respecto a la población total en Zacapa (4%). En Chiquimula el porcentaje de población indígena es superior (30%).
- Índice de analfabetismo oscila entre el 33% en Zacapa y el 52% en Chiquimula.
- Los principales problemas detectados por la población son: la falta de carreteras o pavimentación de las mismas, ausencia de drenajes en las vías y falta de puestos de salud.
- Existe un desconocimiento casi total del Proyecto (el 97% de la población entrevistada desconoce el Proyecto).

- Consideran que los mayores beneficiarios del Proyecto sería la comunidad (54,7%) y a los empresarios (8,1%), pero hay un porcentaje, el 33,7%, que no sabe o no contesta.
- Las expectativas de la población con relación al proyecto son: la mejora de la calidad del servicio, la creación de empleos en la comunidad y el abaratamiento del costo de la energía.
- La información que la población quiere recibir del proyecto se relaciona con los siguientes aspectos: quién lo dirige, beneficios y perjuicios, por dónde va a pasar, quiénes podrán trabajar, cuándo se iniciará, cuánto tardará en construirse, quién lo va a pagar, etc.
- Según los encuestados los medios más efectivos para transmitir esta información son: reuniones informativas, radio y televisión.
- El idioma predominante es el español, aunque existen lenguas mayas minoritarias en los distintos municipios (ver cuadro 13B.7)

Cuadro 13B.7: Idiomas diferentes al castellano hablado por los encuestados

DEPARTAMENTO	POBLACIÓN	KICHÉ	KAQCHIQUEL	MAM	QUEQCHÍ	OTROS
Chiquimula	230.767	249	125	30	54	6.549
Zacapa	157.008	182	71	48	23	148

En primer lugar, tomando en consideración la escasa información que la población tiene del Proyecto, el Plan de Comunicaciones se diseñará conforme a las orientaciones de la estrategia de **Migración de Percepción**, la cual supone iniciar el proceso de comunicación partiendo desde la desvalorización, desconfianza y desconocimiento existente, a un Proyecto de contribución al desarrollo sustentable de la zona.

Por tanto, el ciclo de la comunicación se articulará con la fase técnica del proyecto de la siguiente manera:

- **Información y consulta en la etapa de Diseño– realización del Estudio de Impacto Ambiental**

En la etapa de Diseño del Proyecto se deben realizar reuniones con:

- los entes territoriales y las administraciones municipales con el fin de informar sobre los propósitos y localización del proyecto;
 - las comunidades, con el objeto de informarles sobre las características del proyecto, cronograma de realización de la obra, legislación aplicable y política empresarial. También se consulta acerca de los impactos ambientales que se generarán y sobre las medidas de manejo respectivas.
- **Concertación– en caso de ser necesario**
En este tipo de proyectos la variable que mayor probabilidad tiene de generar conflictos, por lo general, se relaciona con el uso de la tierra. Por este motivo es necesario que este punto sea claramente aclarado, se pacten los acuerdos y se aclaren las compensaciones respectivas. Dichos planteamientos son extensibles al Plan de Manejo Ambiental en lo relativo a los impactos derivados del Proyecto. De igual manera se acuerdan los mecanismos de participación de la comunidad en la ejecución de dicho plan, así como su seguimiento y control.
 - **Cogestión– en caso de ser necesario**
Se asumen responsabilidades compartidas derivadas de los acuerdos empresa-comunidad que lleven hacia el fortalecimiento de la capacidad autónoma de la gestión comunitaria y el establecimiento de relaciones de convivencia.

La Campaña de Comunicación también tendrá la función de minimizar y relativizar cualquier inconveniente o rumor durante el proceso del desarrollo del proyecto. Se debe demostrar que se está del lado de la comunidad y no en su contra, ya que una empresa que invierte en el territorio donde se instala, es una empresa defendida y justificada por esa comunidad.

Por otra parte, para que el Plan de Comunicaciones logre sus objetivos y abarque grandes sectores de población, es necesario que se realice sobre la base de dos componentes, acción directa y acción masiva:

La **acción masiva** se organiza a través de medios de comunicación masivos. El contenido de la Campaña de Comunicaciones o publicitaria está dirigido a actores inespecíficos incluyendo aquellos donde se ubica el Proyecto.

La **acción directa** (actividades o acciones destinadas a difundir, sensibilizar, educar, promover o apoyar a actores sociales específicos) supone la preparación de personas que puedan entrar en contacto directo (a través de un diálogo, conversación, reflexión) con los actores sociales ubicados en el área de influencia del Proyecto, con el objetivo de motivar y producir en ellos una mayor “apropiación del problema y desarrollo de acciones”. Se destacan como elementos claves en este componente:

- El grado de compromiso que tengan las personas preparadas para trabajar en la campaña respecto del tema que ésta aborda.
- La calidad del material de apoyo (escrito y/o audiovisual).

La experiencia indica que una Campaña de Comunicación exitosa es aquella que presenta un componente de acción directa importante dentro del proceso general:

- **Entregue Información Pertinente y Oportuna:** La Campaña debe entregar, en forma permanente, información actualizada y pertinente al avance del Proyecto y de aquellos aspectos sobre los cuales se quiere llamar la atención. Esta información debe entregarse a través de los diversos soportes comunicacionales definidos y especificados para cada público objetivo. La experiencia indica que la única forma de lograr que las personas se sientan tomadas en cuenta, partícipes de lo que está ocurriendo, es recibiendo información en forma sistemática.
- **Participen Actores Claves:** Un componente importante en una Campaña de Comunicación, son los actores que se involucren en ella. Una Campaña será exitosa en la medida en que participen actores con credibilidad y que sean reconocidos como interlocutores válidos en la discusión. Es fundamental contar con la voluntad política de los representantes de los diversos sectores, tanto de la autoridad involucrada, el titular del proyecto, empresarios y líderes de opinión.

□ Plan de Acción de Comunicaciones

El Plan de Comunicaciones para el Proyecto SIEPAC (Tramo Panaluya- Frontera con Honduras) tiene por objeto generar un clima de entendimiento y relaciones positivas entre los diferentes actores involucrados en el proyecto, mediante el intercambio de información y diálogo permanente entre las partes.

