

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE
INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL

TRABAJO DE GRADUACIÓN



TESIS

PROPUESTA DE LÍNEAS ESTRATÉGICAS PARA MEJORAR LAS
BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES Y MINIMIZAR LOS
IMPACTOS AMBIENTALES DURANTE LA OPERACIÓN DE LA
LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN EN EL
MUNICIPIO DE GUALÁN, ZACAPA

GUSTAVO ADOLFO CHIQUÍN CALLES

COBÁN ALTA VERAPAZ, OCTUBRE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE
CARRERA DE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL

TRABAJO DE GRADUACIÓN

TESIS

PROPUESTA DE LÍNEAS ESTRATÉGICAS PARA MEJORAR LAS
BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES Y MINIMIZAR LOS
IMPACTOS AMBIENTALES DURANTE LA OPERACIÓN DE LA
LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN EN EL
MUNICIPIO DE GUALÁN, ZACAPA

PRESENTADO AL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO DEL
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE

POR

GUSTAVO ADOLFO CHIQUÍN CALLES
CARNÉ 201040876

COMO REQUISITO PREVIO A OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO
EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL

COBÁN, ALTA VERAPAZ, OCTUBRE DE 2017

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR MAGNÍFICO

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

CONSEJO DIRECTIVO

PRESIDENTE:	Lic. Zoot. Erwin Gonzalo Eskenasy Morales
SECRETARIA:	Lcda. T.S. Floricelda Chiquín Yoj
REPRESENTANTE DOCENTES:	Ing. Geól. César Fernando Monterroso Rey
REPRESENTANTES ESTUDIANTILES:	Br. Fredy Enrique Gereda Milián PEM. César Oswaldo Bol Cú

COORDINADOR ACADÉMICO

Ing. Ind. Francisco David Ruiz Herrera

COORDINADOR DE LA CARRERA

Ing. Agr. Julio Oswaldo Méndez Morales

COMISIÓN DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

COORDINADOR:	Ing. Agr. M.A. Marcos Rafael Flores Delgado
SECRETARIA:	Ing. Qco. Karen Elizabeth Vásquez Villeda
VOCAL 1:	Ing. Agr. Julio Oswaldo Méndez Morales
VOCAL 2:	Ing. Agr. Nery Alejandro Chocooj Barrientos

REVISORA DE REDACCIÓN Y ESTILO

Lcda. T. S. Nadia Mariana Muñoz Castro

REVISORA DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

Msc. Arq. Martha Ruthilia Godoy Morales

ASESOR

Ing. Agr. Victor Augusto Yoj Alvarado

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



**CENTRO UNIVERSITARIO
DEL NORTE (CUNOR)
CARRERA IGAL**

Código Postal 16001 – Cobán, Alta Verapaz
PBX: 79 566600 Ext. 224
Finca Sachamach, Km. 110.5 Ruta Cobán, A.V.
Guatemala, C. A.
c. e.: igal_cunor@hotmail.com

Ref. No. 15-IGAL-184-2017

Cobán, 09 de agosto 2017

Señores Miembros
Comisión de Trabajos de Graduación
Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local
Centro Universitario del Norte –CUNOR-
Cobán Alta Verapaz

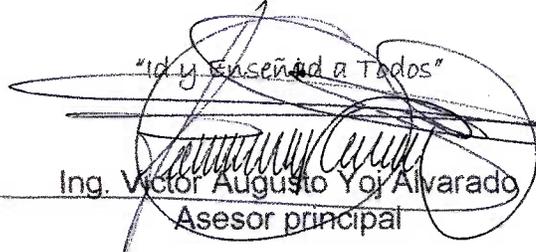
Respetables señores:

Atentamente hago de su conocimiento, que he revisado el trabajo de graduación titulado: *PROPUESTA DE LINEAS ESTRATÉGICAS PARA MEJORAR LAS BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES Y MINIMIZAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES DURANTE LA OPERACIÓN DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN EN EL MUNICIPIO DE GUÁLÁN, ZACAPA* elaborado por el estudiante Gustavo Adolfo Chiquin Calles, carné número 201040876.

Tomando en cuenta que se cumplió con la revisión; respetuosamente solicito darle el trámite correspondiente, para los efectos consiguientes.

Atentamente.

"Id y enseñad a Todos"



Ing. Víctor Augusto Yoj Alvarado
Asesor principal



c. c. Archivo.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



CENTRO UNIVERSITARIO
DEL NORTE (CUNOR)
CARRERA IGAL

Código Postal 16001 – Cobán, Alta Verapaz
PBX: 79 566600 Ext. 224
Finca Sachamach, Km. 110.5 Ruta Cobán, A.V.
Guatemala, C. A.
c. e.: igal_cunor@hotmail.com

Ref. No. 15-IGAL-129-2016

Cobán, 07 de Agosto del 2,017

Señores Miembros
Comisión de Trabajos de Graduación
Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local
Centro Universitario del Norte –CUNOR–
Cobán Alta Verapaz

Respetables señores:

Atentamente hago de su conocimiento, que he finalizado la revisión del trabajo de graduación titulado: *Propuesta de líneas estratégicas para mejorar las buenas prácticas ambientales y minimizar los impactos ambientales durante la operación de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión en el municipio de Gualán, Zacapa*, elaborado por el estudiante Gustavo Adolfo Chiquín Calles, carné número 201040876.

Tomando en cuenta que se cumplió con la revisión; respetuosamente solicito darle el trámite correspondiente, para los efectos consiguientes.

Atentamente.

"Id y Enseñad a Todos"

Msc. Arq. Martha Ruthilia Godoy Morales
Docente Revisor



c. c. Archivo.

Martha R. Godoy M.
ARQUITECTA
COL. 1582

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



**CENTRO UNIVERSITARIO
DEL NORTE (CUNOR)
CARRERA IGAL**

Código Postal 16001 – Cobán, Alta Verapaz
PBX: 79 566600 Ext. 224
Finca Sachamach, Km. 110.5 Ruta Cobán, A.V.
Guatemala, C. A.
c. e.: igal_cunor@hotmail.com

Ref. No. 15-IGAL-288-2017

Cobán, 23 de octubre 2017

Señores Miembros
Comisión de Trabajos de Graduación
Carrera de Ingeniería en Gestión Ambiental Local
Centro Universitario del Norte –CUNOR-
Cobán Alta Verapaz

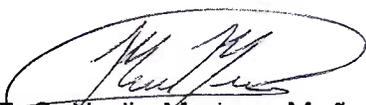
Respetables señores:

Atentamente hago de su conocimiento, que he finalizado la revisión en cuanto a redacción y estilo del trabajo de graduación titulado: *PROPUESTA DE LINEAS ESTRATEGICAS PARA MEJORAR LAS BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES Y MINIMIZAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES DURANTE LA OPERACIÓN DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN EN EL MUNICIPIO DE GUALÁN, ZACAPA Alta Verapaz*, elaborado por el estudiante Gustavo Adolfo Chiquin Calles, carné número 201040876.

El trabajo en mención cumple con los requisitos establecidos por el Centro Universitario del Norte de la Universidad de San Carlos de Guatemala; por tanto, se remite a esa instancia para que continúe con el trámite correspondiente.

Atentamente.

"Id y Enseñad a Todos"


Lcda. T. S. Nadia Mariana Muñoz Castro
Revisora de Redacción y Estilo

c. c. Archivo.



Ref. No. 15-IGAL-289-2017

23 de octubre de 2017

Licenciado
Lic. Zoot. Erwin Gonzalo Eskenasy Morales
Director del CUNOR
Cobán Alta Verapaz

Licenciado Eskenasy:

Luego de conocer los dictámenes favorables del asesor, revisor de trabajos de graduación y de la revisora de redacción y estilo; esta Comisión da el visto bueno al trabajo de graduación titulado: *Propuesta de Líneas Estratégicas para mejorar las buenas prácticas ambientales y minimizar los impactos ambientales durante la operación de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión en el municipio de Gualán, Zacapa* elaborado por el estudiante Gustavo Adolfo Chiquin Calles, carné número 201040876, previo a optar al título de Ingeniero en Gestión Ambiental Local:

Atentamente.

"Id y Enseñad a Todos"



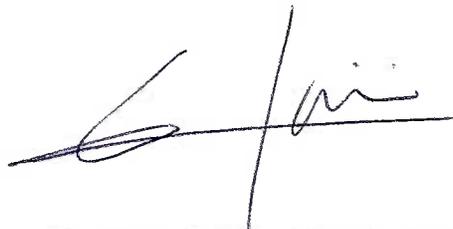
Ing. Agr. M. A. Marcos Rafael Flores Delgado
Coordinador Comisión de Trabajos de Graduación



c. coordinación académica, archivo.

HONORABLE COMITÉ EXAMINADOR

En cumplimiento a lo establecido por los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a consideración de ustedes el trabajo de graduación titulado: Propuesta de líneas estratégicas para mejorar las buenas prácticas ambientales y minimizar los impactos ambientales durante la operación de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión en el municipio de Gualán, Zacapa, cómo requisito previo a optar al título profesional de Ingeniero en Gestión Ambiental Local.



Gustavo Adolfo Chiquín Calles
Carné: 201040876

RESPONSABILIDAD

“La responsabilidad del contenido de los trabajos de graduación es: Del estudiante que opta al título, del asesor y del revisor; la Comisión de Redacción y Estilo de cada carrera, es la responsable de la estructura y la forma”.

Aprobado en punto SEGUNDO, inciso 2.4, subinciso 2.4.1 del Acta No. 17-2012 de Sesión extraordinaria de Consejo Directivo de fecha 18 de julio del año 2012.

DEDICATORIA

A

- DIOS** Por darme la vida y la bendición de tener el amor que mi familia me ha dado.
- MIS PADRES** Mauricio y Cristina, gracias por su valentía, sacrificio y amor incondicional. Por y para quienes vivo.
- MIS HERMANOS** Selvin, Fernando y Allan, por su tolerancia, apoyo y lecciones que me han dado.
- MIS ABUELOS** Carlos y Juan.
- MIS ABUELAS** Filomena y Dolores.

AGRADECIMIENTOS

A

DIOS	Por ser mi guía y protector.
MIS PADRES	Por su esfuerzo y actitud en momentos confusos, por ser mis guías en la búsqueda del bien.
MIS HERMANOS	Por ser mis aliados y compañeros de vida.
MIS TÍAS	Flory y Telma, por su ayuda y paciencia.
FAMILIA CHIQUÍN	Por su soporte, alegría y cariño.
FAMILIA CALLES	Por sus buenos deseos y cariño a distancia.
AL CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE	Por ser la fuente de nuevos conocimientos durante este proceso de formación académica.
A LOS Y LAS DOCENTES DE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL	Por haber sido parte de mí formación académica en esta etapa universitaria.

ÍNDICE GENERAL

	Página
LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS	xv
RESUMEN	xvii
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	3
General	3
Específicos	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
JUSTIFICACIÓN	7

CAPÍTULO 1 MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes	9
1.2 Revisión de literatura	14
1.2.1 Línea de transmisión eléctrica	14
1.2.2 Clasificación de líneas de transmisión eléctrica según voltaje	15
a. Baja tensión	15
b. Media tensión	15
c. Alta tensión	15
d. Extra alta tensión	16
1.2.3 Componentes de una línea de transmisión eléctrica de alta tensión	16
a. Cables de conducción	16
b. Hilo de guarda	16
c. Cadenas de aisladores	17
d. Torre de transmisión de energía eléctrica de alta tensión	18
e. Talón o <i>stub</i>	18
f. Cuerpo de la torre o celosías	19
g. Patas de la torre	19
h. Cuerpo superior y ménsulas	20
i. Torre de suspensión	20

j. Torre de amarre	21
k. Red de tierras	21
1.2.4 Etapa de operación de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión	23
a. Mantenimiento electromecánico	23
b. Control de estabilidad de sitios de torre	24
c. Mantenimiento de Servidumbre de paso	24
1.2.5 Fallas en líneas de transmisión eléctrica de alta tensión	25
a. Por sobrecorriente	25
b. Transitorios electromagnéticos	25
c. Descarga a los conductores de fase	26
d. Descarga a los cables de guarda	26
e. Descargas a torres	27
f. Flameo inverso	27
g. Arco eléctrico	28
1.2.6 Medio ambiente en área de influencia	29
1.2.7 Impacto ambiental de una línea de transmisión eléctrica de alta tensión	30
1.2.8 Efectos potenciales durante la etapa de operación	30
1.2.9 Producción más limpia	33
1.2.10 Buenas prácticas ambientales	33
1.2.11 Medidas de corrección ambiental	34
1.2.12 Medidas de mitigación ambiental	36
1.2.13 Medidas de compensación ambiental	39
1.3 Marco referencial	40
1.3.1 Cuenca del río Motagua	40
1.3.2 Región semiárida del Valle del río Motagua	41
1.3.3 Especies indicadoras	43
1.3.4 Clima	43
1.3.5 Fisiografía, topografía y suelos	43
1.3.6 Flora	44
1.3.7 Fauna	47
1.3.8 Gualán, departamento de Zacapa	48
a. Recurso hídrico	48
b. Relieve y topografía	49
1.3.9 Plan de Expansión del Sistema de Transporte Eléctrico PET	49
1.3.10 Línea de transmisión eléctrica en Gualán, Zacapa	51
a. Mantenimiento de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión	51

b. Comunidades localizadas en el área de investigación	51
--------------------------------------------------------	----

CAPÍTULO 2 METODOLOGÍA

2.1 Hipótesis	55
2.2 Variables	55
2.2.1 Variable independiente	55
2.2.2 Variable dependiente	55
2.3 Descripción de metodología de investigación	56
2.3.1 Diseño explicativo secuencial DEXPLIS	57
2.3.2 Formulación de líneas estratégicas	58
a. Diagnóstico y evaluación actual	59
b. Identificación de valores sociales establecidos en el proyecto Plan de Expansión del Sistema de Transporte de Energía Eléctrica PET	60
c. Análisis FODA de estado actual de proyecto	60
d. Contexto	60
e. Planteamiento de problema	60
f. Formulación de propuesta de objetivos	61
g. Formulación de propuesta de líneas estratégicas	61
2.4 Operacionalización de variable independiente y variable dependiente	61
2.5 Metodología de recolección y análisis de información	71
2.6 Técnicas a utilizar en el proceso de investigación	72
2.6.1 Entrevista a actores clave	72
2.6.2 Observación	73
2.6.3 Transecto o caminata en kilómetros lineales	73
2.6.4 Matriz de valoración de impactos ambientales durante la etapa de operación de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión	74
2.6.5 Lista de chequeo de buenas prácticas ambientales BPA	75
2.6.6 Generación de mapas mediante sistema de información geográfico	75
2.6.7 Revisión de plan de manejo forestal presentado ante el INAB	76
2.6.8 Revisión de Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Lote C del Proyecto de Expansión de Transporte Eléctrico PET	76
2.6.9 Muestreo de especies de flora y fauna en la región semiárida del valle del Motagua	76

2.6.10	Muestras de Plancton	77
2.6.11	Incidencia de la colisión de avifauna	78
2.6.12	Compendio de Normas Técnicas emitidas por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica CNEE	78

CAPÍTULO 3

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1	Caracterización del área de influencia de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión que atraviesa el municipio de Gualán, Zacapa	79
3.1.1	Criterios técnicos para la ruta de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión	79
3.1.2	Aspectos considerados durante la selección de la ruta según la empresa constructora	81
3.1.3	Actividades que se realizan en la línea de transmisión eléctrica de alta tensión durante la etapa operativa según EIA de PET	82
3.1.4	Etapas de operación de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión en el municipio de Gualán según EIA presentado de PET del Lote C	83
3.1.5	Hidrología	84
3.1.6	Geología	87
	a. Descripción geomorfológica según Estudio de evaluación de impacto ambiental	89
	b. Descripción de suelos según Estudio de evaluación de impacto ambiental	90
3.1.7	Biótico	97
	a. Fauna	100
	b. Flora	102
	c. Bosque	103
3.1.8	Socio económico	110
	a. Concordancia con el uso actual y potencial del suelo según EIA de proyecto PET Lote C	112
	b. Áreas socialmente sensibles y vulnerables	112
3.2	Transecto en línea de transmisión eléctrica de alta tensión que atraviesa el municipio de Gualán, Zacapa	113
3.2.1	Procedimiento	113
3.2.2	Resultados de entrevista realizada durante transecto	116
	a. Resultados del componente hidrología	117
	1) Análisis de pregunta 1 de entrevista	117
	2) Análisis de pregunta 2 de entrevista	118

3)	Análisis de pregunta 3 de entrevista	119
4)	Análisis de pregunta 4 de entrevista	120
b.	Resultados del componente geología	121
5)	Análisis de pregunta 5 de entrevista	121
6)	Análisis de pregunta 6 de entrevista	122
7)	Análisis de pregunta 7 de entrevista	123
8)	Análisis de pregunta 8 de entrevista	124
c.	Resultados del componente flora	125
9)	Análisis de pregunta 9 de entrevista	125
10)	Análisis de pregunta 10 de entrevista	127
d.	Resultados del componente fauna	128
11)	Análisis de pregunta 11 de entrevista	128
12)	Análisis de pregunta 12 de entrevista	130
13)	Análisis de pregunta 13 de entrevista	131
14)	Análisis de pregunta 14 de entrevista	132
15)	Análisis de pregunta 15 de entrevista	133
e.	Resultados del componente paisaje	134
16)	Análisis de pregunta 16 de entrevista	134
17)	Análisis de pregunta 17 de entrevista	135
18)	Análisis de pregunta 18 de entrevista	136
f.	Resultados del componente socio económico	137
19)	Análisis de pregunta 19 de entrevista	137
20)	Análisis de pregunta 20 de entrevista	138
21)	Análisis de pregunta 21 de entrevista	139
22)	Análisis de pregunta 22 de entrevista	140
23)	Análisis de pregunta 23 de entrevista	141
24)	Análisis de pregunta 24 de entrevista	142
25)	Análisis de pregunta 25 de entrevista	143
3.2.3	Muestras de Plancton	143
a.	Santiago, punto de muestreo 0, 1, 2	146
b.	Juan Ponce, punto de muestreo 3	147
c.	Mayuelas, punto de muestreo 4	148
d.	El Lobo, punto de muestreo 5	149
e.	Doña María, punto de muestreo 6	150
f.	El Tecolote / Mestizo, punto de muestreo 7	150
3.3	Compromisos establecidos en el Plan de manejo forestal de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión que atraviesa el municipio de Gualán, Zacapa	151
3.4	Caracterización de desechos derivados de la operación de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión	156

3.4.1	Inventario y manejo de sustancias químicas, tóxicas y peligrosas	156
3.4.2	Manejo y disposición final de los desechos sólidos, líquidos y gaseosos	157
3.4.3	Análisis de campo sobre los desechos derivados del proyecto	158
3.5	Matriz de valoración de impactos ambientales aplicada a línea de transmisión eléctrica de alta tensión	160
3.5.1	Hidrología	163
	a. Afectación a cuerpos de agua por arrastre de suelos removidos	163
	b. Afectación a cuerpos de agua por derrame de insumos de mantenimiento	163
	c. Afectación de nacimientos y/o sitios de captación de agua para la comunidad	164
	d. Eliminación de especies de plancton presente en cuerpos de agua	164
	e. Fragmentación de ecosistemas acuáticos en cuerpos de agua	164
	f. Obras de drenaje de aguas pluviales en sitios de torres	164
3.5.2	Geología	167
	a. Áreas intervenidas por remoción de suelos durante operación	167
	b. Aumento de pastos para ganadería	168
	c. Disminución de compactación del suelo en el entorno del trazo de servidumbre de paso	169
	d. Degradación del suelo por procesos erosivos	169
	e. Desestabilización de laderas	170
	f. Desestabilización de taludes	171
	g. Disminución de permeabilidad del suelo	174
	h. Evidencias de vertimientos líquidos al suelo asociados al proyecto	175
	i. Generación de residuos sólidos y material inerte	175
	j. Modificación del patrón en uso del suelo	177
	k. Modificación o destrucción del perfil edáfico al posicionar torres	178
	l. Modificaciones del relieve natural	178
	m. Remoción de tierra en áreas no permitidas por la comunidad para creación de accesos secundarios	179
3.5.3	Flora	179
	a. Afectación de la cobertura vegetal	179
	b. Áreas seleccionadas para resiembra compensatoria	181

c.	Barreras de protección natural	181
d.	Daños a cultivos comunitarios debajo de la servidumbre de paso	183
e.	Disposición de residuos vegetales durante limpieza de línea de transmisión	183
f.	Evidencias de acumulaciones de aceites	185
g.	Eliminación de especies forestales amenazadas	185
h.	Eliminación de especies forestales maderables	185
i.	Fragmentación de ecosistemas terrestre	186
j.	Pérdida de cobertura vegetal de importancia para la comunidad	187
k.	Resiembra de especies locales de flora	188
l.	Resiembra de especies vegetales para conservación	188
m.	Siembra en sitios de accesos temporales o instalación de postes	188
n.	Tala de bosques para creación de accesos secundarios	189
3.5.4	Fauna	190
a.	Colisión de avifauna contra los conductores, hilos de guarda y torres	190
b.	Desplazamiento de áreas de nidificación	190
c.	Desplazamiento de poblaciones faunísticas	192
d.	Instalación de dispositivos que impidan que aves colisionen contra puntos de riesgo en la infraestructura	192
e.	Migración de especies por tala de áreas boscosas en la servidumbre de paso	193
f.	Nidificación de avifauna en cuerpo de torres, los cuales deben ser limpiados durante el mantenimiento	194
g.	Rescate de especies faunísticas en migración por tala de bosque	195
h.	Revegetación de acuerdo a necesidades faunísticas	195
3.5.5	Paisaje	195
a.	Afectación del paisaje visual para miembros de la comunidad	195
b.	Alteración sonora durante el efecto corona	196
1)	Tensión de la línea	196
2)	Humedad relativa del aire	197
3)	Estado de la superficie del conductor	197
4)	Número de subconductores	197
c.	Generación de radio interferencia	197
d.	Inducciones eléctricas si se sobrepasa los límites de distanciamiento de seguridad	198
e.	Ruido en cables de tensión eléctrica	198

f.	Visualización de chispas o descargas eléctricas debido al efecto corona	199
3.5.6	Social económico	199
a.	Afectación a la comunidad por accesos nuevos a la infraestructura	199
b.	Afectación de áreas de prioridad comunitaria	200
c.	Afectación de infraestructura pública	200
d.	Afectación de sitios culturales o patrimoniales para la comunidad	202
e.	Cambio en el valor económico de la tierra	202
f.	Cambio en la calidad de vida de las personas por molestias hacia el proyecto	204
g.	Desplazamiento de familias humanas	204
h.	Generación de expectativas de las poblaciones comunitarias	205
i.	Generación de molestias a los pobladores que no quieran poseer estructuras de la línea de transmisión eléctrica en sus propiedades	207
j.	Generación temporal de empleo	207
k.	Incidentes de peligro con comunitarios en la infraestructura	207
l.	Incremento de riesgo de accidentabilidad	209
m.	Temor de los asentamientos poblacionales cercanos a la línea de transmisión eléctrica de alta tensión asociados a los campos electromagnéticos	211
3.6	Lista de chequeo aplicada a medidas ambientales de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión, en Gualán, Zacapa	216
3.7	Formulación de líneas estratégicas durante la etapa de operación de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión	224
3.7.1	Introducción	224
3.7.2	Objetivo	224
3.7.3	Justificación	225
3.7.4	Diagnóstico y evaluación actual	225
a.	Calidad ambiental del área de influencia presentado en el EIA del PET durante la etapa de operación del proyecto	225
1)	Calidad del aire	225
2)	Ruido o contaminación sonora	226
3)	Aguas subterráneas	226
4)	Aguas municipales	226
5)	Aguas tratadas	227
6)	Biótico	227
7)	Socio económico y cultural	227

3.7.5	Identificación de valores sociales establecidos en el proyecto Plan Expansión del Sistema de Transporte de Energía Eléctrica PET	228
a.	Situación ambiental del área previo a la construcción del proyecto según EIA del PET	228
b.	Escenario ambiental de la etapa de operación según EIA del PET	229
3.7.6	Estado actual del proyecto de la Línea de transmisión eléctrica de alta tensión en el municipio de Gualán, Zacapa	230
3.7.7	Análisis FODA de estado actual del proyecto durante la etapa de operación	235
3.7.8	Contexto	237
3.7.9	Planteamiento del problema	239
3.7.10	Formulación de propuesta de objetivos y líneas estratégicas	240
	CONCLUSIONES	253
	RECOMENDACIONES	255
	BIBLIOGRAFÍA	257
	ANEXOS	261

ÍNDICE DE MAPAS

1	Anillo oriental plan expansión del sistema de transporte -PET-	50
2	Área delimitada para investigación	53
3	Hidrología de Gualán, Zacapa	86
4	Geología de Gualán, Zacapa	88
5	Bosques ribereños en área de investigación	109
6	Uso de la tierra en área de 32 kilómetros lineales	111
7	Accesos a torres de transmisión de energía eléctrica de alta tensión	115
8	Puntos de muestreo de plancton	144

ÍNDICE DE IMÁGENES

1	Cables de conducción e hilos de guarda	17
2	Partes que componen la torre de transmisión de energía eléctrica de alta tensión	18
3	Localización de <i>stub</i> en torre de alta tensión	19

4	Patatas de una torre	20
5	Torre de suspensión y torre de amarre	21
6	Ubicación según tipo de torre	22
7	Red de tierras	22
8	Descarga a conductores de fase	26
9	Descarga al cable de guarda	27
10	Sistema de resistencia al pie de la torre	28
11	Arco en cadena de aisladores de vidrio	29
12	Zonas de vida de Gualán, Zacapa	42
13	Esquema de diseño explicativo secuencial DEXPLIS según Sampieri	58
14	Proceso para generar líneas estratégicas	59
15	Clasificación de organismos de agua dulce	78

ÍNDICE DE TABLAS

1	Recopilación de efectos potenciales durante la etapa de operación	30
2	Medidas de corrección ambiental	35
3	Medidas de mitigación ambiental	37
4	Medidas de compensación ambiental	39
5	Especies indicadoras del estrato arbóreo del valle del Motagua	44
6	Listado de especies de flora y fauna con grado endémico según FDN	45
7	Especies vegetales del monte espinoso y bosque seco con usos potenciales	46
8	Comunidades que atraviesa la línea de transmisión eléctrica de alta tensión	52
9	Propósitos y valor de los alcances de la investigación	56
10	Operacionalización de variables 1.1 dimensión medidas de corrección ambiental	62
11	Operacionalización de variables 1.2 dimensión medidas de mitigación ambiental	64
12	Operacionalización de variables 1.3 dimensión medidas de compensación ambiental	65
13	Operacionalización de variables 2.1 dimensión de componente hidrología y geología	66
14	Operacionalización de variables 2.2. dimensión de componente flora	67
15	Operacionalización de variables 2.3. dimensión de componente fauna	68
16	Operacionalización de variables 2.4. Dimensión de componente paisaje	69

17	Operacionalización de variables 2.5. Dimensión de componente social económico	70
18	Metodología para obtención de información	71
19	Muestra obtenida para cada comunidad	72
20	Valoración en matriz de Leopold	75
21	Criterios de selección de ruta	79
22	Aspectos considerados para selección de ruta	81
23	Actividades de etapa de operación	83
24	Micro cuencas en Gualán según SEGEPLAN	84
25	Caracterización general geológica de Gualán	87
26	Geomorfología según EIA	89
27	Características del suelo según EIA	91
28	Ejemplos de cambios en suelos en línea de transmisión eléctrica de alta tensión	92
29	Ejemplo de especies de cada zona de vida	98
30	Listado de aves identificadas	101
31	Especies indicadoras del área según libro Guatemala y sus orquídeas	103
32	Especies forestales identificadas en la etapa de campo	105
33	Leyenda de mapa de uso de la tierra	110
34	Áreas socialmente sensibles y vulnerables	112
35	Muestra de entrevistados	116
36	Medidas en resumen según <i>Infostat</i>	116
37	Listado participativo de especies de flora local / Pregunta 9	125
38	Listado participativo de especies de fauna local / Pregunta 11	128
39	Especies de plancton recolectadas	145
40	Área de servidumbre de paso	151
41	Información básica del inventario forestal	142
42	Información del plan de aprovechamiento forestal para el cambio de uso de la tierra	153
43	Parámetros técnicos de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión	155
44	Especies forestales amenazadas	155
45	Sustancias químicas, tóxicas y peligrosas	156
46	Desechos sólidos, líquidos y gaseosos durante la etapa operativa	157
47	Desechos sólidos, líquidos y gaseosos durante análisis de campo	158
48	Pronóstico de la calidad ambiental del área de influencia según EIA	160
49	Manejo de residuos generados por el proyecto	176
50	Impactos ambientales asociados al perfil edáfico	178
51	Pasos para la gestión predial de servidumbre	203

52	Proyectos comunitarios realizados por empresa constructora según COCODE	206
53	Matriz de valoración de impactos ambientales del proyecto durante la etapa de operación	212
54	Resumen de impactos detectados en matriz de valoración de impactos	215
55	Lista de chequeo de medidas ambientales del proyecto	216
56	Buenas prácticas ambientales no aplicadas según la lista de chequeo	220
57	Caracterización de problemas asociados a la línea de transmisión eléctrica de alta tensión por comunidad	230
58	Análisis FODA de situación actual	235
59	Identificación de conflicto específico	237
60	Líneas estratégicas	240

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

1	Torre de transmisión de energía eléctrica de alta tensión	14
2	Ejemplos de geología local	97
3	Trazo de servidumbre de paso	104
4	Árboles cercanos a servidumbre de paso	107
5	Muestra de plancton en punto 0 y punto 1	146
6	Muestra de plancton punto 2	147
7	Muestra de plancton punto 3	148
8	Muestra de plancton punto 4	149
9	Muestra de plancton punto 5	149
10	Muestra de plancton punto 6	150
11	Muestra de plancton punto 7	150
12	Obra de drenaje de agua pluvial	165
13	Patas de torre tipo pila	166
14	Patas de torre tipo zapata	166
15	Cimentación empotrada	167
16	Rocas extraídas de excavaciones	168
17	Vegetación en el trazo	170
18	Vegetación en el trazo 2	171
19	Talud en patas de torre	173
20	Revegetación en patas de torre	174
21	Cultivo de limón debajo de torre	177
22	Cultivo de 2 metros debajo de torre	180
23	Cultivo de 2 metros debajo de torre	180
24	Vegetación debajo de torre	181
25	Vegetación debajo de torre	182

26	Residuos vegetales en descomposición	184
27	Residuos vegetales en descomposición	187
28	Carretera interna en finca de Santiago	189
29	Nido cercano a torre en aldea Santiago	191
30	Panal de abejas en patas de torre	191
31	Evidencia de ave en transecto	194
32	Línea de transmisión eléctrica de alta tensión y canal de riego	202
33	Familia cerca de torre en la actualidad	205
34	Cuaderno informativo general	208
35	Señal de peligro	209
36	Numeración de torre	210
37	Barreras de protección	210

ÍNDICE DE GRÁFICAS

1	Resultado de pregunta 1	117
2	Resultado de pregunta 2	118
3	Resultado de pregunta 3	119
4	Resultado de pregunta 4	120
5	Resultado de pregunta 5	121
6	Resultado de pregunta 6	122
7	Resultado de pregunta 7	123
8	Resultado de pregunta 8	124
9	Resultado de pregunta 10	127
10	Resultado de pregunta 12	130
11	Resultado de pregunta 13	131
12	Resultado de pregunta 14	132
13	Resultado de pregunta 15	133
14	Resultado de pregunta 16	134
15	Resultado de pregunta 17	135
16	Resultado de pregunta 18	136
17	Resultado de pregunta 19	137
18	Resultado de pregunta 20	138
19	Resultado de pregunta 21	139
20	Resultado de pregunta 22	140
21	Resultado de pregunta 23	141
22	Resultado de pregunta 25	143

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS

AMM	Administrador del Mercado Mayorista
ANG	Asociación Nacional de Generadores de Guatemala
CNEE	Comisión Nacional de Energía Eléctrica
CONAP	Consejo Nacional de Áreas Protegidas
COCODE	Consejo Comunitario de Desarrollo
CPML	Centro de Producción más Limpia de Nicaragua
DGE	Dirección General de Energía
DIGARN	Dirección de gestión ambiental y recursos naturales
EEB	Empresa de Energía de Bogotá
ESMAP	Energy Sector Management Assistance Program (Programa de asistencia en la gestión sectorial energética)
ETCEE	Empresa de Transporte y Control de Energía Eléctrica del INDE
FDN	Fundación Defensores de la Naturaleza
FONACON	Fondo Nacional para la Conservación de la Naturaleza
Google Earth	Software de sistema de información satelital
INAB	Instituto Nacional de Bosques
INDE	Instituto Nacional de Electrificación
IDU	Instituto de Desarrollo Urbano de Bogotá
MAGA	Ministerio de Agricultura y Ganadería de Guatemala
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
MEM	Ministerio de Energía y Minas
NASA	Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio
RBSM	Reserva de Biosfera Sierra de las Minas
SEGEPLAN	Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia
TRECSA	Transportadora de Energía de Centroamérica Sociedad Anónima
UIPMEM	Unidad de Información Pública del Ministerio de Energía y Minas
bh-S	Bosque Húmedo Subtropical Templado
bmh-Sc	Bosque Húmedo Subtropical Cálido Norte
bmh-Sf	Bosque Húmedo Subtropical Frío
BPA	Buenas Prácticas Ambientales
bs-S	Bosque Seco Subtropical
CITES	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres

CUAL	Cualitativo
CUAN	Cuantitativo
DEXPLIS	Diseño explicativo secuencial
EIA	Estudio de Impacto Ambiental.
FODA	Análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas
GRN	Gestión de Recursos Naturales
GISPRO	Aplicación de Sistema de información satelital
Ibíd	Ibídem
INFOSTAT	Programa para análisis estadístico
IPAD	Tableta digital
Km	Kilómetros
Km2	Kilómetros cuadrados
kV	Kilovatios
LEA	Listado de Especies Amenazadas
me-S	Monte Espinoso Subtropical
mm	Milímetros
NEAST	Normas de estudios de acceso al sistema de transporte
OPGW	Optical Power Ground Wire (Cable de fibra óptica)
PCS	Plan de Conservación de Sitio
PET	Plan de Expansión del Sistema de Transporte de Energía Eléctrica
RSAVM	Región Semiárida del Valle del Motagua
SIG	Sistema de Información Geográfico
SNI	Sistema Interconectado Nacional
TNC	The Nature Conservancy (Conservación de la naturaleza)

RESUMEN

El presente trabajo de graduación comprende el análisis de los impactos ambientales de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión con un voltaje de 230 kilovoltios en el municipio de Gualán, Zacapa, con el cual se formuló una propuesta de líneas estratégicas para mejorar las buenas prácticas ambientales que se realizan durante la etapa de operación del proyecto.

En el primer capítulo se describen antecedentes de proyectos de construcción y operación de líneas de transmisión eléctrica en Guatemala. Se introducen conceptos básicos referentes a la clasificación y componentes de una línea de transmisión eléctrica de alta tensión, se exponen los impactos ambientales con efectos potenciales y cuales son algunas medidas de corrección, mitigación y compensación que conforman las buenas prácticas ambientales para una producción más limpia.

El segundo capítulo comprende la descripción de la etapa de campo; se enfoca en la metodología de acopio de información, técnicas utilizadas y una breve descripción de los resultados esperados en el análisis de buenas prácticas ambientales durante la operación de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión que atraviesa el municipio de Gualán, Zacapa.

En el tercer capítulo se analizan y desarrollan los resultados de la investigación, por medio de una síntesis de buenas prácticas ambientales durante la operación de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión que atraviesa áreas rurales del municipio de Gualán, Zacapa y una valoración de

los impactos ambientales potenciales que actualmente existen en las comunidades en el área de influencia.

Por último, se presenta la formulación de propuesta de líneas estratégicas para mejorar las buenas prácticas ambientales durante la operación de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión que atraviesa el municipio de Gualán, Zacapa; las cuales conforman una proposición de cómo se podrían minimizar los impactos ambientales y mejorar la calidad de vida de la población y su relación con el proyecto en la etapa de operación.

INTRODUCCIÓN

Las líneas de transmisión eléctrica son el medio para transportar energía eléctrica en un país, a partir del voltaje que se requiera se planifica el diseño y el tipo de estructuras. Según las estadísticas del subsector Eléctrico realizado por el Ministerio de Energía y Minas mediante la Dirección General de Energía de la República de Guatemala en agosto del 2016, en el país se genera energía mediante las tecnologías diesel, búnker, carbón mineral, biogás, hidráulica, solar, biomasa, eólica y geotérmica; todas estas fuentes energéticas deben transportar la energía eléctrica a subestaciones de transformación por medio de líneas de transmisión eléctrica.

En el estudio de evaluación de impacto ambiental que se presenta para proyectos de construcción y operación de líneas de transmisión de alta tensión se incluye el componente social del área del proyecto, sin embargo debido a la extensión lineal que conlleva la infraestructura de este proyecto se generan conflictos con las comunidades en el trazo, en algunos casos porque los beneficios de este tipo de proyectos suelen ser indirectos a nivel local, sin embargo a escala mayor, los beneficios de este proyecto son caracterizados como precursores del desarrollo de la red eléctrica nacional.

Los impactos ambientales significativos se producen durante la etapa de construcción de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión, sin embargo para un óptimo desarrollo local, es necesario generar líneas estratégicas para mejorar las buenas prácticas ambientales durante la etapa de operación y aplicar la gestión ambiental para optimizar la sinergia del proyecto y los componentes del área de influencia.

OBJETIVOS

General

Analizar las buenas prácticas ambientales que actualmente lleva a cabo la empresa operativa responsable del mantenimiento de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión en el municipio de Gualán, Zacapa, con el fin de determinar el impacto que genera al medioambiente.

Específicos

Caracterizar el área de influencia de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión en el municipio de Gualán, Zacapa, para determinar los impactos ambientales que se generan en su trayecto.

Realizar transectos en 32 kilómetros lineales en el trayecto de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión de trece comunidades en el municipio de Gualán, Zacapa, para realizar el monitoreo de especies de fauna y flora; para determinar el impacto ambiental.

Establecer la relación entre los compromisos ambientales adquiridos ante el Instituto Nacional de Bosques INAB mediante el plan de aprovechamiento forestal y su impacto durante el mantenimiento de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión.

Caracterizar los desechos derivados en la etapa de operación de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión que atraviesa trece comunidades en el municipio de Gualán, Zacapa.

Identificar las medidas de mitigación que actualmente la empresa operativa aplica a los componentes; hidrología, geología, flora, fauna, social y económica durante la etapa de operación de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión que atraviesa el municipio de Gualán, Zacapa.

Formular una propuesta de líneas estratégicas para mejorar las buenas prácticas ambientales en la línea de transmisión eléctrica de alta tensión que atraviesa el municipio de Gualán, Zacapa y contribuir a la elaboración de un protocolo debidamente elaborado en materia ambiental para la etapa de operación y mantenimiento de este proyecto.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Durante el año 2010 se inició la construcción del Plan de Expansión del Sistema de Transporte de Energía Eléctrica PET, el cual en su trayecto por el Lote C que se desplaza desde Río hondo municipio de Zacapa hacia Mariscos en Izabal, atraviesa el municipio de Gualán, Zacapa, inmerso dentro de la región semiárida del Valle del Motagua.

La magnitud que conlleva el proyecto consiste en la construcción y operación de una línea de transmisión eléctrica de alta tensión que genera impactos significativos sobre el medioambiente y los recursos naturales lo cual provoca variaciones en los ecosistemas del área de influencia, en mayor grado durante la etapa de construcción y en un grado menor durante la etapa de operación.

La infraestructura atraviesa zonas de poblaciones humanas las cuales conciben que el proyecto genere un ambiente frágil y provoca impactos negativos en su calidad de vida. Por otra parte debido a que la región semiárida del valle del río Motagua es una ecorregión con gran potencial biótico, se considera de importancia conocer el impacto que la línea de transmisión eléctrica de alta tensión de 230 kilovatios genera al medioambiente durante la etapa de operación.

Por consiguiente se plantea el problema; ¿Cuáles son las buenas prácticas ambientales que actualmente lleva a cabo la empresa operativa responsable del mantenimiento en la etapa de operación de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión en trece comunidades del municipio de Gualán, Zacapa para reducir el impacto ambiental?

JUSTIFICACIÓN

Actualmente el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales MARN, y el Ministerio de Energía y Minas MEM no cuentan con un modelo de buenas prácticas ambientales específicas para el mantenimiento durante la etapa de operación en una línea de transmisión eléctrica de alta tensión. Las especificaciones técnicas se encuentran en el Compendio de Normas Técnicas emitidas por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica CNEE en marzo 2010, en la cual se establecen algunos parámetros o medidas ambientales para aplicar en el área de influencia, como por ejemplo la Ley General de Electricidad según el Acuerdo Gubernativo 93-96 o el Reglamento de la misma según el Acuerdo Gubernativo 257-97.

Por otra parte según oficio Ref.: DE-DGE-208/2016 – UIPMEM-554-2016 con fecha 17 de octubre de 2016 del Ministerio de Energía y Minas de Guatemala se hace constar que: El Ministerio de Energía y Minas no es responsable de coordinar y establecer los protocolos de mitigación de impacto ambiental. Así mismo, lo que se utiliza hoy por hoy son los compromisos ambientales establecidos en los estudios de impacto ambiental, para la etapa de operación y mantenimiento.

Durante las etapas de construcción y operación de una línea de transmisión eléctrica de alta tensión se involucran factores como los campos electromagnéticos, la tala de áreas boscosas, la fragmentación del hábitat, la visibilidad de las torres, el cruce por zonas poblacionales y ambientes frágiles cómo los que se encuentran en áreas propensas a incendios forestales, bosques ribereños y movimientos de laderas; estos impactos negativos son significativos

en el medioambiente del área de influencia. La gestión ambiental busca el mejoramiento de las condiciones generadas por el proyecto en el medioambiente y las poblaciones humanas (Gestión en recursos naturales, Santiago de Chile, año 2016).

Cuando se lleva a cabo el Estudio de evaluación de impacto ambiental, es la empresa constructora la encargada de cumplir con las medidas de mitigación de acuerdo a los compromisos adquiridos en el proceso de autorización del proyecto para que el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales MARN se encargue de verificar su cumplimiento y de esta forma monitorear la ejecución de las medidas ambientales.

Las buenas prácticas ambientales para una producción más limpia son una estrategia que se aplica para aumentar la eficiencia de un proyecto, así mismo, reducir los riesgos para los seres humanos y el ambiente. De acuerdo al Centro de Producción más limpia de Nicaragua, las buenas prácticas ambientales contemplan mejoras en los procedimientos operacionales y cambios en el uso de los recursos como materias primas e insumos utilizados en el proyecto.

Se considera aporte a la gestión ambiental generar un documento con los resultados del análisis y determinación de los impactos ambientales durante los procesos que se realizan en el proyecto durante la etapa de operación y proceder a la formulación de líneas estratégicas para mejorar las buenas prácticas ambientales de la etapa de operación de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión que atraviesa 13 comunidades del municipio de Gualán, Zacapa.