Para el cumplimiento de este objetivo, el Plan de Comunicaciones contempla la realización de actividades de comunicación con carácter proactivo, es decir la generación de información y espacios de comunicación generados por el propio titular del Proyecto (EPR), conforme a su estrategia, prioridades, tiempos y recursos disponibles. En concreto, estos mecanismos de comunicación se organizan mediante dos Líneas de Acción: Publicidad y Relaciones Públicas.

- **Publicidad:** estará enfocada a transmitir información del Proyecto y sus actividades mediante soportes comunicacionales que serán distribuidos en medios de comunicación masiva o bien en actividades directas. La publicidad permite hablar abiertamente del proyecto, enviar mensajes con el contenido deseado y con ello asegurarse de que el grupo objetivo reciba la información.

- **Relaciones públicas:** consiste en todas las actividades para gestionar el encuentro entre los diversos actores interesados en el proyecto. La organización de actividades de información, consulta y debate sobre el proyecto. También supone la creación de algún tipo de alianza con los medios de comunicación, ya que ellos son formadores de opinión pública y, por tanto, es necesario mantenerlos informados del avance que vaya teniendo el proyecto. El propósito es la transmisión de mensajes a través de medios de comunicación, pero con un carácter más periodístico, realizando entrevistas, reportajes de opinión sobre el Proyecto, etc.

Por otra parte, el Plan de Comunicaciones tiene que adecuarse a las características socioeconómicas de la población objetivo y su percepción con relación al Proyecto, previamente identificadas a través de las encuestas (ver apartado 13B.7- Metodología).

En forma complementaria a estas actividades de responsabilidad del titular del Proyecto, durante la Estrategia de Comunicación pueden surgir otros espacios e instancias de comunicación, las cuales se denominan comunicación reactiva. La comunicación reactiva es aquella que se realiza cuando la comunidad solicita una reunión con el titular del Proyecto. En esa circunstancia lo recomendable es acudir puntualmente, escuchar respetuosamente las inquietudes de las personas, responder a las preguntas o comprometerse a hacerlo posteriormente.

Si es la prensa la que solicita una entrevista, es preciso responder de inmediato. A veces los periodistas se sienten con el derecho de interrumpir la cotidianidad de cualquier funcionario, de cualquier institución y sino se le responde a tiempo pueden volcarse en potenciales enemigos o indiferentes respecto del Proyecto.

- Contenidos a difundir en los medio de comunicación.

Recogida la opinión de las personas contactadas durante el Informe de Aceptabilidad Social a través de las encuestas, la empresa de comunicaciones encargada de diseñar la campaña de comunicación debe tener en cuenta que:

- Los destinatarios (actores) de la Estrategia de Comunicaciones serán principalmente los habitantes de las comunidades por las cuales pasará el Proyecto. No obstante también se deben contemplar actividades de difusión departamental (Chiquimula y Zacapa) y nacional para que toda la población se informe del proyecto y sus avances.

Los actores a los que se hace referencia son:

- Los pertenecientes al Sector Público, tales como gobernadores o profesionales pertenecientes a los servicios públicos.
- Los pertenecientes al Sector privado, tales como empresarios, finqueros o asociaciones empresariales.
- Actores políticos, tales como concejales departamentales o líderes de opinión.

- Ciudadanía en general: pobladores, Consejos de Desarrollo, Comités de Desarrollo, ONGs, etc.
 - Debido a que un elevado porcentaje de la población entrevistada desconoce totalmente el Proyecto, es importante aportar toda aquella información sobre el mismo, enfatizando la relación de buen vecino que se quiere instaurar en las zonas donde se emplazará.
 - Hay que entregar la información requerida por la población, identificada a través de las encuestas, sobre las características del proyecto: ¿En qué consiste el Proyecto?, Proceso de construcción y explotación, ¿cuáles van a ser las ventajas, beneficios y perjuicios para la población?, ¿Quién lo dirigirá?, ¿Por dónde pasará la línea?, ¿Quiénes podrán trabajar en el proyecto?, ¿Cuándo se iniciará?, ¿Cuánto tardará en construirse?, ¿Quiénes pagarán el proyecto?, Etc.
 - Hay que destacar que se ajusta a las normativas y legislación ambiental y eléctrica del país, que resguarda todas las condiciones de seguridad y calidad que técnicamente se exige por ley y que no afectarán ningún sitio de interés arqueológico y cultural.
 - La mayoría de los entrevistados expresó su interés por tener más información del proyecto, en participar de espacios de reunión donde se informe esta iniciativa y se favorezca un diálogo que aclare las dudas. Asimismo, que se los incorpore, que se sientan considerados, y que les interesan los proyectos que reportan un beneficio para el país.

Recogiendo esta solicitud, la Estrategia de Comunicación debe hacer un énfasis en la realización de actividades masivas y directas de comunicación, así como proveer información fidedigna acerca del proyecto. De esa manera la Estrategia prevé crear espacios de participación a través de Reuniones de Discusión Ciudadana en los distintos municipios, tanto en forma anticipada al ingreso del EsIA al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental de Guatemala como durante su etapa de revisión (en donde la Ley exige dar conocimiento del Proyecto a la comunidad posiblemente afectada). También se puede contemplar la posibilidad de realizar actividades en

Escuelas situadas en las localidades involucradas y con los maestros, ya que son ellos quienes van formando a las futuras generaciones de sus localidades. En concreto, se pueden realizar talleres y charlas de educación, en las cuales se enseñe acerca de la electricidad, la demanda y producción existente en Guatemala, su sistema de producción, transporte y distribución, etc.

- Establecer una estrategia de acercamiento con los Medios de Comunicación, ya que son ellos finalmente los que difunden la información e inciden en la opinión pública de las personas. Para eso el Plan de Acción debe contemplar reuniones y actividades que aseguren un diálogo permanente con los Medios y una cobertura informada y responsable del Proyecto.
- Recogiendo la opinión de los actores contactados, los medios más efectivos a utilizar en la Campaña serán la radio, reuniones informativas y televisión. Dado el nivel formativo de la población sería menos efectivo la utilización de afiches, trifoliales, etc.
- Si bien el número de personas que habla algún idioma maya en los departamentos es minoritario, en comparación a quienes hablan el español (ver cuadro 13B.7), se aconseja entregar algunos mensajes en idioma maya, porque así se está logrando un efecto de aceptación dentro de las personas que hablan los dos idiomas y más aún en aquellos que hablan en maya y que, por lo general, no son tomados en cuenta en las campañas de comunicación.
- Hay que informar de todos aquellos impactos negativos que no han sido visualizados ni mencionados por la comunidad, pero han sido identificados en el Estudio de Impacto Ambiental.