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes

Por medio de una línea de transmisión eléctrica de alta tensión de 230 kilovoltios es posible el transporte de electricidad a grandes distancias. Según el primer eje de desarrollo establecido en la Política Energética Nacional según el Acuerdo Gubernativo 80-2013, se resalta la importancia de ampliar el sistema de generación y transmisión de energía eléctrica, al desarrollar planes indicativos de expansión de los sistemas de generación y transmisión de energía eléctrica para el desarrollo tecnológico nacional.

El Artículo 130 de la Constitución de la República de Guatemala describe como urgente descentralizar y desmonopolizar los sistemas de transmisión y distribución de energía eléctrica para agilizar el crecimiento de la oferta y satisfacer las necesidades sociales y productivas de los habitantes de la república para mejorar la calidad de vida de los guatemaltecos.

En el Decreto 93-96 del Congreso de la República, Ley General de Electricidad, establece que se deben emitir normas técnicas y disposiciones relativas al subsector eléctrico, para garantizar el libre acceso y uso de las líneas de transmisión eléctrica de las redes de distribución del sistema eléctrico nacional, por lo tanto se emitieron las Normas de estudios de acceso al sistema de transporte *NEAST*, las

cuales no establecen medidas o acciones ambientales específicas para el mantenimiento técnico en la etapa de operación de una línea conectada al Sistema Nacional Interconectado de Guatemala SNI.

De acuerdo a la Asociación Nacional de Generadores de Guatemala ANG, el sector eléctrico en el país se inició con la reforma establecida por la emisión del marco legal de la Ley General de Electricidad Decreto 93-96 del Congreso de la República de Guatemala, el 15 de noviembre de 1996, luego se emitió el Reglamento de la Ley General de Electricidad según el Acuerdo 256-97 del 2 de abril de 1997, y el Reglamento del Administrador del Mercado Mayorista AMM según el Acuerdo 299-98 del 1 de junio de 1998. Se emiten a partir de estas fechas, normas técnicas de transmisión y distribución, normas de coordinación comercial y procedimientos técnicos regulatorios.

La información legal requerida con respecto al trazo de la servidumbre de paso consiste en una Licencia de manejo forestal emitida por el Instituto Nacional de Bosques INAB dividida en bloques, y si se encuentra dentro de un área protegida; una resolución del Consejo Nacional de Áreas Protegidas CONAP, para obtener la Resolución del MARN y cumplimiento de los compromisos adquiridos en la resolución tales como la póliza de fianza y Licencia Ambiental.

La Ley General de Electricidad establece la libertad de la instalación de centrales generadoras, las cuales no requieren autorización del Estado, pero si cumplir con lo establecido en la Constitución de la República y la legislación vigente respecto al medioambiente, protección de personas; a sus derechos y bienes. El transporte y la distribución de electricidad son regulados y sujetos a autorización cuando utilizan bienes de dominio público.

El Ministerio de Energía y Minas MEM es el órgano del Estado responsable de formular y coordinar políticas, planes de Estado, programas indicativos relativos al Subsector Eléctrico y cumplir la aplicación de la Ley General de Electricidad y su reglamento.

Según la ANG, el Administrador del Mercado Mayorista de Electricidad AMM es el ente de carácter privado encargado de la administración y operación del Sistema Nacional Interconectado SIN, el cual debe garantizar la seguridad y el abastecimiento de energía eléctrica. A partir de dicha organización administrativa se establece la apertura de redes de transmisión, subtransmisión y distribución de energía eléctrica para la población guatemalteca.

De acuerdo a la tesis realizada en el año 2012 por el guatemalteco Ingeniero electricista Mario Alberto Castellanos Puga, quien concluyó que el desarrollo de acciones de mantenimiento de líneas de transmisión eléctrica de alta tensión, contribuyen a mejorar la calidad del servicio en el suministro de energía eléctrica además de asegurar mediante buenas prácticas, la minimización del deterioro ambiental en el área de influencia del proyecto.

En Guatemala la Empresa de Transporte y Control de Energía Eléctrica ETCEE del INDE, es propietaria de una de las principales redes de transmisión eléctrica del país dividida en regiones: central, occidental y oriental. La red de 230 kilovatios continúa siendo la más importante, a través de ella se transmiten las mayores cantidades de potencia eléctrica, por ello la importancia de los trabajos de mantenimiento con líneas energizadas como una herramienta para contribuir a la calidad del servicio en el suministro de energía eléctrica, factor condicionante en el desarrollo tecnológico del país.

El mantenimiento en la etapa de operación conlleva a la observación directa de los impactos negativos en el entorno ambiental cuando estas acciones no se realizan con fundamentos de conservación y protección de los recursos naturales involucrados en la infraestructura del proyecto.

“El objetivo primordial del Plan de Expansión Indicativo del Sistema de Generación 2008-2022 es cumplir con los lineamientos, acciones y estrategias establecidas en la Política Energética aprobada por el Ministerio de Energía y Minas para priorizar la garantía del suministro de la energía eléctrica en Guatemala mediante la utilización óptima de los recursos renovables, se toma en cuenta el medioambiente. Se desarrolla como punto de partida para la elaboración del primer Plan de Expansión del Sistema Transporte, el cual según lo establecido en la legislación vigente, debe ser elaborado y ejecutado por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica CNEE”.¹

Durante el mes de marzo del año 2009, la Comisión Nacional de Energía Eléctrica CNEE efectuó el lanzamiento del proceso de licitación abierta PET-1-2009 para el diseño, construcción y mantenimiento en la operación de las obras de transmisión del Plan de Expansión del Sistema de Transporte de Energía Eléctrica PET 2008-2018.

De acuerdo a la CNEE, el Ministerio de Energía y Minas MEM y la entidad Transportadora de Energía de Centroamérica TRECSA S. A. suscriben el contrato de autorización de ejecución de obra, la cual fue dividida en 6 Lotes definido para un periodo de 15 años.

El denominado Lote C, tramo del Plan de Expansión del Sistema de Transporte de Energía Eléctrica PET, inicia en el municipio de Río Hondo, Zacapa y finaliza en Mariscos, Izabal; durante su trayecto la línea atraviesa transversalmente 13 comunidades de Gualán, Zacapa, en la región semiárida de la cuenca del río Motagua.

¹ Comisión Nacional de Energía Eléctrica –CNEE-. *Resumen del plan de expansión del sistema de transporte de energía eléctrica*. www.cnee.gob.gt/pet/Docs/Resumen%20Ejecutivo%20PET-1-2009.pdf (18 de agosto 2016).

“La Región Semiárida del Valle del Motagua RSAVM, en los departamentos de El Progreso, Zacapa y Chiquimula, contiene las zonas de vida del monte espinoso subtropical y bosque seco subtropical. A pesar de su escasa extensión es considerada como una eco región, evidencia de su importancia y singularidad, y se le considera una de las áreas más secas de Centroamérica”.²

Según la Fundación Defensores de la Naturaleza, el valle del río Motagua se encuentra al pie de la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas RBSM, la cual es la principal barrera natural para la humedad proveniente del Atlántico, lo cual provoca la extrema condición seca de la región.

Debido a su biodiversidad, endemismos y grado de amenaza en que se encuentra la región, la Fundación Defensores de la Naturaleza con el apoyo de diversas instituciones, ha emprendido acciones para ayudar en su conservación en conjunto a otras organizaciones interesadas en la conservación del bosque seco.

En el año 2003 se realizó el primer plan de conservación de sitio PCS para el Valle del Motagua, y otra serie de estudios sobre la importancia biológica y el estado de la cobertura vegetal en la región, por parte de la Fundación Defensores de la Naturaleza y The Nature Conservancy TNC. A partir del año 2003 hasta el año 2010 se realizaron planes de conservación con estrategias identificadas, los cuales incluyen los elementos naturales y culturales de esta región única en el país.

² Fundación Defensores de la Naturaleza -FDN-. *Estrategias de conservación de los elementos prioritarios de la región semiárida del Valle del Motagua*. Río Hondo, Zacapa. (Guatemala: The Nature conservancy, 2010), 1.

1.2 Revisión de literatura

1.3.1 Línea de transmisión eléctrica

“Las líneas de transmisión de energía eléctrica son básicamente el medio físico por el cual se realiza el transporte de la energía eléctrica a grandes distancias entre Subestaciones eléctricas; la operación confiable depende de una inspección adecuada para así poder proporcionar el mantenimiento oportuno. Los niveles de energía eléctrica producidos deben ser transformados, es necesario elevar la tensión de manera que se reduzca la corriente que circula por dicha línea, emplea usualmente tensiones del orden de 115 kV o 230 kV y superiores, como son 400 o 500 kV”³.

FOTOGRAFÍA 1 TORRE DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN



Tomada por: Ing. Geól. Mauricio Chiquín. Guaxilan, S.A. Año 2016.

³ Raúl Miguel Meza Hernández. *Trabajos de mantenimiento a líneas de transmisión*. <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/7511/TRABAJOS%20DE%20MANTENIMIENTO%20A%20LINEAS%20E%20TRANSMISI%C3%93N.pdf> (10 de septiembre de 2016).

1.3.2 Clasificación de líneas de transmisión eléctrica según voltaje

Según Arriaga de León, al utilizar el concepto de línea de transmisión eléctrica de alta tensión como un conjunto de partes especializadas para dirigir la transmisión de energía eléctrica hacia los puntos de consumo, y favorecer la transmisión de telecomunicaciones a largas distancias se deben clasificar de acuerdo a la capacidad de tensión eléctrica.

De acuerdo a la Comisión Nacional de Energía Eléctrica CNEE de Guatemala, las líneas de transmisión según el voltaje que transmiten se pueden dividir en:

a. Baja tensión

Se denominan de categoría 3, las superiores a 1 kilovatio e inferiores a 30 kilovatios. Su uso es de distribución y generación.

b. Media tensión

Se denominan de categoría 2, las iguales o inferiores a 66 kilovatios y superiores a 30 kilovatios. Su uso es para la distribución energética a instalaciones industriales, transporte de energía a ciudades y comunidades.

c. Alta tensión

Se denominan de categoría 1, las superiores a 66 kilovatios e iguales a 230 kilovatios. Se utilizan en sistemas de sub distribución y transporte en grandes distancias. Estas son de

importancia ya que además de transportar energía eléctrica, pueden ser utilizadas para la conducción de telecomunicación mediante fibra óptica.

d. Extra alta tensión

Se denominan de categoría especial las superiores a 230 kilovatios, hasta los 400 kilovatios.

1.3.3 Componentes de una línea de transmisión eléctrica de alta tensión

a. Cables de conducción

“Encargados de transmitir la energía eléctrica. Están fabricados con alambres de acero galvanizado cubiertos por alambres de aluminio dispuestos en forma helicoidal”.⁴

Al ser los encargados de conducir la energía eléctrica, estos varían en número, el cual depende de las fases de cada torre de transmisión, por ejemplo, si son tres fases de transmisión, serán necesarios tres cables conductores.

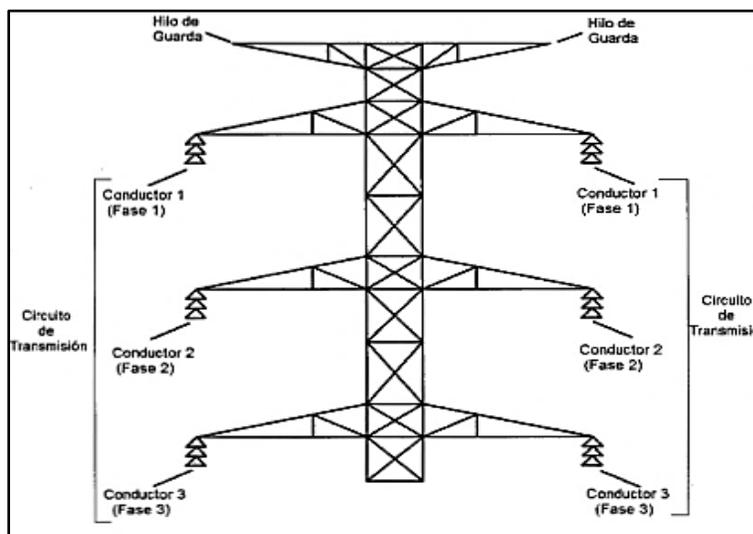
b. Hilo de guarda

De acuerdo a Meza Hernández, cada conductor posee un hilo de guarda para proteger la línea en caso de descargas eléctricas generadas por la naturaleza como los rayos, para transmitir dichas descargas hacia la tierra. Se encuentran en las

⁴ Pedro Guillermo Arriaga de León. *Factores básicos a considerar previos a la construcción de líneas de transmisión de alta tensión en Guatemala*. http://www.biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3136_C.pdf (20 de abril de 2016).

extremidades superiores y tienen la doble función de transmisión de datos y conexión a tierra, su nombre común es cable de fibra óptica OPGW, estos se muestran en siguiente imagen:

IMAGEN 1 CABLES DE CONDUCCIÓN E HILOS DE GUARDA



Fuente: *Factores básicos a considerar previos a la construcción de líneas de transmisión de alta tensión en Guatemala. Año 2010.*

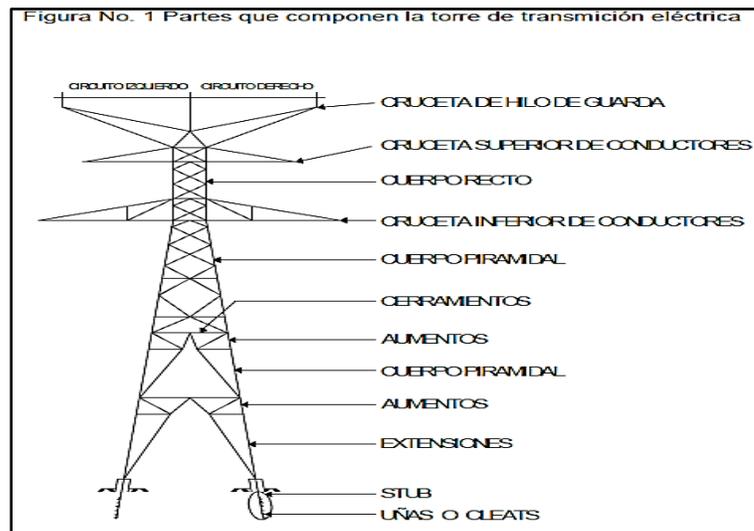
c. Cadenas de aisladores

Elementos que sirven para unir los cables conductores a la estructura de la torre. Según Barragán Tolentino, los conductores están suspendidos mediante las cadenas de aisladores, que cuelgan de las ménsulas de las torres. Deben tener resistencia mecánica suficiente para soportar las cargas del viento, las condiciones de las descargas atmosféricas y la corriente del servicio.

d. Torre de transmisión de energía eléctrica de alta tensión

“Sistema estructural con elementos que se encargan de sostener los cables que transmiten la energía eléctrica. Su función básica es soportar los cables de conducción eléctrica y los cables de guarda”.⁵

IMAGEN 2 PARTES QUE COMPONEN LA TORRE DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN



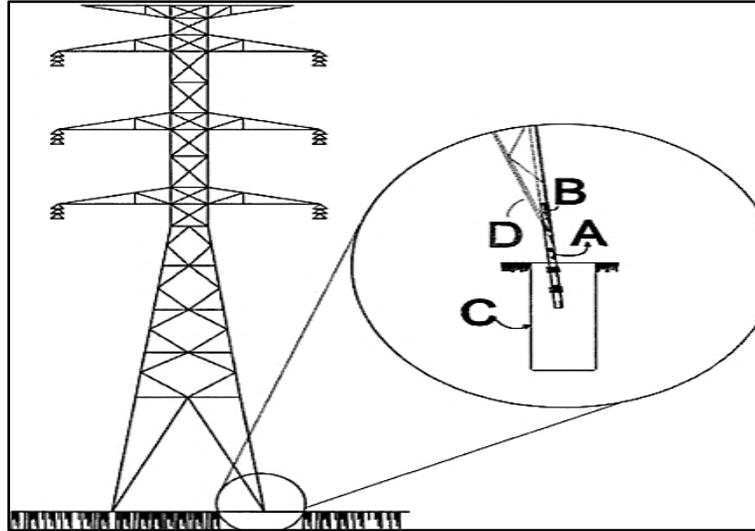
Fuente: Blog de transporte de energía. Disponible en: <http://transporteenergia2014.blogspot.com/2014/11/elementos-que-componen-una-linea-de.html> (25 de septiembre de 2016).

e. Talón o *stub*

Ubicados debajo de la torre para unir la cimentación en el suelo y las patas de la estructura metálica, es una cimentación por cada pata, de acuerdo a las características del suelo.

⁵ Pedro Guillermo Arriaga de León. *Factores básicos a considerar previos a la construcción de líneas de transmisión de alta tensión en Guatemala*, 28.

IMAGEN 3 LOCALIZACIÓN DE *STUB* EN TORRE DE ALTA TENSIÓN



Fuente: *Factores básicos a considerar previos a la construcción de líneas de transmisión de alta tensión en Guatemala. Año 2010.*

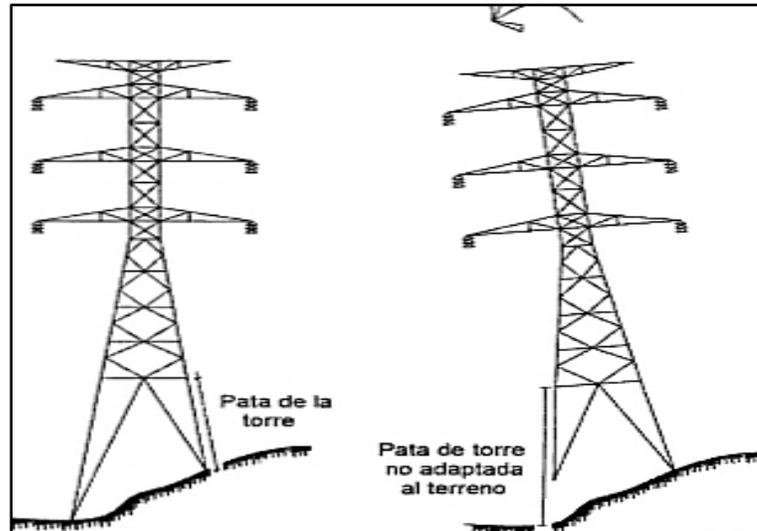
f. Cuerpo de la torre o celosías

De acuerdo a Quezada Quezada, el cuerpo de la torre es el encargado de dar altura a la torre para poder colocar los cables de transmisión al nivel deseado, el cuerpo de la torre está conformado por segmentos geométricos en patrón repetitivo, con la función de darle fortaleza a la estructura metálica.

g. Patas de la torre

Según Arriaga de León, estos elementos se encargan del equilibrio de la torre adaptadas al relieve del terreno y condicionantes estructurales como la fuerza del viento y los movimientos sísmicos.

IMAGEN 4 PATAS DE UNA TORRE



Fuente: *Factores básicos a considerar previos a la construcción de líneas de transmisión de alta tensión en Guatemala. Año 2010.*

h. Cuerpo superior y ménsulas

Son las estructuras triangulares que destacan en la parte alta de cada torre, estas salientes se encargan de sujetar los cables conductores.

i. Torre de suspensión

Se ubican en tramos rectos de una línea de transmisión de alta tensión, son de mayor altura a comparación de las torres de amarre.

Durante la etapa de diseño del proyecto, se deben establecer los tipos de torres en el trazo de la servidumbre de paso debido a las diferencias de alturas y rutas alternativas para su trayecto.

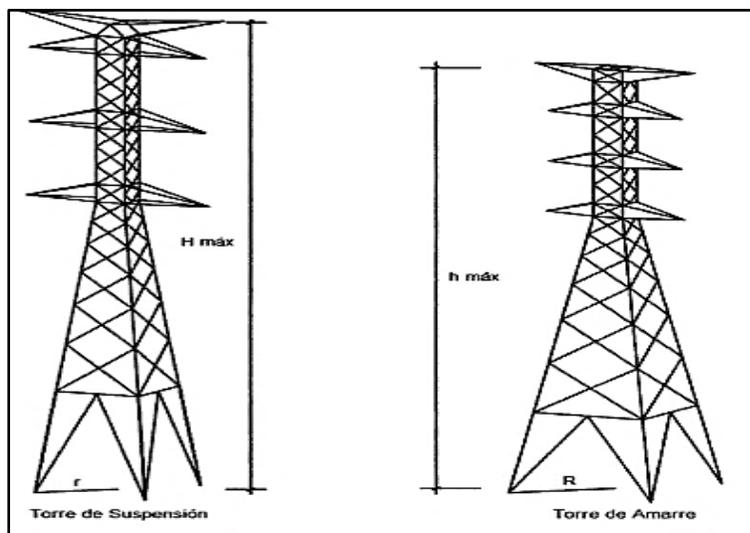
j. Torre de amarre

Son ubicadas en tramos donde dos secciones de la línea de transmisión de alta tensión intersectan debido al cambio de la ruta hacia una dirección diferente a la inicial.

k. Red de tierras

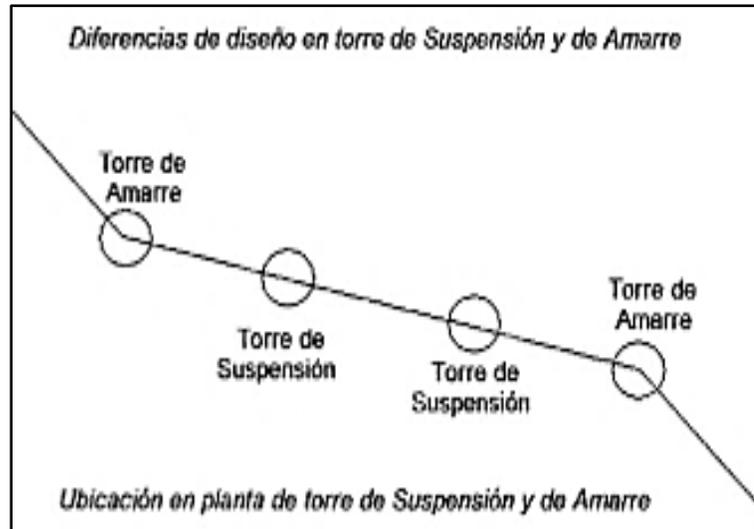
De acuerdo a Bedoya, esta red se encarga de transmitir las descargas eléctricas atmosféricas hacia la tierra para evitar daño estructural, pueden ser redes por medio de varillas y redes por medio de contra antenas.

IMAGEN 5 TORRE DE SUSPENSIÓN Y TORRE DE AMARRE



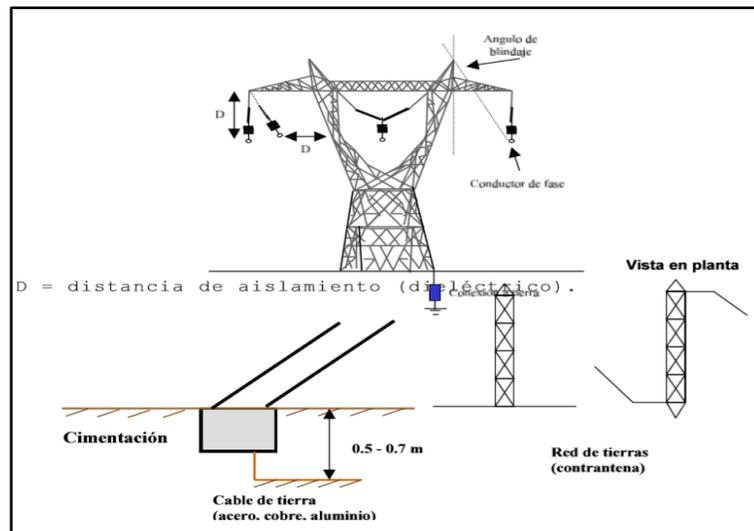
Fuente: *Factores básicos a considerar previos a la construcción de líneas de transmisión de alta tensión en Guatemala. Año 2010.*

IMAGEN 6 UBICACIÓN SEGÚN TIPO DE TORRE



Fuente: *Factores básicos a considerar previos a la construcción de líneas de transmisión de alta tensión en Guatemala. Año 2010.*

IMAGEN 7 RED DE TIERRAS



Fuente: *Notas sobre transitorios electromagnéticos. Año 2010.*

1.3.4 Etapa de operación de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión

Durante la etapa de operación se inicia con la energización o puesta en servicio, se utiliza el nivel de tensión establecido durante el diseño y construcción de la línea de transmisión eléctrica. En la etapa de operación se presentan trabajos de mantenimiento que facilitan restablecer el servicio en caso de eventos no previstos en el menor tiempo posible.

“La operación de la línea consiste fundamentalmente en la transmisión de electrones a través de los cables conductores”.⁶

A la etapa de operación también se le llama etapa de líneas vivas, esto significa que la energía eléctrica fluye a través de los cables de conducción. Según la *Guía ambiental para proyectos de transmisión de energía eléctrica* de la Empresa de Energía de Bogotá EBB Et. Al., las acciones que se realizan durante la etapa de operación de una línea de transmisión eléctrica se pueden clasificar en:

a. Mantenimiento electromecánico

Comprende las obras de mantenimiento para conservar o recuperar la infraestructura eléctrica, entre las cuales destacan; el cambio o refuerzo de estructuras, pinturas adaptadas al medio y el tipo de material, señalización de estructuras, cambio de aisladores rotos y accesorios de las cadenas de aisladores, reparación de conductores instalados, cambio de accesorios del

⁶ Estudio de impacto ambiental de la línea de transmisión eléctrica 230 kV del Proyecto SIEPAC-Tramo Panamá. <http://crie.org.gt/wp/siepac/> (15 de septiembre de 2016).

hilo de guarda y de accesorios de redes puesta a tierra, además de mediciones de calidad de la resistencia de las redes puestas a tierra.

“Durante la vida útil de la línea es necesario llevar a cabo trabajos de mantenimiento, tales como cambiar los aisladores, reemplazar los cables deteriorados, pintar la torre para protegerla de la corrosión, entre otros. Estos trabajos generarán residuos como pedazos de porcelana, vidrio, latas de pintura, alambres de aluminio y acero”.⁷

b. Control de estabilidad de sitios de torre

“Si durante el proceso de inspección de la línea, se detectan erosiones, riesgos de movimientos de laderas o derrumbes, deforestación o cualquier tipo de anomalía que atenten contra la estabilidad de los sitios de torre o de las zonas circundantes, se deberán realizar obras de protección tales como trinchos, muros de contención, gaviones, cunetas, filtros, empradizados (convertir prado en terreno), entre otras”.⁸

c. Mantenimiento de Servidumbre de paso

Durante la etapa de operación, es necesario tener un control de seguridad sobre los acercamientos que puedan darse de fauna, personal y personas ajenas al proyecto. El principal objetivo de mantenimiento es eliminar el crecimiento de vegetación, por lo que se deben realizar programas periódicos de despeje de la servidumbre mediante podas, tala de árboles, limpieza en estructura de las torres, evitar quemas de rastrojo o utilicen esta medida en sus plantaciones cercanas.

⁷ *Ibídem.*, 3.

1.3.5 Fallas en líneas de transmisión eléctrica de alta tensión

Los elementos de los sistemas eléctricos de potencia (línea de transmisión eléctrica de alta tensión) se ven sometidas durante su operación a esfuerzos que tienden a afectar el tiempo de vida de su infraestructura. La vida de la maquinaria eléctrica está determinada en principio, por la vida de su aislamiento, por lo que a continuación se describen algunos de los esfuerzos que afectan la infraestructura de la línea de transmisión eléctrica. De acuerdo a las *Notas sobre transitorios electromagnéticos*, Bedoya clasifica los siguientes efectos:

a. Por sobrecorriente

Debido a sobrecarga y cortocircuito se producen fallas en los aislamientos según sea la intensidad de la corriente. Las corrientes de cortocircuito producen esfuerzos dinámicos debido a fuerzas de atracción y/o repulsión de energías.

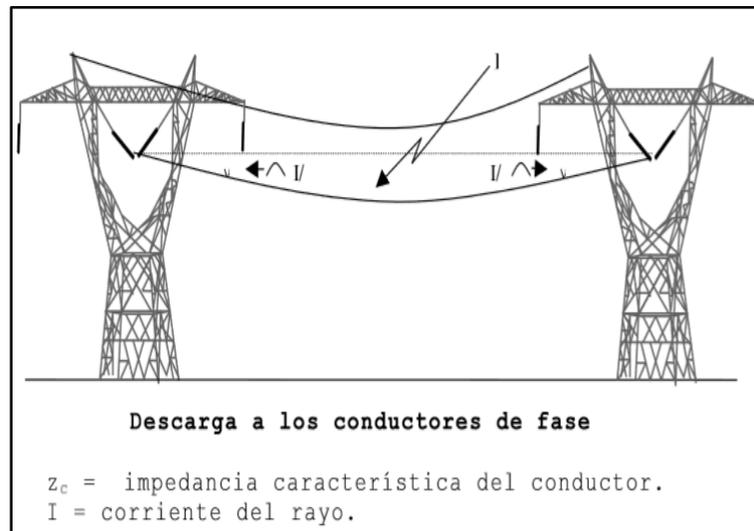
b. Transitorios electromagnéticos

Se presentan por efecto de sobretensiones que se traducen en esfuerzos dieléctricos para los aislamientos. Según la teoría de Elster y Geistel, las descargas atmosféricas (rayos) tienen un mecanismo de formación por concentración de cargas electrostáticas en las partículas de agua y hielo que se tienen en las nubes, por efecto del campo electromagnético de la tierra (minerales en la composición del suelo). También el efecto puede suceder de nube a nube, cuando en una de ellas la concentración de cargas sea positiva y en la otra la carga sea negativa, se produce una atracción de cargas eléctricas.

c. Descarga a los conductores de fase

Sí una descarga atmosférica logra impactar contra los conductores de fase (conductores de electricidad del servicio) se produce un choque de energías.

IMAGEN 8 DESCARGA A CONDUCTORES DE FASE

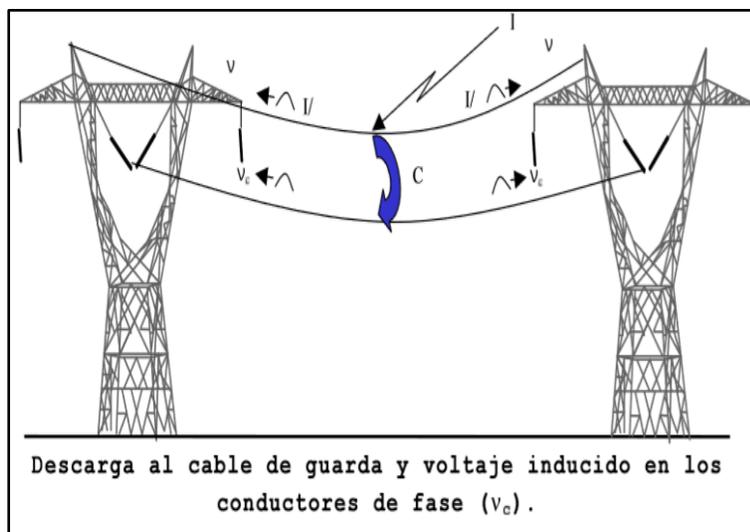


Fuente: Notas sobre transitorios electromagnéticos. Año 2010.

d. Descarga a los cables de hilos de guarda

Cuando una corriente de descarga eléctrica atmosférica impacta contra los hilos de guarda y estos reciben el impacto, están preparados para dicho impacto debido a que esta acción es una de sus funciones principales. En la Imagen 9 se explica gráficamente una descarga atmosférica al cable de guarda:

IMAGEN 9 DESCARGA AL CABLE DE GUARDA



Fuente: *Notas sobre transitorios electromagnéticos*. Año 2010.

e. Descargas a torres

“Las descargas atmosféricas pueden incidir también directamente en las torres o estructuras ya que se compara esta estructura sólida como si fuesen electrodos por ser puntos salientes sobre el nivel del suelo. De manera que la corriente del rayo produce una elevación de voltaje de la punta de la torre al suelo”.⁹

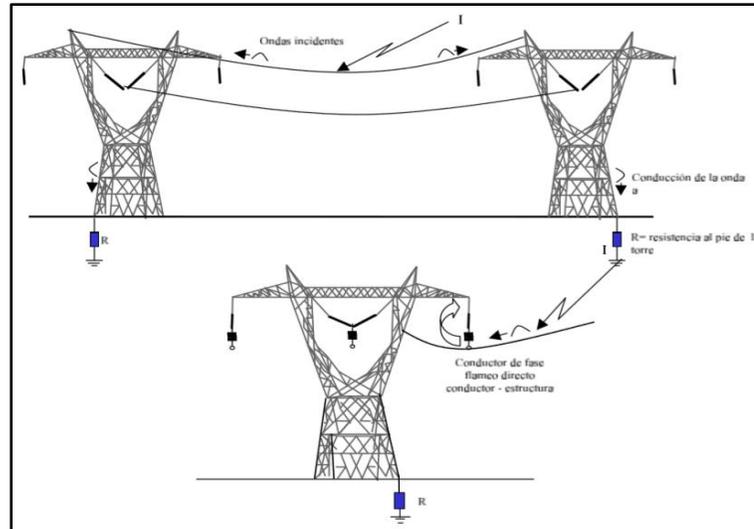
f. Flameo inverso

Fenómeno que se genera cuando una descarga atmosférica impacta los hilos de guarda, las ondas de la corriente son conducidas hacia la tierra, de manera que se espera que las

⁹ Bedoya, José Guillermo. *Notas sobre transitorios electromagnéticos*. Curso de altas tensiones. Ingeniería eléctrica. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala: Facultad de ingeniería, 2010.

redes a tierra se utilicen como una resistencia al pie de la torre, para evitar que las ondas eléctricas puedan generar una reflexión en el servicio.

IMAGEN 10 SISTEMA DE RESISTENCIA AL PIE DE LA TORRE



Fuente: *Notas sobre transitorios electromagnéticos*. Año 2010.

g. Arco eléctrico

De acuerdo a Bedoya, al generarse un esfuerzo dieléctrico produce una ruptura en el aislador debido a la carga eléctrica atmosférica y la carga de la ionización del aire alrededor de la estructura de los aisladores electromagnéticos.

Los aisladores utilizados se clasifican en dos; auto recuperables que pueden recobrar sus propiedades dieléctricas por sí mismas, los más comunes son de porcelana y vidrio. Los no recuperables al sufrir una ruptura no pueden recobrar sus propiedades dieléctricas.

IMAGEN 11 ARCO EN CADENA DE AISLADORES DE VIDRIO



Fuente: *Red de tierras en líneas de transmisión. Año 2010.*

1.3.6 Medioambiente en área de influencia

“El medioambiente es un sistema formado por elementos naturales y artificiales que están interrelacionados y que son modificados por la acción humana. Se trata del entorno que condiciona la forma de vida de la sociedad y que incluye valores naturales, sociales y culturales que existen en un lugar y momento determinado”.¹⁰

Según la empresa de consultoría ambiental de Gestión en Recursos Naturales GRN de Chile, en su ensayo sobre el impacto ambiental de líneas de transmisión eléctrica de alta tensión se establece que dichas líneas ocasionan un impacto significativo en el medioambiente durante la etapa de construcción y operación.

¹⁰ Julián Pérez Porto y Ana Gardey. *Definición de medioambiente*. <http://definicion.de/medio-ambiente/> (10 de septiembre de 2016).

Debido a que una línea de transmisión eléctrica atraviesa largas extensiones de distancia en kilómetros lineales, por lo general traspasa diversas zonas de vida por lo que las condiciones ambientales varían en el trayecto de la línea.

1.3.7 Impacto ambiental de una línea de transmisión eléctrica de alta tensión

Los impactos negativos considerados como potenciales son aquellos que afectan las condiciones ambientales en el entorno del área de establecimiento del proyecto, pues se genera una alteración a las condiciones naturales. En la Tabla 1 se muestra una recopilación de efectos potenciales durante la etapa de operación.

1.3.8 Efectos potenciales durante la etapa de operación

Se recopilaron impactos ambientales de una línea de transmisión eléctrica de alta tensión en documentos de estudios similares para generar la siguiente tabla:

**TABLA 1
RECOPIACIÓN DE EFECTOS POTENCIALES
DURANTE LA ETAPA DE OPERACIÓN**

EFECTOS POTENCIALES	
Afectación a cuerpos de agua por arrastre de suelos removidos.	Fragmentación de ecosistemas acuáticos en cuerpos de agua.
Afectación a cuerpos de agua por derrame de insumos de mantenimiento.	Fragmentación de ecosistemas terrestre.
Afectación a la comunidad por accesos nuevos a la infraestructura.	Generación de expectativas de las poblaciones comunitarias.

CONTINÚA TABLA 1	
EFFECTOS POTENCIALES	
Afectación de áreas de prioridad comunitaria.	Generación de molestias a los pobladores que no quieran poseer estructuras de la línea de transmisión eléctrica en sus propiedades.
Afectación de infraestructura pública.	
Afectación de la cobertura vegetal.	Generación de radio interferencia.
Afectación de nacimientos y/o sitios de captación de agua para la comunidad.	Generación de residuos sólidos y material inerte.
Afectación de sitios culturales o patrimoniales para la comunidad.	Generación temporal de empleo.
Afectación del paisaje visual para miembros de la comunidad.	Incidentes de peligro con comunitarios en la infraestructura.
Alteración sonora durante el efecto Corona.	Incremento de riesgo de accidentabilidad.
Áreas intervenidas por remoción de suelos durante operación.	Inducciones eléctricas si se sobrepasa los límites de distanciamiento de seguridad.
Áreas seleccionadas para resiembra compensatoria.	
Aumento de pastos para ganadería.	Instalación de dispositivos que impidan que aves colisionen contra puntos de riesgo en la infraestructura.
Barreras de protección natural.	
Cambio en el valor económico de la tierra.	Migración de especies por tala de áreas boscosas en la servidumbre de paso.
Cambio en la calidad de vida de las personas por molestias hacia el proyecto.	Modificación del patrón en uso del suelo.
Colisión de avifauna contra los conductores, hilos de guarda y torres.	Modificación o destrucción del perfil edáfico al posicionar torres.
Daños a cultivos comunitarios en la servidumbre de paso.	Modificaciones del relieve natural.
Degradación del suelo por procesos erosivos.	
Desestabilización de laderas.	Nidificación de avifauna en cuerpo de torres, los cuales deben ser limpiados durante mantenimiento.

CONTINÚA TABLA 1	
EFFECTOS POTENCIALES	
Desestabilización de taludes.	Perdida de cobertura vegetal de importancia para la comunidad.
Desplazamiento de áreas de nidificación.	Remoción de tierra en áreas no permitidas por la comunidad para creación de accesos secundarios.
Desplazamiento de familias humanas.	Rescate de especies faunísticas en migración por tala de bosque.
Desplazamiento de poblaciones faunísticas.	Resiembra de especies locales de flora.
Desviación ineficiente de escorrentía de aguas pluviales en sitios de torres.	Resiembra de especies vegetales para conservación.
Disminución de compactación del suelo en entorno del trazo de servidumbre de paso.	Revegetación de acuerdo a necesidades faunísticas.
Disminución de permeabilidad del suelo.	Ruido en cables de tensión eléctrica.
Disposición de residuos vegetales durante limpieza de línea de transmisión.	Siembra en sitios de accesos temporales o instalación de postes.
Eliminación de especies de plancton presente en cuerpos de agua.	Tala de bosques para creación de accesos secundarios.
Eliminación de especies forestales amenazadas.	Temor de los asentamientos poblacionales cercanos a la línea de transmisión eléctrica de alta tensión asociados a los campos electromagnéticos.
Eliminación de especies forestales maderable.	Visualización de chispas o descargas eléctricas debido al efecto Corona.
Evidencias de acumulaciones de aceites.	
Evidencias de vertimientos líquidos al suelo asociados a proyecto.	

Fuente: Gestión en recursos naturales. Disponible en: GRN.com (20 de junio de 2016).

1.3.9 Producción más limpia

Según el Programa de Naciones Unidas para el Medioambiente, la producción más limpia se refiere a la aplicación de una estrategia ambiental, preventiva e integral a los servicios y productos para reducir riesgos al ser humano y al medioambiente, por lo que se enfoca en la eficiencia de los procesos y acciones que involucran el uso de personal e insumos, plantea reducir costos y aumentar la productividad mediante la aplicación de buenas prácticas.

Debido a la gestión de buenas prácticas ambientales, la producción más limpia aborda la contaminación industrial de manera preventiva, mediante la el mejoramiento de la eficiencia en procesos y recursos utilizados que promuevan la reducción o eliminación de los residuos de un proceso productivo o servicio. La generación de residuos implica el resultado del mal aprovechamiento de los recursos utilizados, los cuales a su vez implican un impacto negativo al medioambiente, por lo cual la producción más limpia busca reducir dicho impacto.

1.3.10 Buenas prácticas ambientales

“Son acciones que implican cambios en la organización, en el comportamiento y los hábitos de las personas para disminuir riesgos ambientales, promover el ahorro de recursos y una gestión sostenible de la actividad empresarial. Son cambios de aplicación sencilla y de gran aceptación dentro de la empresa; son medidas que pueden mejorar la competitividad empresarial a cambio de un nulo o bajo coste económico de implantación”.¹¹

¹¹ Ministerio de medioambiente y medio rural y marino. *Guía de buenas prácticas ambientales*. www.ugt.es/Publicaciones/guiamambiente_UGT3folleto.pdf (23 de septiembre de 2016).

Para uso de la investigación propuesta en este documento se utilizarán los conceptos de: Medidas de corrección ambiental, medidas de mitigación ambiental y medidas de compensación ambiental.

1.3.11 Medidas de corrección ambiental

“Son aquellas acciones que al modificar las acciones o los efectos consiguen anular, corregir y/o atenuar un impacto recuperable. Ya sea con el mejoramiento de procesos productivos o las condiciones de funcionamiento de procesos operativos, de forma que a partir de la identificación de impactos negativos, se puedan corregir para evitar emisiones contaminantes”.¹²

En proyectos de Líneas de transmisión eléctrica de alta tensión, durante la etapa de operación no se realizan nuevas instalaciones de infraestructura, por lo que durante esta etapa se visualizan posibles impactos negativos generados durante la etapa de construcción del proyecto y es necesario aplicar medidas de corrección ambiental.

En la Tabla 2 se mencionan medidas de corrección ambiental y algunos de los compromisos ambientales que se presentan ante el MARN en proyectos donde existen infraestructuras que son modificadas y supervisadas por la empresa operativa para controlar su correcto funcionamiento, según respuesta en oficio Ref.: DE-DGE-208/2016 – UIPMEM-554-2016 disponible en el Ministerio de Energía y Minas.

¹² Banco Interamericano de Desarrollo -BID- y Centro de Estudios para el Desarrollo -CED-. *Fundamentos de evaluación de impacto ambiental*. 2010. <http://es.slideshare.net/elambientesano/34-medidas-de-manejo-de-impactos-ambientales>. (26 de septiembre de 2016).