Todas las opiniones, sugerencias y críticas que se reciban durante las actividades de difusión ciudadana tendrán que ser sistematizadas y organizadas en un sistema de registro que permita ir haciendo las adecuaciones, tanto del diseño del proyecto como de su difusión.

Para ello, las alegaciones y aportes constructivos recibidos durante la fase de información pública serán ordenados por temas, concretando a qué capítulos o apartados del EsIA se refieren específicamente los temas afectados.

Complementariamente, otro sistema que facilita organizar esta información y difundirla inmediatamente a nivel nacional es colocar dicha información en la página Web del Proyecto, para que todos aquellos interesados en hacer seguimiento del mismo tengan un mecanismo ágil y transparente para hacerlo.

A continuación se detalla, **a modo de ejemplo**, un Plan de Acción indicando las actividades a realizar, la población objetivo y los canales de comunicación a utilizar:

Línea de Acción N° 1: Publicidad

Actividad	Público objetivo	Canal de comunicación	Soporte comunicacional
1.1. Campaña informativa y de concientización	Autoridades locales y Ciudadanía de los departamentos de Chiquimula y Zacapa	Difusión de información descriptiva del proyecto mediante soportes de comunicación en lugares de concurrencia masiva: - Gobernaciones; Municipios; Iglesias; Colegios; Oficinas comerciales de DEORSA. - En carreteras y acceso a los departamentos.	Afiches Bifoliales (idiomas: Español y K'iche') Vallas o mini vallas
		Entrega de informativo puerta a puerta en los hogares y locales de las localidades directamente afectados por el Proyecto	Bifoliales (idiomas: Español y K'iche')
	Ciudadanía en general, particularmente a la población analfabeta	Spots radiales con preguntas y respuestas frecuentes acerca del proyecto. Serán divididos en 3 series (idiomas: Español y K'iche')	Radios locales: La Caliente, Sultana de Oriente, Brisa, Interlace, St. Solar, Santa Rosa, La Sabrosona, FM Globo
		Spot televisivo	Cable Visión Río Hondo, Cable visión Mayuelas, Cable Visión Ebenezer, TV Cable Fraijanes
	Autoridades locales ONG ambientalistas Académicos u otros interesados	Sitio web de EPR en el cual se informa del EIA del Proyecto y de sus actividades	Sitio web

Línea de Acción N° 2: Relaciones Públicas

Actividad	Público objetivo	Canal de comunicación	Soporte comunicacional
2.1. Rueda de Prensa para presentar el Proyecto a los Medios de Comunicación	Medios de Comunicación	Reuniones informativas	Invitación al menos los siguientes medios: Prensa Libre, nuestro Diario, Siglo XXI
2.2 Cobertura de los avances del proyecto en Prensa	Medios de Comunicación	- Comunicados de Prensa - Reportajes periodísticos - Entrevistas	Prensa, Radio y Televisión
2.3 Reuniones informativas a los Gobernadores y Municipios	Autoridades locales de las Gobernaciones y Municipios de los Departamentos	Reuniones de información del proyecto	Presentación del proyecto en power point Bifoliares
2.4 Reuniones de discusión ciudadana	Ciudadanía, actores políticos, y de organizaciones de los Municipios del AID del Proyecto	Reuniones de discusión ciudadana	Presentación del proyecto en power point Bifoliares Paneles con imágenes y texto descriptivo del proyecto
2.5 Reuniones de información y negociación	Propietarios de Haciendas, Fincas y parcelamientos por donde pasa el proyecto	Reuniones para presentar el proyecto y el impacto en la propiedad que requiere la negociación por el derecho de servidumbre	Presentación del proyecto en power point Bifoliares
2.6 Talleres escolares	Estudiantes de Educación Secundaria de los Municipios del AID del proyecto	Charlas expositivas acerca de la energía eléctrica, interconexiones, etc en Colegios e Institutos de Educación	Material de apoyo

□ **Cronograma de Actividades**

A modo de ilustrar cómo se complementan las distintas actividades del Plan de Acción de comunicaciones, se presenta, a modo de ejemplo, un cronograma tipo de actividades para dos meses, el cual debe ser adecuado conforme a la fecha de comienzo de la Campaña, la disponibilidad de recursos, de información del proyecto, la confirmación de las actividades y de nuevas acciones que puedan surgir durante el desarrollo del Plan.

MES TIPO 1

DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
		1 Diseño y producción soportes comunicación	2 Diseño y producción soportes comunicación	3 Diseño y producción soportes comunicación	4 Diseño y producción soportes comunicación	5
6	7 Presentación del Proyecto a Medios de Comunicación	8 Presentación del Proyecto a Medios de Comunicación	9 Presentación del Proyecto a Medios de Comunicación	10 Presentación del Proyecto a Medios de Comunicación	11 Presentación del Proyecto a Medios de Comunicación	12
13	14 Reuniones Gobernadores y Alcaldes	15	16 Reuniones Gobernadores y Alcaldes	17	18 Reuniones Gobernadores y Alcaldes	19
20	21 Colocación de Vallas y Afiches en Municipios	22 Colocación de Vallas y Afiches en Municipios	23 Colocación de Vallas y Afiches en Municipios	24 Colocación de Vallas y Afiches en Municipios	25 Colocación de Vallas y Afiches en Municipios	26
27	28 Reuniones discusión ciudadana	29 Reuniones discusión ciudadana	30 Reuniones discusión ciudadana	31 Reuniones discusión ciudadana		