TABLA 2
MEDIDAS DE CORRECCIÓN AMBIENTAL

BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES	
<p>Aumentar la visibilidad del cable de guarda con dispositivos desviadores de vuelo donde se requieran.</p> <p>Buscar yacimientos arqueológicos no visibles.</p> <p>Cambiar trazados y rutas (proyectos lineales).</p> <p>Capacitar al personal con temas de separación y reciclaje de desechos.</p> <p>Capacitar constantemente a personal.</p> <p>Colocar letreros y señalización preventivos en el área para evitar situaciones de riesgo.</p> <p>Conducir aguas de escorrentía o de flujo superficial.</p> <p>Contar con un programa periódico de mantenimiento de líneas de transmisión y subestaciones.</p> <p>Disponer de señales gráficas (No fumar; salida de emergencia, extinguidor, ruta de evacuación, peligro alto voltaje, botiquín).</p> <p>Durante el mantenimiento, no derramar combustibles o lubricantes de vehículos para transporte del personal.</p> <p>Evitar el derrame de residuos de grasas, aceite dieléctrico, solventes y sustancias peligrosas en el suelo; vertimiento en el drenaje o cuerpos de agua presentes en la zona.</p> <p>Identificar riesgos y precauciones en el uso de insumos de limpieza.</p> <p>Implementar plan de seguridad industrial y salud ocupacional.</p> <p>Implementar equipo de protección personal EPP y elementos de seguridad.</p> <p>Instalar extinguidores en bodegas de almacenamiento y adiestrar a una persona responsable de su utilización.</p>	<p>Realizar adecuaciones a los accesos existentes para evitar su deterioro y la contaminación de los cuerpos de agua.</p> <p>Permitir la existencia de vegetación arbustiva que no afecte el funcionamiento de las líneas de transmisión eléctrica.</p> <p>Plan de manejo de tráfico.</p> <p>Programación de inspecciones periódicas del sistema para identificar equipos defectuosos y dar mantenimiento oportuno.</p> <p>Programas de reforestación para evitar erosión de suelos.</p> <p>Prohibir el uso de radios a alto nivel de volumen.</p> <p>Mantener el corte de vegetación al mínimo necesario para el mantenimiento de la servidumbre de la Línea de transmisión.</p> <p>Mantenimiento continuo a sistemas contra incendios (cada seis meses mínimo).</p> <p>Mantenimiento de la superficie de rodadura de los caminos de terracería.</p> <p>Mantenimiento preventivo a vehículos.</p> <p>Medidas para evitar la erosión y riesgo de deslizamiento.</p> <p>Minimizar el corte de vegetación ribereña a efecto de proteger el curso de agua y la calidad del agua.</p>

CONTINÚA TABLA 2	
BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES	
<p>Las inspecciones, mantenimiento preventivo y reparaciones del sistema de transmisión de electricidad deben ser realizados por técnicos capacitados.</p> <p>Limitar todo desbroce y corte de vegetación al área de servidumbre de paso.</p> <p>Localización de botiquín de primeros auxilios y luces de emergencia.</p> <p>Localización de extinguidores ABC.</p> <p>Manejo de desechos sólidos y líquidos para transportarlos a localidad propuesta por la entidad ambiental pertinente.</p> <p>Prohibir lavar maquinaria y equipo utilizado en cuerpos de agua.</p> <p>Refuerzo de infraestructura física.</p>	<p>Rescate de flora y fauna en el área de influencia a partir de estudio de especies.</p> <p>Reubicación de estructuras en caso de impactos no mitigables.</p> <p>Se prohíbe la caza y extracción de flora y fauna silvestre en el área del proyecto y área de influencia y los caminos de acceso al área en todas las etapas del proyecto.</p> <p>Señalización: medidas reglamentarias, informativas y preventivas.</p> <p>Solicitar a contratistas el mantenimiento periódico preventivo de la maquinaria y vehículos.</p> <p>Utilizar elementos de protección personal</p> <p>Utilizar hojas de registro de seguridad de productos y materiales.</p> <p>Verificar el funcionamiento de elementos que prevengan la colisión de aves y murciélagos.</p>

Fuente: Oficio Ref.: DE-DGE-208/2016 – UIPMEM-554-2016. Año 2016.

1.3.12 Medidas de mitigación ambiental

“Son obras o actividades para minimizar los impactos causados por un proyecto, actúan sobre sus causas con el objeto de eliminar, reducir o modificar el impacto ambiental. Existen las medidas obligatorias que están orientadas a manejar impactos mitigables y ambientalmente inadmisibles por restricciones legales y socioculturales; también existen las medidas convenientes, las cuales son acciones para el manejo de impactos mitigables y ambientalmente admisibles.”¹³

¹³ Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial de Colombia. *Sobre licencias ambientales*. (Decreto número 2820-2010). http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2010/dec_2820_2010.pdf (28 de septiembre de 2016).

A partir de la información recopilada en las fuentes bibliográficas que pueden ser consultadas en la bibliografía al final del documento, según los criterios propuestos por el Banco mundial por medio de *Energy Sector Management Assistance Program* ESMAP (Programa de Asistencia en la Gestión Sectorial Energética) en proyectos de transmisión eléctrica durante la etapa de operación, para cumplir con los objetivos del estudio se presentan los siguientes:

**TABLA 3
MEDIDAS DE MITIGACIÓN AMBIENTAL**

BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES	
Control de emisiones atmosféricas	<p>Reducir valores de concentración de sustancias nocivas, gases, combustibles y partículas disueltas en el aire.</p> <p>Selección de materias primas e insumos con base a legislación vigente.</p> <p>Eliminación de riesgos contra la seguridad y salud de los colaboradores.</p>
Control de ruido	<p>Monitoreo de niveles de ruido establecidos en el diseño de la infraestructura.</p> <p>Control de molestias sonoras mediante entrevistas a poblaciones humanas en el área de influencia del proyecto.</p>
Separación de redes de agua	<p>Separación de agua pluvial, doméstica e industrial si se generan impactos por alguna de estas.</p> <p>Aprovechamiento de agua pluvial.</p> <p>Identificación de nacimientos de agua.</p> <p>Si hay disminución de caudal visible en cuerpos de agua, se recomienda realizar mediciones de caudal periódicos</p> <p>Diseño y construcción de canales para desviar redes de agua pluvial que puedan afectar la infraestructura.</p> <p>Separación de agua pluvial, doméstica e industrial si se generan impactos por alguna de estas.</p>

CONTINÚA TABLA 3	
BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES	
	<p>Aprovechamiento de agua pluvial.</p> <p>Identificación de nacimientos de agua.</p> <p>Si hay disminución de caudal visible en cuerpos de agua, se recomienda realizar mediciones de caudal periódicos.</p> <p>Diseño y construcción de canales para desviar redes de agua pluvial que puedan afectar la infraestructura.</p>
Gestión integral de residuos sólidos y peligrosos	Clasificación, generación, composición, recolección, transporte, almacenamiento temporal, manejo para aplicar minimización, reciclaje o reutilización y disposición final.
Manejo de patios de almacenamiento temporal de material reciclable de excavación y materiales de construcción	<p>Estructura creada para almacenamiento y tener control de sedimentos.</p> <p>Estructuras cerradas para evitar contacto con la lluvia.</p> <p>Señalización de material reciclable y delimitación de rutas.</p>
Disposición de escombros	<p>Trazado de rutas mediante sistemas de información geográfico.</p> <p>Control de partículas de polvo que puedan generarse.</p> <p>Cubrimiento de material particulado a transportar.</p>
Traslado de vegetación	<p>Para especies de flora que deban ser removidas en el área de influencia, se deben buscar áreas de ecosistema similar para su conservación.</p> <p>Restos de material vegetal cortado durante la limpieza de servidumbre de paso.</p> <p>Material maderable obtenido de la poda de especies de árboles en el área de influencia del proyecto.</p>
Equipo para combatir incendios	<p>Plan de seguridad en caso de incendios.</p> <p>Rutas evacuación en caso de población humana.</p> <p>Equipo para controlar y mitigar el fuego apto para la infraestructura.</p> <p>Ubicación de áreas de riesgo si ya sucedieron incidentes de incendios forestales o en pastizales.</p>

Fuente: Programa de Asistencia en la Gestión Sectorial Energética. Disponible en: <http://esmap.org/node/68>. (23 de julio de 2017).

1.3.13 Medidas de compensación ambiental

“Son obras o actividades que compensan los daños causados por la construcción o implementación de un proyecto destinadas a los impactos que no se pueden prevenir o mitigar totalmente. Su objetivo es producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente al efecto adverso identificado. Se implementan en las áreas en que se presenten los impactos ambientales o en áreas de compensación”.¹⁴

Se revisaron las Matrices de relación causa-efecto, según los criterios propuestos por el Banco mundial por medio de *Energy Sector Management Assistance Program- ESMAP* (Programa de Asistencia en la Gestión Sectorial Energética) en proyectos de transmisión eléctrica durante la etapa de operación, además, se recopilaron algunas medidas establecidas en estudios de impacto ambiental citados en la bibliografía de esta propuesta de investigación, para cumplir con los objetivos del estudio se presentan los siguientes:

**TABLA 4
MEDIDAS DE COMPENSACIÓN AMBIENTAL**

BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES	
Planes de conservación	Debido a la fragmentación del hábitat en el área de influencia del proyecto se deben generar Planes de conservación de especies amenazadas, endémicas y migratorias en base a listados establecidos como el de Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas; Listado de Especies Amenazadas y Fundación Defensores de la naturaleza.
Compensación directa a las comunidades	Además de evitar conflictos sociales, se debe compensar a las comunidades con proyectos que involucren educación ambiental. Los proyectos pueden ser asignados a un área compensatoria por impactos negativos.

¹⁴ Marin Ardila, Edilvey. *Medidas de compensación ambiental*. 2016. <https://prezi.com/dv5dc9zyvvqv/metodologia-ad-hoc/> (29 de septiembre 2016).

CONTINÚA TABLA 4		
BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES		
Proyectos de reducción de emisiones	de	Si se generan residuos o desechos que no pueden ser eliminados pero si tienen otros usos, se pueden utilizar para proyectos modelo de reutilización y reciclaje.
Proyectos de reforestación	de	Aunque en el país de Guatemala, estos planes de reforestación se incluyen en el Plan de Manejo Forestal presentado ante el Instituto Nacional de Bosques –INAB-, la empresa operativa debería reforestar áreas de manejo forestal o agroforestal en conjunto con las comunidades.
Proyectos de restauración ecológica	de	Para restaurar áreas en donde se haya tenido que modificar el ecosistema y por la misma razón especies de fauna hayan tenido que emigrar hacia áreas fuera de la influencia del proyecto. Busca el manejo de la regeneración natural de especies nativas, pueden ser las especies más comunes las indicadoras de calidad ambiental que depende de la temporada.
Pago por servicios ambientales	por	Para asegurar la conservación de ecosistemas naturales, se puede crear un convenio con personas de la comunidad que puedan formar parte de servicios ambientales para proteger y mantener ciertas características favorables para el ecosistema en la zona de influencia del proyecto.
Proyectos de manejo de cuenca hidrográfica	de	Para promover la conservación de cuencas hidrográficas mediante el manejo en conjunto a las comunidades que viven en ellas.
Estudios de especies de fauna invertebrados	de	Para promover la conservación de especies de fauna e invertebrados en cierto hábitat natural y contribuir a la información del país. Estas investigaciones pueden contribuir con el cuidado para la conservación de especies en peligro de extinción, además de contribuir con la actualización de los listados realizados por organizaciones en pro de la fauna local.
Estudios de especies de flora y fungi	de	Para promover la conservación de especies de flora y hongos indicadores en cierto hábitat natural y contribuir a la información del país.
Programas de cohesión social	de	Impulsar proyectos de desarrollo de la calidad de vida de las poblaciones locales mediante la identificación de sus necesidades.

Fuente: Guía ambiental para proyectos de transmisión de energía eléctrica. Disponible en: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/0028> (10 de junio de 2016).

1.3 Marco referencial

1.3.1 Cuenca del río Motagua

“La Cuenca del Río Motagua es una de las más grandes e importantes de Guatemala, abarca 14 jurisdicciones departamentales del país, en los últimos 40 años se ha

visualizado el deterioro de los recursos naturales e hídricos, producto de la presión de poblaciones locales, y del mal uso del suelo y de los recursos biológicos, fenómeno en comunidades en toda la cuenca. Esta cuenca nace en el altiplano occidental de Guatemala y es uno de los accidentes geográficos más importantes del país, debido al aporte de agua de las montañas del altiplano, Sierra del Merendón, Sierra de las Minas y Chuacús”.¹⁵

1.3.2 Región semiárida del valle del río Motagua

De acuerdo al Fondo Mundial para la Naturaleza la región del valle del río Motagua es considerada como una eco región la cual está dividida en dos zonas de vida: Monte Espinoso Subtropical (me-S) y Bosque Seco Subtropical (bs-S). Prevalecen debido a sus condiciones climáticas las *Cactáceas*, *Euforbiáceas* y *Mimosáceas*.

Según investigaciones realizadas en esta región se identificaron factores de degradación del ecosistema respecto a la diversidad biológica y contaminación de ríos. Debido al clima caluroso de Zacapa se considera que el monocultivo, y la presión humana sobre la flora y fauna han generado pérdida del hábitat natural.

De acuerdo a los resultados obtenidos sobre los elementos de conservación prioritarios en el Valle del Motagua por parte de Fundación Defensores de la Naturaleza, los elementos son: El bosque espinoso subtropical y el bosque seco subtropical; bosques ribereños y el sistema fluvial debido al posicionamiento topográfico; además especies indicadoras como *Tillandsias* y *cactáceas* amenazadas y *Heloderma horridum charlesbogerti*.

¹⁵ Fundación para la conservación de los recursos naturales y ambiente en Guatemala. *Diagnóstico preliminar de Situación de la Cuenca del Río Motagua*. 2012. www.fcg.org.gt/.../DiagnosticoPreliminarDeSituacionDeLaCuencaDelRioMotagua.pdf (23 de agosto de 2016).

Estos elementos son una fuente de alimentación y refugio a la fauna que habitualmente vive en las partes altas de la Sierra de las Minas.

De acuerdo a la metodología de identificación de zonas de vida por el biólogo y climatólogo Leslie Holdridge, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales reconoce las siguientes clasificaciones para el área de estudio de esta investigación:

- a. Bosque húmedo subtropical templado (bh-S).
- b. Bosque muy húmedo subtropical cálido norte (bmh-S).
- c. Bosque muy húmedo subtropical frío (bmh-S).
- d. Bosque seco subtropical (bs-S).
- e. Monte espinoso subtropical (me-S).
- f. Bosque ribereño.

IMAGEN 12 ZONAS DE VIDA DE GUALÁN, ZACAPA

Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia - SEGEPLAN					
Dirección de Políticas Regionales y Departamentales					
Sistema Nacional de Planificación Estratégica Territorial - SINPET					
Sistema de Usuarios de Información Territorial - SINIT					
Tabla Número		44 - 19			
Variable	Zonas de Vida				
Indicador	Zonas de Vida				
Cobertura Geográfica	Municipios del Departamento de Zacapa				
Fecha de Publicación	2001				
Unidad de Medida	Kilómetros cuadrados				
Fuente	Ministerio de Agricultura y Ganadería, MAGA				
					
		Zacapa	Estanzuela	Rio Hondo	Gualan
Código Departamento y Municipio		1901	1902	1903	1904
Código Campo					
Bosque húmedo subtropical templado (bh-S (t))	bh-S (t)	130.84	1.34	190.00	396.69
Bosque muy húmedo subtropical cálido norte (bmh-S(c) norte)	bmh-S(c) norte	0.00	0.00	0.88	117.06
Bosque muy húmedo subtropical frío (bmh-S(f))	bmh-S (f)	0.00	0.00	124.59	45.83
Bosque pluvial montano bajo subtropical (bp-MB)	bp-MB	0.00	0.00	64.08	0.00
Bosque seco subtropical (bs-S)	bs-S	139.07	6.29	39.65	190.44
Monte espinoso subtropical (me-S)	me-S	238.22	84.61	38.90	33.55

Fuente: Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia –SEGEPLAN. Disponible en: http://ide.segeplan.gob.gt/tablas/tablas_municipal/pdfs/19.../tabla_44_19.pdf. (29 de septiembre de 2016).

1.3.3 Especies indicadoras

Para poder establecer una guía de posibles especies de flora y fauna se procedió a revisar los siguientes documentos: *Listado de Especies Amenazadas de Guatemala LEA* de Comisión Nacional de Áreas Protegidas CONAP, *Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres CITES*, Información del área obtenida en Fundación Defensores de la Naturaleza en la sede de Río Hondo en Zacapa, y *Aves de la Región Semiárida del Valle del Motagua, con el financiamiento del Fondo Nacional para la Conservación de la Naturaleza FONACON*.

De acuerdo a la investigación realizada por la Fundación Defensores de la Naturaleza, se describen las siguientes características de la Región Semiárida del Valle del Motagua con el motivo de obtener listados parciales:

1.3.4 Clima

Se describe como región semiárida debido a la precipitación pluvial (400 a 600 mm/año). La humedad relativa promedio oscila entre 60% y 72% y la evapotranspiración potencial presenta valores entre 600 y 800 mm/anuales, acorde a estaciones meteorológicas en el departamento de Zacapa y El progreso.

1.3.5 Fisiografía, topografía y suelos

De acuerdo al relieve presente en el área, pertenece a la depresión fisiográfica del Río Motagua y está constituido por meandros.

La topografía posee aluviones cuaternarios, rocas ultra básicas (serpentinitas) y rocas volcánicas con depósitos de material de lahares. Está constituida por pendientes poco pronunciadas <5%.

1.3.6 Flora

Predominan las *Caducifolias*, *Acacias*, *Cactáceas* y *arbustos leguminosos*, el 50% de población vegetal está compuesta por especies que presentan espinas, por lo cual una gran parte está establecida como Bosque espinoso.

TABLA 5
ESPECIES INDICADORAS DEL ESTRATO ARBÓREO
DEL MONTE ESPINOSO DEL VALLE DEL MOTAGUA

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
Yaje	<i>Leucaena diversifolia Benth</i>	Mimosaceae
Zarza blanca	<i>Mimosa platycarpa Benth</i>	
Mota pino	<i>Mimosa zacapana Standl y Steyerm</i>	
Orotoguaje	<i>Acacia deamii Breate y Rose</i>	
Brasil	<i>Haematoxylon brasiletto Karsten</i>	Caesalpinaceae
Flor amarilla	<i>Cassia skinneri Benth</i>	
Aripin	<i>Caesalpinia velutina Standl</i>	
Guayacán	<i>Guaiacum sanctum L.</i>	Zigophyllaceae
Caraño	<i>Juliana adstringens Schlecht</i>	Julianiaceae
Pata de macho	<i>Bumelia obtusifolia Roem. & Schult</i>	Sapotaceae
Roble	<i>Bucida macrostachya Standl</i>	Combretaceae
Ceibillo	<i>Ceiba aesculifolia (Kunth) Britten & Baker</i>	Bombacaceae
Palo de jote	<i>Bursera simaruba (L) Sarg</i>	Burseraceae

Fuente: Estrategias de conservación de los elementos prioritarios de la región semiárida del valle del Motagua. Año 2010.

En la Tabla 6 se identifican las especies de flora y fauna con grado endémico y en la Tabla 7 se identifican especies vegetales del monte espinoso y bosque seco con usos potenciales en el área de Gualán, información según la Fundación Defensores de la naturaleza, estos datos se utilizaron para realizar la entrevista en Anexos.

TABLA 6
LISTADO DE ESPECIES DE FLORA
Y FAUNA CON GRADO ENDÉMICO SEGÚN FDN

COMPONENTE	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NIVEL DE ENDEMISMO
FLORA	Cactaceae	<i>Nyctocereus guatemalensis</i>	Tuno de zorro	Nacional
		<i>Myrtillocactus eichlami</i>		Nacional
		<i>Cephalocereus maxonii</i>	Cabeza de viejo	Guatemala, Honduras
		<i>Nopalea guatemalensis</i>	Tuno	Nacional
	Mimosaceae	<i>Mimosa zacapana</i>	Mota pino	Valle del Motagua
	Bromeliaceae	<i>Tillandsia xerographica</i>	Gallito	Guatemala, El Salvador
FAUNA	Iguanidae	<i>Ctenosauria palearis</i>	Garrobo	Valle del Motagua
	Helodermatidae	<i>Heloderma horridum charlesbogerti</i>	Escorpión	Subespecie del Valle del Motagua
	Icteridae	<i>Icterus pustulatus alticola</i>	Chorcha	Valle del Motagua

Fuente: Estrategias de conservación de los elementos prioritarios de la región semiárida del valle del Motagua. Año 2010.

TABLA 7
ESPECIES VEGETALES DEL MONTE
ESPINOSO Y BOSQUE SECO CON USOS POTENCIALES

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	USO POTENCIAL
Yaje	<i>Leucaena diversifolia (Schelecht) Beth</i>	Mimosaceae	Maderable
Yaje	<i>Leucaena brachycarpa Urban</i>		
Orotoguaje	<i>Acacia deammii Britt y Rose</i>		
Quebracho	<i>Albizziar isiopoda (Blake) Britt y Rose</i>		
Zarza	<i>Mimosa Platycarpa Benth</i>		
Roble	<i>Bucida macrostachya</i>	Combretaceae	
Cortés	<i>Tabebuia sp.</i>	Bignoniaceae	
Palo Hediondo	<i>Caesalpineia eriostachys Benth</i>	Caesalpinaceae	
Aripín	<i>Caesalpineia velutina (Britt y Rose) Standl</i>		
Guachipilín	<i>Diphysa macrophylla Lundell</i>	Fabaceae	
Jocote de Mico	<i>Simarouba glauca D. C.</i>	Simaroubaceae	
Cedrillo	<i>Thrichilia hirta L.</i>	Meliaceae	
Guayacán	<i>Guaiacum sanctum L.</i>	Zigophyllaceae	
Fruta de cabro	<i>Karwinsakia calderoni Standl</i>	Rhamnaceae	
Orégano	<i>Lippia graveolens HBK</i>	Verbenaceae	
Loroco	<i>Fernaldia pandurata</i>	Apocinaceae	Alimentario
Chiltepe	<i>Capsicum annum L. Car. Aviculare</i>	Solanaceae	
Jocote de mico	<i>Simarouba glauca DC.</i>	Simaroubaceae	
Frutillo	<i>Malpighia puniceifolia L.</i>	Malpighiaceae	
Yaje	<i>Leucaena diversifolia (Schelecht) Beth</i>	Mimosaceae	
Chichicaste	<i>Cnidoscopus urens L.</i>	Euphorbiaceae	
Yuca cimarrona	<i>Manihot gualanensis Bartlett</i>		
Chaparro	<i>Cordia truncatifolia Bartlett</i>	Boraginaceae	
Diente de chucho	<i>Heliotropium angiospermum murria Predr.</i>		
Arpón	<i>Hylocereus undatus</i>	Cactaceae	
Chile	<i>Melocactus ruestii Schumann</i>		
Yaje	<i>Leucaena diversifolia (Schelecht) Beth</i>	Mimosaceae	Forrajero
Yaje	<i>Leucaena brachycarpa Benth</i>		
Zarza	<i>Mimosa Platycarpa Benth</i>		
Orotoguaje	<i>Acacia deammii Britt y Rose</i>		
Subín	<i>Acacia farnesiana</i>		
Morro	<i>Crescentia alata HBK</i>	Bignoniaceae	
Zacate Cola de Armado	<i>Bouteloua disticha HBK</i>	Poaceae	
Frijolillo	<i>Teramnus labialis (L.F.) Spreng</i>	Fabaceae	
Frijolillo	<i>Cracca mollis (HBK) Benth y Spreng</i>		
Tamarindillo	<i>Aeschynomene fascicularis Schlecht y Cham</i>		
Barreto	<i>Cordia truncatigolia Bartlett</i>	Boraginaceae	
Palo de la Cruz	<i>Plumeria rubra L.</i>	Apocynaceae	
Madreflecho	<i>Apoplanesia paniculata Presl.</i>	Fabaceae	
Sereno	<i>Iresine calea</i>	Amaranthaceae	
Tuno de zorro	<i>Nyctocereus gautemalensis Britt y Rose</i>	Cactaceae	
Chile	<i>Melocactus ruestii Schumann</i>		
Cerote	<i>Mammillaria eichiamii Quehl</i>		

Fuente: Estrategias de conservación de los elementos prioritarios de la región semiárida del valle del Motagua. Año 2010.

1.3.7 Fauna

De acuerdo a Fundación Defensores de la Naturaleza se pueden definir algunas de las especies en peligro de extinción en el Valle del Motagua: Algunos de los murciélagos son *Pteronofus dhabi*, *P. parnelli* y *Leptonycteris curasoae*. Algunos mamíferos como el Armadillo (*Dasybus novemcinctus*), Zorrillos (*Conepatus semistriatus*), *Mephitis macroura*, *Cacamixtle* (*Bassariscus sumicharsti*) y el Tacuazin de agua (*Chironectes minimus*).

Según FDN las familias más comunes son: *Columbidae*, *Tyrannidae*, *Iceridade*, *Fringilidae*, Torobojo (*Momotus mexicanus*).

Debido a la importancia del estudio de avifauna en la región la Fundación Defensores de la Naturaleza en el año 2012 realizó el estudio titulado *Aves de la Región Semiárida del Valle del Motagua, con el financiamiento del Fondo Nacional para la Conservación de la Naturaleza FONACON* en el cual se establecen 92 especies de aves indicadoras de la región, dividida en especies de estatus: Endémico regional, Residente reproductivo, especies Migratorias, Transeúntes e Introducida.

El estudio de aves realizada por la Fundación Defensores de la Naturaleza se utilizó durante la etapa de campo para identificar similitudes de características de aves.

Se reportan 16 especies de anfibios y 54 de reptiles, los más significativos son: Rana *Craugastor (Eleutherodactylus) inachus*, Salamandra (*Oedipina taylori*), y *Heloderma horridum charlesbogerti*, la cual se encuentra en peligro de extinción y se considera la existencia de 300 individuos.

En cuanto a artrópodos más significativos se encuentran: Tarantula (*Aphonopelma seemanni*), Tarantula (*Cyclostemum pentalora*), Tarantula (*Ischnothele digitata*), Tarantula (*Ctenizidae*), Alacrán (*Centruroides margaritatus*), Alacrán (*Centruroides chmidtii*) (*buthidae*) y el Alacrán (*Diplocentrus motagua*) (*Diplocentridae*).

1.3.8 Gualán, departamento de Zacapa

La línea de transmisión eléctrica de alta tensión (230 kilovattios) parte del Lote C, Plan de Expansión del Sistema de Transporte de Energía Eléctrica Acuerdo Gubernativo PET-1-2009, la cual atraviesa el municipio de Gualán con latitud de 15° 06' 44" y longitud de 89° 21'45".

“Gualán se encuentra ubicado en la región nororiente del Guatemala, situado sobre tierras irrigadas por el río Motagua, en el departamento de Zacapa. El municipio se encuentra a 36 kilómetros de la cabecera departamental, colinda al norte con el Estor y los Amates, municipios del departamento de Izabal, al sur con la Unión, al oeste con Zacapa, Río Hondo, los tres municipios del departamento de Zacapa y al este con departamento de Izabal y la república de Honduras”.¹⁶

a. Recurso hídrico

“El municipio de Gualán cuenta con 15 ríos, 140 quebradas y nacimientos localizados en la Sierra de las Minas, al unirse forman parte de la cuenca del Motagua, entre ellos están: Santiago, Los Achiotes, Mayuelas, El Lobo, Blanco, Tinto, Managua, El Islote, Guaranja, El Naranja o Zapote, Biafra, Las Cañas, Pexja, Doña María y el Motagua”.¹⁷

¹⁶ León Constantino Lux Álvarez. *Diagnóstico Socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión*. Municipio de Gualán, Zacapa. http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03_0698_v10.pdf (2 de agosto de 2016).

¹⁷ *Ibidem.*, 8.

Los ríos más importantes y su longitud en el municipio de Gualán son: Río los Achiotos (45 kilómetros), Río Mayuelas (39 kilómetros), Río el Lobo (95 kilómetros), Río Doña María (7 kilómetros), Riachuelo Mestizo (18 kilómetros), Río Biafra (69 kilómetros), Río Motagua (314 kilómetros) y el Río Shin Shin Zapote (388 kilómetros). Además los ríos: Santiago, El Silencio, Blanco, Las Cañas, Naranjo, Arenal, Lajilla y El Islote.

b. Relieve y topografía

“El Municipio posee un relieve accidentado, se levantan picos montañosos y colinas. Se imponen por la altura 14 montañas: Cimarrón, Chical, el Chorro, Jubuco, de la Sierra, el Bote, el Islote, el Mirador, el Socolón, el Zapote, Jalapán, Shinshin, La Jigua, La Providencia, y Santa Gertrudis, además atravesado por la Sierra de las Minas, la Sierra del Merendón y la cumbre Santa Rosita”.¹⁸

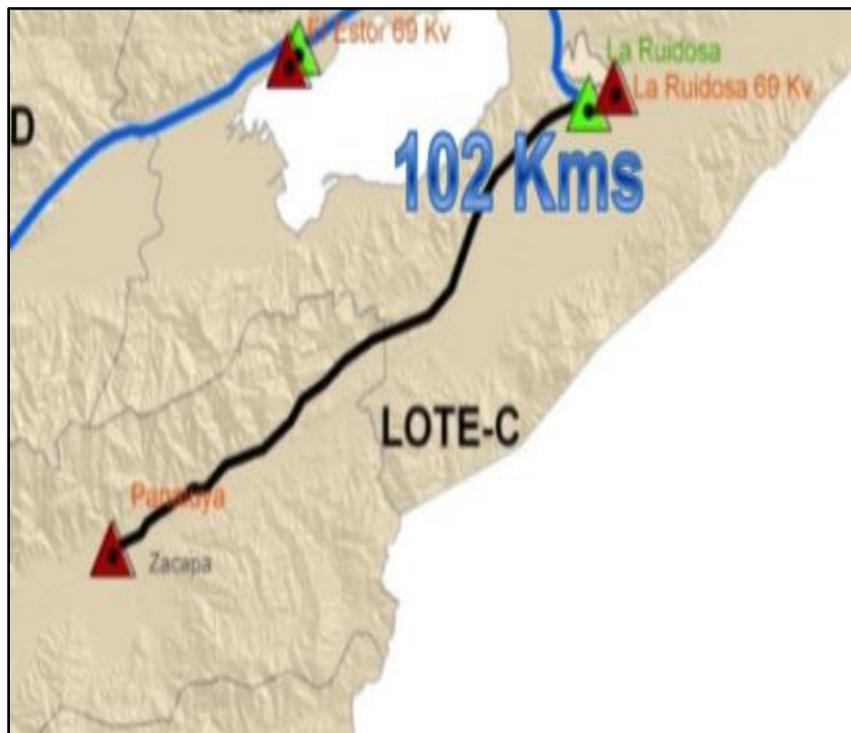
1.3.9 Plan de Expansión del Sistema de Transporte de Energía Eléctrica PET

De acuerdo al Resumen del Plan de Expansión Indicativo del Sistema de Generación de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica CNEE, para evaluar la factibilidad económica del abastecimiento de la demanda de energía eléctrica a través de tecnologías de generación eficientes; El Plan de Expansión del Sistema de Transporte (Transitorio, reformas Acuerdo Gubernativo No. 68-2007). El proyecto busca el desarrollo tecnológico del país, sin embargo aún se conocen distintas percepciones de los comunitarios que no entienden el conocimiento de una línea de transmisión eléctrica.

¹⁸ Municipalidad de Gualán, Zacapa. *Historia del municipio de Gualán, Guatemala*. <http://www.inforpressca.com/gualan/historia.php> (25 de junio de 2016)

En el Mapa 1 se muestra el tramo del Lote C que parte de Morales en el departamento de Izabal hacia Río hondo en el departamento de Zacapa con un tramo de 102 kilómetros lineales, sin embargo para realizar la investigación propuesta solo se utilizará el tramo que recorre las comunidades del municipio de Gualán, Zacapa en 32 kilómetros lineales que atraviesan la zona semiárida del Valle del río Motagua.

MAPA 1 ANILLO ORIENTAL PLAN DE EXPANSIÓN DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA PET



Fuente: Plan de Expansión del Sistema de Transporte de Energía Eléctrica PET-1-2009. Disponible en: www.trecsa.com.gt/pet (22 de abril de 2016).

1.3.10 Línea de transmisión eléctrica en Gualán, Zacapa

Como proyecto de cobertura nacional, la infraestructura del PET está dividida en 6 lotes geográficos, para cumplir los objetivos de la investigación, se tomara el tramo del perteneciente al Lote C (anillo atlántico) en el área lineal que atraviesa el municipio de Gualán, Zacapa.

a. Mantenimiento de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión

El mantenimiento se realiza en periodo trimestral, por el equipo técnico encargado del mantenimiento realizado a través de un transecto y que consiste en recorrido por todo el trazo de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión. Este equipo recorre la línea y las subestaciones que conforman los Lotes del PET durante la etapa de operación.

A partir del listado de comunidades por las que atraviesa el proyecto, se generó un mapa para conocer la distancia en kilómetros del tramo a estudiar, se concluyó que son 32 kilómetros lineales, como se puede observar en el Mapa 2.

b. Comunidades localizadas en el área de investigación

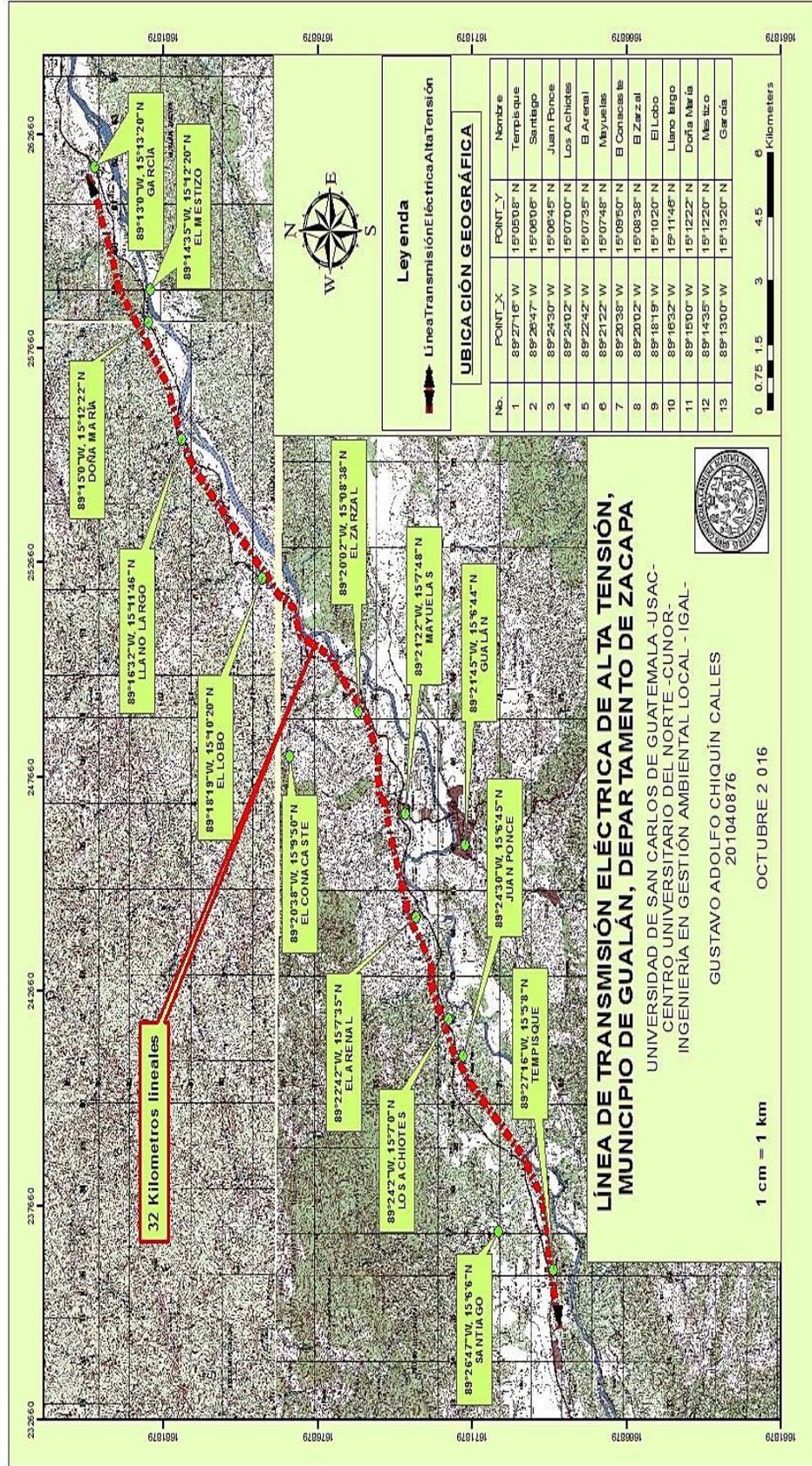
Como se menciona anteriormente, se delimito un área de 32 kilómetros lineales, para lo cual se han determinado las comunidades en el trazo de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión en el municipio de Gualán, Zacapa en la siguiente tabla:

TABLA 8
COMUNIDADES QUE ATRAVIESA LA LÍNEA DE
TRANSMISIÓN ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN

No.	ALDEA O CASERÍO	UBICACIÓN	NO. DE FAMILIAS	COORDENADAS	
				LONGITUD X	LATITUD Y
1	Tempisque	Gualán, Zacapa	29	89°27'16" W	15°05'08" N
2	Santiago	Gualán, Zacapa	27	89°26'47" W	15°06'06" N
3	Juan Ponce	Gualán, Zacapa	70	89°24'30" W	15°06'45" N
4	Los Achiotos	Gualán, Zacapa	68	89°24'02" W	15°07'00" N
5	El Arenal	Gualán, Zacapa	66	89°22'42" W	15°07'35" N
6	Mayuelas	Gualán, Zacapa	165	89°21'22" W	15°07'48" N
7	El Conacaste	Gualán, Zacapa	25	89°20'38" W	15°09'50" N
8	El Zarzal	Gualán, Zacapa	40	89°20'02"W	15°08'38"N
9	El Lobo	Gualán, Zacapa	50	89°18'19" W	15°10'20" N
10	Llano largo	Gualán, Zacapa	10	89°16'32" W	15°11'46" N
11	Doña María	Gualán, Zacapa	30	89°15'00" W	15°12'22" N
12	Mestizo	Gualán, Zacapa	57	89°14'35" W	15°12'20" N
13	García	Gualán, Zacapa	25	89°13'00" W	15°13'20" N

Fuente: Investigación de campo. Año 2016.

MAPA 2 ÁREA DELIMITADA PARA INVESTIGACIÓN



Fuente: Investigación de campo. Año 2016.

CAPÍTULO 2

METODOLOGÍA

2.1 Hipótesis

La empresa operativa responsable del mantenimiento de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión del municipio de Gualán, Zacapa actualmente realiza buenas prácticas ambientales en lo que se refiere a medidas de corrección, mitigación y compensación en el área de influencia del proyecto en donde se generan impactos en la población y el medioambiente.

2.2 Variables

A partir de la hipótesis planteada, se describen las variables:

2.2.1 Variable independiente

Buenas prácticas ambientales.

2.2.2 Variable dependiente

Impacto ambiental.

2.3 Descripción de metodología de investigación

Con base al libro *Metodología de la investigación, sexta edición* por el Dr. Roberto Hernández Sampieri, Director del Centro de investigación en métodos mixtos de la Asociación Iberoamérica de la Comunicación, se describieron los fundamentos para realizar una investigación mixta mediante los alcances que esta genera, para lo cual se realizó la siguiente tabla:

TABLA 9
PROPÓSITOS Y VALOR DE LOS
ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN

ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN SEGÚN SAMPIERI		
Tipo de alcance de la investigación	Propósito de la investigación	Valor de la investigación
Exploratorio	Se realiza cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado , del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes.	Ayuda a familiarizarse con fenómenos desconocidos, obtener información para realizar una investigación más completa en un contexto particular, investigar nuevos problemas, identificar conceptos o variables promisorias, establecer prioridades para investigaciones futuras, o sugerir afirmaciones y postulados .
Descriptivo	Busca especificar las propiedades , las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos , objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a análisis .	Es útil para mostrar con precisión ángulos o dimensiones de un fenómeno, suceso, comunidad, contexto o situación.
Correlacional	Su finalidad es conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto específico.	En cierta medida tiene un valor explicativo, el hecho de saber que dos conceptos o variables se relacionan aporta cierta información explicativa.
Explicativo	Está dirigido a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales . Se enfoca en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables .	Se encuentra más estructurado que los demás alcances (de hecho implica los propósitos de éstos); además de que proporcionan un sentido de entendimiento del fenómeno a que hace referencia.

Fuente: *Metodología de la investigación*. 2014.

De acuerdo a la metodología de investigación propuesta por el Dr. Roberto Hernández Sampieri, una investigación con valor explicativo posee un mayor nivel de alcance ya que proporciona el entendimiento de un fenómeno, problema o causa analizada. A través del proceso descriptivo se pueden explicar los procesos, características y propiedades que interactúan en el área de estudio, por lo que se determinó el alcance de la investigación como descriptivo y explicativo (DEXPLIS).

2.3.1 Diseño explicativo secuencial DEXPLIS

“El diseño se caracteriza por una primera etapa en la cual se recaban y analizan datos cuantitativos, seguida de otra donde se recogen y evalúan datos cualitativos. La mezcla mixta ocurre cuando los resultados cuantitativos iniciales informan a la recolección de los datos cualitativos. Los descubrimientos de ambas etapas se integran en la interpretación y elaboración del reporte del estudio. Se puede dar prioridad a lo cuantitativo o a lo cualitativo, o bien otorgar el mismo peso a ambas (CUAN)”.²⁰

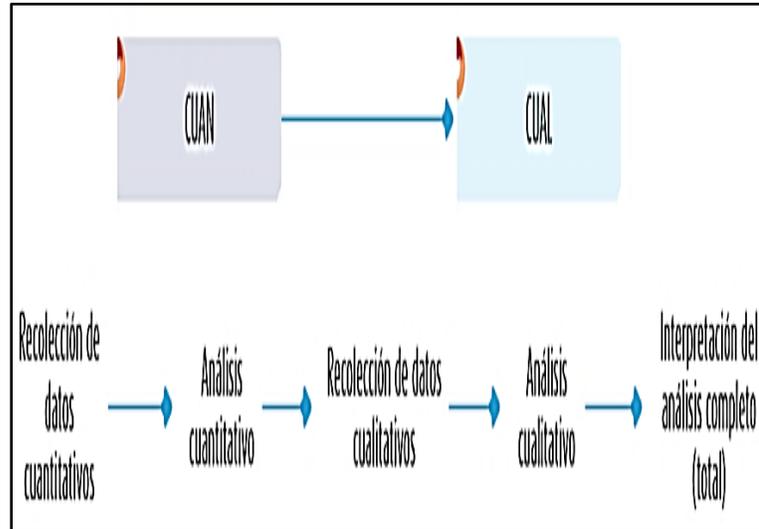
“Este modelo de investigación mixta utiliza los resultados cualitativos para auxiliar la explicación de los resultados cuantitativos. Los cualitativos ayudan a caracterizar elementos con respecto al planteamiento del problema, mientras que los cuantitativos orientan una muestra guiada por propósitos teóricos o cierto interés.”²¹

Según el Dr. Sampieri en Metodología de la investigación, sexta edición 2010, es posible establecer un orden para la obtención de un análisis en el proceso de investigación según el, a continuación se presenta un esquema:

²⁰ Dr. Roberto Hernández Sampieri, *Metodología de la investigación* (México: Mc Graw Hill, 2014), 544.

²¹ *Ibídem.*

IMAGEN 13 ESQUEMA DE DISEÑO EXPLICATIVO SECUENCIAL DEXPLIS SEGÚN SAMPIERI



Fuente: *Metodología de la investigación*. Año 2014.