MES TIPO 2

DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
		1 Entrega puerta a puerta bifoliales Talleres en Institutos y Colegios Spots Radio	2 Entrega puerta a puerta bifoliales Spots Radio Spots Televisión cable Reuniones discusión ciudadana	3 Entrega de bifoliales Talleres en Institutos y Colegios Inserto en prensa Spots Radio Spots TV cable	4 Entrega puerta a puerta bifoliales Reuniones discusión ciudadana	5
6 Radio Spots cable	7 Talleres en Institutos y Colegios Inserto en prensa Spots Radio Spots TV cable	8 Spots radio Reuniones discusión ciudadana	9 Talleres en Institutos y Colegios Reuniones discusión ciudadana	10 Spots TV cable Reuniones discusión ciudadana	11 Talleres en Institutos y Colegios Reuniones discusión ciudadana	12 Spots radio
13 Spots radio	14 Spots TV cable Inserto en prensa	15 Spots TV cable	16 Spots radio	17 Spots radio Inserto en prensa	18 Spots radio Spots TV cable	19 Spots TV cable
20	21 Inserto en prensa Spots radio	22 Spots radio Spots TV cable	23 Spots radio Spots TV cable	24	25	26 Spots radio Spots TV cable
27 Spots radio Spots TV cable	28 Spots radio Entrega puerta a puerta bifoliales	29 Entrega puerta a puerta bifoliales	30 Spots TV cable Entrega puerta a puerta bifoliales	31 Inserto en prensa Entrega puerta a puerta bifoliales Spots radio versión 1 Spots TV cable		

ANEXO 13B.1. Encuesta

IDENTIFICACIÓN										
1	Población:					2	Fecha:			
3	Tipo de Actor:	S. Público		S. Privado		A. Político		Ciudadanía		
4	Sexo:	F	M			5	Edad:			
6	Sabe	Leer		Sí	No					
		Escribir		Sí	No					
		Algún idioma		Sí	No		¿Cuál?			
7	Ocupación:									
8	Dónde trabaja:				9	Años de estudio:				
10	N° de miembros de la familia:				11	¿Cuántos Trabajan?				
12	Pertenece o participa en alguna organización					Sí	No	¿Cuál?		
13	¿Qué servicios básicos tiene y cómo los evaluaría?									
			Excelente	Bueno	Regular	Malo	Pésimo			
	A	LUZ								
	B	AGUA								
	C	DRENAJE								
	D	TELÉFONO								
	E	SALUD								
F	OTRO									

INFORMACIÓN SOBRE LA VIDA EN SU LOCALIDAD			
14	Desde hace cuánto tiempo vive aquí		Años
15	Le gustaría vivir en otro lado	Sí	No
16	¿Qué es lo que más le gusta de este pueblo?		
17	Diga, por favor, los 3 principales problemas que tiene este lugar (en cuanto a la relación con los vecinos, falta de espacios, etc.)		
18	Diga, por favor, 3 maneras que considere importantes para solucionar los problemas que mencionó.		
19	¿Cuáles son las Fiestas titulares de la zona?		
20	¿Hay algún lugar sagrado para Ceremonias y/o actividades típicas de la zona?		
FORMACIÓN			
21	¿Hasta que grado de escolaridad se alcanza en el pueblo?	Primaria	Secundaria Medio Superior
22	¿Dónde van los jóvenes que quieren estudiar?		
23	¿Qué pasa con las familias cuando los jóvenes quieren seguir estudiando? (se van con ellos, los dejan ir a estudiar, se oponen y quieren que sigan con su familia en el pueblo, etc.)		

MEDIO AMBIENTE			
24	¿Cuál es su opinión sobre la tala de árboles?	Buena	Mala
	¿Por qué?		
25	¿Los ríos contaminados afectan su comunidad?	Sí	No
	¿Cómo?		
INFORMACIÓN SOBRE EL PROYECTO			
26	¿Cómo cree usted que reaccionaría su localidad si se instalara una Línea Eléctrica de alta tensión?		
27	¿Ha escuchado usted algo sobre la posibilidad de instalarse una Línea Eléctrica de alta tensión por esta zona?		
N O			
SI	28	¿Qué sabe de este Proyecto?	

	29	¿Cómo obtuvo esta información?	
		Por la prensa _____	Por el Municipio _____
		Por la radio _____	Por una organización _____
		Por los vecinos _____	Otro: _____

30	¿Sabe usted por dónde pasaría esta Línea Eléctrica de alta tensión?
----	---

	NO
	SÍ Lejos de aquí Cerca de aquí
31	Si se instalara esta Línea Eléctrica de alta tensión:
A	¿Quién cree usted que se beneficiaría de esta Línea Eléctrica de alta tensión?
B	¿Quién cree usted que se perjudicaría con esta Línea Eléctrica de alta tensión?
C	¿Qué cosas positivas podría traer la instalación de esta Línea Eléctrica de alta tensión?
D	¿Qué cosas negativas podría traer la instalación de esta Línea Eléctrica de alta tensión?
E	¿Qué cosas cree usted importante, que la Línea Eléctrica de alta tensión tenga para eliminar o disminuir los problemas o daños que ha mencionado en la pregunta 17?
32	¿En caso de que se realizase el proyecto, le gustaría recibir más información sobre el mismo?
	NO ¿Por qué?
	SÍ ¿Qué tipo de información?
33	¿Cuál es el medio a través del cual le llega a usted la información?
	Prensa Reuniones informativas Radio Volantes T.V. Afiches
	Otro:

13B.	INFORMACIÓN PÚBLICA	956
13B.1.	Identificación de los Actores presentes en las AID del Proyecto	957
13B.2.	Resumen información socioeconómica de las poblaciones en estudio	958
13B.3.	Recolección de la Información	959
13B.3.1.	Metodología	959
13B.4.	Percepción del Proyecto por Organizaciones No Gubernamentales	972
13B.5.	Conclusiones Y RECOMENDACIONES	975
13B.6.	Estrategia de comunicación Proyecto de interconexión eléctrica SIEPAC	979
Anexo 13B.1.	Encuesta	992

14B. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con lo presentado en el Estudio de Impacto Ambiental de la Línea de Transmisión Eléctrica 230 kV del Proyecto SIEPAC- Tramo Guatemala – Ruta II, Panaluya – Frontera con Honduras, las conclusiones respecto a la identificación y descripción de los impactos ambientales del Proyecto son las que se mencionan a continuación:

- (a) Se concluye, con respecto a los impactos identificados que pudieran generarse en las distintas fases del Proyecto, que éste, al ser ejecutado, no causará impactos críticos sobre el medio ambiente.
- (b) Con la adopción de las medidas preventivas y de mitigación planteadas y 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 su etapa de construcción, en particular, sobre elementos del medio físico y bióticos, es decir, los suelos, la vegetación y el paisaje. Tales impactos han sido minimizados a nivel de gabinete, en la fase de diseño, al tratar de evitarse la incidencia del trazado sobre aquellos parajes de mayor calidad ecológica.
- (d) Desde el punto de vista del patrimonio histórico y cultural la realización del Proyecto SIEPAC es factible. Sin embargo, deben tomarse todas las precauciones necesarias durante los movimientos de tierras y excavaciones, ya que pueden hallarse restos arqueológicos, puesto que éste es un tema que en Guatemala no ha sido todavía investigado de forma acabada. Es importante capacitar al personal que realizará dichos trabajos, para que, en la eventualidad de encontrarse restos arqueológicos, estos sigan los procedimientos que las autoridades correspondientes dispongan con este fin. En

este contexto, es importante contar con dichos procedimientos y que sean de conocimiento de las personas encargadas de la ejecución de las obras.