2.3.2 Formulación de líneas estratégicas

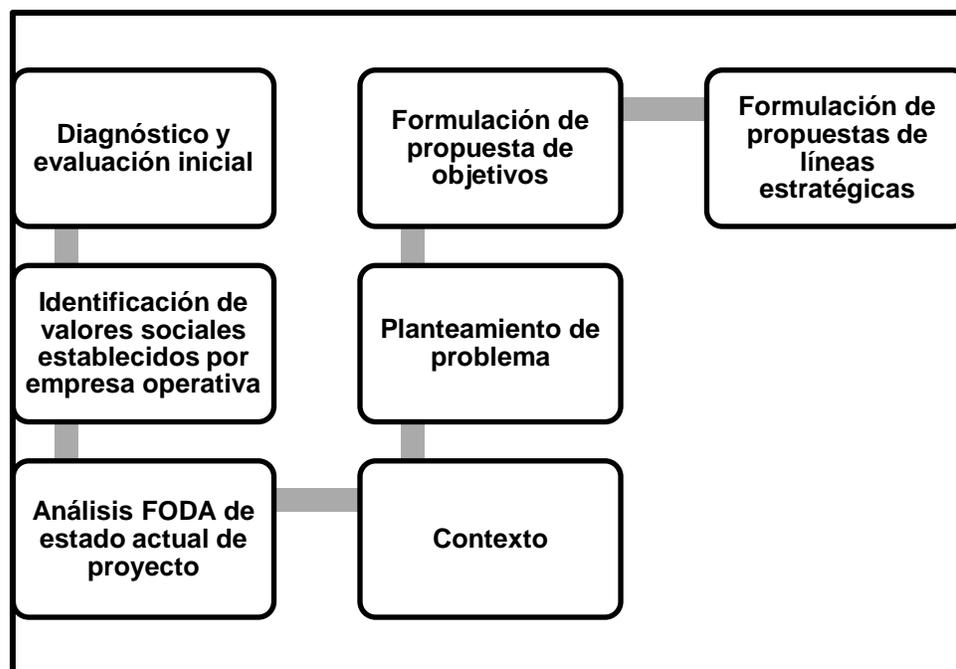
“La planificación estratégica se refiere a los procesos de identificación de objetivos, y la elección de medios y acciones para llegar a alcanzarlos. Realizar una buena planificación estratégica y usar metodologías específicas de gestión de proyectos es fundamental para poder evaluar y sostener proyectos y organizaciones complejas. Existen muchas formas de hacer una planificación estratégica, pero casi siempre pasa por una serie de pasos más o menos estandarizados”.²²

A continuación se presentan los siete procesos para generar líneas estratégicas según la *Guía para agentes de empleo y desarrollo local de Cáceres, comunidad autónoma de Extremadura*,

²² Xavier E. Barandiaran. *Planificación estratégica y gestión de proyectos*. 2016. <https://xabierbarandiaran.wordpress.com/2015/09/01/planificacion-estrategicaygestionproyectos/> (5 de noviembre de 2016.)

España 2014 y el ensayo Planificación estratégica y gestión de proyectos por Xavier E. Barandiaran de la Universidad de Deusto, Bilbao, España 2016:

IMAGEN 14 PROCESO PARA GENERAR LÍNEAS ESTRATÉGICAS



Fuente: Investigación de campo. Año 2016.

a. Diagnóstico y evaluación actual

Según Barandiaran Xavier, para cumplir con los objetivos de la investigación propuesta este apartado se vincula a la evaluación del estado actual de las dimensiones: Hidrología, Geología, Fauna, Flora y Socio económica del área de influencia de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión en el municipio de Gualán.

b. Identificación de valores sociales establecidos en el proyecto Plan de Expansión del Sistema de Transporte de Energía Eléctrica PET

Se determinaron los factores éticos que fueron presentados al iniciar el proyecto de Plan de Expansión del Sistema de Transporte de Energía Eléctrica PET que atraviesa el municipio de Gualán, Zacapa.

c. Análisis FODA de estado actual de proyecto

A partir del diagnóstico actual de las dimensiones ambientales en área de la línea de transmisión eléctrica que atraviesa el municipio de Gualán, Zacapa y la identificación de los apartados anteriores a y b, se procedió a realizar un análisis de: Fortalezas (F), Oportunidades (O), Debilidades (D) y Amenazas (A).

d. Contexto

En este apartado se describen las nuevas observaciones o condicionantes para que pueda mejorar el estado actual de la participación social a partir del análisis FODA que se realizará en el área de influencia de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión que atraviesa el municipio de Gualán, Zacapa.

e. Planteamiento de problema

En este apartado se describe el problema principal y problemas derivados que puedan encontrarse en el proceso de análisis de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión que atraviesa el municipio de Gualán, Zacapa.

f. Formulación de propuesta de objetivos

Se fórmula la propuesta de objetivos estratégicos para el mejoramiento del estado actual de la sinergia social y ambiental en el área de influencia de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión que atraviesa el municipio de Gualán, Zacapa.

g. Formulación de propuesta de líneas estratégicas

Se formula una propuesta de líneas estratégicas, las cuales buscan la forma en que los objetivos puedan ser logrados, estas estrategias deben también velar porque las fortalezas y oportunidades identificadas en el análisis FODA puedan desarrollarse, así como también disminuir las debilidades y amenazas detectadas.

2.4 Operacionalización de variable independiente y variable dependiente

De acuerdo a la identificación de la variable independiente; Buenas prácticas ambientales y la variable dependiente; Impacto ambiental, se procedió a la generación de las Tablas 10 a 17 con los componentes dimensionales e indicadores a analizar durante la etapa de análisis de campo y revisión de información documental, estas tablas fueron realizadas para obtener una matriz de valoración de impactos ambientales, la cual se muestra en la Tabla 53.

TABLA 10
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE INDEPENDIENTE 1.1
DIMENSIÓN MEDIDAS DE CORRECCIÓN AMBIENTAL

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE INDEPENDIENTE PARTE 1				
Variable independiente: Buenas Prácticas Ambientales				
No.	Dimensión	Definición	Indicador	Técnica
1	Medidas de corrección ambiental	Son aquellas acciones que al modificar las actividades o los efectos consiguen anular, corregir y/o atenuar un impacto recuperable. Ya sea con el mejoramiento de procesos productivos o las condiciones de funcionamiento de procesos operativos, de forma que a partir de la identificación de impactos negativos, se puedan corregir para evitar emisiones contaminantes (Página 34 de este documento).	Aumentar la visibilidad del cable de guarda con dispositivos desviadores de vuelo donde se requieran.	<p style="text-align: center;">Lista de chequeo.</p> <p style="text-align: center;">Revisión de Estudio de evaluación de impacto ambiental propuesto.</p> <p style="text-align: center;">Entrevista a actores clave.</p> <p style="text-align: center;">Revisión de Compendio de Normas Técnicas Emitidas por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica CNEE</p> <p style="text-align: center;">Transecto lineal.</p>
2			Buscar yacimientos arqueológicos no visibles.	
3			Cambiar trazados y rutas (Proyectos lineales).	
4			Capacitar al personal con temas de separación y reciclaje de desechos.	
5			Capacitar constantemente a personal.	
6			Colocar letreros y señalización preventivos en el área para evitar situaciones de riesgo.	
7			Conducir aguas de escorrentía o de flujo superficial.	
8			Contar con un programa periódico de mantenimiento de líneas de transmisión y subestaciones.	
9			Disponer de señales gráficas (No fumar; salida de emergencia, extinguidor, ruta de evacuación, peligro alto voltaje, botiquín).	
10			Durante el mantenimiento, no derramar combustibles o lubricantes de vehículos para transporte del personal.	
11			Evitar el derrame de residuos de grasas, aceite dieléctrico, solventes y sustancias peligrosas en el suelo; vertimiento en el drenaje o cuerpos de agua presentes en la zona.	
12			Identificar riesgos y precauciones en el uso de insumos de limpieza.	
13			Implementar un plan de seguridad industrial y salud ocupacional.	
14			Implementar equipo de protección personal EPP y elementos de seguridad.	
15			Instalar extinguidores en bodegas de almacenamiento y adiestrar a una persona responsable de su utilización.	
16			Las inspecciones, mantenimiento preventivo y reparaciones del sistema de transmisión de electricidad deben ser realizadas por técnicos capacitados.	
17			Limitar todo desbroce y corte de vegetación al área de servidumbre de paso.	
18			Localización de botiquín de primeros auxilios y luces de emergencia.	
19			Localización de extinguidores ABC.	
20			Manejo de desechos sólidos y líquidos para transportarlos a localidad propuesta por la entidad ambiental pertinente.	
21			Mantener el corte de vegetación al mínimo necesario para el mantenimiento de la servidumbre de la Línea de transmisión.	
22			Mantenimiento continuo a sistemas contra incendios (cada seis meses mínimo).	
23			Mantenimiento de la superficie de rodadura de los caminos de terracería.	
24			Mantenimiento preventivo a vehículos.	
25			Medidas para evitar la erosión y riesgo de deslizamiento.	
26			Minimizar el corte de vegetación ribereña a efecto de proteger el curso de agua y la calidad del agua.	
27			Permitir la existencia de vegetación arbustiva que no afecte el funcionamiento de las líneas de transmisión eléctrica.	
28			Plan de manejo de tráfico.	
29			Programación de inspecciones periódicas del sistema para identificar equipos defectuosos y dar mantenimiento oportuno.	
30			Programas de reforestación para evitar erosión de suelos.	
31			Prohibir el uso de radios a alto nivel de volumen.	

CONTINUA TABLA 10				
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE INDEPENDIENTE PARTE 1				
Variable independiente: Buenas Prácticas Ambientales				
No.	Dimensión	Definición	Indicador	Técnica
32			Prohibir lavar maquinaria y equipo utilizado en cuerpos de agua.	Lista de chequeo. Revisión de Estado de evaluación de impacto ambiental propuesto. Entrevista a actores clave. Revisión de Compendio de Normas Técnicas Emitidas por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica CNEE Transecto lineal.
33			Realizar adecuaciones a los accesos existentes para evitar su deterioro y la contaminación de los cuerpos de agua.	
34			Refuerzo de infraestructura física.	
35			Rescate de flora y fauna en el área de influencia a partir de estudio de especies.	
36			Reubicación de estructuras en caso de impactos no mitigables.	
37			Se prohíbe la caza y extracción de flora y fauna silvestre en el área del proyecto y área de influencia y los caminos de acceso al área en todas las etapas del proyecto.	
38			Señalización: medidas reglamentarias, informativas y preventivas.	
39			Solicitar a contratistas el mantenimiento periódico preventivo de la maquinaria y vehículos.	
40			Utilización racional del suelo.	
41			Utilizar elementos de protección personal	
42			Utilizar hojas de registro de seguridad de productos y materiales.	
43			Verificar el funcionamiento de elementos que prevengan la colisión de aves y murciélagos.	

Fuente: Investigación de campo. Año 2016.

TABLA 11
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE INDEPENDIENTE 1.2
DIMENSIÓN MEDIDAS DE MITIGACIÓN AMBIENTAL

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE INDEPENDIENTE PARTE 2				
Variable independiente: Buenas Prácticas Ambientales				
No.	Dimensión	Definición	Indicador	Técnica
	Medidas de mitigación ambiental.	Son las obras o actividades que tienden a minimizar los impactos y efectos causados por un proyecto, actúan sobre sus causas o actividades. Tienen como objeto eliminar, reducir o modificar el impacto ambiental (Página 36 de este documento).	Control de emisiones atmosféricas	Lista de chequeo. Revisión de Estudio de evaluación de impacto ambiental propuesto. Entrevista a actores clave. Revisión de Compendio de Normas Técnicas Emitidas por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica CNEE Transecto lineal.
44			Reducir valores de concentración de sustancias nocivas, gases, combustibles y partículas disueltas en el aire.	
45			Selección de materias primas e insumos en base a legislación vigente.	
46			Eliminación de riesgos contra la seguridad y salud de los colaboradores.	
			Control de ruido	
47			Monitoreo de niveles de ruido establecidos en el diseño de la infraestructura.	
48			Control de molestias sonoras mediante entrevistas a poblaciones humanas en el área de influencia del proyecto.	
			Separación de redes de agua	
49			Separación de agua pluvial, doméstica e industrial si se generan impactos por alguna de estas.	
50			Aprovechamiento de agua pluvial.	
51			Identificación de nacimientos de agua.	
52			Si hay disminución de caudal visible en cuerpos de agua, se recomienda realizar mediciones de caudal periódicos.	
53			Diseño y construcción de canales para desviar redes de agua pluvial que puedan afectar la infraestructura.	
			Gestión integral de residuos sólidos y peligrosos	
54			Clasificación, generación, composición, recolección, transporte, almacenamiento temporal, manejo para aplicar minimización, reciclaje o reutilización y disposición final.	
			Manejo de patios de almacenamiento temporal de material reciclable de excavación y materiales de construcción	
55			Estructura creada para almacenamiento y tener control de sedimentos.	
56			Estructuras cerradas para evitar contacto con la lluvia.	
57			Señalización de material reciclable y delimitación de rutas.	
			Disposición de escombros	
58			Trazado de rutas mediante sistemas de información geográfico.	
59			Control de partículas de polvo que puedan generarse.	
60			Cubrimiento de material particulado a transportar.	
	Traslado de vegetación			
61	Para especies de flora que deban ser removidas en el área de influencia, se deben buscar áreas de ecosistema similar para su conservación.			
62	Restos de material vegetal cortado durante la limpieza de servidumbre de paso.			

Fuente: Investigación de campo. Año 2016.

TABLA 12
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE INDEPENDIENTE 1.3
DIMENSIÓN MEDIDAS DE COMPENSACIÓN AMBIENTAL

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE INDEPENDIENTE PARTE 3				
Variable independiente: Buenas Prácticas Ambientales				
No.	Dimensión	Definición	Indicador	Técnica
63	Medidas de compensación ambiental	Las medidas de compensación son las obras o actividades que compensan los daños causados por la construcción o implementación de un proyecto. Estas medidas están destinadas a los impactos inevitables, que no se pueden prevenir o mitigar totalmente (Página 39 de este documento).	Planes de conservación.	Lista de chequeo. Revisión de Estudio de evaluación de impacto ambiental propuesto. Entrevista a actores clave. Revisión de Compendio de Normas Técnicas Emitidas por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica CNEE. Transecto lineal.
64			Compensación directa a las comunidades.	
65			Proyectos de reducción de emisiones.	
66			Proyectos de reforestación.	
67			Proyectos de restauración ecológica.	
68			Pago por servicios ambientales.	
69			Proyecto de manejo de cuenca hidrográfica.	
70			Estudios de especies de fauna e invertebrados.	
71			Estudios de especies de flora y fungi.	
72			Programas de cohesión social.	

Fuente: Investigación de campo. Año 2016.

TABLA 13
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE DEPENDIENTE 2.1
DIMENSIÓN DE COMPONENTE HIDROLOGÍA Y GEOLOGÍA

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE DEPENDIENTE PARTE 1				
Variable dependiente: Impactos ambientales				
No.	Dimensión	Definición	Indicador	Técnica
1	Componente: Hidrología	Conjunto de propiedades físicas, químicas y mecánicas del agua, su distribución y circulación en la superficie de un territorio, en el suelo y en la atmósfera.	Afectación a cuerpos de agua por arrastre de suelos removidos.	<Transecto.
2			Afectación a cuerpos de agua por derrame de insumos de mantenimiento.	<Observación. <Entrevista.
3			Afectación de nacimientos y/o sitios de captación de agua para la comunidad.	<Transecto.
4			Eliminación de especies de plancton presente en cuerpos de agua.	<Muestreo de plancton.
5			Fragmentación de ecosistemas acuáticos en cuerpos de agua.	<Muestreo de plancton.
6			Desviación ineficiente de escorrentía de aguas pluviales en sitios de torres.	<Observación. <Entrevista.
7	Componente: Geología	Conjunto de características del subsuelo o de la corteza terrestre de una zona o de un territorio.	Áreas intervenidas por remoción de suelos durante operación.	<Transecto.
8			Aumento de pastos para ganadería.	<Transecto. <Ortofotos ArcGis.
9			Disminución de compactación del suelo en entorno del trazo de servidumbre de paso.	<Transecto.
10			Degradación del suelo por procesos erosivos.	<Transecto. <Observación. <Entrevista a actores clave.
11			Desestabilización de laderas.	<Transecto. <Lista de chequeo. <Observación.
12			Desestabilización de taludes.	<Transecto. <Lista de chequeo.
13			Disminución de permeabilidad del suelo.	<Transecto. <Observación. <Entrevista a actores clave.
14			Evidencias de vertimientos líquidos al suelo asociados a proyecto.	<Transecto. <Observación. <Entrevista a actores clave. <Revisión EIA.
15			Generación de residuos sólidos y material inerte.	<Transecto. <Observación. <Entrevista a actores clave. <Revisión EIA.
16			Modificación del patrón en uso del suelo.	<Transecto. <Lista de chequeo.
17			Modificación o destrucción del perfil edáfico al posicionar torres.	<Transecto. <Lista de chequeo. <Ortofotos ArcGis. <Revisión EIA.
18			Modificaciones del relieve natural.	<Transecto. <Lista de chequeo.
19			Remoción de tierra en áreas no permitidas por la comunidad para creación de accesos secundarios.	<Transecto. <Observación. <Entrevista a actores clave. <Revisión EIA.

Técnica general: Matriz de valoración de impactos ambientales durante la etapa de operación de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión.

Fuente: Investigación de campo. Año 2016.

TABLA 14
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE DEPENDIENTE 2.2
DIMENSIÓN DE COMPONENTE FLORA

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE DEPENDIENTE PARTE 2				
Variable dependiente: Impactos ambientales				
No.	Dimensión	Definición	Indicador	Técnica
20	Componente: Flora	Conjunto de especies vegetales que se pueden encontrar en una región geográfica que conforman ecosistema determinado. Según el clima y características del área determina la vegetación.	Afectación de la cobertura vegetal.	<Transecto. <Observación. <Entrevista a actores clave. <Revisión EIA.
21			Áreas seleccionadas para resiembra compensatoria.	<Transecto. <Observación. <Entrevista a actores clave. <Revisión EIA.
22			Barreras de protección natural.	<Transecto. <Ortofotos y ArcGis.
23			Daños a cultivos comunitarios en la servidumbre de paso.	<Transecto. <Observación. <Entrevista a actores clave. <Revisión EIA. <Revisión Plan Manejo Forestal.
24			Disposición de residuos vegetales durante limpieza de línea de transmisión.	<Transecto. <Observación. <Entrevista a actores clave. <Revisión EIA.
25			Evidencias de acumulaciones de aceites.	<Transecto. <Observación. <Entrevista a actores clave. <Revisión EIA.
26			Eliminación de especies forestales amenazadas.	<Información biodiversidad en instituciones/organizaciones ambientales. <Entrevista a actores clave.
27			Eliminación de especies forestales maderables	<Monitoreo de especies. <Transecto. <Entrevista a actores clave. <Instituciones/organizaciones ambientales. <Recopilación de evidencias con fotografías. <Revisión Plan Manejo Forestal.
28			Fragmentación de ecosistemas terrestre.	<Información biodiversidad en instituciones/organizaciones ambientales. <Entrevista a actores clave. <Transecto.
29			Perdida de cobertura vegetal de importancia para la comunidad.	<Instituciones/organizaciones ambientales. <Entrevista a actores clave. <Transecto.
30			Resiembra de especies locales de flora.	<Revisión EIA. <Entrevista a actores clave. <Transecto.
31			Resiembra de especies vegetales para conservación.	<Revisión EIA. <Entrevista a actores clave. <Transecto. <Revisión Plan Manejo Forestal.
32			Siembra en sitios de accesos temporales o instalación de postes.	<Revisión EIA. <Entrevista a actores clave. <Transecto. <Revisión Plan Manejo Forestal.
33			Tala de bosques para creación de accesos secundarios.	<Información biodiversidad en instituciones/organizaciones ambientales. <Entrevista a actores clave. <Transecto.

Técnica general: Matriz de valoración de impactos ambientales durante la etapa de operación de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión.

Fuente: Investigación de campo. Año 2016.

TABLA 15
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE DEPENDIENTE 2.3
DIMENSIÓN DE COMPONENTE FAUNA

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE DEPENDIENTE PARTE 3				
Variable dependiente: Impactos ambientales				
No.	Dimensión	Definición	Indicador	Técnica
34	Componente: Fauna	Conjunto de especies animales características de un área de acuerdo a sus condiciones ambientales como el clima, geología, vegetación, suelo.	Colisión de avifauna contra los conductores, hilos de guarda y torres.	<Monitoreo de especies. <Transecto. <Entrevista a actores clave. Información biodiversidad en instituciones/organizaciones ambientales. <Recopilación de evidencias con fotografías.
35			Desplazamiento de áreas de nidificación.	<Monitoreo de especies. <Transecto. <Entrevista a actores clave. <Información biodiversidad en instituciones/organizaciones ambientales.
36			Desplazamiento de poblaciones faunísticas.	<Monitoreo de especies. <Transecto. <Entrevista a actores clave. <Información biodiversidad en instituciones/organizaciones ambientales.
37			Instalación de dispositivos que impidan que aves colisionen contra puntos de riesgo en la infraestructura.	<Monitoreo de especies. <Transecto. <Revisión EIA. <Recopilación de evidencias con fotografías.
38			Migración de especies por tala de áreas boscosas en la servidumbre de paso.	<Monitoreo de especies. <Transecto. <Entrevista a actores clave. <Información biodiversidad en instituciones/organizaciones ambientales. <Recopilación de evidencias con fotografías.
39			Nidificación de avifauna en cuerpo de torres, los cuales deben ser limpiados durante mantenimiento.	<Monitoreo de especies. <Transecto. <Entrevista a actores clave. <Información biodiversidad en instituciones/organizaciones ambientales. <Recopilación de evidencias con fotografías.
40			Rescate de especies faunísticas en migración por tala de bosque.	<Revisión EIA. <Entrevista a actores clave. <Transecto.
41			Revegetación de acuerdo a necesidades faunísticas.	<Revisión EIA. <Diálogo con actores clave. <Transecto.

Técnica general: Matriz de valoración de impactos ambientales durante la etapa de operación de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión.

Fuente: Investigación de campo. Año 2016.

TABLA 16
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE DEPENDIENTE 2.4
DIMENSIÓN DE COMPONENTE PAISAJE

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE DEPENDIENTE PARTE 4				
Variable dependiente: Impactos ambientales				
No.	Dimensión	Definición	Indicador	Técnica
42	Componente: Paisaje	Condiciones que afecten o perturben la visualización de un área y que pueden afectar la salud de individuos o afectar la zona donde se produce el impacto ambiental.	Afectación del paisaje visual para miembros de la comunidad.	<ul style="list-style-type: none"> <Monitoreo de especies. <Transecto. <Diálogo con actores clave. <Información biodiversidad en instituciones/organizaciones ambientales. <Recopilación de evidencias con fotografías.
43			Alteración sonora durante el efecto Corona.	<ul style="list-style-type: none"> <Diálogo con actores clave. <Entrevista a actores clave. <Transecto. <Revisión EIA.
44			Generación de radio interferencia.	<ul style="list-style-type: none"> <Diálogo con actores clave. <Entrevista a actores clave. <Transecto. <Revisión EIA.
45			Inducciones eléctricas si se sobrepasa los límites de distanciamiento de seguridad.	<ul style="list-style-type: none"> <Diálogo con actores clave. <Entrevista a actores clave. <Transecto. <Revisión EIA.
46			Ruido en cables de tensión eléctrica.	<ul style="list-style-type: none"> <Diálogo con actores clave. <Entrevista a actores clave. <Transecto. <Revisión EIA.
47			Visualización de chispas o descargas eléctricas debido al efecto Corona.	<ul style="list-style-type: none"> <Diálogo con actores clave. <Entrevista a actores clave. <Transecto. <Revisión EIA. <Evidencias fotográficas.
				Técnica general: Matriz de valoración de impactos ambientales durante la etapa de operación de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión.

Fuente: Investigación de campo. Año 2016.

TABLA 17
OPERACIONALIZACION DE VARIABLE DEPENDIENTE 2.5
DIMENSIÓN DE COMPONENTE SOCIAL ECONÓMICO

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE DEPENDIENTE PARTE 7				
Variable dependiente: Impactos ambientales				
No.	Dimensión	Definición	Indicador	Técnica
48	Componente: Social económico	Conjunto de características que la comunidad en el área del proyecto considere que afectan su calidad de vida.	Afectación a la comunidad por accesos nuevos a la infraestructura.	<Diálogo con actores clave. <Entrevista a actores clave. <Transecto. <Observación. <Revisión EIA.
49			Afectación de áreas de prioridad comunitaria.	<Diálogo con actores clave. <Entrevista a actores clave. <Transecto. <Ortofotos ArcGis. <Revisión EIA.
50			Afectación de infraestructura pública.	<Diálogo con actores clave. <Entrevista a actores clave. <Transecto. <Observación.
51			Afectación de sitios culturales o patrimoniales para la comunidad.	<Diálogo con actores clave. <Entrevista a actores clave. <Transecto. <Observación. <Ortofotos ArcGis. <Revisión EIA.
52			Cambio en el valor económico de la tierra.	<Diálogo con actores clave. <Entrevista a actores clave.
53			Cambio en la calidad de vida de las personas por molestias hacia el proyecto.	<Diálogo con actores clave. <Entrevista a actores clave. <Transecto. <Observación.
54			Desplazamiento de familias humanas.	<Diálogo con actores clave. <Entrevista a actores clave. <Transecto. <Observación. <Ortofotos ArcGis. <Revisión EIA.
55			Generación de expectativas de las poblaciones comunitarias.	<Diálogo con actores clave. <Entrevista a actores clave. <Transecto. <Observación.
56			Generación de molestias a los pobladores que no quieran poseer estructuras de la línea de transmisión eléctrica en sus propiedades.	<Diálogo con actores clave. <Entrevista a actores clave. <Transecto. <Observación.
57			Generación temporal de empleo.	<Diálogo con actores clave. <Entrevista a actores clave.
58			Incidentes de peligro con comunitarios en la infraestructura.	<Diálogo con actores clave. <Entrevista a actores clave. <Transecto
59			Incremento de riesgo de accidentabilidad.	<Diálogo con actores clave. <Entrevista a actores clave.
60			Temor de los asentamientos poblacionales cercanos a la línea de transmisión eléctrica de alta tensión asociados a los campos electromagnéticos.	<Diálogo con actores clave. <Entrevista a actores clave. <Transecto. <Observación.

Técnica general: Matriz de valoración de impactos ambientales durante la etapa de operación de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión.

Fuente: Investigación de campo. Año 2016.

2.5 Metodología de recolección y análisis de información

Se generó la siguiente tabla con una descripción general de herramientas utilizadas para el acopio de información:

**TABLA 18
METODOLOGÍA PARA OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN**

ETAPA	DESCRIPCIÓN DE LAS FUENTES DE CONSULTA
<p style="text-align: center;">I</p> <p>RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN BIBLIOGRÁFICA</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Normas técnicas para el mantenimiento durante la etapa de operación de una línea de transmisión eléctrica de alta tensión. - Legislación vigente de Guatemala. - Propuestas de buenas prácticas según factores ambientales del área de estudio y documentos similares. - Revisión bibliográfica de instituciones públicas como: <ul style="list-style-type: none"> - Municipalidad de Gualán, Zacapa. - Instrumentos de desarrollo SEGEPLAN. - Plan Maestro de Sierra de las Minas. - Investigaciones realizadas por Fundación Defensores de la Naturaleza respecto a la Región Semiárida del Valle del Motagua. - Plan de Manejo Forestal del Instituto Nacional de Bosques INAB. - Estudio de evaluación de impacto ambiental presentado ante el Ministerio de Energía y Minas (MEM) y el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN).
<p style="text-align: center;">II</p> <p>ETAPA DE TRABAJO DE CAMPO</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Localización geográfica de cuerpos de agua. - Observación y conteo de organismos de plancton (indicador de calidad de agua) en cuerpos de agua debajo de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión. - Listados de flora y fauna del área de influencia del proyecto. - Generación de mapas con características ambientales en el área de influencia mediante Sistema de Información Geográfica SIG. - Visitas de campo para observación directa y fotografías actuales. - Entrevistas a actores clave con respecto al proyecto. - Transectos lineales de muestreo, los cuales serán establecidos según el ancho y longitud de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión. . - Matriz de priorización de impactos ambientales con participación del población en la línea de transmisión eléctrica de alta tensión. - Identificación de impactos ambientales potenciales.

Fuente: Investigación de campo. Año 2016.

2.6 Técnicas a utilizar en el proceso de investigación

2.6.1 Entrevista a actores clave

Se realizaron entrevistas mediante un muestreo aleatorio simple para lo cual se aplicó la fórmula de muestra al total de familias por comunidad en la Tabla 19, con un valor de precisión de 90% = 0.10, para lo cual:

$$n = \frac{N}{N * d^2 + 1}$$

En donde:

n = Tamaño de la muestra por grupo.

N = Número de familias.

d = Precisión a estimar dependiendo del % de interés para estudio.

TABLA 19
MUESTRA OBTENIDA PARA CADA COMUNIDAD

No.	ALDEA O CASERÍO	FAMILIAS	MUESTRA CON PRECISIÓN AL 90%
1	Tempisque	29	23
2	Santiago	27	21
3	Juan Ponce	70	41
4	Los Achiotes	68	40
5	El Arenal	66	40
6	Mayuelas	165	62
7	El Conacaste	25	20
8	El Zarzal	40	29
9	El Lobo	50	33
10	Llano largo	10	9
11	Doña María	30	23
12	Mestizo	57	36
13	García	25	20
TOTAL		662	397

Fuente: Investigación de campo. Año 2016.

Las entrevistas se realizaron a la población que se encuentra cercana a la línea de transmisión eléctrica para conocer los cambios que estos pudieron observar con el inicio de energización de la etapa de operación de la línea, con el resultado de estos datos se realizaron gráficas para representar las respuestas obtenidas con el *software* estadístico *Infostat*. Se gestionaron en la municipalidad de Gualán los contactos de COCODES con el objetivo de obtener el punto de vista de actores clave en área de influencia del proyecto.

2.6.2 Observación

Mediante la observación fue posible establecer algunos de los impactos ambientales visibles. Se utilizó una libreta de campo y se capturaron fotografías para obtener evidencias.

2.6.3 Transecto o caminata en kilómetros lineales

El tramo determinado de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión que atraviesa las 13 comunidades de Gualán, Zacapa tiene un total de 32 kilómetros lineales por lo que se realizaron transectos, los cuales consistieron en obtener datos establecidos a partir de la Tabla 10 a la Tabla 17, donde se determinaron los indicadores ambientales a analizar.

Mediante observación pudieron determinarse algunos impactos, mientras que otros fueron revisados según el Estudio de evaluación de impacto ambiental.

Para llevar a cabo esta técnica se utilizó una bitácora o libreta de campo para obtener datos descritos en el área de análisis.

Con la ayuda de un *Ipad* se utilizó la aplicación *Gispro* para ubicar las coordenadas de las torres en el trazo de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión, se utilizó para guiar también por medio de la capa Mapa de *Google earth* para hablar con líderes de COCODE y marcar si ellos conocían ubicaciones de importancia para la comunidad.

Se utilizó una cámara para guardar evidencia de muestras de vida biológicas, como excrementos, plumas, nidos y en caso de avistamientos de animales. Se realizaron caminamientos diarios durante el periodo de fase de campo con tres acompañantes.

2.6.4 Matriz de valoración de impactos ambientales durante la etapa de operación de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión

A partir de la recopilación de información bibliográfica se procedió a realizar una tabla de valoración para lo cual se utilizó un modelo de la matriz de Leopold para identificar los impactos ambientales del Proyecto, mediante valor cualitativo y cuantitativo.

De acuerdo al Dr. Sampieri, esta metodología al asignar valor a cada impacto, se podrá definir las mejores alternativas para minimizar los impactos.

El análisis no produce un resultado cuantitativo, sino más bien un conjunto de juicios de valor. El valor cuantitativo se asigna de forma empírica con base a la evaluación de campo.

Para establecer una valoración de los impactos ambientales en la etapa de operación del proyecto de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión, se utilizaron los siguientes juicios de valor:

TABLA 20
VALORACIÓN EN MATRIZ DE LEOPOLD

Cualidad o Característica	Valor	Símbolo Calificativo	Valor Magnitud Cuantitativo
Carácter Genérico	Positivo	+	Bajo 1 - 4
	Negativo	-	
Enfoque	Directo	Di	
	Indirecto	In	
Impacto en el tiempo	Inmediato	Inm	
	Mediato	Me	
Duración	Permanente	Per	Medio 5 - 6
	Transitorio	Tra	
Extensión	Local	Lo	
	Regional	Re	
Posibilidad de retorno	Reversible	R	Alto 7 - 10
	Irreversible	Ir	
Intensidad	Alta	A	
	Media	M	
	Baja	B	

Fuente: Asociación Española de Evaluación de Impacto Ambiental. Disponible en: www.eia.es/nueva/noticiasdoc/El_transporte_electrico_y_su_impacto_ambiental.pdf (13 de abril de 2016).

2.6.5 Lista de chequeo de buenas prácticas ambientales BPA

Se realizó una lista de chequeo parcial para obtener datos en la etapa de campo, mediante el cuestionamiento a técnicos, actores clave y la observación directa en los transectos, además de la revisión del Estudio de evaluación de impacto ambiental y el Plan de Manejo Forestal realizado previo a la construcción del proyecto.

2.6.6 Generación de mapas mediante sistema de información geográfico

A partir de los transectos en kilómetros lineales a través de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión, se procedió a utilizar el programa *ArcGis* para realizar mapas acordes a la geología observada, la vegetación, áreas de interés comunitario y localización

de cuerpos de agua, para cumplir con la caracterización del área propuesta de investigación. Con la generación de dicha información satelital, fue posible llegar a los puntos de ubicación de cada torre.

2.6.7 Revisión de plan de manejo forestal presentado ante el INAB

Se procedió a la gestión del plan de manejo forestal entregado al Instituto Nacional de Bosques INAB como parte de los requisitos para la aprobación del Estudio de evaluación de impacto ambiental que la empresa constructora presento al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales MARN.

2.6.8 Revisión de Estudio de evaluación de impacto ambiental del Lote C del Plan de Expansión del Sistema de Transporte de Energía Eléctrica PET

Se gestionó por medio de la Ley de Consulta Pública el Estudio de evaluación de impacto ambiental del Lote C, parte del proyecto de Plan de Expansión del Sistema de Transporte de Energía Eléctrica PET para poder analizar las medidas de mitigación de impactos propuestas por la empresa privada, además de conocer la perspectiva de la empresa respecto al área de influencia del proyecto.

En el Estudio de evaluación de impacto ambiental se identificaron los impactos ambientales provocados por el proyecto y las respectivas medidas de mitigación ambiental realizadas.

2.6.9 Muestreo de especies de flora y fauna en la región semiárida del valle del Motagua

Mediante transectos se realizaron fotografías de especies de

flora y fauna, percibidos durante la luz del día, fueron verificados con profesionales y técnicos para conocer su nombre y si son especies indicadores.

2.6.10 Muestras de plancton

Se localizaron los cuerpos de agua dentro de las comunidades en el área de investigación, se utilizó una red de pesca de micro diámetro en los cuerpos de agua, se fotografiaron los organismos atrapados con ella.

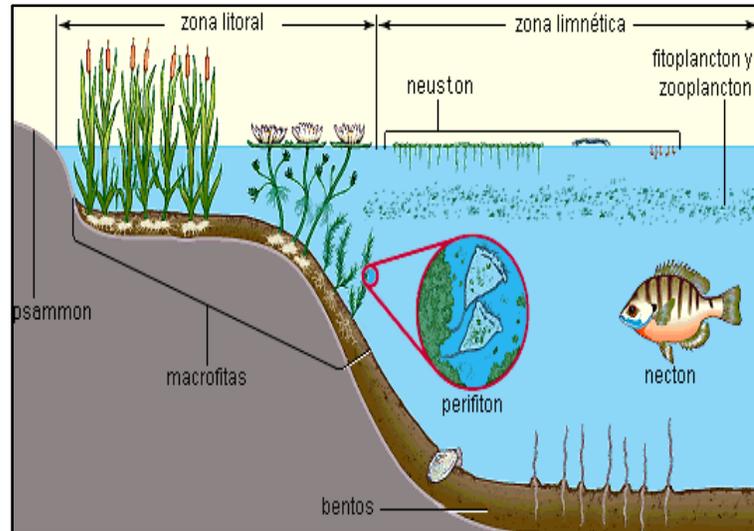
También se tomaron muestras de algas presentes para su identificación. Se tomaron muestras de organismos de plancton perceptibles a la vista humana.

El plancton representa el primer eslabón de la cadena alimenticia, junto con las plantas de agua dulce, constituyen los organismos productores. Es importante la existencia de plancton dentro de cuerpos de agua pues ellos se encargan de consumir las bacterias que pueden causar eutrofización de cuerpos de agua, debido a las temperaturas.

A partir de la localización de cuerpos de agua, se tomaron las coordenadas para ubicar los puntos de muestreo. Se procedió a realizar parcelas de 5 metros cuadrados para la obtención de plancton mediante una red de pesca de micro diámetro.

Posteriormente se realizaron fotografías de los organismos obtenidos en una superficie de color uniforme. Para finalizar se identificaron los organismos obtenidos con la Fundación Defensores de la Naturaleza.

IMAGEN 15 CLASIFICACIÓN DE ORGANISMOS DE AGUA DULCE



Fuente: Aguas dulces II, Educación ambiental. <http://www.jmarcano.com/nociones/fresh2.html> (24 de septiembre de 2016).

2.6.11 Incidencia de la colisión de avifauna

Mediante transectos a través de la Servidumbre de paso se estudió la existencia de evidencias de colisión de avifauna contra la infraestructura del proyecto en Gualán, Zacapa.

2.6.12 Compendio de Normas Técnicas emitidas por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica CNEE

En el año 2010, la Comisión Nacional de Energía Eléctrica CNEE de Guatemala, creó un compendio de normas técnicas generales para realizar diseño, construcción, operación, control, comercialización, generación y servicio de transporte de energía eléctrica en el país, sirvieron para identificar aspectos relevantes en la generación de impactos negativos.

CAPÍTULO 3

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1 Caracterización del área de influencia de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión que atraviesa el municipio de Gualán, Zacapa

3.1.1 Criterios técnicos para la ruta de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión

“Para la correcta selección de las rutas y definición de alineamientos de las Líneas, se tomaron en cuenta los trazos referencias entregados por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica-CNEE-, en los Documentos de Licitación Abierta, en adelante los Trazos Referenciales, los cuales fueron ajustados tomando en cuenta los siguientes parámetros”:²³

TABLA 21
CRITERIOS DE SELECCIÓN DE RUTA

<p>Parámetros Sociales, Ambientales y Culturales (arqueológicos).</p>	<p>Los trazos seleccionados fueron validados evitando el pasar por zonas protegidas desde el punto de vista ambiental y arqueológico, verificando que se cumpliera con la reglamentación socio-ambiental vigente, separando y diferenciando las zonas en las cuales no se pueden hacer variaciones y las que son susceptibles de mejoras sin afectar la normatividad vigente.</p>
------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

²³ Transportadora de energía de Centroamérica –TRECASA-. *Estudio de evaluación de impacto ambiental del plan de expansión del sistema de transporte de energía eléctrica PET-01-2009, Lote C.* Guatemala: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2008.

<p>Parámetros Electromecánicos</p>	<p>No. De circuitos: Se construyeron 2 en disposición Vertical. Sólo se instaló un circuito.</p> <p>Número de Cables de Guarda: 2</p> <p>Conductor: 2 Sub conductores ACAR 500 kcmil por fase.</p> <p>Estructuras: Torres Metálicas en Celosía y Postes de concreto o metálicos.</p> <p>Extensiones de Patas: Intercambiables entre 3.00 m y 9.00 m.</p>
<p>Parámetros Topográficos, Geológicos, Geomorfológicos y Geotécnicos</p>	<p>Para la selección óptima del trazado de las líneas, desde el punto de vista topográfico y geotécnico, se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:</p> <p>Las mejores características topográficas y las zonas más estables desde el punto de vista geológico, geomorfológico y geotécnico, dentro de los corredores seleccionados inicialmente (trazados referenciales).</p> <p>Los vanos máximos, las pendientes transversales, la localización de estructuras y estabilidad de éstas.</p>
<p>Parámetros Técnico-Económicos</p>	<p>Estos tienen que ver básicamente con los accesos a las líneas; el alejamiento, en lo posible, de los asentamientos humanos; el paralelismo de las líneas; las restricciones impuestas por los aeropuertos y poliductos; los cruces con las líneas de energía y de comunicaciones; el costo de los terrenos; el costo de las afectaciones a cultivos y a viviendas; los costos de las servidumbres de paso; las facilidades para construcción y mantenimiento y la menor longitud posible.</p>

Fuente: *Estudio de evaluación de impacto ambiental del plan de expansión del sistema de transporte de energía eléctrica PET-01-2009, Lote C. Año 2008.*

3.1.2 Aspectos considerados durante la selección de la ruta según la empresa constructora

Durante el proceso de selección de ruta de las líneas se consideraron los siguientes aspectos por la empresa constructora y operativa, a partir de esta información presentada en el EIA del PET Lote C, se generó la siguiente tabla resumen:

**TABLA 22
ASPECTOS CONSIDERADOS
PARA SELECCIÓN DE RUTA**

ASPECTO	DESCRIPCIÓN
Puntos terminales y obligados	Ubicación de sitios para estructuras: Vértices o puntos de inflexión (definen el cambio de dirección de los alineamientos).
Características de los alineamientos	Los alineamientos se plantearon en trazo recto mayormente para evitar la creación de vértices. Se evitó que el trazo se ubicara cerca de construcciones o que se generaran intervenciones sobre zonas bajas, quebradas, ríos, vías.
Aspectos topográficos y de accesos	Se consideró prioritario el paso de las líneas por zonas altas y se evitaron terrenos en donde se evidenció riesgo con la estabilidad de la infraestructura.
Aspectos geotécnicos	En campo se hizo una inspección visual preliminar de los suelos presentes en las zonas por donde se emplazaron las líneas con el objeto de que se eviten problemas de estabilidad que pudiera poner en riesgo la construcción de las mismas.
Aspectos físicos	Se evitó el paso de las líneas cerca a aeropuertos y helipuertos. Se tomó en cuenta si existían líneas de transmisión y distribución para evitar la posición cercana a ellas (Abajo si es una línea de mayor voltaje o por encima si es de menor voltaje, mismo voltaje se define si el cruce es más favorable por encima o por debajo).

CONTINÚA TABLA 22	
ASPECTO	DESCRIPCIÓN
Cruces de ríos y lagos	Se tuvo prioridad en la parte angosta de ríos, se realizó de la forma más perpendicular posible para evitar vanos demasiado largos que dificulten los diseños y posterior construcción de las líneas.
Cruce cerca de campos electromagnéticos y radio interferencia	Se evitó pasar cerca a estos campos en las zonas en donde sea evidente la existencia de éstos como lo son las antenas repetidoras de telecomunicaciones.
Cruce por fuentes de materiales	Se evitó en lo posible el paso cerca de canteras o sitios de explotación del suelo, puesto que estos sitios son susceptibles de expansión. En los casos en que fue necesario, se indago sobre los límites de éstas para poder hacer las correcciones necesarias a las rutas.
Viabilidad ambiental	<ul style="list-style-type: none"> - Monumentos Arqueológicos - Reservas Forestales - Áreas Protegidas Nacionales - Reservas Naturales Privadas - Áreas de Expansión Urbana Se evitó que la línea de transmisión se acercara a estos sitios.