- (e) Con relación al medio socioeconómico, este no será mayormente alterado. Con respecto a las servidumbres de paso, el Proyecto deberá cumplir lo indicado en la legislación guatemalteca. En este sentido y de acuerdo con los antecedentes disponibles, el Proyecto no considera el traslado ni el reasentamiento de poblaciones, tampoco de comunidades indígenas ya que el trazado de la línea contempló su paso alejado de ellas.
- (f) En cuanto a la Información Pública, del análisis de los datos arrojados 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, tema que deberá ser abordado de forma clara y transparente en las campañas de divulgación del Proyecto.
- (g) Para la etapa de operación, los impactos ambientales son los que inciden sobre el medio afectando aspectos tales como vegetación, fauna, paisaje y campos electromagnéticos. Con relación a estos últimos y tal como se indicó en el capítulo correspondiente, una línea de 220 ó 400 kV, genera un campo electromagnético de entre 0 a 20 μ T. Cabe señalar que estos valores son inferiores a los límites máximos de exposición permanente recomendado por la Unión Europea. De acuerdo con lo anterior, no se generarán efectos ambientales significativos sobre las personas y el entorno del lugar producto de estos campos.
- (h) 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

- (i) Por último se concluye que el Proyecto SIEPAC – Tramo Guatemala – Ruta I, Guate – Este – El Salvador es viable desde el punto de vista ambiental si se cumplen con todas las medidas propuestas en este estudio.

RECOMENDACIONES

- (a) Llevar a cabo todas las medidas de prevención, mitigación y contingencia previstas en el Proyecto para disminuir al mínimo los impactos ambientales que puedan provocar su ejecución.
- (b) Fomentar un programa de comunicación social del Proyecto. Se debe informar a la población los alcances e implicancias del Proyecto, siempre considerando la capacidad de entendimiento de la población y de sus respectivos representantes. 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 nivel de desconocimiento observado y al mismo tiempo, la desconfianza y expectativas que un Proyecto de esta naturaleza crea.

- (c) Asimismo, es necesario fomentar un 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.



14B. CONCLUSIONES y recomendaciones997

Bibliografía

1. Acajabón, A. 2000. Proyecto: Deslizamientos en Guatemala. Proyecto: Asistencia Técnica y Generación de Información, CATIE.
2. ANCON. 1999. Evaluación Ecológica del Propuesto Corredor Biológico Altitudinal de Guanaca, Provincia de Chiriquí. República de Panamá. Panamá.
3. Aragón M. y Barrillas E. 1999. Una Fiesta Kaqchikel en medio de la ciudad. Conozcamos Guatemala II. Prensa Libre. Guatemala.
4. Arrivillaga C. 1999. Historia, Población y Cultura. Revista Conozcamos Guatemala II. Prensa Libre. Guatemala.
5. Asesoría Manuel Basterrechea Asociados, S.A. 2000. Desastres Naturales y Zonas de Riesgo en Guatemala.
6. Azurdia, C. E. 1927. Las ruinas de Papalhuapa. Anales de la Sociedad de Geografía e Historia. Tomo 4 (1). Tipografía Nacional. Guatemala.
7. Bailey, L. H. 1974. Manual of Cultivated Plants. Mc.Millan Publishing CO. New York. Estados Unidos de América.
8. Bancroft, H.H. 1882. The Native Races, vol. IV. Antiquities. A.L. Bancroft & Co. San Francisco. Estados Unidos de América.
9. Barillas E. 1999. Jalapa: Historia, Población y Cultura. Revista. Conozcamos Guatemala II. Prensa Libre. Guatemala.

10. Barrientos, T., M. y otros 1999. Región del Oriente: del Preclásico al Postclásico. En Historia General de Guatemala, Tomo 1. Asociación de Amigos del País y FUCUDE. Guatemala.
11. Barrios, M. A. 1999. Santa Rosa: Cultura, Historia y Población. Revista Conozcamos Guatemala II. Prensa Libre. Guatemala.
12. Banco Mundial. 1991. Libro de Consulta para Evaluación Ambiental Volumen III. Lineamientos para Evaluación Ambiental de los Proyectos Energéticos e Industriales. Banco Mundial. Trabajo Técnico No. 154. Washington, D.C. Estados Unidos de América.
13. Bohnenberger, O.H. 1962. Informe sobre un reconocimiento al sitio arqueológico Las Pilas, Municipio de Comapa, Departamento de Jutiapa. IDAEH, vol14 (2) Guatemala.
14. Busto, I. 1962. Localización de Atiquipaque: Un pueblo xinca desaparecido. Anales de la Sociedad de Geografía e Historia. Tomo 35. Tipografía Nacional, Guatemala
15. Cambell, J, & Finegan, E. 1981. The Venomous Reptiles of Latin America Second Printing. Comstock Publishing Associates New Cork, United Status of America & J. VANNINI 1989. Distribution of Amphibians and Reptiles of Guatemala and Belice Westwerm Foundation of Vertebrate Zoology. Volume 4 No. 1. July. Los Angeles, California. Estados Unidos de América
16. CCDA. 2000. Corredores Biológicos de Mesoamérica Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo.
17. Central American Seismic Center (CASC). 1998. Workshop for Establishing the Data Center. Technical Report 1.

18. Centro de Investigaciones Farmacognósticas de la Flora Panameña (CIFLORPAN). 2003. Base de Datos de los Usos Medicinales de las Plantas en Centroamérica, Universidad de Panamá. Panamá
19. CITES, 1998. Checklist of CITES Species. Wild Fauna and Flora World Conservation Monitoring Centre Unwin Borthers, Mantin Printing Group, Old Worling. Surrey. Inglaterra.
20. Coe, M.D. 1963. A late preclassic village in Santa Rosa, Guatemala. MARI Publication 28: Tulane University, New Orleans.
21. CONAMA. 1986. Reglamento sobre Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental. Capítulo 1. Comisión Nacional de Medio Ambiente de Guatemala Decreto No. 68-86.
22. CONAP. 2003. Lista Roja de la Flora Silvestre para Guatemala. Consejo Nacional de Áreas Protegidas. Guatemala.
23. Conesa F., V. 1997. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. 3ra Edición Ediciones Mundi- Prensa Castello. Madrid. España.
24. Contenido de Base para un Estudio de Impacto Ambiental Comisión Nacional de Medio Ambiente de Guatemala. Decreto No. 68-86 Anexo 4. Guatemala.
25. Convención sobre la Conservación de especies Animales Migratorios Informe de Guatemala Resolución No. 27-96 CONAP. Listado Oficial CITES para Guatemala Publicada en el Diario de Centroamérica el 13 de mayo 1996.
26. Cortés y Larraz. 1958. Descripción Geográfico-Moral de la Diócesis de Goathemala. Biblioteca Goathemala, Vol. XX. Tipografía Nacional, Guatemala.
27. Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos de América. 2000. Evaluación de Recursos de Agua de Guatemala. Guatemala.

28. Charles, S y otros.1959. Clasificación y Reconocimiento de los Suelos de la República de Guatemala. Instituto Agropecuario Nacional. Servicio Interamericano de Agricultura. Guatemala.
29. Dary F. C. 1995. Chortís, negros y ladinos de San Miguel Gualán, Zacapa. Una perspectiva etnohistórica. En: La Tradición Popular, no.103. CEFOL, Guatemala.
30. Dieter, M y Dombois. H. 1974. Aims And Methods of Vegetation Ecology. John Wiley & Sons, Inc. Estados Unidos de América.
31. Encarta. 2002. Biblioteca de Consulta Microsoft®. © 1993-2001 Microsoft. Información digital.
32. Emmons, L.H. 1990. Neotropical rainforest mammals: A field guide. The University of Chicago Press. Estados Unidos de América.
33. ENDESA. 1997. Estudio de Impacto Ambiental Proyecto SIEPAC Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central. Borrador Informe Nacional de Guatemala.
34. Espinoza, G. 1952. Investigaciones arqueológicas en San Agustín Acasaguastlán. IDAEH, vol.4 (1). Guatemala.
35. Fash, W. 1991. Scribes, Warriors and Kings. The City of Copán and the Ancient Maya. Thames and Hudson. London. Inglaterra
36. Feldman, L.H. y G.R. Walters 1977. A demographic study of the Parish of Tacuilula. En 1976-77 Annual Report of the Museum of Anthropology. University of Missouri-Columbia. Estados Unidos de América.

37. Feldman, L.H. y R. Diehl. 1977. 1976-77 Annual Report of the Museum of Anthropology. Special Report: Preliminary Results of the University Project. University of Missouri-Columbia. Estados Unidos de América
38. Feldman, L.H. y otros. 1982. Obsidian from San Rafaelito, Laguna de Ayarza Source Area. En: Artifact No. 8: University of Missouri-Columbia. Estados Unidos de América.
39. Feldman, L.H.. y otros 1975. Jade workers in the Motagua Valley. Museum Brief, no.17. University of Missouri - Columbia. Estados Unidos de América.
40. Feldman, L.H. 1985. A tumpline economy. Production and distribution systems in sixteenth-century eastern Guatemala. Labyrinthos, Culver City.
41. Figueroa I.C. 1980.El Proletariado Rural en el Agro Guatemalteco. 1980.Editorial Universitaria. Universidad de San Carlos. Guatemala.
42. Fm. 2003. Flora Mesoamericana *Pinus montezumae* Lamb. Lista anotada. 7 de abril 2003.
43. Font Q.P. 1982. Diccionario de Botánica Octava Reimpresión Editorial Labor S.A. Barcelona. España.
44. Fowler, Jr., W.R. 1983. La distribución prehistórica e histórica de los pipiles. Mesoamérica No. 6: 348-372. CIRMA, Antigua Guatemala.
45. Fuentes y Guzmán, A.1882. Recordación Florida, en 2 tomos. Luis Navarro. Madrid. España.
46. Gallipoloti, V. 2003. Efectos Ambientales Asociados a Líneas de Transporte Eléctrico. Facultad de Ciencias de Arquitectura y Urbanismo, Ciencias Exactas Naturales y Agrimensura. Argentina.

47. García, E.V. y S. Ericastilla G. 1994. Descubrimientos paleontológicos en Rosario-Ipala, Chiquimula, Oriente de Guatemala. Simposio de Investigaciones Arqueológicas de Guatemala. MNAE y Asociación Tikal. Guatemala.
48. Gelfus, F.1994. El Árbol al Servicio del Agricultor Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE Turrialba. Costa Rica.
49. Gentry, A. 1997. A Field Guide to the Families and Genera of Woody Plants of Northwest South America Conservation International, Washington, DC. Estados Unidos de América.
50. Girón P., Felipe Z. 1999. Historia, Población y Cultura. Revista Conozcamos Guatemala II. Prensa Libre. Guatemala .
51. Girón P. 1999. Chiquimula: Historia, Población y Cultura. Revista Conozcamos Guatemala II. Prensa Libre. Guatemala.
52. Guariguata M. y G. Catan. 2002. Ecología y Conservación de los Bosques Tropicales Edit. Libro Universitario Regional LUR. Cartago. Costa Rica .
53. Gupta. 1995. 270 Plantas Medicinales Iberoamericanas CYTED Talleres de Editorial Presencia Ltda. Santafé de Bogotá. Colombia.
54. Gutiérrez, E.1991. Investigaciones etnohistóricas en el Valle de Sansaré, períodos Colonial e Independiente. Simposio de Investigaciones Arqueológicas de Guatemala. MNAE y Asociación Tikal. Guatemala.
55. Holdridge L. 1997. Clasificación de Zonas de Vida de Guatemala a Nivel de Reconocimiento Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Sector Público

Agropecuario y de Alimentación, Instituto Nacional forestal, Unidad de Evaluación y Promoción Dirección General de Servicios Agrícolas.