Fuente: *Estudio de evaluación de impacto ambiental del plan de expansión del sistema de transporte de energía eléctrica PET-01-2009, Lote C. 2008.*

3.1.3 Actividades que se realizan en la línea de transmisión eléctrica de alta tensión durante la etapa operativa según EIA de PET

Las actividades durante la operación de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión en el municipio de Gualán, Zacapa implican el transporte de energía eléctrica, para lo cual se requieren mantenimientos correctivos, preventivos y electromecánicos. Así mismo es necesario un control de estabilidad de las torres y el mantenimiento de la zona de servidumbre.

3.1.4 Etapa de operación de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión en el municipio de Gualán según EIA presentado de PET del Lote C

A partir de la información que se presentó para el proyecto PET del Lote C se generó un resumen expresado en la siguiente tabla:

TABLA 23
ACTIVIDADES DE ETAPA DE OPERACIÓN

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Infraestructura a desarrollar	No se prevé desarrollar nueva estructura a excepción de mejoras si fuera necesario.
Equipo y maquinaria utilizada	<p>Como norma general se efectúan como mínimo tres revisiones rutinarias o de mantenimiento preventivo por año. En estas revisiones se recorre a pie todo el trazado de la línea.</p> <p>El equipo o maquinaria pesada consta de vehículos de doble tracción para realizar recorridos a lo largo de las líneas entre 3 a 5 veces por año.</p> <p>Durante la operación, existen de forma paralela acciones de mantenimiento, tanto para la servidumbre de paso y las líneas de transmisión (corte de vegetación, eliminación de plantas trepadoras, limpieza de nidos, limpieza y/o sustitución de aisladores, conductores, recubrimiento con pintura, entre otros).</p>
Flujo vehicular y frecuencia de movilización esperada	El flujo vehicular derivará principalmente de las tareas de mantenimiento del área de servidumbre y de las rutinas de revisión de la instalación. Adicionalmente, se programará tres veces al año, una inspección visual a las estructuras e instalación de la línea.

CONTINÚA TABLA 23			
ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN		
Mano de obra	Mantenimiento	Cantidad	
	Oficial	1	
	Capataz	1	
	Ayudante	2	
	Piloto	1	
	Total	5	
Monitoreo de especies indicadoras de calidad ambiental	<p>Los murciélagos son utilizados como indicadores biológicos de la perturbación ambiental y por tanto son herramientas claves para la implementación de monitoreos ambientales.</p> <p>Monitorear las poblaciones de especies indicadoras de perturbación ambiental específicas, tales como <i>Sturnira lilium</i>, <i>Carollia spp.</i> y <i>Desmodus rotundus</i>, las cuales están asociadas a áreas con alta intervención y bosques en regeneración.</p>		

Fuente: Estudio de evaluación de impacto ambiental del plan de expansión del sistema de transporte de energía eléctrica PET-01-2009, Lote C. Año 2008.

3.1.5 Hidrología

Debido a las condiciones de la región semi arida del valle del Motagua, los cuerpos de agua son la principal fuente de suministros para que la fauna se alimente y obtenga refugio, ya que las partes altas se caracterizan por ser áridas pues en su mayoría se conforman por pastizales y bosques secos. En el municipio de Gualán se definen 10 microcuencas hidrográficas según SEGEPLAN:

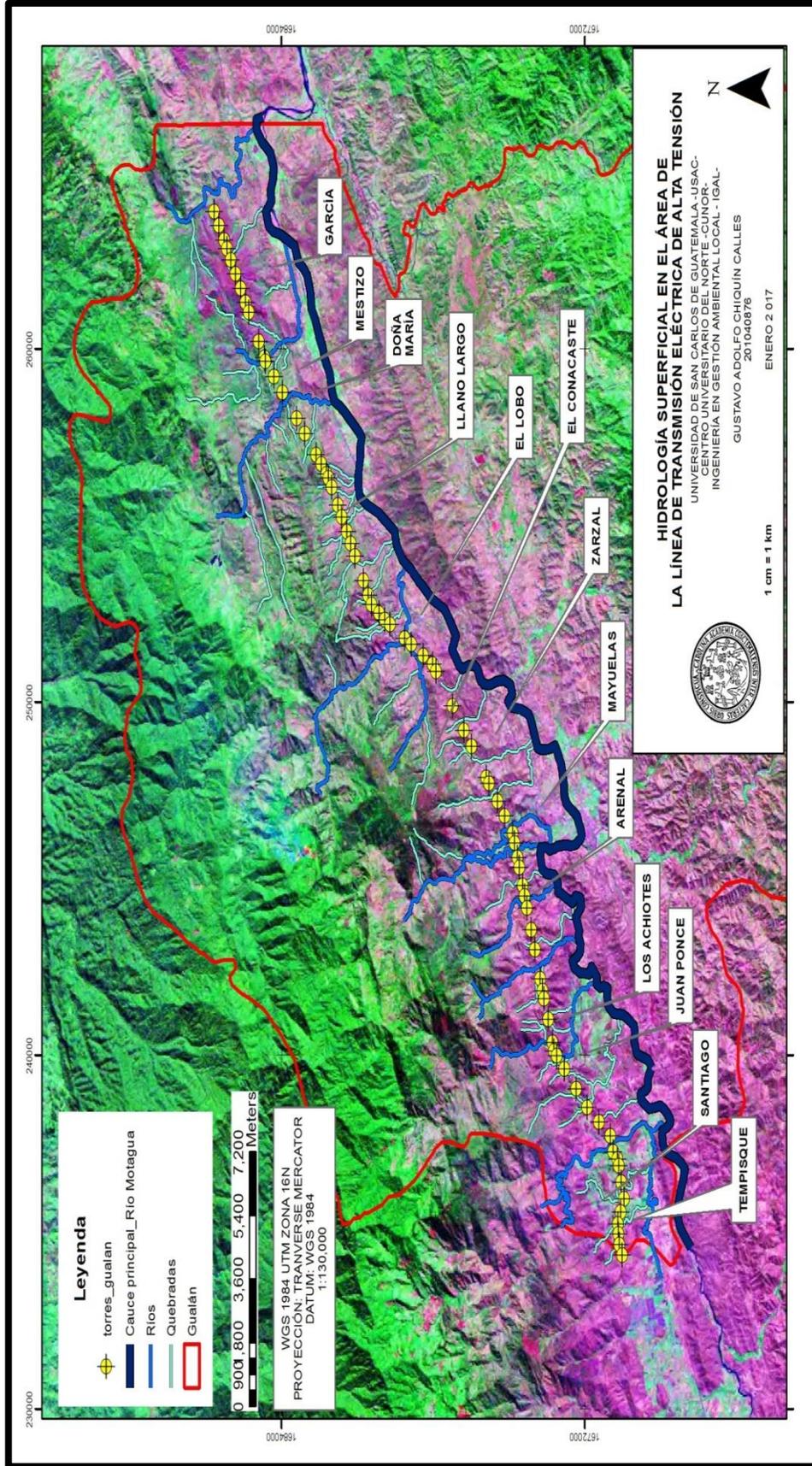
TABLA 24
MICROCUENCAS EN GUALÁN SEGÚN SEGEPLAN

MICROCUENCAS	ORIGEN
Santiago	Sierra de las Minas
Los Achiotes	
Mayuelas	
El Lobo	
Doña María	
El Mestizo	
Guaranjá	Sierra el Merendón
Zapote	
Biafra	
El Islote	
Las Lajas	
Managuá	

Fuente: *Secretaría de planificación y programación de la presidencia.* Disponible en: www.segeplan.gob.gt. (15 de enero de 2016).

Por medio del *software Arcgis* se generó el Mapa 3 el cual muestra la hidrología superficial en el trazo de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión en Gualán, Zacapa mediante el modelo de elevación geográfico de la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio NASA, de acuerdo a la característica descriptiva de esta investigación se delimitó el cauce principal, ríos y quebradas:

MAPA 3 HIDROLOGÍA DE GUALÁN, ZACAPA



Fuente: Investigación de campo. Año 2016.

3.1.6 Geología

El área del proyecto se caracteriza por la presencia de rocas ígneas ultrabásicas, rocas metamórficas y sedimentarias; estructuralmente es muy compleja por estar asociada a la Zona de Falla del Motagua, la cual se da en la unión de las Placas Tectónicas de Norteamérica al norte y Caribe al sur.

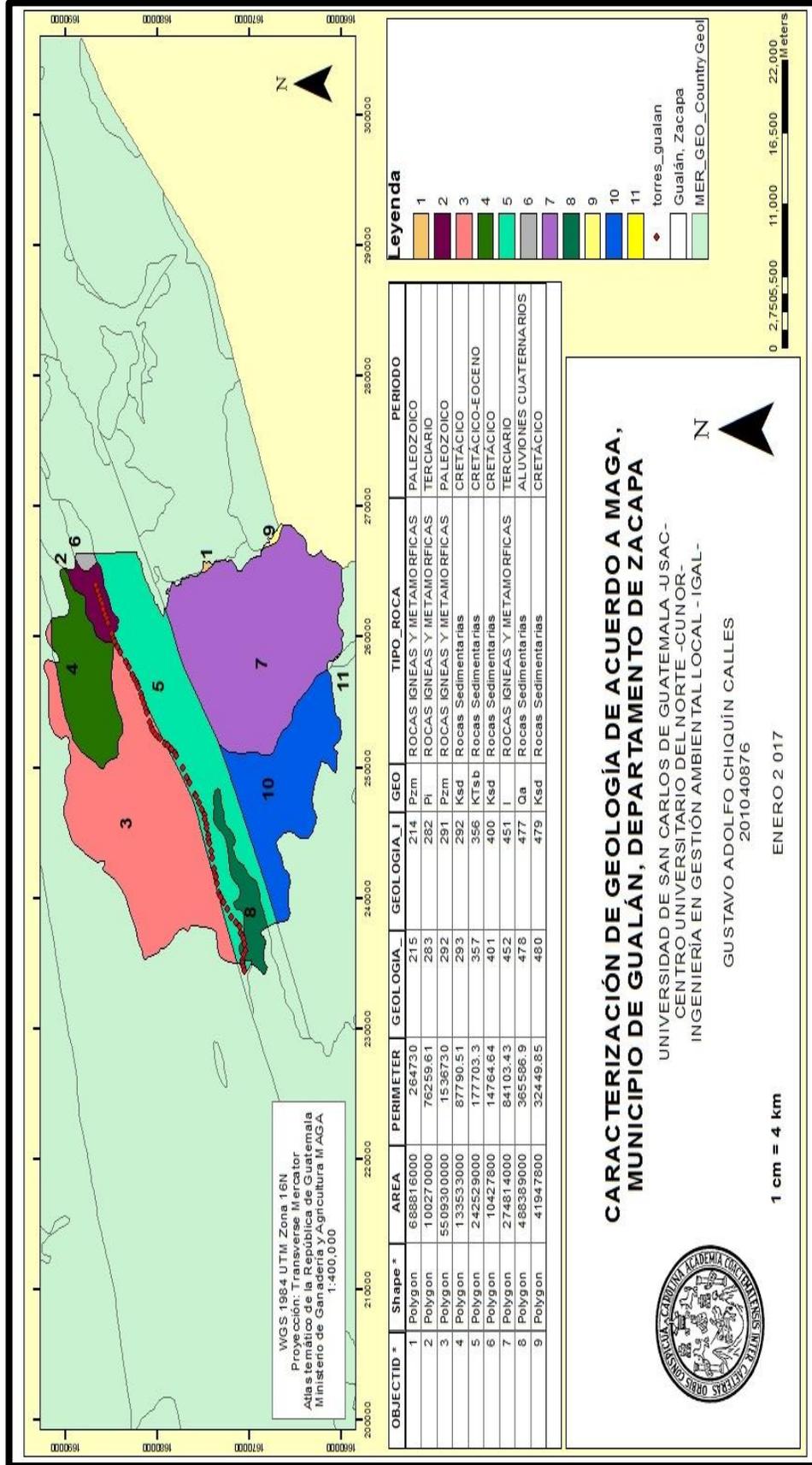
Por medio del mapa de caracterización geológica del Atlas temático de la República de Guatemala que realizó el MAGA, se generó una caracterización general de la geología del municipio de Gualán por donde atraviesa la línea de transmisión eléctrica de alta tensión:

TABLA 25
CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DE GUALÁN

No.	GEO	TIPO DE ROCA	PERÍODO
1	Pzm	Rocas ígneas y metamórficas	Paleozoico metamórfico
2	Pi	Rocas ígneas y metamórficas	Terciario
3	Pzm	Rocas ígneas y metamórficas	Paleozoico
4	Ksd	Rocas Sedimentarias	Cretácico
5	KTs	Rocas Sedimentarias	Cretácico-eoceno
6	Ksd	Rocas sedimentarias	Cretácico
7	I	Rocas ígneas y metamórficas	Terciario
8	Qa	Rocas sedimentarias	Aluviones cuaternarios
9	Ksd	Rocas sedimentarias	Cretácico
10	Pzm	Rocas ígneas y metamórficas	Paleozoico metamórfico
11	Qa	Rocas Sedimentarias	Aluviones cuaternarios

Fuente: Atlas temático de la República de Guatemala. Ministerio de Agricultura y Ganadería MAGA. Año 2002.

MAPA 4 GEOLOGÍA DE GUALÁN, ZACAPA



Fuente: Investigación de campo. Año 2016.

“Según la clasificación de suelos de Guatemala, en el municipio existen 12 tipos de suelo, siendo los principales; Zacapa y suelos de los valles que son pertenecientes al valle del río Motagua; civija característicos de la Sierra de las Minas, gacho y capucal en la Sierra del Merendón. Según el mapa de uso de la tierra de Segeplan, el 23.94% de la superficie de Gualán es utilizado en la agricultura, el 45.55% es ocupado por arbustos y matorrales, el 28.62% es bosque natural, el 0.73% lo constituyen los lugares poblados y el 1.13% corresponde a ríos y quebradas”.²⁴

a. Descripción geomorfológica según Estudio de evaluación de impacto ambiental

Según el EIA del PET-1-2009 Lote C, el área del proyecto se presentan tres unidades geomorfológicas: estribaciones del sur de la Sierra de Las Minas, la depresión del río Motagua y la llanura aluvial del río San Francisco, ninguna de las cuales resultaría afectada con el proyecto.

**TABLA 26
GEOMORFOLOGÍA SEGÚN EIA**

UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	DESCRIPCIÓN
Estribaciones del sur de la Sierra de Las Minas	<p>Es la unidad que se presenta en la parte norte de Río Hondo y Gualán (Zacapa) continuando por el norte de Los Amates y Morales (Izabal), abarcando una franja en sentido suroeste a noreste.</p> <p>Las laderas son de fuerte pendiente (25 a 50%), de forma redondeada y convexa con un patrón de drenaje subparalelo a subangular con una dirección preferencial de norte a sur, que drena al río Motagua. Las elevaciones van desde los 100 msnm al pie de la sierra hasta los 400 msnm en las cimas de los cerros al extremo norte.</p>

²⁴ Secretaría de planificación y programación de la presidencia –SEGEPLAN-. *Plan de desarrollo de Gualán, Zacapa, período 2011-2025*. 2010. <http://www.segeplan.gob.gt> (15 de enero de 2016).

CONTINÚA TABLA 26	
UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	DESCRIPCIÓN
Depresión del río Motagua	<p>Esta unidad está conformada por la llanura aluvial y las terrazas del río Motagua, que se localizan desde Río Hondo y Gualán, Zacapa hasta Los Amates, Izabal.</p> <p>En la llanura aluvial presenta pendientes menores de 1%, mientras que en las terrazas pueden variar de 1 a 8%. Existen muchos ríos que desembocan de la parte de la Sierra de las Minas al norte. La sedimentación aluvial del Motagua es de fracciones de rocas de diferente origen, volcánico, sedimentario y predominantemente metamórfico.</p> <p>La geoforma de esta unidad, está dado por el depósito o relleno coluvio-aluvial efectuado por el río Motagua y el río Grande de Zacapa, en la parte suroeste. Las pendientes que presenta el río son muy bajas, menores del 1% orientadas de suroeste a noreste. El cauce del río Motagua presenta anchos variables entre 20 a 100 metros.</p>
Llanura aluvial del río San Francisco	<p>La llanura aluvial del río San Francisco, está formada por una superficie plana de muy suave pendiente (menor de 2%), que se orienta de suroeste a noreste, en una longitud de más de 30 km y un ancho máximo.</p> <p>La llanura aluvial del río San Francisco, está formada por una superficie plana, de muy suave pendiente (menor de 2%), que se orienta de suroeste a noreste, en una longitud de más de 30 km y un ancho máximo de 7 km. La topografía es plana con pendientes muy bajas, menores del 2% orientadas de suroeste a noreste.</p>

Fuente: *Estudio de evaluación de impacto ambiental del plan de expansión del sistema de transporte de energía eléctrica PET-01-2009, Lote C. Año 2008.*

b. Descripción de suelos según Estudio de evaluación de impacto ambiental

En el área del Proyecto, se presentan los suelos del valle del Motagua y las colinas del sur de la Sierra de Las Minas, originados por el producto de la meteorización de rocas y cenizas volcánicas que cubrieron la zona, durante la etapa de diseño y

construcción la empresa constructora realizó estudios de suelo para conocer las condiciones actuales del área de influencia, los horizontes del suelo presentan las siguientes características:

TABLA 27
CARACTERÍSTICAS DEL SUELO SEGÚN EIA

HORIZONTE	CARACTERÍSTICAS DEL SUELO
A	Formado en la superficie, con mayor contenido de materia orgánica (transformada) que los horizontes situados debajo. Típicamente de color oscuro.
B	Horizonte de enriquecimiento en uno o varios de estos compuestos: arcilla, óxidos de Fe y Al, materia orgánica (sólo si es de origen iluvial o acumulativo) y carbonatos. Colores pardos y rojos. Con desarrollo de estructura edáfica (típicamente en bloques angulares, subangulares y prismáticos).
C	Material original. Sin desarrollo de estructura, ni rasgos edáficos. Blando, suelto, se puede cavar con una azada. Puede estar meteorizado pero nunca edafizado (material transformado en suelo por un proceso a través del tiempo).
D	Material original. Roca dura, coherente. No se puede cavar con azada.
Serie de suelos presentes en área del proyecto	Champona (Chp), Chicaj (Chj), Chol (Chg), Cristina (Ct), Guapinol (G), Inca (In), Jucubo (Ju), Marajuma (Mj), Quiriguá (Qr), Toltec (To), Zarzal (Zr) y suelos de los valles (SV).

Fuente: *Estudio de evaluación de impacto ambiental del plan de expansión del sistema de transporte de energía eléctrica PET-01-2009, Lote C. Año 2008.*

Durante el transecto en kilómetros lineales se realizaron fotografías a los cambios perceptibles de los suelos de acuerdo a su coloración y composición:

TABLA 28
EJEMPLOS DE CAMBIOS EN SUELOS EN LÍNEA DE
TRANSMISIÓN ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN

TIPO DE SUELO	FOTOGRAFÍA
<p>Tempisque Suelos y regolita en rocas metamórficas</p>	
<p>Santiago Areniscas y rocas sedimentarias</p>	

CONTINÚA TABLA 28

Juan Ponce
Suelos en rocas sedimentarias



Los Achiotés
Bloques de rocas metamórficas



El Arenal
Suelos en rocas sedimentarias y
gravas



CONTINÚA TABLA 28

<p>Mayuelas</p> <p>Suelos en rocas sedimentarias y gravas.</p>	
<p>El Conacaste</p> <p>Suelos en rocas sedimentarias areniscas.</p>	
<p>El Zarzal</p> <p>Rocas metamórficas.</p>	

CONTINÚA TABLA 28

<p>El Lobo</p> <p>Suelos en rocas metamórficas.</p>	
<p>Llano Largo</p> <p>Suelos en rocas metamórficas.</p>	
<p>Doña María</p> <p>Suelos en rocas metamórficas.</p>	

CONTINÚA TABLA 28	
Mestizo Suelos en serpentinitas.	
García Suelos en serpentinitas.	

Fuente: Investigación de campo. Año 2016.

Durante la etapa de análisis de campo, se realizó la observación de las estructuras de las torres para buscar evidencias de daños en las cimentaciones de las patas de cada una de ellas.

No se encontraron estructuras dañadas durante el transecto, así mismo, no se observaron evidencias de daños a la capa superficial de suelo en torno a de las torres.

FOTOGRAFÍA 2 EJEMPLOS DE GEOLOGÍA LOCAL



Tomada por: Gustavo Adolfo Chiquín Calles. Año 2016.

Durante la caracterización de geología local fue posible comparar analizar las medidas de mitigación establecidas en el Estudio de impacto ambiental del proyecto, en la Tabla 28 y la Fotografía 2 se muestran ejemplos de dicha caracterización durante el transecto linealmente en la línea de transmisión eléctrica de alta tensión.

3.1.7 Biótico

Como se describió anteriormente durante el trazo de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión se caracterizan 5 zonas de vida según Holdridge, por lo que durante el transecto, se generó la siguiente tabla con 2 especies de cada zona de vida, se realizaron fotografías de dichas especies indicadoras en la servidumbre de paso como evidencia de la riqueza ambiental de esta área:

TABLA 29
EJEMPLO DE ESPECIES DE CADA ZONA DE VIDA

No.	ZONA DE VIDA	COMUNIDAD	ESPECIE
1	Monte espinoso subtropical (me-S)	Tempisque Santiago	
			<p align="center"><i>Cactaceae / Cabeza de viejo</i> <i>Cephalocereus maxonii</i> Rose</p>
			
<p align="center"><i>Cactaceae / Tuno</i> <i>Lemaireocereus eichlamii</i></p>			
2	Bosque seco subtropical (bs-S)	Juan Ponce Los Achiotes El Arenal	
			<p align="center"><i>Mimosaceae / Quiebra hacha</i> <i>Leucaena guatemalensis</i></p>
			
<p align="center"><i>Simaroubaceae / Plumajillo</i> <i>Alvaradoa amorphoides</i></p>			

CONTINÚA TABLA 29			
No.	ZONA DE VIDA	COMUNIDAD	ESPECIE
3	Bosque muy húmedo subtropical cálido (bmh-S(c))	Mayuelas	
			<i>Arecaceae / Mamarrón</i> <i>Attalea cohune</i>
		El Conacaste	
			<i>Pinaceae / Pino macho</i> <i>Pinus caribea</i>
4	Bosque muy húmedo tropical (bmh-T)	El Zarzal	
			<i>Rutaceae / Zanthoxylum fagara</i>
		El Lobo	
			<i>Fabaceae / Zarzal</i> <i>Acacia cookii</i>

CONTINÚA TABLA 29			
No.	ZONA DE VIDA	COMUNIDAD	ESPECIE
5	Bosque húmedo subtropical templado (bhS (t))	Llano Largo Doña María	
			Dilleniaceae / Curata <i>Curatella americana</i>
			
			Pinaceae / Pino amarillo <i>Pinus oocarpa</i>

Tomadas por: Gustavo Adolfo Chiquín Calles. Año 2016.

De acuerdo a las Zonas de vida de Holdrige, la región del Valle del Motagua es única en Guatemala debido a las condiciones climáticas y de relieve por lo que es un área de atracción para especies que necesitan de este ecosistema único.

a. Fauna

Se generó un listado de especies de fauna de manera participativa a través de la Pregunta 11 de la entrevista que se presenta en esta investigación. A partir de las fotografías tomadas y la entrevista se obtuvieron nombres comunes de aves para confirmarlos con la *Guía de aves de la región semiárida del valle del Motagua* realizado por la Fundación Defensores de la Naturaleza en 2012, el resultado es:

TABLA 30
LISTADO DE AVES IDENTIFICADAS

No.	FAMILIA	NOMBRE COMÚN (INGLÉS)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN REGIONAL	ESTADO
1	<i>Cracidae</i>	<i>Plain Chachalaca</i>	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	R
2	<i>Odontophoridae</i>	<i>Spot billed bobwhite</i>	<i>Colinus leucopogon</i>	Codorniz	ER
3	<i>Ardeidae</i>	<i>Snowy Egret</i>	<i>Egretta bhula</i>	Garza	R
4	<i>Cathartidae</i>	<i>Black Vulture</i>	<i>Coragyps atratus</i>	Zope cabeza negra	R
5	<i>Accipitridae</i>	<i>Red tail Hawk</i>	<i>Buteo jamicensis</i>	Gavilán	R
6	<i>Accipitridae</i>	<i>Common Black Hawk</i>	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Águila negra	R
7	<i>Columbidae</i>	<i>Inca Dove</i>	<i>Columbina inca</i>	Tortolita	R
8	<i>Columbidae</i>	<i>Ruddy Ground Dove</i>	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita	R
9	<i>Columbidae</i>	<i>White tipped Dove</i>	<i>Leptotila verreauxi</i>	Pumuya	R
10	<i>Psittacidae</i>	<i>Orange fronted parakeet</i>	<i>Aratinga canicularis</i>	Perica Guayabera	R
11	<i>Tytonidae</i>	<i>Barn Owl</i>	<i>Tyto alba</i>	Lechuza	R
12	<i>Trochillidae</i>	<i>Cinnamon Hummingbird</i>	<i>Amazilia rutila</i>	Gorrión	R
13	<i>Trochillidae</i>	<i>Green breasted Mango</i>	<i>Anthracotorax prevostii</i>	Gorrión	R
14	<i>Trochillidae</i>	<i>White eared Hummingbird</i>	<i>Basilinna leucotis</i>	Gorrión	R
15	<i>Trochillidae</i>	<i>Plain capped Starthroat</i>	<i>Helioaster constantii</i>	Gorrión	R
16	<i>Alcedinidae</i>	<i>Belted Kingfisher</i>	<i>Megaceryle alcyon</i>	Martin pescador	M
17	<i>Alcedinidae</i>	<i>Amazon Kingfisher</i>	<i>Megaceryle amazona</i>	Martin pescador	R
18	<i>Hirundinidae</i>	<i>Barn Swallow</i>	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina	M
19	<i>Hirundinidae</i>	<i>Grey breasted Martin</i>	<i>Progne chalybea</i>	Golondrina	R
20	<i>Hirundinidae</i>	<i>Northern Rough winged Swallow</i>	<i>Stelgidopteryx ridwayi similis</i>	Golondrina	R
21	<i>Parulidae</i>	<i>Ovenbird</i>	<i>Seiurus aurocapilla</i>	Patito	M
22	<i>Cardinalidae</i>	<i>Yellow Grosbeak</i>	<i>Pheucticus chrysopleus</i>	Chorcha pico de loro	R
23	<i>Icteridae</i>	<i>Baltimore Oriole</i>	<i>Icterus galbula</i>	Chorcha	M

CONTINÚA TABLA 30					
No.	FAMILIA	NOMBRE COMÚN (INGLÉS)	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN REGIONAL	ESTADO
24	<i>Icteridae</i>	<i>Altamira Oriole</i>	<i>Icterus gularis</i>	Chorcha	R
25	<i>Icteridae</i>	<i>Streak backed Oriole</i>	<i>Icterus pustulatus</i>	Chorcha	R
26	<i>Icteridae</i>	<i>Orchard Oriole</i>	<i>Icterus spurius</i>	Chorcha	TM
ABREVIATURA DE ESTADO		SIGNIFICADO			
ER		Endémico Regional (su distribución se restringe a un área en particular, generalmente pequeña).			
R		Residente reproductivo (que habita todo el año en el lugar y que se reproduce aquí).			
M		Migratoria (especies que no se reproducen en la región y que visitan el lugar durante el invierno en América del Norte).			
TM		Transeúntes (especies que no se reproducen aquí y que visitan la zona solo durante unos meses al año: abril, principios de junio y entre los meses de agosto a septiembre).			
I		Introducida (especies no nativas del área en que se les considera introducidos y que han sido accidental o deliberadamente transportados a una nueva ubicación por los humanos).			

Fuente: *Guía de aves de la región semiárida del valle del Motagua, Año 2012.*

En el EIA del Lote C del Proyecto PET-1-2009, la empresa constructora realizó monitoreo de fauna y estableció la caracterización de 21 especies de mamíferos y 13 especies de especies de herpetofauna.

A partir del listado de especies de la Fundación defensores de la naturaleza, se generó la Pregunta 11 de la entrevista y se obtuvo la lista de especies en la Tabla 6.

b. Flora

Se generó un listado de especies de flora de manera participativa a través de la Pregunta 9 (Página 125 y Anexo 3)

de la entrevista que se presenta en esta investigación. En el EIA del Gualán, Lote C, se identifican 39 especies de flora, las cuales son de conocimiento general en la población del área.

Según Behar y Tinschert, el área de investigación es descrita cómo la Región seca. Se describe la vegetación típica conformada por arbustos bajos espinosos, leguminosos y cactáceos, con árboles aislados. El ambiente del área es inhóspito para las epifitas (plantas que utilizan otra planta o árbol como soporte) por lo que se producen pocas especies de orquídeas. Por Gualán atraviesa el río Motagua, el más largo del país de oeste a este, a través del valle.

TABLA 31
ESPECIES INDICADORAS DEL ÁREA SEGÚN LIBRO
GUATEMALA Y SUS ORQUÍDEAS

Nombre común	Nombre científico
Orquídea	<i>Encyclia nematocaulon</i>
Orquídea	<i>Encyclia adenocarpon</i>
Planta epífita	<i>Oncidium ascedens</i>
Planta epífita	<i>Oncidium splendidum</i>

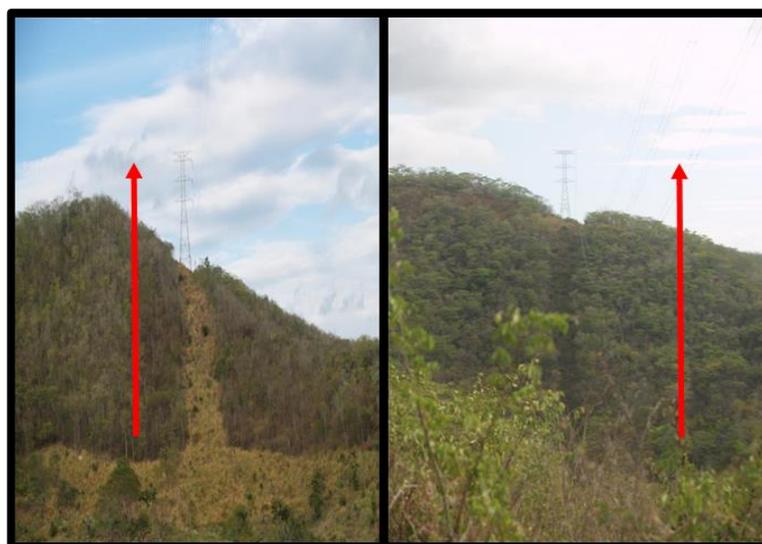
Fuente: *Guatemala y sus orquídeas*. Año 1998.

c. Bosque

Se generó una tabla con las especies forestales del área del proyecto según la entrevista realizada en esta investigación, posteriormente se identificaron las especies con base al libro Árboles y arbustos de los bosques secos de Guatemala por César Castañeda Salguero del Departamento de Ingeniería forestal de la Universidad del Valle de Guatemala y el INAB en el año 2004.

En el Estudio de evaluación de impacto ambiental se establece que por medio del plan de aprovechamiento forestal se realiza corta final, sin embargo en algunas áreas en donde no era necesario la empresa constructora respeto la masa boscosa, por lo que se demuestra que no es necesario eliminar toda la masa boscosa como se puede apreciar en la siguiente fotografía:

FOTOGRAFÍA 3 TRAZO DE SERVIDUMBRE DE PASO



Tomada por: Gustavo Adolfo Chiquín Calles. Año 2016.

Cómo puede apreciarse en la fotografía anterior, en algunos tramos de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión si es necesario realizar corte total con un ancho de 30 metros debido a que durante la construcción se realiza el flechado de conductores (tensar el cableado) de una torre a la otra y debe tomarse en cuenta que las pendientes suelen ser muy variables, por lo que la limpieza completa del trazo se hace necesaria.

TABLA 32
ESPECIES FORESTALES IDENTIFICADAS
EN LA ETAPA DE CAMPO

No.	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	ESPECIE
1	<i>Anacardiaceae</i>	Jocote	<i>Spondias purpurea</i>
2	<i>Annonaceae</i>	Guineo de venado	<i>Sapranthus nicaraguensis</i>
3	<i>Apocynaceae</i>	Palo de la cruz	<i>Plumeria acutifolia</i>
4	<i>Apocynaceae</i>	Chilindrón	<i>Thevetia ovata</i>
5	<i>Arecaceae (Palmae)</i>	Palma	<i>Sabal guatemalensis</i>
6	<i>Bignoniaceae</i>	Morro	<i>Crescentia alata</i>
7	<i>Bignoniaceae</i>	Jícara	<i>Crescentia cujete</i>
8	<i>Bignoniaceae</i>	Cortez amarillo	<i>Tabebuia chrysantha</i>
9	<i>Bignoniaceae</i>	Palo blanco	<i>Tabebuia donnell smithii</i>
10	<i>Bignoniaceae</i>	Cortez colorado	<i>Tabebuia palmeri</i>
11	<i>Bignoniaceae</i>	Matilisquate	<i>Tabebuia rosea</i>
12	<i>Bombacaceae</i>	Murul o Ceibillo	<i>Ceiba aeascutifolia</i>
13	<i>Bombacaceae</i>	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>
14	<i>Boraginaceae</i>	Upay	<i>Cordia dentata</i>
15	<i>Boraginaceae</i>	Chaparro	<i>Cordia truncatifolia</i>
16	<i>Burseraceae</i>	Jiotillo	<i>Bursera schlechtendalii</i>
17	<i>Burseraceae</i>	Jiote	<i>Bursera simaruba</i>
18	<i>Cactaceae</i>	Cabeza de viejo	<i>Cephalocereus maxonii</i>
19	<i>Cactaceae</i>	Tuno	<i>Lemaireocereus eichlamii</i>
20	<i>Caesalpiniaceae</i>	Santa Rosa	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>
21	<i>Caesalpiniaceae</i>	Aripín	<i>Caesalpinia velutina</i>
22	<i>Caesalpiniaceae</i>	Flor amarilla	<i>Cassia skinneri</i>
23	<i>Caesalpiniaceae</i>	Brasil	<i>Haematoxylon brasiletto</i>
24	<i>Caesalpiniaceae</i>	Guapinol	<i>Hymenaea courbaril</i>
25	<i>Caesalpiniaceae</i>	Guacamayo	<i>Phyllocarpus septentrionalis</i>
26	<i>Combretaceae</i>	Roble de montaña	<i>Bucida macrostachya</i>
27	<i>Cupressaceae</i>	Ciprecillo	<i>Juniperus comitana</i>
28	<i>Erythroxilaceae</i>	Frutillo	<i>Erythroxylon fiscalense</i>
29	<i>Euphorbiaceae</i>	Chichicaste de caballo	<i>Cnidosculus tubulosus</i>
30	<i>Euphorbiaceae</i>	Jabillo	<i>Hura polyandra</i>
31	<i>Fabaceae</i>	Almendro de río	<i>Andira inermis</i>
32	<i>Fabaceae</i>	Madre flecho	<i>Apoplanesia paniculata</i>

CONTINÚA TABLA 32			
No.	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	ESPECIE
33	<i>Fabaceae</i>	Madre cacao	<i>Gliricidia sepium</i>
34	<i>Fabaceae</i>	Palo de zope	<i>Piscidia grandifolia</i>
35	<i>Fabaceae</i>	Hormigo	<i>Platymiscium dimorphandrum</i>
36	<i>Fabaceae</i>	Sangredrigo	<i>Pterocarpus rohri</i>
37	<i>Malpighiaceae</i>	Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>
38	<i>Meliaceae</i>	Zapotón	<i>Swietenia humilis</i>
39	<i>Mimosaceae</i>	Conacaste blanco	<i>Albizzia caribaea</i>
40	<i>Mimosaceae</i>	Cadeno	<i>Albizzia longepedata</i>
41	<i>Mimosaceae</i>	Orotoguaje	<i>Acacia deamii</i>
42	<i>Mimosaceae</i>	Subín	<i>Acacia farnesiana</i>
43	<i>Mimosaceae</i>	Ixcanal	<i>Acacia hindsii</i>
44	<i>Mimosaceae</i>	Sare espino	<i>Acacia pennatula</i>
45	<i>Mimosaceae</i>	Sare	<i>Acacia riparioides</i>
46	<i>Mimosaceae</i>	Conacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>
47	<i>Mimosaceae</i>	Yaje	<i>Leucaena diversifolia</i>
48	<i>Mimosaceae</i>	Quiebra hacha	<i>Leucaena guatemalensis</i>
49	<i>Mimosaceae</i>	Zarza	<i>Mimosa platycarpa</i>
50	<i>Moraceae</i>	Amate	<i>Ficus cotinifolia</i>
51	<i>Moraceae</i>	Amate	<i>Ficus glabrata</i>
52	<i>Olacaceae</i>	Nance de iguana	<i>Ximenia americana</i>
53	<i>Pinaceae</i>	Pino de ocote	<i>Pinus oocarpa</i>
54	<i>Rhamnaceae</i>	Fruto de cabro	<i>Karwinskia calderoni</i>
55	<i>Salicaceae</i>	Sauce	<i>Salix chilensis</i>
56	<i>Sapindaceae</i>	Jaboncillo	<i>Sapindus saponaria</i>
57	<i>Sapindaceae</i>	Juruguay	<i>Talisia olivaeformis</i>
58	<i>Sapotaceae</i>	Tempisque	<i>Mastichodendron capiri</i> var. <i>Tempisque</i>
59	<i>Simaroubaceae</i>	Jocote de mico	<i>Simarouba glauca</i>
60	<i>Sterculiaceae</i>	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>
61	<i>Sterculiaceae</i>	Castaño	<i>Sterculia apetala</i>
62	<i>Theophrastaceae</i>	Duruche	<i>Jacquinia aurantiaca</i>
63	<i>Tiliaceae</i>	Capulín blanco	<i>Muntingia calabura</i>
64	<i>Ulmaceae</i>	Capulín	<i>Trema micrantha</i>
65	<i>Zygophyllaceae</i>	Guayacán	<i>Guaiacum sanctum</i>

Fuente: Árboles y arbustos de los bosques secos de Guatemala. Año 2004.

En algunas áreas no es necesario cortar todos los árboles durante la etapa de construcción y operación cómo se muestra en la siguiente fotografía:

FOTOGRAFÍA 4 ÁRBOLES CERCANOS A SERVIDUMBRE DE PASO



Tomada por: Gustavo Adolfo Chiquín Calles. Año 2016.

De acuerdo a la Fundación para la conservación de los recursos naturales y ambiente en Guatemala, en el área existe la presencia de bosques ribereños o bosques de galería, estos son el refugio para especies de fauna local, debido a las características del bosque seco, necesitan del bosque ribereño para sobrevivir, ya que se genera dinámica entre ambos ecosistemas.

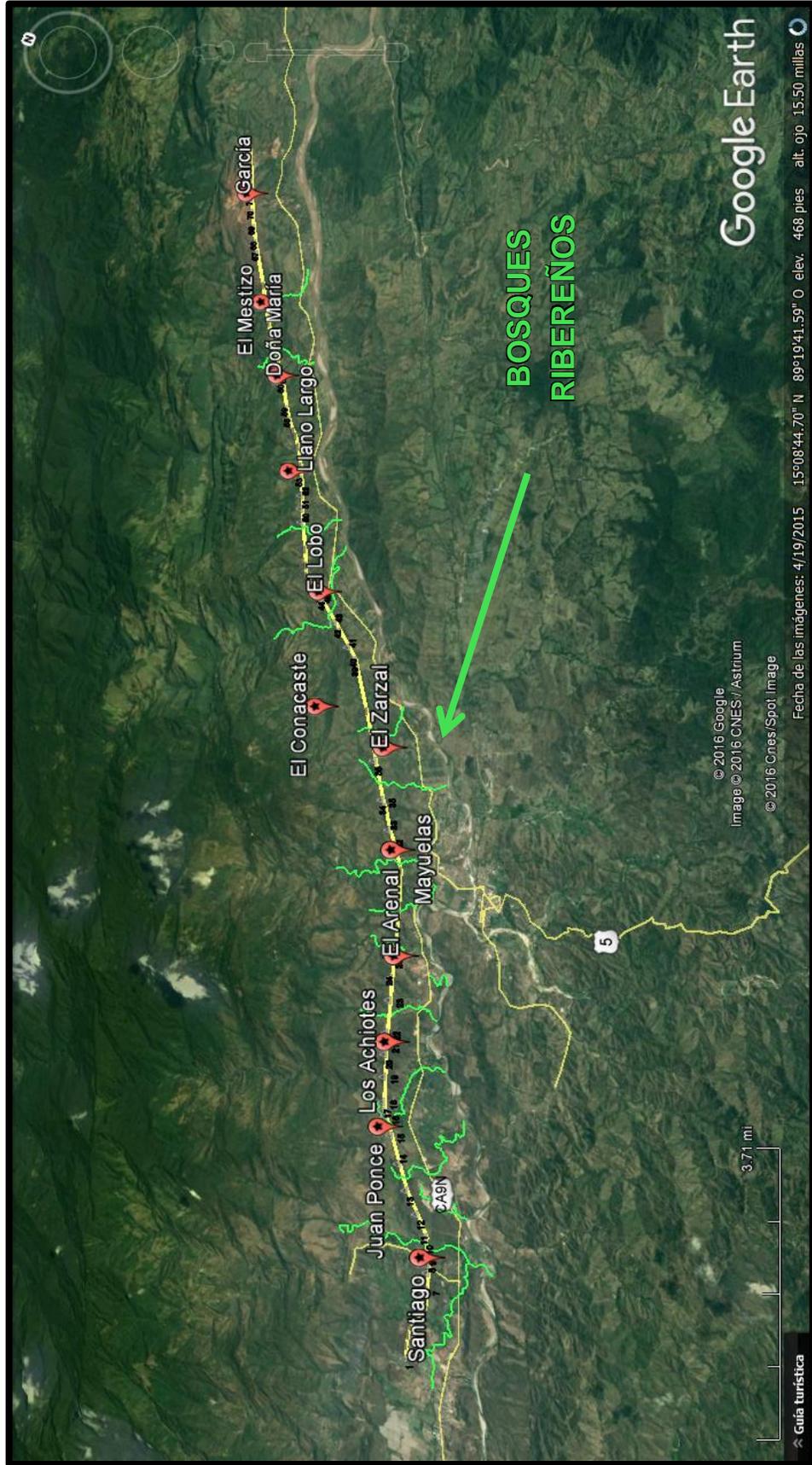
La diversidad de esta región se desarrolla por la función de los bosques ribereños que aunque degradados, proveen refugio, alimento y otros servicios a especies animales y vegetales que no

tienen adaptaciones para sobrevivir en ambientes semiáridos, por lo que los bosques ribereños contribuyen a su sobrevivencia en este tipo de habitat.