56. House, P. S. Lagos y otros. 1995. Plantas Comunes en Honduras Litografía López. Tegucigalpa. Honduras.
57. Henderson, A. Y otros. 1995. Field Guide to the Palms of the Americas Princenton University Press, Princenton. New Jersey. Estados Unidos de América.
58. ICBP, 1992. Putting biodiversity on the map: Priority areas for global conservation. Cambridge, U.K, Internacional Council for Bird Preservation.
59. Ichon, A. 1988. Reconocimiento arqueológico en el oriente de Guatemala. Mayab no.4: SEEM. Madrid. España.
60. In search of Cinaca-Mecalco.1982. A commentary on the 1980-81 research. In: Artifact # 8, the 1980-81 annual report of the Museum of Anthropology.
61. INDE. 1994. Estudio de Impacto Ambiental del proyecto Sistema de Interconexión Eléctrica de Países de América central SIEPAC en la República de Guatemala. Instituto Nacional de Electrificación INDE Guatemala. Guatemala.
62. Instituto Geográfico Nacional "Ing. Alfredo Obiols Gómez CD". 2000. Diccionario Geográfico de Guatemala. Guatemala. Información electrónica.
63. Instituto Nacional de Estadística, INE. 2003. Módulos de información del X Censo de Población y V de habitación 1994. Guatemala.
64. Instituto Nacional de Estadística, INE. 2003. Censo XI Censo de Población y VI de Habitación 2002-200. Publicación en línea. <http://www.censos.gob.gt/>

65. IUCN.1998. Plant Red Data Book International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. Gland. Switzerland.
66. IUCN. 1996. Red List of Threatened Animals International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. Gland. Switzerland.
67. Ivic. M.1999. Regiones Arqueológicas de Guatemala. En Historia General de Guatemala, Tomo 1. Asociación de Amigos del País y FUCUDE. Guatemala
68. Kidder, A.V. 1937. Notes on the ruins of San Agustín Acasaguastlán, Guatemala. Contributions to American Archaeology, vol.3 (15): Publication no.456. Carnegie Institution of Washington. Washington, D.C. Estados Unidos de América.
69. León, J. 1987. Botánica de los Cultivos Tropicales. 2da. Edición. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José. Costa Rica.
70. Lista Roja de la Fauna Silvestre para Guatemala 2003. Consejo Nacional de Áreas Protegidas. Guatemala.
71. Maas P. y L. Westra. 1998. Familias de Plantas Neotropicales Edi. A.R.G. Gantner Verlag. Vaduz/Liechtenstein.
72. Mapa de Incendios de Guatemala. Escala 1:2.000.000. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. 2001.
73. Mapa de Uso de la Tierra . Escala 1:200.000. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. 2001.
74. Mapa de Zonas de la Red Vial Amenazadas por Deslizamientos. Escalas: 1:2.000.000. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. 2002

75. Memorias Proceeding. Simposio Internacional sobre el terremoto de Guatemala, del 4 de febrero de 1976 y el proceso de reconstrucción. Tomo 1, Volumen 1.
76. Memorias Proceeding. Simposio Internacional sobre el terremoto de Guatemala, del 4 de febrero de 1976 y el proceso de reconstrucción. Tomo 1, Volumen 1.
77. Méndez, J. 2002. Árboles Fuera del Bosque *Salix Humboldtiana*. Proyecto de Información y Análisis para El Manejo Forestal Sostenible Integrando Esfuerzos Nacionales en 13 Países Tropicales.
78. Méndez, E. 1979. Las aves de caza de Panamá. Editorial Renovación S.A. Panamá. Panamá.
79. Miles, S. 1983. Los Pokomames del Siglo XVI. Seminario de Integración Social Guatemalteca no. 43. José de Pineda Ibarra. Guatemala.
80. Morales R, y J.C. Pérez 1998. Excavaciones en el sitio La Vega de Cobán, Teculután, Zacapa. Simposio de Investigaciones Arqueológicas de Guatemala. MNAE y Asociación. Tikal. Guatemala.
81. Morton J. 1981. Atlas of Medical Plants of Midele America Bahamas to Yucután Charles C.T.Thomas Publisher.
82. Municipio de Cuilapa. 2003. Caracterización socioeconómica del Municipio de Cuilapa.
83. Ocampo, R. 1994. Domesticación de Plantas Medicinales en Centroamérica. Serie Técnica. Informe Técnico No. 245 Autoridad Sueca de Desarrollo Internacional. Turrialba. Costa Rica.
84. Orr, R. 1988. Biología de los Vertebrados Editorial Interamericana.

85. Pérez de B. y otros. 1999. Resultados de los sondeos efectuados en los Peñascos Los MIGUELES y ALONZO, y avances en el registro de pintura rupestre en el Departamento de Chiquimula. Simposio de Investigaciones Arqueológicas de Guatemala. MNAE y Asociación Tikal. Guatemala.
86. Petit, D. y otros. 1989. Habitat Associations of Migratory Birds Overwintering in Belice, Central America. Washington. Estados Unidos de América.
87. Porta, A. 1982. Survey report of the Motagua River 1792. En: Artifact No.8: University of Missouri-Columbia. Columbia. Estados Unidos de América.
88. Prensa libre. Tradiciones de Guatemala #1, 18. Jalapa #3. Chiquimula #15. Jutiapa #14. Santa Rosa #13. Zacapa #2. Suplementos Especiales de Departamentos y Municipios. Guatemala s/año.
89. PROCYMAF. 2003. Género *Euphorbia* sp. Especies con Usos no Maderables en Bosques de Encino, Pino y Pino-Encino en los Estados de Chihuahua, Durango, Jalisco, Michoacán, Guerrero y Oaxaca. México.
90. PROCYMAF. 2003. *Salix Humboldtiana* Wild Especies con Usos no Maderables en Bosques de Encino, Pino y Pino-Encino en los Estados de Chihuahua, Durango, Jalisco, Michoacán, Guerrero y Oaxaca. México.
91. PROCYMAF. 2003. *Abies guatemalensis* Rehder Especies con Usos no Maderables en Bosques de Encino, Pino y Pino-Encino en los Estados de Chihuahua, Durango, Jalisco, Michoacán, Guerrero y Oaxaca. México.
92. Proyecto arqueológico San Agustín Acasaguastlán, recorrido de superficie y excavaciones arqueológicas 1983. Antropología e Historia de Guatemala, 2da Epoca, vol.5: IDEA. Guatemala.
93. Rappole, J. E. Morton y otros. 1993. Aves Migratorias Neárticas en los Trópicos.