Acorde a la Fundación Defensores de la Naturaleza, algunas especies de mamíferos y aves, no podrían estar presentes en el bosque seco o monte espinoso sin la presencia de los bosques ribereños. Son asociaciones vegetales edáficas contiguas a cuerpos de agua, donde la humedad favorece el establecimiento de especies, sobre todo en ambientes áridos y semiáridos.

Los bosques ribereños representan organización, diversidad y dinámica de las comunidades biológicas asociadas a los sistemas fluviales. Mantienen procesos biológicos y conectan poblaciones entre varios tipos de vegetación. En el Mapa 5 se muestra la delimitación de los bosques ribereños en el área de investigación:

MAPA 5 BOSQUES RIBEREÑOS EN ÁREA DE INVESTIGACIÓN



Fuente: Investigación de campo. Año 2017.

3.1.8 Socio económico

De acuerdo a Lux Álvarez, en cuanto a servicios básicos se hace necesario mejorar las condiciones de las viviendas, ampliar la cobertura de energía eléctrica, mejorar las vías y medios de comunicación y fortalecer los sistemas de seguridad y asistencia social. Las principales actividades productivas del municipio son: cultivo de maíz y frijol, cardamomo, tomate chile, sandía, mango, banano, naranja y pacaya y pepino en pequeña escala, destaca también la ganadería y producción de artesanías.

Se generó el siguiente mapa con la caracterización general actual sobre el uso de la tierra en la servidumbre de paso:

TABLA 33
LEYENDA DE MAPA DE USO DE LA TIERRA

Simbolo	Abreviatura	Significado	%
	A - P	Area de Pinpep	2.5
	B	Area de Bosque	3
	C	Cultivos	28
	G	Ganadería	8
	M	Minería	0.5
	P	Pastos	21
	Po	Población	10
	R	Reservorio	12
	V	Vegetación	15
TOTAL			100

Fuente: Investigación de campo. Año 2016.

a. Concordancia con el uso actual y potencial del suelo según EIA de proyecto PET del Lote C

La vida útil de la línea de transmisión eléctrica está diseñada para 20 años. Los terrenos colindantes a la línea y las subestaciones en fincas en donde los propietarios deciden continuar con sus actividades comerciales productivas (agrícolas o ganaderas). Los propietarios de los terrenos pueden utilizar la franja de la línea para continuar con los cultivos tradicionales (pasto, vegetación baja, hortaliza, entre otros).

b. Áreas socialmente sensibles y vulnerables

A partir de la información que se presenta en el EIA del proyecto PET del Lote C, se generó un resumen de las áreas sensibles y vulnerables en el área de influencia en la siguiente tabla:

**TABLA 34
ÁREAS SOCIALMENTE SENSIBLES
Y VULNERABLES**

ÁREA SOCIAL	EXPERIENCIA DURANTE ETAPA DE CAMPO
Narcotráfico	Existen fincas en donde según los acompañantes era necesario pedir permiso a pesar de que estas parecieran desoladas. En Gualán la población sabe que existen fincas de procedencia asociada al narcotráfico.
La municipalidad de Gualán	Durante las visitas para obtención de información a la municipalidad de Gualán, los encargados de oficina que atendieron en dichas ocasiones cuestionaron esta investigación ya que

CONTINÚA TABLA 34	
ÁREA SOCIAL	EXPERIENCIA DURANTE ETAPA DE CAMPO
	estas personas consideran que la línea de transmisión eléctrica de alta tensión genera radiación por lo que sienten miedo hacia las estructuras del proyecto.
Circulación de vehículos y seguridad industrial	Durante la entrevista que se realizó a la población que vive cerca de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión en el municipio de Gualán, uno de los mayores conflictos que la población demostró, fue que no deseaba que maquinaria y vehículos pesados utilizaran las carreteras comunitarias, debido a que es muy difícil para la comunidad arreglarlas y conseguir los fondos necesarios.

Fuente: Investigación de campo. Año 2016.

3.2 Transecto en línea de transmisión eléctrica de alta tensión que atraviesa el municipio de Gualán, Zacapa

3.2.1 Procedimiento

Por medio del *Software ArcGis* y *Google earth*, se procedió a generar un mapa con los puntos georeferenciados de la localización de cada torre de transmisión de energía eléctrica de alta tensión, datos provistos por la empresa constructora y operativa; Transportadora de Energía de Centro América S. A. TRECSA. Los puntos georeferenciados fueron enumerados de acuerdo al orden en que se llevarían a cabo los transectos.

Se inició en la aldea El Tempisque y se finalizó en el límite de la aldea García de Gualán y la aldea Juan de Paz perteneciente a Los Amates, Izabal (Mapa 7).

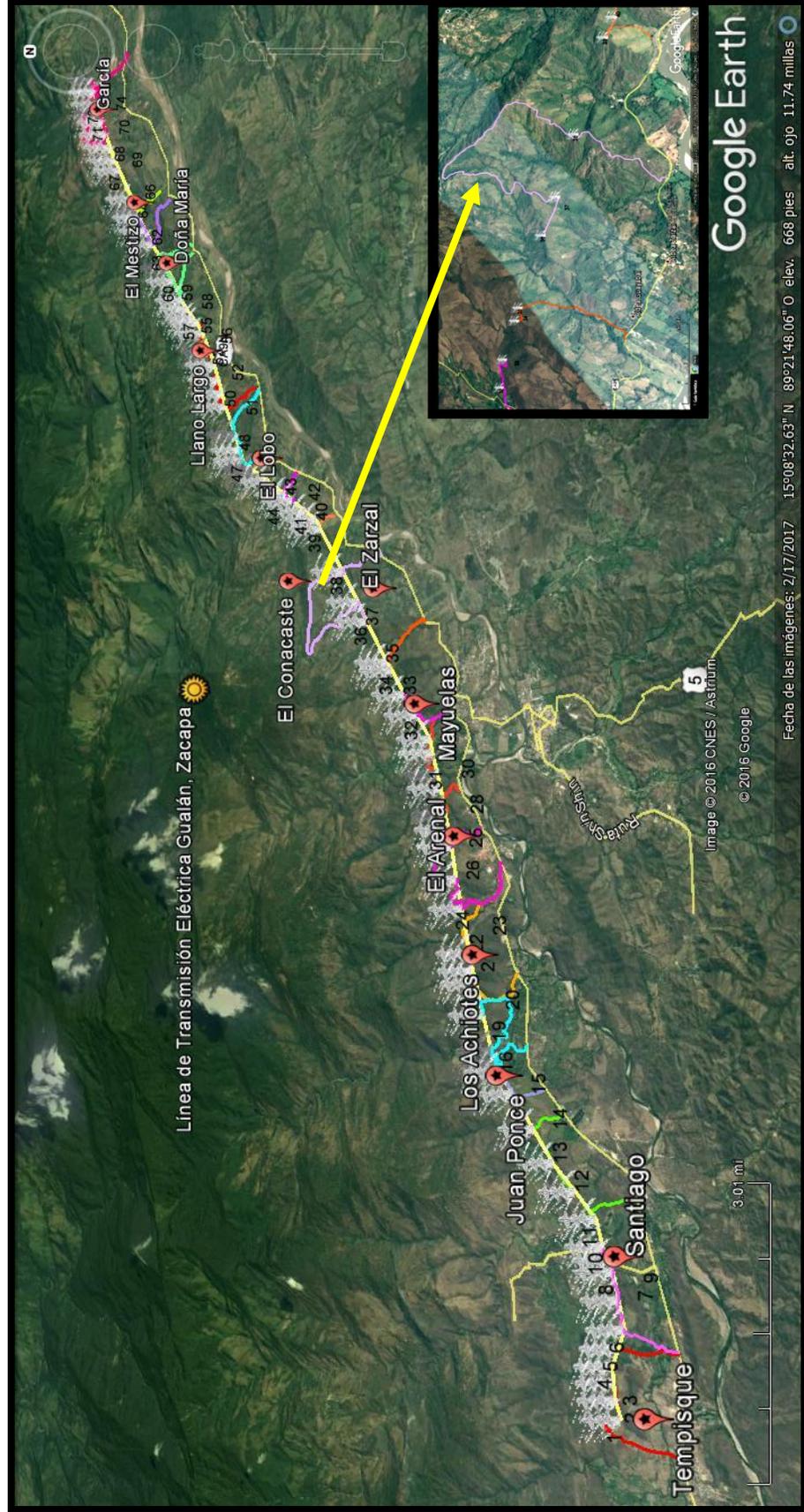
Se procedió a realizar transectos diarios a través del trazo que se realizó durante la construcción de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión que atraviesa el municipio de Gualán, Zacapa.

Cada transecto fue realizado con un *Ipad* mediante la utilización de la aplicación *Gis* la cual funciona como un mapa georeferenciado, con la cual fue posible ubicar y llegar hasta la localización de cada torre, por lo que se generaron *Tracks* o rutas con las que se crearon mapas de accesos a las torres.

Fue necesario contactar a tres personas de la aldea Mayuelas, por lo que se procedió a contratarlos para que sirvieran como acompañantes durante el transecto. A través de los transectos fue posible evaluar y verificar los impactos enlistados hipotéticamente en la matriz de valoración de impactos ambientales que se presenta en los resultados de esta investigación.

El transecto final consta de la observación y revisión de 75 torres de transmisión eléctrica de alta tensión donde se obtuvieron evidencias para identificar los impactos ambientales del proyecto en la etapa de operación, a partir del uso de la aplicación GIS en un dispositivo *ipad*, para ilustrar estos accesos de manera más simplificada se utilizó *Google Earth*, cada acceso se muestra en el siguiente mapa con un tono de color diferente:

MAPA 7
ACCESOS A TORRES DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN



Fuente: Investigación de campo. Año 2016.

3.2.2 Resultado de entrevista realizada durante transecto

Se realizó con el fin de conocer los cambios que los actores locales consideran que el entorno ha sufrido a causa del proyecto, la estructura de la entrevista se encuentra en el Anexo 3.

**TABLA 35
MUESTRA DE ENTREVISTADOS**

NOMBRE	POBLACIÓN
Tempisque	23
Santiago	21
Juan Ponce	41
Los Achiotes	40
El Arenal	40
Mayuelas	62
El Conacaste	20
El Zarzal	29
El Lobo	33
Llano largo	9
Doña María	23
Mestizo	36
García	20
TOTAL	397

Fuente: Investigación de campo. Año 2016.

**TABLA 36
MEDIDAS EN RESUMEN SEGÚN INFOSTAT**

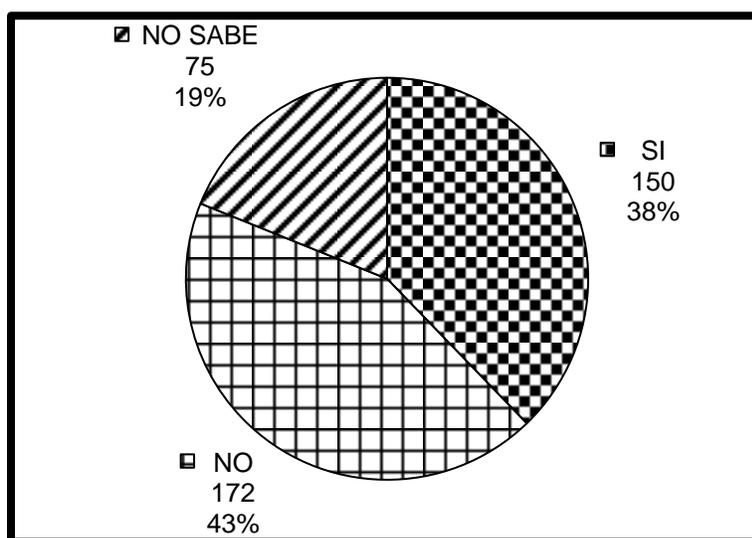
RESUMEN	POBLACIÓN
n	13.00
Media	30.54
Desviación Estándar	13.56
Mínimo	9.00
Máximo	62.00
P (90)	41.00

Fuente: Investigación de campo. Año 2016.

a. Resultados de componente hidrología

1) Análisis de pregunta 1 de entrevista

**GRÁFICA 1
RESULTADO DE PREGUNTA 1**



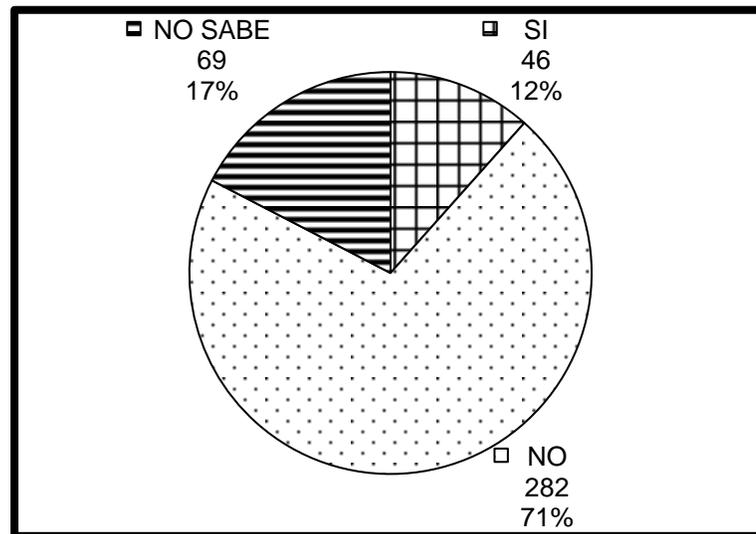
Fuente: Investigación de campo. Año 2016.

De acuerdo con la Pregunta 1, el 43% de la población no conoce nacimientos cercanos a la línea de transmisión eléctrica de alta tensión, los que sí, mencionaron que son nacimientos que nacen fuera del límite de la servidumbre de paso, que sólo pasan por debajo del cableado y no están cerca de ninguna torre.

A lo largo de la servidumbre de paso en el proyecto existen drenajes de agua superficial, sin embargo, estos inician no inician en el área establecida para el uso del proyecto, además, existen canales de riego debido a la agricultura y ganadería.

2) Análisis de pregunta 2 de entrevista

**GRÁFICA 2
RESULTADO DE PREGUNTA 2**



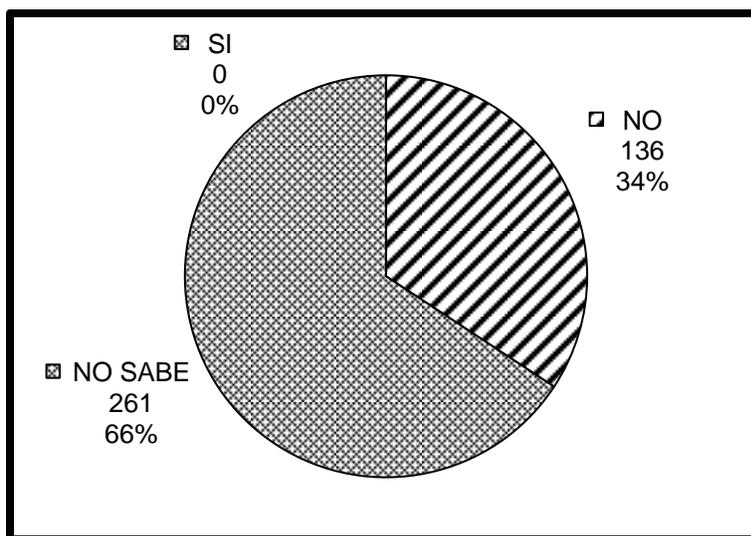
Fuente: Investigación de campo. Año 2016.

Acorde a la Pregunta 2, el 71% de la población no considera que haya existido arrastre de material a cuerpos de agua, todas cumplen con una servidumbre de paso con un ancho de 30 metros por lo que su entorno fue revisado durante el diseño y construcción.

Durante la construcción de la línea, el material que se extrae no se mueve a grandes distancias ya que se buscan lugares cercanos a la fuente de extracción en donde se obtenga un permiso para abandonar el material, por lo que es común en fincas tener un espacio para abandonar el material de tierra que se extraiga.

3) Análisis de pregunta 3 de entrevista

**GRÁFICA 3
RESULTADO DE LA PREGUNTA 3**



Fuente: Investigación de campo. Año 2016.

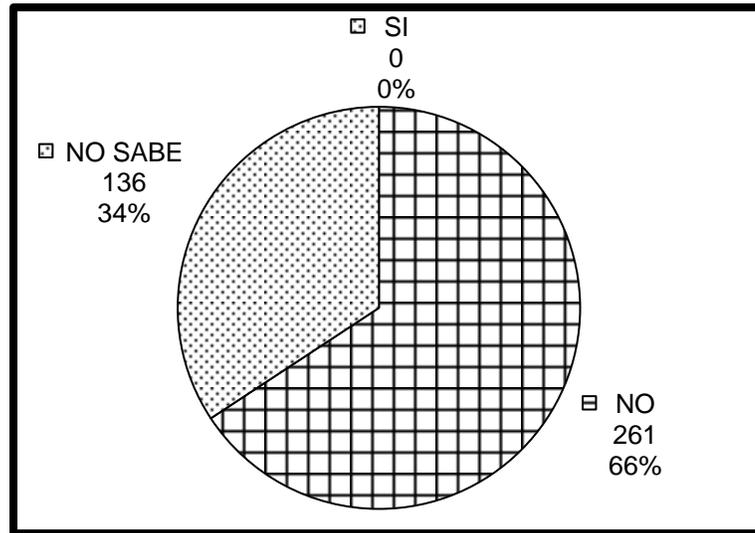
De acuerdo a la Pregunta 3, el 66% de la población desconoce si el agua sufre de contaminación a causa de las estructuras de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión.

La infraestructura requiere sólo del espacio que las patas de las torres de transmisión eléctrica ocupan en tierra, ya que debido a la altura del cableado de alta tensión, este no genera impactos relacionados al electromagnetismo y los agentes externos.

Durante esta investigación se realizó una recolección de especies de plancton para demostrar que estos especímenes no sufren afectación y se desarrollan en algunos cuerpos de agua que atraviesan la servidumbre de paso.

4) Análisis de pregunta 4 de entrevista

GRÁFICA 4
RESULTADO DE LA PREGUNTA 4



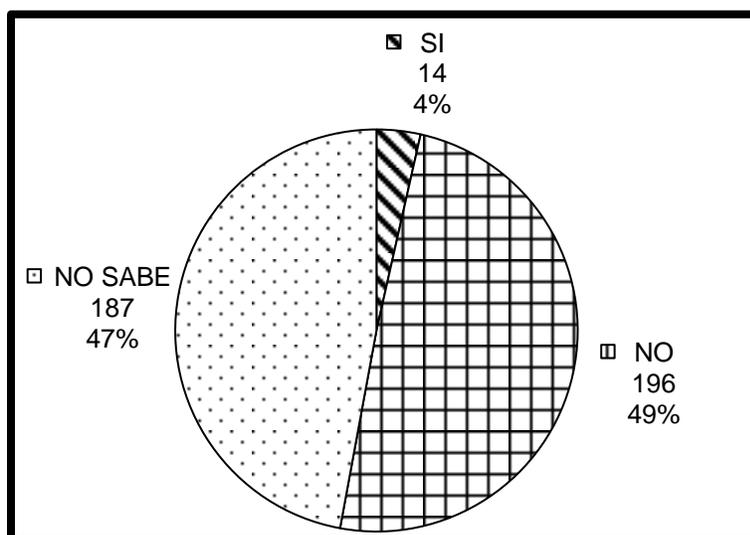
Fuente: Investigación de campo. Año 2016.

Según la Pregunta 4, el 66% de la población considera que no existe arrastre de material particulado en áreas cercanas a la línea de transmisión eléctrica. Esto se debe a que la empresa constructora se encargó de realizar medidas de prevención con la estabilidad de los suelos.

Durante la etapa de operación del proyecto, los técnicos encargados del mantenimiento deben corroborar si existen evidencias de problemas o defectos que deban corregirse con respecto a la estabilidad de los suelos en las áreas de cimentaciones para las torres de transmisión eléctrica de alta tensión.

b. Resultados de componente geología**5) Análisis de pregunta 5 de entrevista**

**GRÁFICA 5
RESULTADO DE LA PREGUNTA 5**



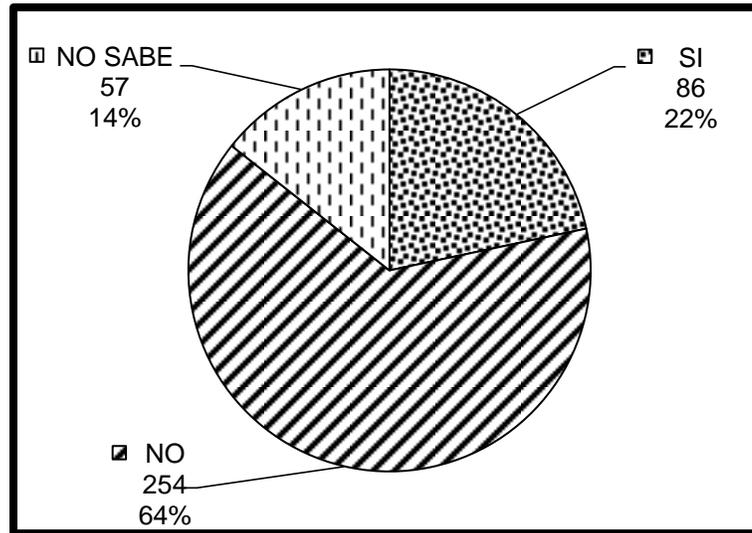
Fuente: Investigación de campo. Año 2016.

El 49% de población considera que no existe erosión de suelos cercanos a la línea de transmisión eléctrica de alta tensión. Durante la etapa de construcción sólo se utiliza el área dentro de los límites de la servidumbre de paso adquirida.

La infraestructura del proyecto permanece estática, por lo que el área que está en contacto con el suelo está conformada por las cimentaciones y patas de torres de transmisión eléctrica, y ya que el electromagnetismo no genera impactos en el suelo, no hay evidencias de erosión.

6) Análisis de pregunta 6 de entrevista

**GRÁFICA 6
RESULTADO DE LA PREGUNTA 6**



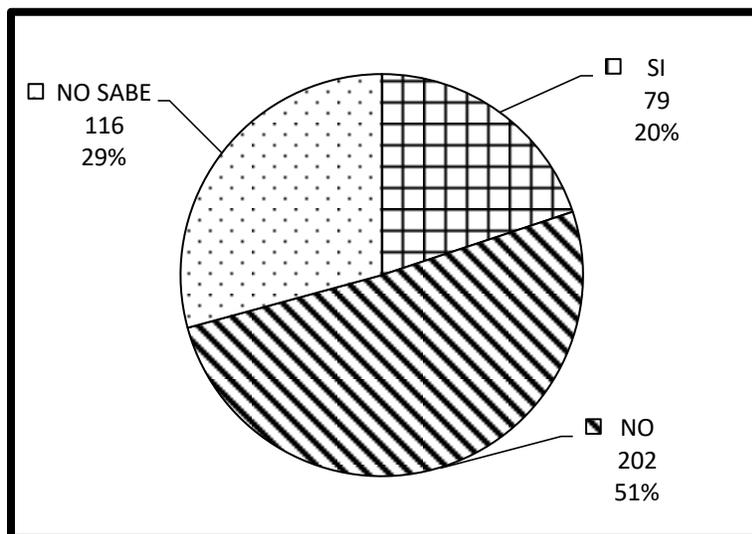
Fuente: Investigación de campo. Año 2016.

El 64% de comunitarios están de acuerdo en que durante la instalación de la línea no surgieron conflictos con respecto al movimiento de tierra o excavaciones.

Actualmente, durante la etapa de operación del proyecto, algunos comunitarios adjudican que debido a la maquinaria pesada que se utilizó durante el traslado de las algunas piezas de la infraestructura, algunas calles fueron dañadas y otras de terracería que no fueron mejoradas. La empresa constructora si realizo proyectos de mejoramiento de accesos viales pero no en todas las comunidades, lo que genera un conflicto de comparación entre ellas.

7) Análisis de pregunta 7 de entrevista

GRÁFICA 7
RESULTADO DE LA PREGUNTA 7



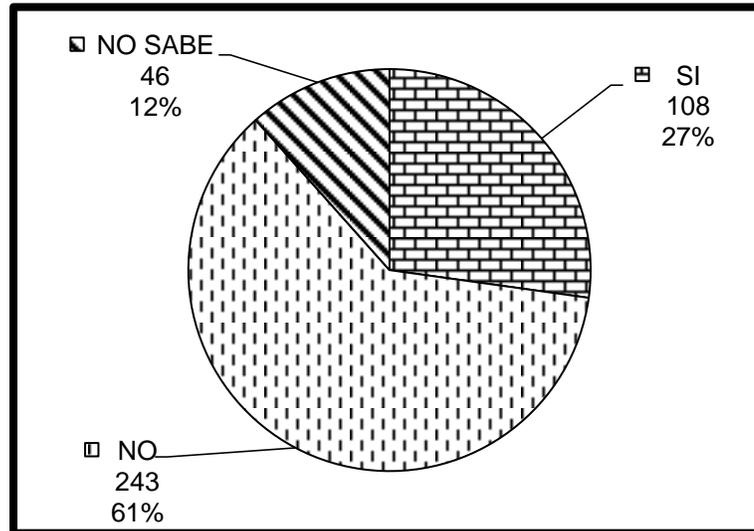
Fuente: Investigación de campo. Año 2016.

El 51% de la población considera que los suelos no han sufrido cambios negativos por ser parte de la servidumbre de paso. La población que considera que sí han sufrido cambios es porque suponen que hay radiación debajo de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión.

La línea de transmisión eléctrica de alta tensión no genera radiación, sino electromagnetismo y actualmente no existen estudios que indique que los niveles electromagnéticos puedan generar impactos negativos en el suelo. La infraestructura utiliza una red de tierras en caso de recibir una descarga atmosférica.

8) Análisis de pregunta 8 de entrevista

GRÁFICA 8
RESULTADO DE LA PREGUNTA 8



Fuente: Investigación de campo. Año 2016.

La empresa constructora no realizó accesos secundarios en las comunidades para acceder a la línea de transmisión eléctrica de alta tensión, sin embargo en algunas comunidades se crearon entradas a través de cercos de alambre de púas, los cuales se cerraron de nuevo.

Debido a los accesos internos que la mayor parte de fincas posee, la empresa constructora gestionó permisos para utilizarlos y algunos propietarios de los terrenos en donde fueron ubicadas las torres de transmisión eléctrica facilitaron los accesos a las ubicaciones, por esta razón no fue necesario realizar accesos para vehículos.

c. Resultados de componente flora

9) Análisis de pregunta 9 de entrevista

A partir del listado de especies obtenidas por la Organización Defensores de la Naturaleza (Tabla 7), se procedió a cuestionar a las personas sobre que especies existen en cada comunidad, a partir del listado original, se obtuvieron los siguientes nombres:

TABLA 37
LISTADO PARTICIPATIVO DE ESPECIES DE
FLORA LOCAL / PREGUNTA 9

No.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
1	Aguacate	<i>Persea americana</i>
2	Almendro de monte	<i>Prunus dulcis</i>
3	Almendro normal	<i>Prunus amygdalus</i>
4	Cablote - Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>
5	Cacao	<i>Theobroma cacao</i>
6	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>
7	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>
8	Cerezo	<i>Prunus sadicifolia</i>
9	Chichipate	<i>Acosmium panamense</i>
10	Cocos	<i>Cocos nucifera</i>
11	Conacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>
12	Cuje	<i>Inga fissionyx</i>
13	Flor de muerto	<i>Tagetes erecta</i>
14	Guanaba	<i>Annona muricata</i>
15	Guapinol	<i>Hymenaea courbaril</i>
16	Guarumo	<i>Cecropia obtusifolia</i>
17	Guayaba	<i>Psidium guayaba</i>
18	Guineo	<i>Musa paradisiaca</i>
19	Idayol	-----
20	Ixcanal	<i>Acacia hindsii</i>

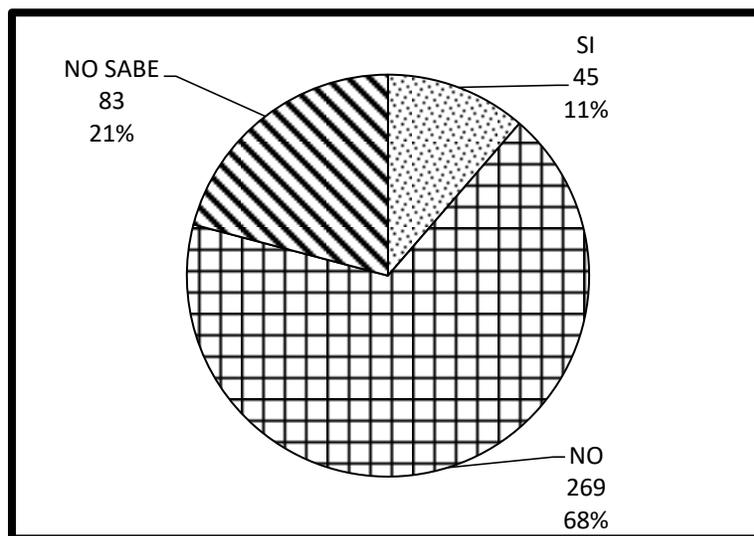
CONTINÚA TABLA 37		
No.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
21	Jamaica	<i>Hibiscus sabdariffa</i>
22	Jocote (Jocote tronador)	<i>Spondias purpurea</i>
23	Jocote marañon	<i>Anacardium occidentale</i>
24	Limón	<i>Citrus limón</i>
25	Mango	<i>Magnifera indica</i>
26	Mano de león	<i>Bocconia arbórea</i>
27	Matilisguate	<i>Tabebuia rosea</i>
28	Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>
29	Naranja	<i>Citrus sinensis</i>
30	Palo blanco	<i>Tabebuia donnell smithii</i>
31	Pavo	-----
32	Pito	<i>Erythrina standleyana</i>
33	Sare	<i>Acassia sp.</i>
34	Serel	-----
35	Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>
36	Upay	<i>Cordia dentata</i>
37	Zacate de corte	<i>Tripsacum laxum</i>
38	Zacate jaragua	<i>Jaragua hyparrhenia rufa</i>

Fuente: Investigación de campo. 2016.

Se generó el listado de 38 especies de flora local que los actores clave consideran ser las más comunes en el área de influencia del proyecto. Este listado fue confirmado con el CONAP ubicado en el municipio de Zacapa, Zacapa, y la fundación Defensores de la naturaleza ubicada en Río Hondo, Zacapa.

10) Análisis de pregunta 10 de entrevista

GRÁFICA 9
RESULTADO DE LA PREGUNTA 10



Fuente: Investigación de campo. 2016.

El 68% de la población coincide en que no se dañaron áreas de cultivo cuando se instalaron las torres de transmisión eléctrica de alta tensión.

La población que dice que si se dañaron cultivos especifica que fue en el área de la servidumbre de paso por lo que la empresa tiene posesión del uso de esa área una vez realizada la adquisición que establece la negociación por un tiempo indefinido, sin embargo una vez instaladas las torres, el dueño del terreno puede utilizar el área que existe entre torre y torre para sus actividades económicas.

d. Resultados de componente fauna

11) Análisis de pregunta 11 de entrevista

A partir del listado de especies (Anexo 3) se obtuvieron nombres de animales a partir de los conocimientos de la población entrevistada:

TABLA 38
LISTADO PARTICIPATIVO DE ESPECIES DE
FAUNA LOCAL / PREGUNTA 11

No.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
1	Chepillo	<i>Myiarchus yucatanensis</i>
2	Ardilla cola blanca	<i>Sciurus aureogaster</i>
3	Zopilote	<i>Coragyps atratus</i>
4	Sensontle	<i>Mimus polyglotos</i>
5	Sanate	<i>Quiscalus mexicanus</i>
6	Tepezcuintle	<i>Cuniculus paca</i>
7	Venado	<i>Odocoileus virginianus</i>
8	Codorniz	<i>Colinus virginianus</i>
9	Gavilán	<i>Chondrohierax uncinatus</i>
10	Palóma	<i>Columbidae</i>
11	Chacha	<i>Ortalis vertula</i>
12	Gallina de monte	<i>Tinamus major</i>
13	Urraca	<i>Cyanocorax melancyaneus</i>
14	Cotuza	<i>Dasyprocta punctata</i>
15	Lechuza	<i>Tyto alba</i>
16	Tecolote	<i>Strix occidentalis lucida</i>
17	Guancolola	
18	Pizote	<i>Nasua narica</i>
19	Micoleón	<i>Potos flavus</i>
20	Coche de monte	<i>Tayassu tajacu</i>
21	Coyote	<i>Canis latrans</i>
22	Tigrillo	<i>Leopardus pardalis</i>
23	Comadreja	<i>Mustrela frenata</i>

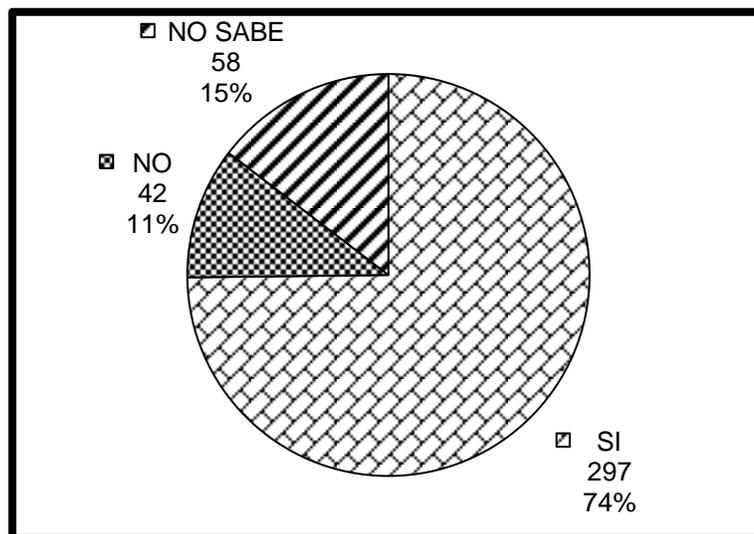
CONTINÚA TABLA 38		
No.	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
24	Puercoespín	<i>Sphiggurus mexicanus</i>
25	Mapache	<i>Procyon carnivorus</i>
26	Pitón	
27	Masacuata	<i>Boa constrictor</i>
28	Barba amarilla	<i>Bothrops asper</i>
29	Tortuga de río	<i>Celydra rossignonii</i>
30	Lagarto	<i>Heloderma horridum charlesbogerti</i>
31	Chacha	
32	Oso hormiguero	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>
33	Arroche	<i>Pez</i>
34	Tepemechin	<i>Pez</i>
35	Machaca	<i>Pez</i>
36	Pepesca	<i>Pez</i>
37	Tepocate	<i>Pez</i>
38	Camarón	<i>Macrobrachium americanum</i>
39	Tipujo	<i>Pez</i>

Fuente: Investigación de campo. Año 2016.

Se generó el listado de 39 especies de fauna local que los actores clave consideran ser las más comunes en el área de influencia del proyecto. Este listado fue confirmado con el CONAP ubicado en el municipio de Zacapa, Zacapa, y la fundación Defensores de la naturaleza ubicada en Río Hondo, Zacapa.

12) Análisis de pregunta 12 de entrevista

GRÁFICA 10
RESULTADO DE LA PREGUNTA 12



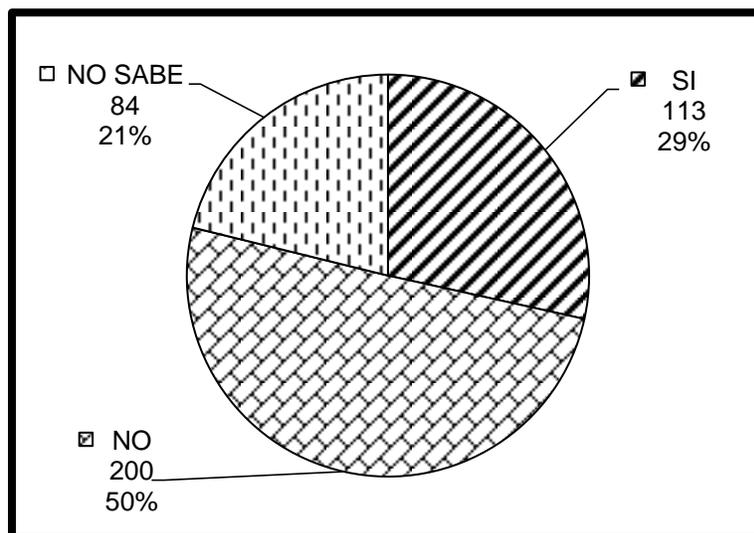
Fuente: Investigación de campo. 2016.

El 74% de población considera que en el período de años de 2011 a 2016 (5 años) si han desaparecido especies de animales en la comunidad, sin embargo no se relaciona este impacto a la construcción de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión.

La población entrevistada está de acuerdo en que la desaparición de especies se debe a la caza por consumo, venta y diversión. También mencionan que al construir canales de riego y de uso ganadero se deben cortar áreas de bosque que albergan animales debido al cambio de uso de suelos. Existen dueños de fincas que crean incendios forestales para limpiar áreas para facilitar el cambio de uso del suelo.

13) Análisis de pregunta 13 de entrevista

GRÁFICA 11
RESULTADO DE LA PREGUNTA 13



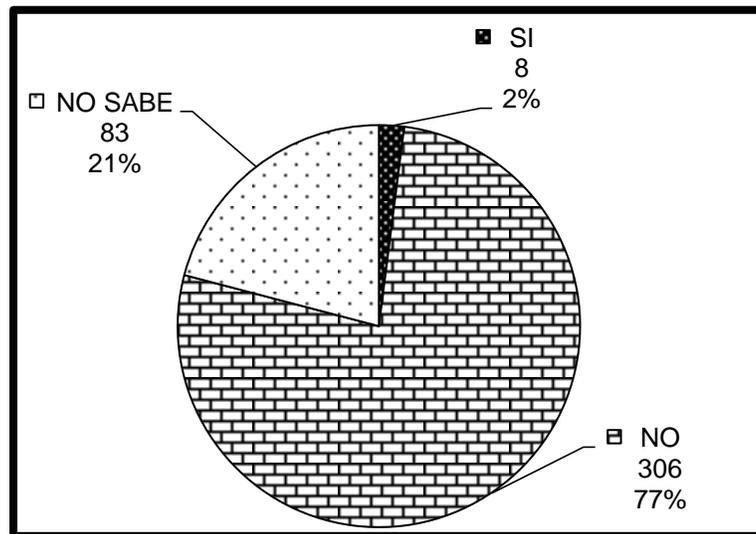
Fuente: Investigación de campo. 2016.

El 50% de la población entrevistada no retribuye la migración de animales a la tala de áreas de bosque durante la etapa de instalación de las torres.

En conjunto se considera que la migración de animales se debe a la tala de bosques por cambio de uso de suelo en fincas, actividad en la que se cortan grandes extensiones de bosque. Sin embargo, si consideran que es necesario realizar medidas compensatorias como resiembra de especies o creación de áreas de reforestación.

14) Análisis de pregunta 14 de entrevista

GRÁFICA 12
RESULTADO DE LA PREGUNTA 14



Fuente: Investigación de campo. 2016.

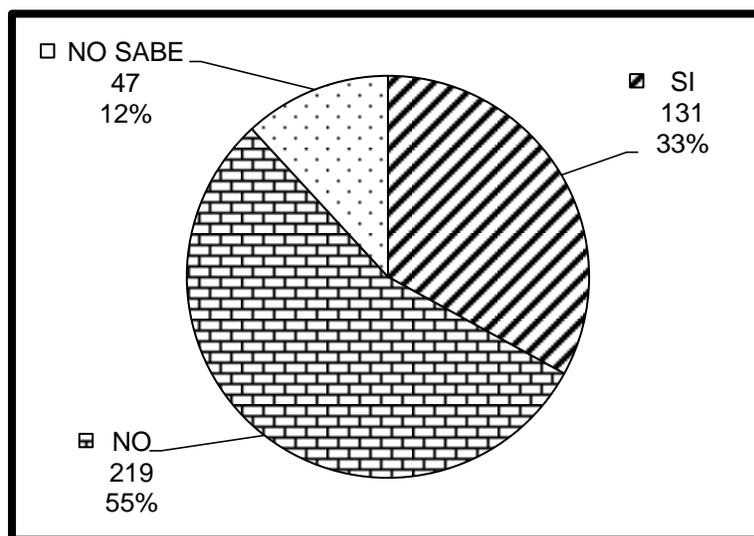
Según la población entrevistada no es común ver avifauna morir a causa de colisión o electrocución debido a las torres y cableado de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión.

La población que respondió que sí ha visto animales morir a causa de colisión o electrocución por cables se refieren a los cables del alumbrado público y a los transformadores de estos.

Durante la etapa de campo, se encontraron evidencias de nidos cercanos a la infraestructura del proyecto, sin embargo, no se encontró ningún nido en las torres analizadas.

15) Análisis de pregunta 15 de entrevista

GRÁFICA 13
RESULTADO DE LA PREGUNTA 15



Fuente: Investigación de campo. 2016.

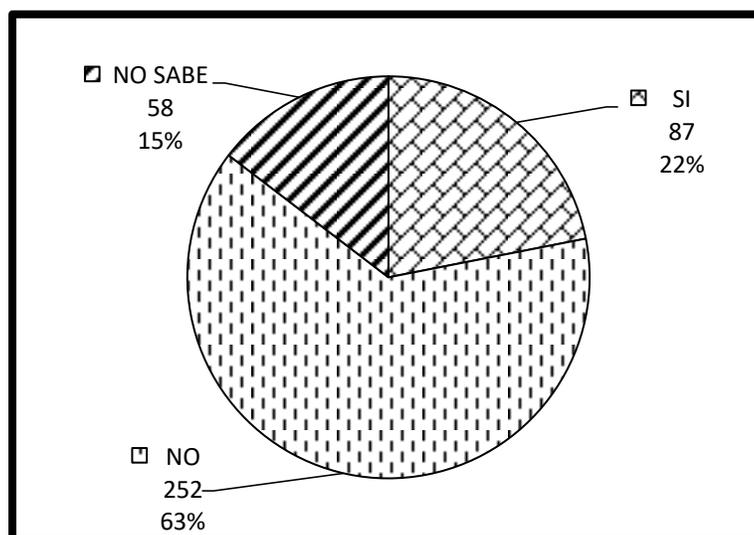
Según el 55% de la población entrevistada no es común que las aves realicen nidos en las estructuras de las torres de transmisión eléctrica, sino que a sus alrededores en las áreas con árboles, en parte este comportamiento se genera debido a que la línea de transmisión eléctrica de alta tensión está paralela a la carretera y esta a su vez es paralela al río Motagua, el cual se encuentra en la parte más baja del valle, que es a donde las especies de avifauna desciende en búsqueda de frutas.

La empresa constructora durante la operación realiza muestreos de especies de murciélagos y algunas aves debido a su importancia en la región semiárida, única en el país.

e. Resultados de componente paisaje

16) Análisis de pregunta 16 de entrevista

GRÁFICA 14
RESULTADO DE LA PREGUNTA 16



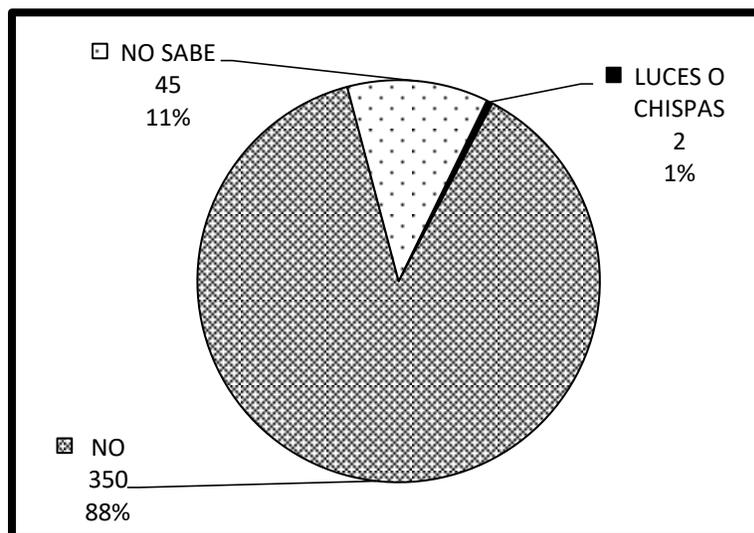
Fuente: Investigación de campo. 2016.

El 63% de población coincide en que no es común escuchar sonidos que se generen en la línea de transmisión eléctrica de alta tensión.

De las 13 comunidades establecidas en esta investigación, en dos de ellas la población dice que cuando llueve si se logra escuchar un zumbido si una persona se ubica cerca del cableado, sin embargo este sonido no genera molestias.

17) Análisis de pregunta 17 de entrevista

GRÁFICA 15
RESULTADO DE LA PREGUNTA 17



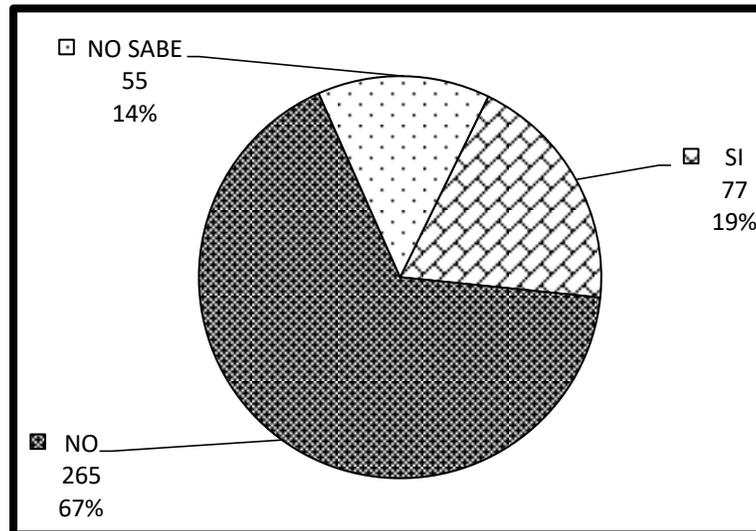
Fuente: Investigación de campo. 2016.

Según el 88% de la población entrevistada no se ha observado ningún efecto de luces, chispas o electricidad que se genere en la línea de transmisión eléctrica de alta tensión en su etapa de operación.

La población que si considera haber visto efectos de electricidad o luces, se refiere al cableado y transformadores del alumbrado público.

18) Análisis de pregunta 18 de entrevista

**GRÁFICA 16
RESULTADO DE LA PREGUNTA 18**



Fuente: Investigación de campo. 2016.

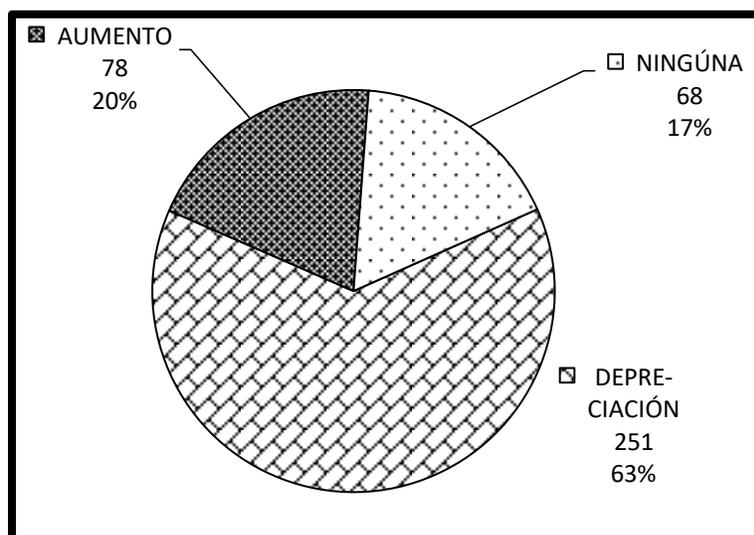
De acuerdo al 67% de la población entrevistada no se ha generado miedo en la comunidad por descargas eléctricas cercanas a las torres de transmisión eléctrica porque se explicó durante la construcción que estas poseen una red puesta a tierra para prevenir toda descarga atmosférica.

La población que si tiene miedo a las torres de transmisión eléctrica explica que no recibió ninguna capacitación o taller de concientización sobre el proyecto.

f. Resultados de componente social económico

19) Análisis de pregunta 19 de entrevista

GRÁFICA 17
RESULTADO DE LA PREGUNTA 19



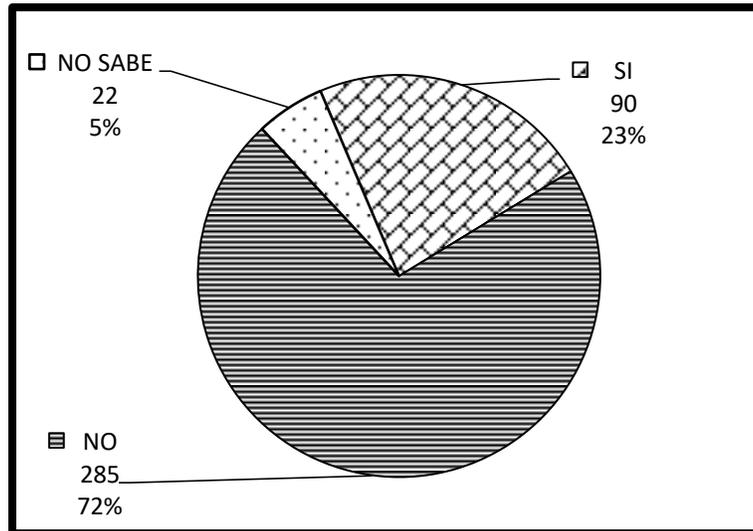
Fuente: Investigación de campo. 2016.

De acuerdo al 63% de comunitarios que respondieron que si hay una depreciación en el costo de un terreno en la comunidad debido a la instalación de las torres.

Se concluye que los comunitarios si están conscientes del cambio de uso de suelo permanente en el trazo de la servidumbre de paso con ancho de 30 metros, por lo que se realiza el contrato entre empresa constructora y dueños de fincas.

20) Análisis de pregunta 20 de entrevista

GRÁFICA 18
RESULTADO DE LA PREGUNTA 20



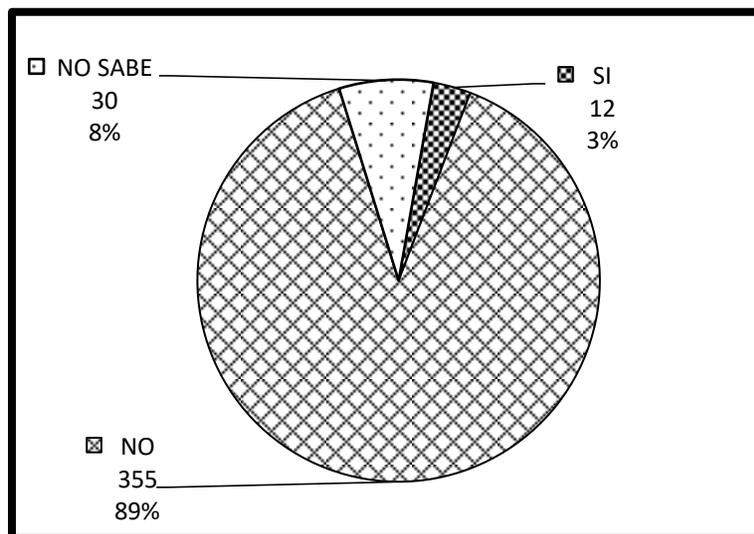
Fuente: Investigación de campo. 2016.

El 72% de los comunitarios no tiene conflicto con la línea de transmisión eléctrica de alta tensión porque durante la etapa de diseño se llegó a acuerdos con algunas comunidades, con algunas solo con COCODE y otras sólo con dueños de propiedades por donde pasa la servidumbre de paso.

Ya que en la etapa de operación no se realizan actividades de mantenimiento que generen molestia a la población, la recomendación más común fue que la empresa operativa debería tener uno o dos empleados en cada comunidad.

21) Análisis de pregunta 21 de entrevista

GRÁFICA 19
RESULTADO DE LA PREGUNTA 21



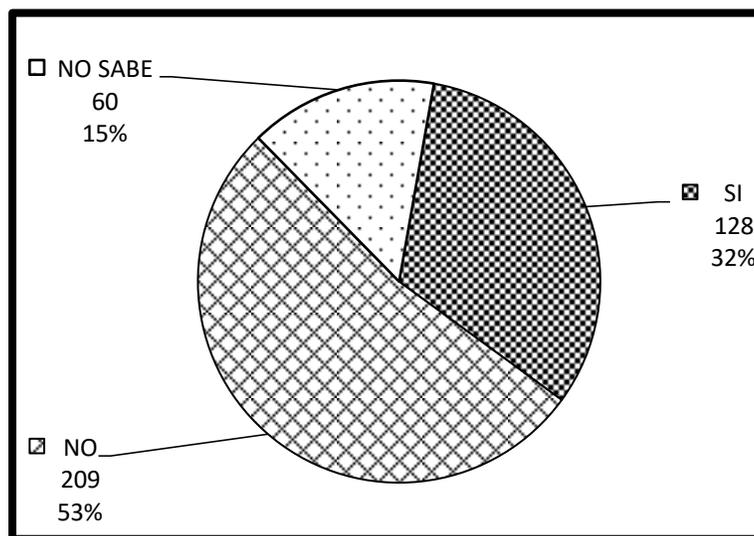
Fuente: Investigación de campo. 2016.

Según el 89% de la población, no se tiene información de familias que hayan tenido que migrar debido a la construcción de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión.

De acuerdo a la entrevista, el 3% de los comunitarios que dijeron que si hubo migración se refieren a migraciones posteriores a la construcción de la línea ya que durante el transecto de esta investigación se encontraron 4 casas ubicadas cerca de torres o cableado, los dueños dicen haber construido su casa allí porque no tienen otro lugar a donde ir debido a que las propiedades son por herencia.

22) Análisis de pregunta 22 de entrevista

GRÁFICA 20
RESULTADO DE LA PREGUNTA 22



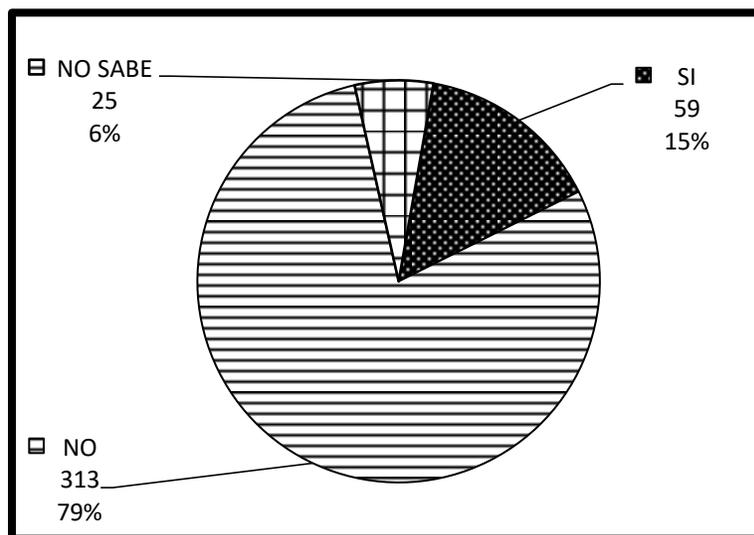
Fuente: Investigación de campo. 2016.

Según el 53% de la población, no existió mejoramiento para la calidad de vida en cada comunidad ya que no se realizaron proyectos comunitarios en todas las localidades donde se ubicaron las torres.

Cómo se ha mencionado, en algunas comunidades sólo se hizo una compensación en pago monetario a los dueños de los terrenos por la Servidumbre de paso, por lo que el resto de la comunidad no fue contactada para concientizar el proyecto.

23) Análisis de pregunta 23 de entrevista

GRÁFICA 21
RESULTADO DE LA PREGUNTA 23



Fuente: Investigación de campo. 2016.

De acuerdo al 59% de la población entrevistada, el proyecto genera impactos al medioambiente, con el fundamento de que el transporte de electricidad por medio de líneas de transmisión eléctrica de alta tensión genera radiación y daña o altera su entorno.

El 79% de la población considera que el proyecto no genera impactos al medioambiente durante la etapa de operación, y que a través de capacitaciones para conocer la diferencia entre electromagnetismo y radiación, se podría erradicar la desconfianza de la población que justifica su miedo con la inexistente radiación.

24) Análisis de pregunta 24 de entrevista

La empresa constructora debería de ayudar con proyectos de pavimentación o reparación de carreteras por haberlas utilizado durante la construcción.

Generar empleo en la comunidad y crear un grupo o asignar representantes comunitarios para asegurar la participación comunitaria en el proyecto.

Realizar capacitaciones y talleres con toda la comunidad para que conozca el proyecto y no se generen ideas erróneas.

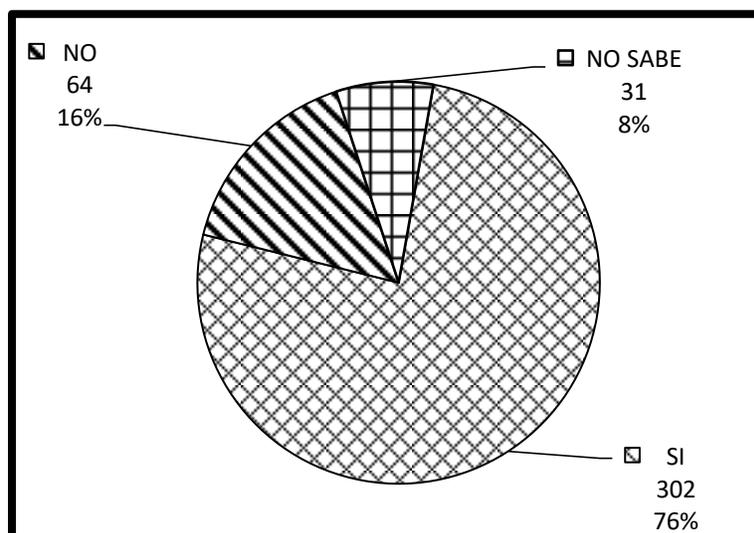
La empresa operadora debería de tener comunicación con toda la comunidad no sólo con los dueños de terrenos y los COCODE.

La empresa debería de compensar a las comunidades con ayuda en proyectos de drenaje y salubridad.

El pago por la servidumbre de paso debería de ser un servicio con pago periódico y no un pago único.

25) Análisis de pregunta 25 de entrevista

GRÁFICA 22
RESULTADO DE LA PREGUNTA 25



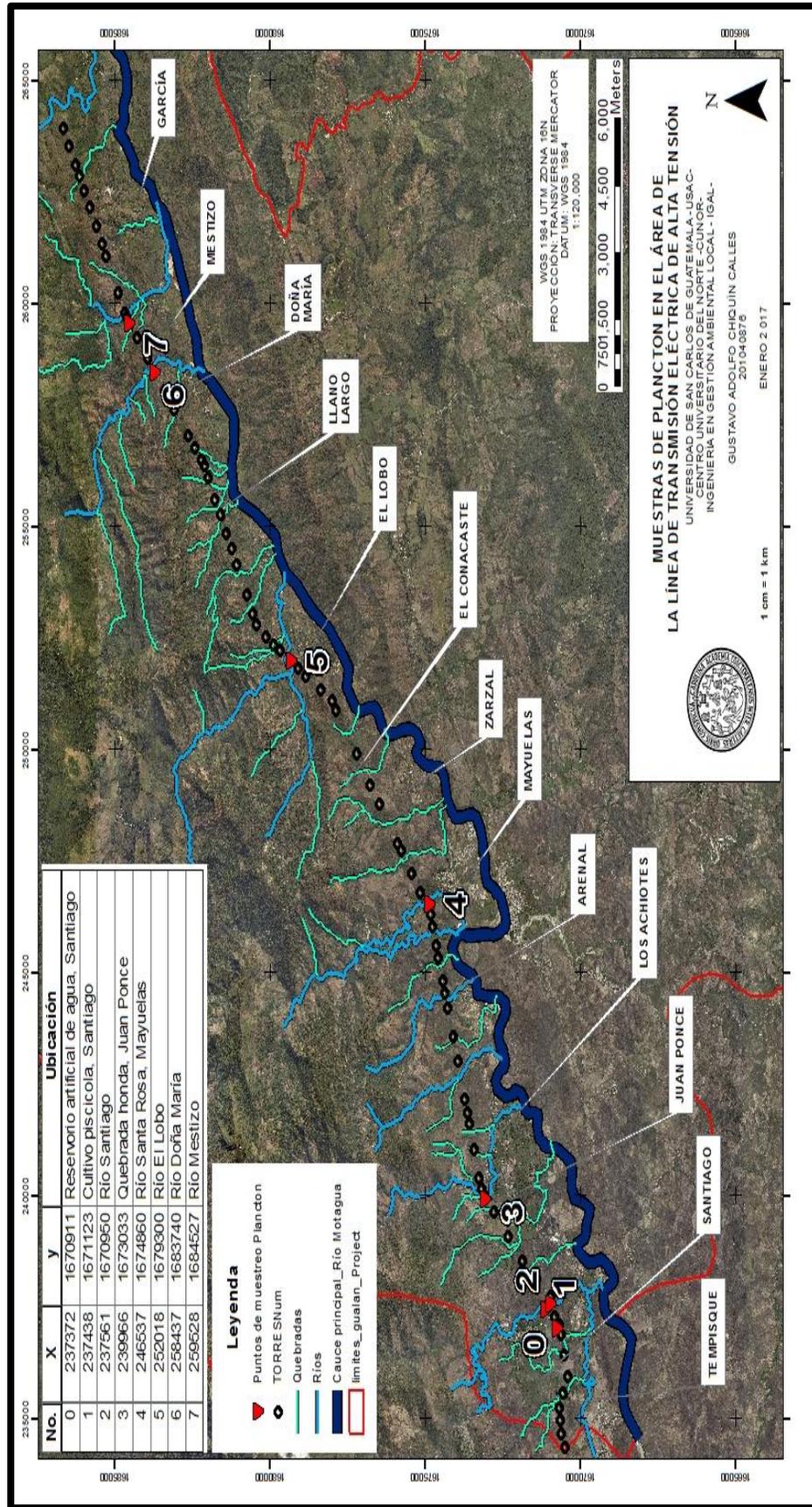
Fuente: Investigación de campo. 2016.

El 76% de la población cree que la empresa operativa debería de tomar en consideración el desarrollo de las comunidades ya que el proyecto PET es busca el desarrollo eléctrico nacional. Durante la etapa de operación no se realizan capacitaciones y algunas comunidades quieren tener seguimiento de parte de la empresa operativa, por lo que genera desconfianza en los entrevistados que la empresa no continúe con la relación que hizo cuando estaba en etapa de diseño y construcción.

3.2.3 Muestras de Plancton

Con base a los resultados de la Pregunta 1 (Página 117) fueron recolectadas muestras en las siguientes aldeas:

MAPA 8 PUNTOS DE MUESTREO DE PLANCTON



Fuente: Investigación de campo. Año 2016.

TABLA 39
ESPECIES DE PLANCTON RECOLECTADAS

PUNTO DE MUESTREO	UBICACIÓN	COMUNIDAD	TIPO DE PLANCTON	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
0	Reservorio artificial para agua	Santiago	Bentos	Caracol de laguna	<i>Pomacea</i>
1	Cultivo piscícola	Santiago	Necton	Mojarra	<i>Sparidae</i>
2	Río Santiago	Santiago	Macrofitas	Planta de río	<i>Hydrocharitaceae</i>
			Neuston	Patinadores	<i>Gerridae</i>
3	Quebrada honda	Juan Ponce	Neuston	Patinadores	<i>Gerridae</i>
4	Río Santa Rosa	Mayuelas	Necton	Tipujo o Bute	<i>Actinopterygii</i>
			Neuston	Patinadores	<i>Gerridae</i>
5	Río El Lobo	El Lobo	Bentos	Jutes	<i>Pachychilus</i>
6	Río Doña María	Doña María	Necton	Machaca	<i>Brycon guatemalensis</i>
7	Río Mestizo	Mestizo	Macrofitas	Planta de río	<i>Hydrocharitaceae</i>
			Necton	Tipujo	<i>Actinopterygi</i>

Fuente: Investigación de campo. Año 2016.

a. **Santiago, punto de muestreo 0, 1, 2**

En el Punto de Muestro 0 se obtuvieron muestras de caracoles, corresponden a la especie *Pomacea* por lo que debieron haber migrado de una piscina de acuicultura cercana.

**FOTOGRAFÍA 5
MUESTRA DE PLANCTON
EN PUNTO 0 Y PUNTO 1**



Tomada por: Gustavo Adolfo Chiquín Calles / Willo Ramirez. Año 2016.

En Santiago también se dedican a reproducir pescado en lagunas de piscicultura, como aporte a evidencias de esta investigación se obtuvo permiso de trabajadores para obtener pruebas de los organismos presentes en el trazo de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión del municipio de Gualán, Zacapa, se cultiva mojarra en el Punto de muestreo 1.

Se realizó también el Punto de muestreo 2 en el río Santiago, en el que se obtuvieron Guérridos de la familia *Gerridae* los cuales pertenecen al orden *Hemiptera* y del suborden Heteroptera, estos son conocidos como Zapateros o Patinadores de agua:

FOTOGRAFÍA 6 MUESTRA DE PLANCTON PUNTO 2



Tomada por: Gustavo Adolfo Chiquín Calles. Año 2016.

b. Juan Ponce, punto de muestreo 3

Debido a la turbidez del agua no fue posible obtener especímenes de peces, sólo se obtuvo *Gerridae*.

En este punto de muestreo, la población local insiste en que la existencia de especies de peces se redujo debido a la pesca que existe a lo largo del río.

FOTOGRAFÍA 7 MUESTRA DE PLANCTON PUNTO 3



Tomada por: Gustavo Adolfo Chiquín Calles. Año 2016.

c. Mayuelas, punto de muestreo 4

Se realizó en la entrada al balneario Mayuelas, ubicado en el kilómetro 166, el río se llama Santa Rosa.

Según la población local de Mayuelas, este punto de muestro solía tener mayor cantidad de peces y algunas jaibas de río.

Debido a la caza de fauna para alimentación, en años recientes es complicado obtener especies de peces que tengan peso y tamaño desarrollado, se encuentran las especies que llegan a un largo desde 4 a 15 centímetros.

FOTOGRAFÍA 8 MUESTRA DE PLANCTON PUNTO 4



Tomada por: Gustavo Adolfo Chiquín Calles. Año 2016.

d. El Lobo, punto de muestreo 5

FOTOGRAFÍA 9 MUESTRA DE PLANCTON PUNTO 5



Tomada por: Ing. Geól. Erick Winter. Año 2016.

e. Doña María, punto de muestreo 6

FOTOGRAFÍA 10
MUESTRA DE PLANCTON PUNTO 6



Tomada por: Ing. Geól. Erick Winter. Año 2017.

f. El Tecolote / mestizo, punto de muestreo 7

FOTOGRAFÍA 11
MUESTRA DE PLANCTON PUNTO 7



Tomada por: Ing. Geól. Erick Winter. Año 2017.

3.3 Compromisos establecidos en el Plan de aprovechamiento forestal de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión que atraviesa el municipio de Gualán, Zacapa

Se tomó en consideración este documento para conocer cuáles son los requisitos para el plan de aprovechamiento forestal de un proyecto para la construcción de una línea de transmisión eléctrica de alta tensión, en el caso de Gualán, Zacapa, se realizó el “Plan de aprovechamiento forestal del Plan de Expansión del Sistema de Transporte de Energía Eléctrica (2008 –2018) Línea la Ruidosa – Panaluya, Lote C, Municipio de Gualán, Sub Región III – 2, Zacapa”, estudio que fue gestionado en ante la empresa constructora y operativa.

En el plan se resalta la importancia de la expansión del tendido eléctrico para el mejoramiento de la red eléctrica nacional. La línea abarca una extensión de 111.90 hectáreas con una longitud de 37.30 kilómetros por 30 metros de ancho, en dónde habían 67.74 hectáreas según Transportadora de Energía de Centroamérica Sociedad Anónima TRECSA, S.A. Para realizar el dicho plan fue necesario realizar un análisis de la masa boscosa por medio de un inventario forestal y una solicitud por cambio de uso de la tierra para la servidumbre de paso en el municipio de Gualán, Zacapa.

TABLA 40
ÁREA DE SERVIDUMBRE DE PASO

INVENTARIO FORESTAL	HECTÁREAS	PORCENTAJE	SUPERFICIE
Superficie del área boscosa	68.38 ha	59.32 %	Bosque latifoliado y mixto. Semi denso y denso
Superficie sin cobertura	43.88 ha	39.22 %	Sin cobertura boscosa

Fuente: *Plan de aprovechamiento forestal del plan de expansión del sistema de transporte de energía eléctrica PET-01-2009, Lote C. Año 2008.*

TABLA 41
INFORMACIÓN BÁSICA DEL INVENTARIO FORESTAL

No.	INFORMACIÓN	EXPLICACIÓN	DETALLES
1	Mapa de Cobertura vegetal	Caracterización de rodales y áreas sin cobertura boscosa.	Sectores sin cobertura boscosa.
2	Planificación del inventario forestal	Definición de rodales y distribución del inventario.	Sectores sin cobertura vegetal: Con escasa cobertura y con abundante cobertura.
3	Tipo de inventario forestal	Tipo de muestreo forma y tamaño de parcelas	Mixto: Estratificado sistemático y Distribución aleatoria de la muestra. 40 parcelas de forma circular con una dimensión de 0.05 ha (500m ²).
4	Medición de árboles	Para rodales muestreados y rodales censados	Distancia a la altura del pecho DAP y Altura total en metros.
5	Cálculo de área basal y volumen	Se realiza con Distancia a la altura del pecho DAP y la altura.	Manual técnico forestal del INAB. *Fórmula especial para la especie <i>Quercus</i> de acuerdo a CONAP.

Fuente: *Plan de aprovechamiento forestal del plan de expansión del sistema de transporte de energía eléctrica PET-01-2009, Lote C. Año 2008.*

Debido a la característica de este proyecto de beneficio nacional según Acuerdo Gubernativo 137-2,011, la justificación ante las medidas de compensación ambiental no son establecidas para compensar el medioambiente y poblaciones humanas durante el período de vida del proyecto, sino que se justifica mediante un pago monetario al Fondo forestal privativo, cómo puede observarse en la siguiente tabla resumen:

TABLA 42
INFORMACIÓN DEL PLAN DE
APROVECHAMIENTO FORESTAL
PARA EL CAMBIO DE USO DE LA TIERRA

DESCRIPCIÓN	DATO	%
Nombre del proyecto	Plan de Expansión del Sistema de Transporte Eléctrico (2008 - 2018), Línea "La Ruidosa - Panaluya", Lote C, Sub-Región Zacapa.	
Extensión	111.90 ha.	
Superficie boscosa a intervenir	67.74 ha.	
Tipo de bosque	Latifoliado y Mixto (59.32%) Protección (1.21%)	
Región	III - Nororiente	
Subregión	III - 2 Zacapa	
USO DE LA TIERRA Y/O COBERTURA VEGETAL		
Uso de la tierra	Extensión en hectáreas	
Arbustos / Matorrales	24.77	22.14
Bosque de galería	2.17	1.94
Bosque latifoliado denso	22.27	19.9
Bosque latifoliado disperso	9.76	8.73
Carretera de terracería	0.25	0.22
Centros poblados rurales	0.48	0.43
Cercos vivos	0.30	0.26
Cítricos	0.27	0.24
Embalse (reservorio)	0.25	0.22
Granos básicos	0.41	0.37
Pastos cultivados	0.22	0.2
Pastos naturales y/o yerbazal	46.81	41.83
Río	0.49	0.44
Roca expuesta	0.05	0.05
Veredas	0.17	0.15
TOTAL	111.9	100

CONTINÚA TABLA 42		
RESUMEN DEL PLAN DE MANEJO		
Corta final	66.38 ha.	59.3 2%
Volumen a extraer / aprovechar	4, 203. 83 metros cúbicos en una sola intervención.	
Regeneración del bosque	Pago al Fondo forestal privativo.	
Justificación del manejo	Según Acuerdo Gubernativo 137-2,011 y debido a que dicho proyecto será de beneficio nacional, el servicio eléctrico deberá ser garantizado, buscando reducir riesgos que ocasionaren accidentes y/o rompimiento de la línea de conducción, tales como: El derribamiento de árboles provocados por efectos del cambio climático, con el fin de evitar apagones y proporcionar un mejor servicio a los usuarios, se proyecta eliminar toda la cobertura boscosa que obstaculice la construcción en la servidumbre de paso, justificado así el plan de manejo por cambio de uso del suelo	

Fuente: *Plan de aprovechamiento forestal del plan de expansión del sistema de transporte de energía eléctrica PET-01-2009, Lote C. Año 2008.*

Debido a la infraestructura de la línea de transmisión no se permite el crecimiento de nuevas especies forestales durante la etapa de operación, por lo que el impacto ambiental repercute en el cambio de uso del suelo en las áreas donde había bosque y se creó la servidumbre de paso con un ancho de 30 metros y la distancia evaluada en esta investigación de 32 kilómetros lineales.

La estructura de la torre y el cableado no genera nuevos impactos durante la etapa de operación al recurso bosque cercano, los parámetros técnicos de la línea de transmisión eléctrica son los siguientes:

TABLA 43
PARÁMETROS TÉCNICOS DE LA LÍNEA
DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN

DEFINICIÓN	CANTIDAD
Número de circuitos	2 en disposición Vertical
Número de cables de guarda	2
Tipo de conductor	2 Sub conductores ACAR 500 kcmil por fase.
Tipo de estructuras	Torres metálicas en Celosía.
Promedio de altura de torres ya instaladas	Máxima de 65 msnm.
	Mínima de 30 msnm.

Fuente: *Estudio de evaluación de impacto ambiental del plan de expansión del sistema de transporte de energía eléctrica PET-01-2009, Lote C. Año 2008.*

En cuanto a las especies forestales amenazadas que se tomaron en consideración por dicha característica, se presenta la siguiente tabla:

TABLA 44
ESPECIES FORESTALES AMENAZADAS

ESPECIE	VOLUMEN M ³	NÚMERO DE ÁRBOLES
Conacaste	148.34	11
Guachipilín	3.33	19
Caoba de Oriente	61.17	121
Manzanote	13.86	72
Total	226.69	224

Fuente: *Plan de aprovechamiento forestal del plan de expansión del sistema de transporte de energía eléctrica PET-01-2009, Lote C. Año 2008.*

3.4 Caracterización de desechos derivados de la operación de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión

Con el respaldo de la Ley de acceso a la información pública (Decreto número 57-2008) se gestionó el Estudio de evaluación de impacto ambiental de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión en el municipio de Gualán, Zacapa, el cual pertenece al Plan de Expansión del Transporte Eléctrico.

En el Estudio de evaluación de impacto ambiental de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión en el municipio de Gualán, Zacapa, se presentó en el apartado de Descripción del proyecto; Manejo y disposición final de los desechos (Sólidos, líquidos y gaseosos) durante la fase de construcción y la de operación, también se presentó un Inventario y manejo de sustancias químicas, tóxicas y peligrosas. Se utilizaron estos para generar los siguientes resultados en combinación al análisis de campo:

3.4.1 Inventario y manejo de sustancias químicas, tóxicas y peligrosas

De acuerdo a página 91 del Estudio de evaluación de impacto ambiental del PET, Lote C, se realizó la siguiente tabla:

**TABLA 45
SUSTANCIAS QUÍMICAS,
TÓXICAS Y PELIGROSAS**

TIPO	DESCRIPCIÓN	ETAPA
Sustancia tóxica	Pintura bituminosa para recubrimiento de cada torre.	Construcción
	Pintura para señalización de cada torre.	Construcción

CONTINÚA TABLA 45		
TIPO	DESCRIPCIÓN	ETAPA
Sustancia química	Aceite y lubricante.	Construcción
	Aceite dieléctrico y lubricante.	Operación
Sustancia peligrosa	Explosivo para fragmentación de roca.	Construcción

Fuente: Estudio de evaluación de impacto ambiental del plan de expansión del sistema de transporte de energía eléctrica PET-01-2009, Lote C. Año 2008.

3.4.2 Manejo y disposición final de los desechos sólidos, líquidos y gaseosos

De acuerdo a la información presentada en la página 94 del Estudio de evaluación de impacto ambiental, se realizó la siguiente tabla:

**TABLA 46
DESECHOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y GASEOSOS
DURANTE LA ETAPA OPERATIVA**

TIPO	DESCRIPCIÓN
Desechos sólidos	No se generan desechos sólidos durante la operación de la línea de transmisión, a excepción de la subestación de transformación eléctrica.
Desechos líquidos	No se genera ningún tipo de desecho líquido, a excepción de la subestación de transformación eléctrica.
	No se producirán aguas residuales, los circuitos de enfriamiento del equipo electromecánico son cerrados, por lo que no necesita drenaje a aguas servidas según Acuerdo gubernativo 236 –2006.

CONTINÚA TABLA 46	
TIPO	DESCRIPCIÓN
Desechos gaseosos	Este tipo de proyecto no genera gases en ninguna de sus etapas.
Desechos tóxicos y peligrosos	No se genera ningún desecho tóxico.

Fuente: *Estudio de evaluación de impacto ambiental del plan de expansión del sistema de transporte de energía eléctrica PET-01-2009, Lote C. Año 2008.*

3.4.3 Análisis de campo sobre los desechos derivados del proyecto

De acuerdo al transecto realizado a través de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión en el municipio de Gualán, Zacapa y las entrevistas realizadas a la población cercana a la servidumbre de paso, se generó la siguiente lista:

**TABLA 47
DESECHOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS
DURANTE ANÁLISIS DE CAMPO**

TIPO	DEFINICIÓN
Desechos líquidos	No se encontró ninguna evidencia de aceites o líquidos provenientes de las torres o cableado de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión.
Desechos sólidos	No se encontró ninguna evidencia de que se generen desechos sólidos.

CONTINÚA TABLA 47	
TIPO	DEFINICIÓN
Observaciones sobre desechos sólidos y líquidos durante el análisis de campo	Se encontraron algunas piezas de acero en dos ubicaciones; en la primera un tornillo y en la otra se encontró residuos de cable, sin embargo, estas debieron haber sido olvidadas en el momento de la construcción, debido a que el transporte de los materiales de construcción en la mayoría de torres fue a pie, pues las carreteras no llegan a las torres y es necesario utilizar veredas y accesos para llegar a los puntos de posición de las torres. No representan daño potencial, solo se recolectaron por motivos de investigación.

Fuente: *Estudio de evaluación de impacto ambiental del plan de expansión del sistema de transporte de energía eléctrica PET-01-2009, Lote C. Año 2008.*

Los resultados obtenidos se adjuntan a la matriz de valoración de impactos ambientales generada en esta investigación. Debido al tipo de proyecto, los materiales que se utilizan en la construcción de la infraestructura están diseñados para resistir ante los fenómenos naturales, así mismo, el mantenimiento y reparación de estos no son necesarios en periodos cortos de tiempo.

3.5 Matriz de valoración de impactos ambientales aplicada a línea de transmisión eléctrica de alta tensión

A continuación se muestra un escenario creado en el pronóstico de la calidad ambiental del área de influencia:

TABLA 48
PRONÓSTICO DE LA CALIDAD
AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA SEGÚN EIA

FACTOR	PRONÓSTICO SEGÚN EIA	PRONÓSTICO ACTUAL SEGÚN ETAPA DE CAMPO 2016
Calidad del aire	<p>El aire no será impactado durante la operación dado que el transporte de energía y las subestaciones no producen ningún efecto al aire, no tiene olor ni genera ninguna actividad.</p> <p>Durante las actividades de mantenimiento no se producirán impactos al aire ya que serán puntuales y esporádicas. La calidad del aire continuará tal como está en la actualidad sin proyecto.</p>	<p>No existen evidencias de generación de contaminantes que puedan afectar la calidad del aire.</p> <p>Durante la etapa de operación y mantenimiento no se realizan actividades que involucren contaminación a la calidad del aire.</p>
Ruido (Contaminación sonora)	<p>El transporte de energía eléctrica y las subestaciones no genera ningún ruido perceptible por el ser humano. De manera que no se tendrá ninguna variación a la calidad del ruido actual.</p> <p>Durante la etapa de mantenimiento se producirán algunas intervenciones puntuales que no afectarán el ruido actual. Se considera que la calidad del ambiente sonoro actual seguirá igual cuando ya esté operando el proyecto.</p>	<p>Durante la etapa de operación no se realizan operaciones que generen ruido perceptible para el ser humano.</p> <p>No existen tampoco quejas o comentarios de los comunitarios a través de la línea de transmisión eléctrica en el municipio de Gualán.</p>

CONTINÚA TABLA 48		
FACTOR	PRONÓSTICO SEGÚN EIA	PRONÓSTICO ACTUAL SEGÚN ETAPA DE CAMPO 2016
Agua subterránea	Una vez instaladas las torres y los tendidos, así como las subestaciones no se tendrán actividades que modifiquen el ambiente, por lo que la calidad de las aguas subterráneas continuará tal como está en la actualidad.	Ya que el proyecto no necesita del recurso hídrico para el transporte de energía eléctrica, sólo se realizan cambios en el relieve durante la etapa de construcción, durante la etapa de operación ya no es necesario penetrar la capa superficial del suelo.
Agua municipal	La operación y actividades del proyecto no tendrán ningún impacto en las aguas municipales dado que no se requieren de las mismas para el desarrollo normal del transporte de energía ni en las subestaciones.	No se utiliza el recurso hídrico para transportar energía eléctrica.
Agua tratada	Debido a que en la actividad y operación del proyecto no se generan aguas servidas las mismas no se verán afectadas.	No se generan desechos líquidos.
Biótico	<p>La operación y actividades del proyecto no tendrán ningún impacto en la calidad ambiental biótica dado que no habrá generación de actividad humana intensa sólo durante el mantenimiento. De acuerdo a las medidas de mitigación durante la operación indicada en este Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental, los impactos serán bajos.</p> <p>Si se llevan a cabo las medidas de mitigación establecidas la calidad ambiental de este</p>	<p>No fue posible percibir el proyecto como un factor de alteración del sistema biótico durante la etapa de operación.</p> <p>En el EIA se establece el uso de desviadores de vuelo para avifauna, sin embargo no fue posible apreciar dichos dispositivos.</p> <p>Los comunitarios en el área de influencia, no</p>

CONTINÚA TABLA 48		
FACTOR	PRONÓSTICO SEGÚN EIA	PRONÓSTICO ACTUAL SEGÚN ETAPA DE CAMPO 2016
Biótico	componente seguirá igual, es decir no será alterado ni modificado.	atribuyen la disminución de animales al proyecto, sino a la caza furtiva.
Socioeconómico y cultural	De acuerdo a los talleres de percepción local, encuestas realizadas, entrevistas con líderes y funcionarios, se tiene una aceptación del mismo, de manera que la calidad ambiental del proyecto continuará sin alteraciones siempre y cuando se lleven a cabo las medidas de mitigación y monitoreo planteados en el presente instrumento ambiental.	Existen conflictos con algunos comunitarios debido a la cantidad del pago único que recibieron por el contrato que realizaron para la Servidumbre de paso, los pagos fueron diferentes, los cuales varían en dependencia de la negociación del representante de la empresa y el comunitario. Existe otro grupo poblacional que está en desacuerdo debido a la falta de participación social de la empresa constructora en la comunidad.

Fuente: Investigación de campo. Año 2016.

A partir de la matriz que se generó en la metodología de esta investigación, se procedió a dividir en secciones llamadas Dimensiones e Indicadores para poder explicar y definir por qué se decidió asignar cada valoración de acuerdo a los procedimientos que se realizaron previos a la construcción de la línea de transmisión eléctrica, establecidos en el Estudio de evaluación de impacto ambiental y el Plan de aprovechamiento forestal, y los procedimientos que fueron establecidos a realizarse en la etapa de operación, los resultados se describen a continuación:

3.5.1 Hidrología

a. **Afectación a cuerpos de agua por arrastre de suelos removidos**

Durante la etapa de operación no se realizan actividades que erosionen el suelo, tampoco se realizan actividades que remuevan los suelos. Se presenta en el EIA como un impacto negativo durante la etapa de construcción.

b. **Afectación a cuerpos de agua por derrame de insumos de mantenimiento**

Durante la etapa de operación, se lleva a cabo el mantenimiento:

“En la fase de operación, el mantenimiento del equipo electromecánico y mecánico requerirá del uso de aceites dieléctricos y lubricantes. Estos se almacenarán en la bodega debidamente adecuada y señalizada dentro de la subestación eléctrica”.²⁵

No se encontró ningún rastro de aceites o sustancias cercanas a la línea de transmisión eléctrica durante la etapa de campo, dichas sustancias se utilizan en su mayoría en las subestaciones eléctricas, se evidenció en las patas de las torres la pintura utilizada durante la etapa de construcción, ya que la empresa no considera necesario mantenimiento en periodos más cortos de tiempo ya que las estructuras son relativamente recientes.

²⁵ Transportadora de energía de Centroamérica –TRECESA-. *Estudio de evaluación de impacto ambiental del plan de expansión del sistema de transporte de energía eléctrica PET-01-2009, Lote C*, 92-93.

c. Afectación de nacimientos y/o sitios de captación de agua para la comunidad

La línea de transmisión eléctrica no genera desechos hacia cuerpos hídricos durante la etapa de operación. Se realizaron las Preguntas No. 1, 2 y 3 de esta investigación, para conocer impactos físicos sobre nacimientos de agua en las comunidades. No se encontraron evidencias de impacto hídrico.

d. Eliminación de especies de plancton presente en cuerpos de agua

No se encontró ningún impacto que pueda provocar la muerte o migración de especies acuáticas. Se realizaron muestras de plancton a través de la servidumbre de paso de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión, los resultados están en la Página 145.

e. Fragmentación de ecosistemas acuáticos en cuerpos de agua

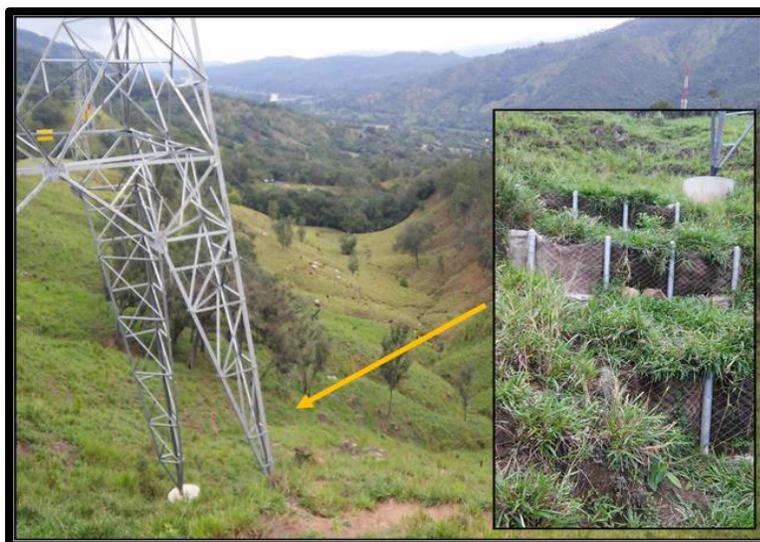
No se encontró ningún impacto que fragmente ecosistemas acuáticos en el análisis realizado con los pobladores cercanos a la línea de transmisión, en tres de las comunidades existe piscicultura, como se muestra en la Página 146.

f. Obras de drenaje de aguas pluviales en sitios de torres

En las torres en donde el terreno era muy empinado, se construyeron las bases de las patas de las torres de forma que el curso del agua continúe, como se puede observar en la

Fotografía 12, la empresa constructora tuvo en consideración la dinámica del agua pluvial para la etapa de operación.