94. Rappole, J. y otros 1993. Aves Migratorias Neárticas en los Trópicos trad: Mario ramos Olmos y otros The Conservation and Research Center Nacional Zoological Park, Smithsonian Institution RR. Donnelley & Sons.
95. Reid, F. 1997. A field guide to the mammals of Central America and Southeast Mexico. Oxford University Press. New York. Estados Unidos de América.
96. Schneider P.R y otros. 1989. El Mito de la Reforma Agraria: 40 años de experimentación en Guatemala. Centro de Investigaciones Económicas Nacionales. Guatemala.
97. Secretaría de Planificación y Programación. 1996-2000. IV Informe del Presidente al Congreso de la República Alvaro Arzú.
98. Shook, E.M. s.f Archivo de Sitios. Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala.
99. Shook, E.M. y M. Popenoe de H. 1999. Las Tierras Altas Centrales: Preclásico y Clásico. Historia General de Guatemala, Tomo I. Asociación de Amigos del País y FUCUDE. Guatemala.
100. Sistemas de Naciones Unidas. Informe de desarrollo humano 1999. Guatemala: El rostro rural del desarrollo humano, edición de 1999. Guatemala.
101. Sistemas de Naciones Unidas. Informe de desarrollo humano. 2001. Guatemala: El financiamiento del desarrollo humano. Guatemala.
102. Smith, A.L. y A.V. Kidder. 1943. Explorations in the Motagua Valley, Guatemala. Contributions to American Anthropology and History, No.41: 101-182. Publication 46. Carnegie Institution of Washington. Washington, D.C. Estados Unidos de América.

103. Squier, E.G. 1858. The States of Central America. Harper & Brothers Publishers, New York. Estados Unidos de América.
104. Stromsvik, G. 1950. Las ruinas de Asunción Mita. Informe de su reconocimiento. En: Antropología e Historia de Guatemala, vol.2 (1): IDEA. Guatemala.
105. Términos de Referencia para la Elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental 1986. Comisión Nacional de Medio Ambiente de Guatemala Decreto No. 68-86 .
106. The San Agustín Acasaguastlán Archaeological Project: the 1979 Season. Museum Brief no.25. 1980. University of Missouri-Columbia, Columbia. Estados Unidos de América.
107. Toriello L. 1989. El Clamor por una vida mejor. Editora Asociación de Amigos del país. Guatemala.
108. Tovar, D. 1996. Plan del Sistema Nacional de áreas protegidas y corredores biológicos. Programas de las Naciones Unidas para el desarrollo (PNUD), Global Environmental Facility (GEF) y Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD). Panamá.
109. Un estudio Etnobotánico sobre las Plantas Medicinales de Panamá. 1987. En: Escobar, N. ed. El Desarrollo de las Ciencias Naturales y la Medicina en Panamá (Estudio Introductorio y Antología), Tomo 13. Biblioteca de la Cultura Panameña. Panamá.
110. USGS. 2003. Mapa Regional de Ecosistemas de Centroamérica U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey, EROS Data Center International Program.
111. Villar, L. 1998. La Flora Silvestre de Guatemala Editorial Universitaria Universidad de San Carlos 1998 Colección Manuales No. 6 Guatemala, Guatemala.

112. Villar, L. 1998. La Fauna Silvestre de Guatemala Editorial Universitaria Universidad de San Carlos. Colección Manuales No. 7. Guatemala.
113. Walters, G.R. 1977. Tacuilula, Department of Santa Rosa. En: 1976-1977 Annual Report of the Museum of Anthropology. University of Missouri-Columbia, Columbia. Estados Unidos de América.
114. WCMC (World Conservation Monitoring Centre). 1992. Global Biodiversity: Status of The Earth Living resources. Chapman & Hall, London. Inglaterra.
115. Wisdom, C. 1940. The Chortí Indians of Guatemala. University of Chicago Press, Chicago. Estados Unidos de América.
116. World Resources Institute (WRI). 1991. Univ. Press. Oxford. tropicos 2003 Cedrela pacayana harms Missouri Botanical Garden nomenclatural data base 7.
117. Zepeda, G. 2003. Listado de Aves de la Región Oriental de Guatemala Universidad de San Carlos. Guatemala.
118. www.cier.org.uy págs:1-4 Cier.ORG.UY 2003. Seminario Internacional de Gestión Ambiental e Hidroelectricidad: "Un Camino Hacia la Sustentabilidad" Concordia, Argentina-Salto, Uruguay. Información electrónica.
119. www.grupoice.com págs:1-2 Grupo Ice.COM 2003. Estudios Ambientales GUPTA, M. 1995. 270 Plantas Medicinales Iberoamericanas. Talleres de Editorial Presencia Ltda. Santa Fe de Bogotá, D.C. Colombia. Información electrónica .
120. www.conelec.gov.ec/novedades/g_eia-dls.htm págs:1-3 Conelec. Gov. EC 2003. Guía para la Elaboración de Estudio de Impacto Ambiental Definitivo (EID) para Líneas de Transmisión de 69 kV, 138 kV, 230 kV y Subestaciones Asociadas. Información electrónica.

121. <http://www.acqweather.com/prontuario.htm>
122. <http://www.cepis.ops-oms.org/powww/eva2000/guatemala/informe/inf-02.htm>
123. http://www.fao.org/waicent/faoinfo/agricult/agl/aglw/aquastat/countries/guatemala/index_esp.stm, consultada el 12 de agosto de 2003.
124. <http://www.mayaparadise.com/birdsits.htm>, consultada el 11 de agosto de 2003.
125. <http://www.inab.gob.gt/espanol/inab/estadisticas/2001/esta2001.pdf>, consultada el 11 de agosto de 2003.
126. http://www.maga.gob.gt/sig/NOVEDADES/1_Atlas2002/archivos%20word%5C1%20-%20recursos%20naturales%20y%20ambiente%5Cm%2001%20-%20Texto%20Cuencas%20Hidrograficas%20-%20pag%204%20y%205.htm, consultada el 12 de agosto de 2003.
127. <http://www.propeten.org/documentos/zonarecuperacion.PDF>, consultada el 12 de agosto de 2003.
128. www.semarnat.gob.mx. información electrónica.
129. <http://www.volcano.si.edu/world/volcano.cfm?vnum=1402-11>=, consultada el 25 de septiembre de 2003.