FOTOGRAFÍA 12 OBRA DE DRENAJE DE AGUA PLUVIAL



Tomada por: Gustavo Adolfo Chiquín Calles. Año 2016.

Así mismo, las patas de las torres fueron hechas de tres tipos: Zapata (rectangulares), Pila (cilíndricas) y Empotrada (no visible en la superficie del suelo).

Las bases fueron hechas en función de la adaptabilidad al terreno como se muestra en las Fotografías 13, 14 y 15.

FOTOGRAFÍA 13 PATAS DE TORRE TIPO PILA



Tomada por: Gustavo Adolfo Chiquín Calles. Año 2016.

FOTOGRAFÍA 14 PATAS DE TORRE TIPO ZAPATA



Tomada por: Gustavo Adolfo Chiquín Calles. Año 2016.

FOTOGRAFÍA 15 CIMENTACIÓN EMPOTRADA



Tomada por: Gustavo Adolfo Chiquín Calles. Año 2016.

3.5.2 Geología

a. Áreas intervenidas por remoción de suelos durante operación

En el apartado de Fase de operación y mantenimiento del EIA se menciona que no se generan impactos negativos al sistema edáfico o suelo.

Este impacto sólo aplica durante la etapa de construcción, en las áreas donde fue necesario realizar excavaciones para las patas de las torres se ordenó el material extraído como rocas y tierra, de modo que se dejaron apilados a pocos metros de las torres, como se muestra en la Fotografía 16.

FOTOGRAFÍA 16 ROCAS EXTRAÍDAS DE EXCAVACIONES



Tomada por: Gustavo Adolfo Chiquín Calles. Año 2016.

b. Aumento de pastos para ganadería

A pesar de ser terreno adquirido por la empresa constructora por un período de tiempo indefinido (30 metros de ancho, 15 metros es el centro), los propietarios pueden disponer del área sin dañar las estructuras de las torres.

Se gestionó el mapa de Uso de la tierra en el municipio de Gualán, Zacapa, realizado por la empresa constructora, solo se utiliza el área necesaria para la infraestructura, lo que se observa en una ortofoto es el trazo de la servidumbre de paso.

El aumento de pastos no es una actividad que se adjudique a la línea de transmisión eléctrica de alta tensión, sino un cambio producido por otras circunstancias debido a factores socio económicos.

c. Disminución de compactación del suelo en el entorno del trazo de servidumbre de paso

Durante la etapa de operación no se realiza ninguna actividad que pueda generar impactos negativos en la estructura del suelo. A lo largo del trazo de la servidumbre de paso, las partes de la infraestructura que son terrestres son las patas de las torres y las subestaciones eléctricas, las cuales a partir de la construcción, son permanentes a menos que se decidiera cambiar la posición de la torre.

d. Degradación del suelo por procesos erosivos

Durante la etapa de operación no se realizan procesos o actividades que se relacionen a erosión de suelos, como se puede observar en la Fotografía 16, 17 y 18, se observa como la vegetación es cortada únicamente utilizando el ancho del trazo de la servidumbre de paso de 30 metros, en algunas áreas solo debajo de las torres.

Previo a la construcción de las torres se realizan medidas de mitigación en el cual se mencionan las acciones:

“Construir obras para el control de erosión de los sitios de torres, tales como delimitación de las áreas de corte, construcción de trinchos provisionales, recubrimiento con vegetación, entre otras. No se debe dejar el suelo sobrante expuesto a la acción del viento y agua”.²⁶

²⁶ Transportadora de energía de Centroamérica –TRECESA-. *Estudio de evaluación de impacto ambiental del plan de expansión del sistema de transporte de energía eléctrica PET-01-2009, Lote C, 643.*

FOTOGRAFÍA 17 VEGETACIÓN EN EL TRAZO



Tomada por: Gustavo Adolfo Chiquín Calles. Año 2016.

Se realiza un corte final de la vegetación a través de todo el trazo de la servidumbre de paso durante la construcción, ya que es parte del proceso de tendido de los cables de transmisión eléctrica.

Durante la etapa de operación se observó que se mantiene el corte de la vegetación sólo en las áreas donde se ubicaron las torres de transmisión, por lo cual los suelos no quedan descubiertos a la superficie sino que poseen una capa de material vegetativo.

e. Desestabilización de laderas

Acorde al transecto en el trazo de la servidumbre de paso no se utilizan químicos para controlar la vegetación, no se realiza roza y ni cortes completos de la vegetación, los suelos no están expuestos.

“Se genera por remoción de la cobertura vegetal, movimientos superficiales o profundos del material térreo, aumentando temporalmente su exposición a factores climáticos tales como precipitación, viento, etc. Y por el desequilibrio causado por una excavación o corte de altura significativa o con ángulo muy pronunciado, comprende procesos de degradación del suelo tales como: remoción en masa y erosión”.²⁷

FOTOGRAFÍA 18 VEGETACIÓN EN EL TRAZO 2



Tomada por: Gustavo Adolfo Chiquín Calles. Año 2016.

f. Desestabilización de taludes

“Como parte del manejo paisajístico, se realizan taludes en pendientes para su posterior tratamiento de revegetación con respecto al sistema natural de drenaje”.²⁸

²⁷ Empresa de Energía de Bogotá EEB, Et. Al. *Guía ambiental para proyectos de transmisión de energía eléctrica*. 1999. <http://www.es.scribd.com/document/79215291/GuiaAmbientalParaProyectosdeTransmision> (10 de septiembre de 2016).

²⁸ *Ibídem*.

Durante la etapa de construcción se tenía previsto como una medida de mitigación debido a las excavaciones según lo establecido en el Plan de gestión ambiental:

“Si la cantidad de material sobrante fuese significativo y no se pudiese disponer en los alrededores de los sitios de excavación, será necesario determinar un sitio de depósito para material estéril, el cual deberá localizarse a una distancia no menor de 50m con respecto a las corrientes de agua. Dicho material deberá disponerse en capas y ser compactado posteriormente. Si se requiere, conformar taludes que garanticen la estabilidad del depósito revegetar el área utilizada al ser finalizados los trabajos”.²⁹

También se tenía prevista la realización de taludes como una obra de protección geotécnica dentro de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión, esta medida se menciona en el EIA; en el apartado de Amenazas sísmicas, se presentan los ejemplos que pueden afectar la infraestructura del proyecto, cómo los Movimientos en masa:

El área del proyecto comprende terrenos constituidos por macizos rocosos consistentes que no presentan problemas de deslizamientos en cerros y laderas. Mientras que en partes planas de aluvión se presentan pendientes suaves, lo que resulta en suelos con un ángulo de fricción bajo

“La parte montañosa al noreste, presenta laderas con pendientes de 15 a 25%, formadas por rocas de serpentinita, donde a veces ocurren pequeños desprendimientos de materiales fracturados y meteorizados. Estos desprendimientos de materiales son por causa de taludes

²⁹ Transportadora de energía de Centroamérica –TRECESA-. *Estudio de evaluación de impacto ambiental del plan de expansión del sistema de transporte de energía eléctrica PET-01-2009, Lote C, 644.*

muy verticales. Estos derrumbes localizados pueden resultar en cierres temporales de la carretera durante terremotos o después de períodos de lluvia extrema”.³⁰

Debido a la importancia que la actividad sísmica en conjunto con el entorno posee, para este tipo de proyectos se realizan: Análisis de suelos, identificación y caracterización de suelos, susceptibilidad al entorno, identificación de amenazas naturales, movimientos en masa y caracterización geotécnica.

FOTOGRAFÍA 19 TALUD EN PATAS DE TORRE



Tomada por: Gustavo Adolfo Chiquín Calles. Año 2016.

³⁰ Ibídem, 505.

FOTOGRAFÍA 20 REVEGETACIÓN EN PATAS DE TORRE



Tomada por: Gustavo Adolfo Chiquín Calles. Año 2016.

No se presenta ninguna evidencia de inestabilidad en alguna de las torres a lo largo de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión que pueda generar un impacto ambiental o riesgos a poblaciones cercanas.

g. Disminución de permeabilidad del suelo

Durante la etapa de operación de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión no se realizan actividades que comprometan la permeabilidad del suelo, sin embargo, en la etapa de diseño se toman en consideración las siguientes características: Mapa de drenaje, vulnerabilidad a la contaminación de las aguas subterráneas, cotas de inundación y la calidad del agua (Física y química).

h. Evidencias de vertimientos líquidos al suelo asociados a proyecto

Mediante el transecto no se observó ninguna evidencia de vertimientos líquidos al suelo asociados al proyecto de operación de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión.

i. Generación de residuos sólidos y material inerte

Durante la etapa de diseño, la empresa constructora generó la Tabla 46, 47 y 49, en la cual se establecen las Medidas de manejo y disposición final de los residuos generados por el Proyecto en la etapa de construcción y operación.

Al realizar el transecto no se encontró ninguna evidencia de generación de residuos sólidos a través del trazo y torres de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión.

En el manejo de residuos y su disposición final establecidas para el proyecto, las medidas se refieren a la subestación de transformación eléctrica, ya que las torres no generan residuos.

Se procedió a generar la siguiente tabla a partir de información establecida por la empresa constructora para el manejo de residuos generados por el proyecto:

TABLA 49
MANEJO DE RESIDUOS
GENERADOS POR EL PROYECTO

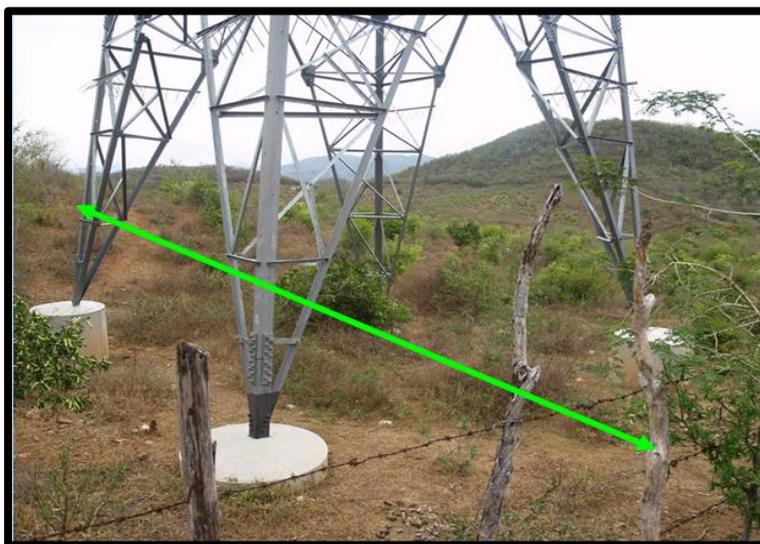
TIPO DE RESIDUO	MEDIDAS DE MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL
Sólidos no peligrosos	Acumular los residuos temporalmente en los frentes de trabajo, en contenedores tapados y debidamente rotulados, separando los distintos tipos de acuerdo a su naturaleza (residuos biodegradables y no biodegradables).
	Enterrar los desechos biodegradables (orgánicos) en sitios cercanos a los puntos en que se trabaje.
	Colectar los residuos dependiendo de las tasas de generación de desechos y supervisar directamente que el contratista los conduzca a un vertedero municipal autorizado y dispuesto oficialmente para este fin.
	Reducir al mínimo la tasa de generación de residuos reutilizando o vendiendo los materiales que cuentan con valor comercial y utilizando en la medida de lo posible el uso de componentes pre-armados.
	Educar al personal sobre el plan de manejo y control de los residuos sólidos para que puedan implementar correctamente las recomendaciones anteriores.
Sólidos y líquidos peligrosos	Almacenar los residuos peligrosos, tales como aceites y grasas, en toneles sellados y debidamente rotulados de acuerdo con el tipo de residuo peligroso
	Es imprescindible que los toneles contengan información relevante acerca de la peligrosidad y reactividad del residuo.
	Instalar diques de contención para que los fluidos dentro de los transformadores no se derramen y escapen al ambiente.

Fuente: *Estudio de evaluación de impacto ambiental del plan de expansión del sistema de transporte de energía eléctrica PET-01-2009, Lote C. Año 2008.*

j. Modificación del patrón en uso del suelo

Este es uno de los impactos por los cuales se genera conflicto en la etapa de operación, ya que la infraestructura está finalizada y algunos propietarios tienden a realizar cambio de uso del terreno para heredar y construir viviendas. Dichas acciones no son permitidas en el área comprendida por 30 metros de ancho de la servidumbre de paso que ha sido adquirida por la empresa constructora por tiempo indefinido, sin embargo los propietarios del terreno pueden utilizar el área para cultivos y ganadería.

FOTOGRAFÍA 21 CULTIVO DE LIMÓN DEBAJO DE TORRE



Tomada por: Gustavo Adolfo Chiquín Calles. Año 2016.

En el año 2009 el área que comprende la servidumbre de paso, estaba constituida por un 75% de propiedades privadas, según la estimación de titular de las tierras en el área de influencia.

k. Modificación o destrucción del perfil edáfico al posicionar torres

A partir de los impactos que se presentan en el apartado de Impactos ambientales durante la fase de operación del proyecto, se generó la siguiente tabla:

**TABLA 50
IMPACTOS AMBIENTALES
ASOCIADOS AL PERFIL EDÁFICO**

IMPACTO	ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
Modificación al sistema edáfico o suelo	No existen impactos al sistema edáfico.
Modificación o afectación del subsuelo	Este impacto es nulo.
Modificación del agua superficial	Este impacto no se genera ya que la transmisión de energía eléctrica es en los cables y el mantenimiento no incluye ningún movimiento de materiales o insumos pesados.

Fuente: *Estudio de evaluación de impacto ambiental del plan de expansión del sistema de transporte de energía eléctrica PET-01-2009, Lote C. Año 2008.*

l. Modificaciones del relieve natural

Durante la etapa de operación no se realizan modificaciones al relieve natural. Las modificaciones al relieve se realizan durante la construcción, modificaciones que son permanentes ya que la duración de las torres se proponen de manera permanente.

m. Remoción de tierra en áreas no permitidas por la comunidad para creación de accesos secundarios

A partir de la Pregunta 6 del apartado de geología en la entrevista presentada, se concluyó que no se realizaron accesos secundarios con los que la población no estuviera de acuerdo.

En el diseño del proyecto se establece que no se realizarían accesos secundarios sin el permiso de los propietarios del terreno y luego dejar el área de acceso secundario temporal en el estado en que estaba antes del proyecto.

3.5.3 Flora

a. Afectación de la cobertura vegetal

Durante la etapa de operación se lleva a cabo el mantenimiento de la servidumbre de paso, el corte de la vegetación se realiza en las torres, pues están en contacto con la superficie del suelo. La altura máxima de los cultivos bajo la línea de transmisión eléctrica de alta tensión puede ser de 2.5 metros de altura.

En la Fotografía 22 se muestran cultivos con altura de 2 metros, las torres de transmisión eléctrica son revisadas trimestralmente para controlar el límite de altura de la vegetación, pues algunos pastos son propensos a generar incendios forestales en combinación con la materia seca.

**FOTOGRAFÍA 22
CULTIVOS DE 2 METROS
DEBAJO DE TORRE**



Tomada por: Gustavo Adolfo Chiquín Calles. Año 2016.

**FOTOGRAFÍA 23
CULTIVOS DE 2 METROS
DEBAJO DE TORRE**



Tomada por: Gustavo Adolfo Chiquín Calles. Año 2016.

FOTOGRAFÍA 24 VEGETACIÓN DEBAJO DE TORRE



Tomada por: Gustavo Adolfo Chiquín Calles. Año 2016.

b. Áreas seleccionadas para resiembra compensatoria

No se establecieron áreas para siembra compensatoria sino un pago del 10% del costo de la madera obtenida y un pago al fondo forestal privativo para la regeneración del bosque (Tabla 40, 41 y 42).

c. Barreras de protección natural

Debido al material de acero del cual están fabricadas las piezas de la torre, no es necesario generar protección natural para este tipo de estructuras porque poseen cimientos de concreto, la generación de barreras de protección natural no es un impacto asociado a la línea de transmisión eléctrica de alta tensión.

A lo largo del trayecto de la servidumbre de paso están permitidas las barreras de protección natural ya que es una medida utilizada en las fincas con motivos de agricultura y ganadería, como puede observarse en la Fotografía 25.

Las barreras naturales que ya existían previas a la construcción de la línea de transmisión eléctrica no fueron destruidas, solamente se cortaron los árboles que pudieran ser obstáculo del transporte del cableado.

Los propietarios de los terrenos no están obligados a cambiar el uso de sus terrenos, ya que las torres no presentan inconvenientes a los usos de suelo como agricultura o ganadería.

FOTOGRAFÍA 25 VEGETACIÓN DEBAJO DE TORRE



Tomada por: Gustavo Adolfo Chiquín Calles. Año 2016.

d. Daños a cultivos comunitarios debajo de la servidumbre de paso

De acuerdo a la Pregunta 10 del apartado de Flora realizada durante la entrevista que se presenta en esta investigación, no se dañaron cultivos en ninguna de las comunidades por las que atraviesa la línea de transmisión eléctrica de alta tensión.

El acceso al trazo de la servidumbre de paso fue siempre con permiso de los dueños de las fincas y utilizaron los accesos y veredas existentes, en algunos casos se tuvo que crear falsos (entradas a través del alambre de púas) nuevas.

e. Disposición de residuos vegetales durante limpieza de línea de transmisión

Este impacto no se considera negativo para los suelos, ya que únicamente previo a la construcción de las torres, se procedió a eliminar la vegetación en su mayoría.

A partir del posicionamiento de las torres y el cableado, durante el funcionamiento u operación de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión no se elimina completamente la vegetación.

Se trata de eliminar solamente malezas debajo de las torres, y el material vegetal residuo de la limpieza, solo se esparce como una capa de material orgánico sobre el suelo, como se muestra en la siguiente fotografía:

FOTOGRAFÍA 26 RESIDUOS VEGETALES EN DESCOMPOSICIÓN



Tomada por: Gustavo Adolfo Chiquín Calles. Año 2016.

En las medidas de mitigación presentadas se establece con respecto a los residuos vegetales:

“El material vegetal del despeje de la servidumbre deberá ser reutilizado, siempre que la naturaleza de ésta lo permita, para la construcción de estructuras de soporte u otras que sean útiles para el proyecto”.³¹

“En el caso del material vegetal sobrante que no pueda ser aprovechado, deberá ser repicado y fraccionado en troncos leñosos y esparcido uniformemente sobre suelos no cultivados y alejado de los márgenes hídricos, para permitir su descomposición”.³²

³¹ Transportadora de energía de Centroamérica –TRECESA-. *Estudio de evaluación de impacto ambiental del plan de expansión del sistema de transporte de energía eléctrica PET-01-2009, Lote C, 644.*

³² *Ibíd.*

f. Evidencias de acumulaciones de aceites

Durante la etapa de campo no se encontró ninguna evidencia de acumulaciones de aceites o derrames cercanos a las patas de las torres, ni en el recorrido del trazo de la servidumbre de paso.

Se estableció que el derrame o acumulaciones de aceites no se consideran cómo un impacto potencial en este tipo de proyecto.

g. Eliminación de especies forestales amenazadas

En el Plan de manejo forestal se describen las especies forestales amenazadas, las cuales se dejan en pie, por lo que no se incluyen en la intervención, se debe especificar que especies son amenazadas de acuerdo a la cantidad de rodales que se realicen.

En la Tabla 44, se muestran las especies amenazadas que se definieron en el Plan de manejo forestal de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión, estas especies son caracterizadas en la planificación del manejo forestal cómo residual, lo que significa que es el volumen de masa boscosa que se deja en pie debido a su importancia.

h. Eliminación de especies forestales maderables

Como se describe en la Justificación del manejo que se describe en la Página 154 de esta investigación, la eliminación de especies forestales está representada en la planificación del manejo forestal en el cual se describen las especies intervenidas

por medio de actividades silviculturales y cuáles serán por corta final. En la Página 153 se presenta información con respecto a la cantidad de especies a intervenir.

Se describe también la cantidad por pago directo en los años 2011 – 2012, de acuerdo al Plan de aprovechamiento forestal para la línea de transmisión de alta tensión en el municipio de Gualán, Zacapa.

La regeneración del bosque en los rodales con cobertura boscosa se compensó mediante un pago al Fondo forestal privativo, justificado el proyecto por el tendido eléctrico con importancia de desarrollo nacional.

“Por reglamento fue necesario pagar el impuesto del 10% del valor de la madera en pie. El valor de la madera en pie es equivalente al costo estimado por tipo de producto (troza, trocillo y leña), para lo cual se subdivide el cálculo del volumen con base a la distribución diamétrica de las especies maderables.”³³

i. Fragmentación de ecosistemas terrestre

No existen estudios que establezcan una estimación o estadística de cuál es el grado de fragmentación del ecosistema terrestre.

Se establece en el diseño el proyecto que la afectación física a la servidumbre de paso consta del corte de la vegetación.

³³ Transportadora de energía de Centroamérica –TRECESA-. *Plan de aprovechamiento forestal del plan de expansión del sistema de transporte de energía eléctrica PET-01-2009, Lote C.* (Guatemala: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2008), 2.

FOTOGRAFÍA 27 RESIDUOS VEGETALES EN DESCOMPOSICIÓN



Tomada por: Gustavo Adolfo Chiquín Calles. Año 2016.

j. Pérdida de cobertura vegetal de importancia para la comunidad

En la Servidumbre de paso, se establece que el trazo (distancia total y 30 metros de longitud de la línea de transmisión) deberá tener mantenimiento, por lo que las personas que son dueñas de las fincas o condueños, deben tener el conocimiento de que en la etapa de operación se realiza limpieza de vegetación que puede comprometer la seguridad de la infraestructura de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión, por lo que la etapa para que la población abogue por áreas de importancia por su cobertura vegetal es previo a la construcción.

El municipio de Gualán al dedicarse al ganado en algunas áreas los pastizales son muy protegidos por los comunitarios.

k. Resiembra de especies locales de flora

“En áreas con vegetación nativa en donde sea necesario eliminar árboles que pongan en riesgo a los conductores y estructuras, se realizará la extirpación de rebrotes de los árboles y se dejará que desarrolle la vegetación arbustiva”.³⁴

l. Resiembra de especies vegetales para conservación

En el EIA, se presenta la recolección de rebrotes vegetales, sin embargo no se menciona el área para resiembra de especies vegetales.

m. Siembra en sitios de accesos temporales o instalación de postes

No son necesarios postes. Los accesos temporales que se realizaron, según la Pregunta 8 de la entrevista que se presenta en esta investigación, la empresa constructora trató la manera de no realizar nuevos accesos permanentes, por lo que los temporales sólo se utilizaron durante la etapa de construcción y fue con el permiso de dueños y condueños de las fincas.

Se puede comprobar que no fue necesario realizar accesos porque todas las fincas tienen accesos desde la carretera principal, estas son privadas por lo que no es posible entrar sin permiso, algunos accesos conducen a las torres de transmisión eléctrica de alta tensión.

³⁴ Transportadora de energía de Centroamérica –TRECESA-. *Estudio de evaluación de impacto ambiental del plan de expansión del sistema de transporte de energía eléctrica PET-01-2009, Lote C, 647.*

Al finalizar la etapa de construcción se sembraron especies locales en áreas donde se realizó un acceso temporal.

n. Tala de bosques para creación de accesos secundarios

No se menciona como un impacto potencial en el EIA ya que durante la construcción, se tuvo que utilizar en su mayoría, accesos que ya existen y cortar especies de árboles en fincas de producción, sería un acto que molestaría a los dueños, por lo que se respetó el uso del suelo y los accesos creados fueron temporales, por lo tanto no se generó este conflicto.

La población humana sin embargo, considera que deben tener proyectos de compensación ambiental y social.

FOTOGRAFÍA 28 CARRETERA INTERNA EN COMUNIDAD DE SANTIAGO



Tomada por: Gustavo Adolfo Chiquín Calles. Año 2016.

3.5.4 Fauna

a. Colisión de avifauna contra los conductores, hilos de guarda y torres

De acuerdo a la Pregunta 14 de la entrevista, la mayor parte de población humana acuerda en que no ha visto aves colisionar contra la infraestructura de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión, acuerdan en que las aves colisionan contra los postes de distribución y transformadores de energía eléctrica los cuales ya no conforman parte de esta investigación.

Con respecto al impacto ambiental contra la avifauna: durante la etapa de diseño y construcción de la línea de transmisión eléctrica la empresa constructora registró 30 especies de aves por medio de monitoreo terrestre, 3 de ellas se encuentran en el listado LEA y 2 en el CITES (Página 527, 532 y 533 del EIA Lote C PET, Gualán, Zacapa).

b. Desplazamiento de áreas de nidificación

De acuerdo a la Pregunta 15 la mayoría de población no conoce áreas de nidificación de aves cercanas a las torres de transmisión eléctrica. Según los pobladores, las especies que si hacen nidos eventualmente son: chorchá (*Icterus gularis*) y la tortolita (*Columbina talpacoti*) y abejas.

En las comunidades en las que si se han visto especies de aves hacer nidos no utilizan las estructuras de las torres sino los arboles cercanos a estas como puede observarse en la siguiente fotografía:

FOTOGRAFÍA 29
NIDO CERCANO A TORRE
EN ALDEA SANTIAGO



Tomada por: Gustavo Adolfo Chiquín Calles. Año 2016.

FOTOGRAFÍA 30
PANAL DE ABEJAS EN PATAS DE TORRE



Tomada por: Gustavo Adolfo Chiquín Calles. Año 2016.

c. Desplazamiento de poblaciones faunísticas

Durante la etapa de operación no se realizan actividades que puedan alterar a las especies de animales presentes, a partir de la construcción de la línea de transmisión, las especies que deciden vivir cercanas no son intimidadas por las torres o el cableado, estas estructuras están previstas para que no generen sonidos o vibraciones que alteren las condiciones del ecosistema presente a lo largo del trazo de la servidumbre de paso.

Como parte de la entrevista, en la Pregunta 13 se llegó a la conclusión con la población encuestada que la migración de animales no se debe a la instalación de las torres sino a la caza para alimentación o venta.

d. Instalación de dispositivos que impidan que aves colisionen contra puntos de riesgo en la infraestructura

Se menciona en el EIA acerca de los dispositivos desviadores de avifauna:

“Para evitar colisiones de aves contra las torres de transmisión y los cables, deberán implementarse dispositivos desviadores de vuelo en algunos tramos de migración de aves de la línea de transmisión”.³⁵

“Para evitar las colisiones de aves contra las torres de transmisión y los cables, deberán implementarse en áreas donde así se requerirá, dispositivos de desvío de vuelo en el trayecto eléctrico. Estos dispositivos muestran ser efectivos

³⁵ Transportadora de energía de Centroamérica –TRECASA-. *Estudio de evaluación de impacto ambiental del plan de expansión del sistema de transporte de energía eléctrica PET-01-2009, Lote C, 346.*

disminuyendo el número de aves que vuelan cerca de la línea y de los conductores, así como disminuyendo las tasas de colisión de aves en los circuitos marcados”.³⁶

En el área que se presenta como transecto de 32 kilómetros lineales a través de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión, no se encontraron dispositivos. Sólo pudieron observarse balizas o boyas de esfera en áreas donde hay carretera de pavimento, esto se observó en una comunidad de Rio hondo, Zacapa, antes de entrar a los límites del municipio de Gualán.

e. Migración de especies por tala de áreas boscosas en la servidumbre de paso

De acuerdo a la Pregunta 13 de la entrevista, la población humana en las comunidades si considera que actualmente se observan menos animales en su entorno pero consideran que se debe a la caza para venta o para alimentación y que, la tala de bosques es por venta o cambio de uso del terreno por los dueños de la finca.

No se considera como un impacto generado directamente por la construcción de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión y no se encontró información bibliográfica que lo indique.

Debido a la longitud del área para la servidumbre de paso, se Considera este impacto negativo, ya que involucra el cambio de uso de suelo en el área de la servidumbre de paso.

³⁶ *Ibidem.*, 647.

f. Nidificación de avifauna en cuerpo de torres, los cuales deben ser limpiados durante mantenimiento

Durante el transecto no se observó ningún nido en ninguna torre, solo en áreas de árboles secos en el trazo de la servidumbre de paso.

La empresa operativa realiza una inspección trimestral de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión en busca de evidencia de colisiones de avifauna. .

Si el interior de las patas de la torre sirve como protección del clima para algunas aves, es un punto a favor de dichas estructuras ya que serían adaptativas al medio, desafortunadamente no se obtuvo ninguna fotografía de nidos en torres.

**FOTOGRAFÍA 31
EVIDENCIA DE AVE EN TRANSECTO**



Tomada por: Gustavo Adolfo Chiquín Calles. Año 2016.

g. Rescate de especies faunísticas en migración por tala de bosque

No se menciona ninguna acción para el rescate de especies faunísticas en migración por la tala de áreas de bosque previo a la construcción de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión.

h. Revegetación de acuerdo a necesidades faunísticas

No se mencionan acciones para revegetación de acuerdo a las necesidades de las especies faunísticas del área. Se menciona la revegetación como una medida de mitigación para las áreas en donde se realizaron movimientos de tierra, excavaciones y taludes para instalar las patas de las torres.

La revegetación que se utiliza en el proyecto no es para ayudar en las necesidades faunísticas sino para remediar el cambio paisajístico o de relieve que se genera durante la etapa de construcción.

3.5.5 Paisaje

a. Afectación del paisaje visual para miembros de la comunidad

De acuerdo a la Pregunta 20 de la entrevista, la mayor parte de la población considera que no existe problemas con la línea de transmisión eléctrica ya que la empresa constructora pago por la Servidumbre de paso a los dueños de fincas, sin embargo la población inconforme considera que no se benefició a las comunidades en el área de influencia del proyecto.

b. Alteración sonora durante el efecto corona

En el Estudio de evaluación de impacto ambiental del Plan de expansión del sistema de transporte de Energía Eléctrica Lote C, se establece acerca del efecto corona:

Durante la fase de operación se generan emisiones atmosféricas muy bajas relacionadas con el transporte vehicular del personal. Por lo tanto, las emisiones de partículas y gases en el área no generan ningún impacto negativo significativo sobre el aire, suelo y agua.

En las fases de operación y mantenimiento hay que considerar el efecto corona. La línea de transmisión eléctrica está diseñada para que dicho efecto resulte mínimo.

Analizar el efecto corona es importante ya que genera efectos visuales y auditivos, por lo que las poblaciones comunitarias podrían desarrollar miedo al no conocer las reacciones atmosféricas sobre la infraestructura.

En su intensidad y generación, influyen las siguientes condiciones:

1) Tensión de la línea

A mayor tensión en la línea, mayor el gradiente eléctrico en la superficie de los conductores, esto provoca mayor efecto corona, se produce solo en líneas eléctricas cuya tensión es mayor a 80 KV.

2) Humedad relativa del aire

El efecto corona aumenta con mayor humedad, en esta área con la presencia de lluvia o niebla.

3) Estado de la superficie del conductor

Las rugosidades, irregularidades, defectos, impurezas y adherencias, incrementan el efecto corona, por lo que se instalaron conductores de alta calidad.

4) Numero de subconductores

El efecto corona es menor, mientras mayor número de subconductores posea cada fase de la línea. Este fenómeno no representa ningún peligro para la salud humana, como según la Organización Mundial de la Salud (OMS) en noviembre de 1998.

c. Generación de radio interferencia

El efecto corona genera una emisión de energía acústica y electromagnética, en el rango de las radiofrecuencias, lo cual genera en los conductores pueden ruido e interferencias en la radio y televisión, por lo que en el área de servidumbre de paso se prohíbe la construcción o habilitación de viviendas. Sin embargo debido a la altura de las torres, se establece en el EIA que este impacto es nulo.

d. Inducciones eléctricas si se sobrepasa los límites de distanciamiento de seguridad

Debido a la altura y diseño de las torres, no es posible que se genere una inducción, la empresa constructora cumplió (Expediente UIPMEM -122-2017) con las normas técnicas civiles para que el campo electromagnético de las torres este a una altura no potencial del suelo. Se establecieron medidas de seguridad para la etapa de operación en las cuales se explica el equipo necesario para que los técnicos realicen la evaluación de la infraestructura.

En cuanto al incremento de accidentes asociados a las estructuras de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión, no se obtuvo información sobre ningún incidente de peligro que involucre comunitarios.

e. Ruido en cables de tensión eléctrica.

De acuerdo al Estudio de evaluación de impacto ambiental del Plan de expansión del sistema de transporte de Energía Eléctrica Lote C, se genera un ruido en el cableado que consiste en un zumbido de baja frecuencia (100 hz) por el movimiento de iones con una fuente de chispas generadas por descargas eléctricas (entre 0.4 – 16 Khz.). Estos son de baja intensidad, incluso imperceptibles.

No existen cambios significativos en factores atmosféricos del área del proyecto, los valores de polvo, gases y ruido se limitan por las normas internacionales, por lo cual no existe un pronóstico de afectaciones futuras.

Según la Pregunta 16 realizada en la entrevista de esta investigación, la mayoría de población acuerda que no se han escuchado sonidos provenientes de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión.

f. Visualización de chispas o descargas eléctricas debido al efecto corona

Se concluyó según la Pregunta 18 de la entrevista realizada en esta investigación que la población objeto de estudio concuerda en que no han visualizado efectos lumínicos como chispas o descargas eléctricas en la línea de transmisión eléctrica de alta tensión.

3.5.6 Social económico

a. Afectación a la comunidad por accesos nuevos a la infraestructura

Acorde a los resultados de la Pregunta 8 sobre Geología en la entrevista realizada en esta investigación, no se crearon accesos secundarios con los que la población o dueños de las fincas tuvieran conflicto.

En algunas comunidades, si se crearon accesos secundarios temporales, los cuales fueron cerrados de nuevo en el caso de fincas con alambre de púa como cerco de protección.

Durante la etapa de operación de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión, no se generan nuevas construcciones, sólo si fuese necesario realizar modificaciones a su carro.

b. Afectación de áreas de prioridad comunitaria

De acuerdo a la Pregunta 20 del factor socio económico de la entrevista, se concluyó con que la población no consideró áreas de prioridad sobre las cuales no se pudiese llevar a cabo el proyecto. Con respecto a este impacto, se menciona en el Estudio de impacto ambiental del PET, Lote C:

Las condiciones generales del área, de acuerdo a los resultados de la encuesta de opinión, manifiestan una posición favorable hacia el proyecto.

Existe un entendimiento de la importancia de incentivar el sistema de electrificación rural, y la importancia de mejorar la red eléctrica nacional.

Al respecto de la disposición de los pobladores con la instalación del proyecto en las comunidades, aceptaron la instalación de torres y cableado, sin embargo en algunas comunidades el proyecto sólo se socializo a los integrantes de COCODE y dueños de terrenos de interés para la empresa.

El proceso de la construcción de la infraestructura, no genera beneficio directo, Se observa una tendencia de los habitantes de considerar al proyecto como una fuente de trabajo.

c. Afectación de infraestructura pública de impactos asociados al medio socio económico

Este impacto se refiere a la infraestructura comunal que pueda ser afectada por el proyecto dentro de la franja de 30 metros durante la etapa de diseño y construcción.

En el Estudio de impacto ambiental del PET, Lote C, se describe sobre la infraestructura pública en el área de influencia:

No se trasladan piezas o equipo de magnitudes fuera de las especificaciones de diseño de las carreteras y de los puentes dentro de cada comunidad.

Los puestos de salud, centros educativos, hospitales y parques no son afectados, ya que el diseño de la servidumbre de paso evitó la cercanía a viviendas durante el diseño y construcción.

Con respecto a los sitios históricos, se realizó un análisis de lugares de interés arqueológico y por la ubicación de dichos sitios para confirmar que no se generen impactos negativos con la ejecución del proyecto.

Durante la etapa de operación de una línea de transmisión eléctrica de alta tensión no se realizan actividades que puedan generar impactos en la infraestructura comunal, debido a la resistencia y calidad del material de la infraestructura no se requieren reparaciones en cortos periodos de tiempo.

De acuerdo a la entrevista realizada, los dueños de las fincas en dónde fueron ubicadas las torres en su mayoría están de acuerdo con su funcionamiento, el resto presentó conflicto por la variación de precios de terrenos en dependencia de la negociación entre dueño y equipo técnico previo a la construcción.

FOTOGRAFÍA 32 LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN Y CANAL DE RIEGO



Tomada por: Gustavo Adolfo Chiquín Calles. Año 2016

d. Afectación de sitios culturales o patrimoniales para la comunidad

En el contexto arqueológico del área que atraviesa la línea de transmisión eléctrica de alta tensión en el municipio de Gualán, Zacapa, se encontraron dos sitios de importancia para el patrimonio del municipio: Gualán y el Capucal, no se encuentran en el trazo de la servidumbre de paso por lo que esta no representa una amenaza durante la etapa de operación.

e. Cambio en el valor económico de la tierra

El término Servidumbre de paso se establece en la Ley General de Electricidad Decreto No. 93 – 96 de la República de

Guatemala, en la cual se describen algunas de las características con las que debe cumplir un proyecto de distribución o transporte de energía eléctrica.

Para conocer la perspectiva de la población en el área de influencia del proyecto se realizó la Pregunta 19 de la entrevista presentada en esta investigación, con la cual se concluyó en que la población si está consiente en que las torres son de uso permanente y que se realiza un único contrato y pago por la Servidumbre de paso.

**TABLA 51
PASOS PARA LA GESTIÓN
PREDIAL DE SERVIDUMBRE**

No.	DESCRIPCIÓN
1	Identificación de propietarios: En algunos casos se han identificado predios con hasta 5 propietarios. En minifundios hasta 40 propietarios por kilómetro. Carencia de inscripción en el registro de la propiedad.
2	Valoración de servidumbre, cultivos, infraestructura.
3	Confirmar escrituras de terrenos.
4	Inscripción de la servidumbre en el registro de la propiedad.
5	Licencia ambiental. Servidumbre. Aval municipal. ECUT.

Fuente: *Estudio de evaluación de impacto ambiental del plan de expansión del sistema de transporte de energía eléctrica PET-01-2009, Lote C. Año 2008.*

El cambio en el valor económico de la tierra por la Sevidumbre de paso es uno de los principales problemas en el factor económico social, debido a que la empresa operativa durante la etapa de diseño realizo contratos con precios variables que las comunidades consideran negativo..

f. Cambio en la calidad de vida de las personas por molestias hacia el proyecto

Cómo se menciona en el Indicado b. Afectación de áreas de prioridad comunitaria y c. Afectación de infraestructura pública de impactos asociados al medio socio económico; no existen conflictos debido pues los propietarios de fincas obtuvieron un pago y se realizaron proyectos comunitarios por parte de la empresa constructora. La población recomienda que debiera de crearse un pago para un grupo de personas por comunidad para realizar la limpieza de la servidumbre de paso.

g. Desplazamiento de familias humanas

En el Estudio de impacto ambiental del PET, Lote C se menciona que durante la etapa de prediseño se consideró evitar al el desplazamiento de personas, familias y comunidades. Orientados a evitar la afectación de áreas habitadas y con los ajustes al trazado con base a inspecciones al lugar y entrevistas con autoridades, municipales y las instituciones implicadas en este proyecto. Se descartó la ruta que podría afectar las viviendas, centros de interés social, arqueológico o ambiental.

Durante la entrevista de esta investigación, se realizó la Pregunta 21 para saber si la población conocía personas que hayan tenido que mudarse debido a la construcción del proyecto y se concluyó que en efecto no se generó este impacto. Existen 4 familias viviendo cerca de la servidumbre de paso pues recibieron terreno por herencia y migraron cuando ya se había construido la línea de transmisión eléctrica de alta tensión.

FOTOGRAFÍA 33 FAMILIA CERCA DE TORRE EN LA ACTUALIDAD



Tomada por: Gustavo Adolfo Chiquín Calles. Año 2016.

h. Generación de expectativas de las poblaciones comunitarias

Se estableció que el trabajo para pobladores locales es durante la etapa de construcción. Una de las expectativas negativas para la población fue tener empleo temporal durante la etapa de construcción, por lo que estas consideran que durante la etapa de operación las estructuras deberían de generar un servicio o empleo a locales.

Se identificaron los proyectos comunitarios que la empresa realizó en el área de influencia del proyecto en el municipio de Gualán:

TABLA 52
PROYECTOS COMUNITARIOS REALIZADOS POR
EMPRESA CONSTRUCTORA SEGÚN COCODE

No.	COMUNIDAD	PROYECTO
1	Tempisque	No se realizaron proyectos.
2	Santiago	Ayuda para construcción de carretera hacia el interior de aldea Santiago.
3	Juan Ponce	No se realizaron proyectos.
4	Los Achiotos	No se realizaron proyectos.
5	El Arenal	No se realizaron proyectos.
6	Mayuelas	Techos para tanques de almacenamiento de agua.
		Donación de bancas para iglesia.
		Donación de equipo de sonido para iglesia.
		Donación de computadoras para escuela.
		Elaboración de curvas a nivel en cementerio para ordenamiento territorial.
7	El Conacaste	Ayuda para construcción de salón comunal que se utiliza como iglesia.
8	El Zarzal	No se realizaron proyectos.
9	El Lobo	Ayuda para construir galera en escuela comunitaria.
10	Llano largo	Ayuda en construcción de tanque de agua.
11	Doña María	Donación del material para una cancha deportiva de cemento.
12	Mestizo	No se realizaron proyectos.
13	García	No se realizaron proyectos.

Fuente: Investigación de campo. Año 2016.

i. Generación de molestias a los pobladores que no quieran poseer estructuras de la línea de transmisión eléctrica en sus propiedades

Durante la etapa de operación del proyecto, no se construyen más estructuras, los cambios de ubicación de torres se deben establecer durante la etapa de diseño y construcción. De acuerdo a la Pregunta 20 y la Pregunta 23 de la entrevista de esta investigación, se confirma que la población está consiente que al recibir el pago los dueños de fincas por donde atraviesa la servidumbre de paso es la empresa constructora la que se encarga del mantenimiento de la brecha de 30 metros de ancho.

j. Generación temporal de empleo

Este impacto en la población humana es uno de los que más genera conflicto debido a la escasez de empleo en el área. El empleo para pobladores locales sucede durante la etapa de construcción del proyecto y durante la etapa de operación el personal técnico encargado no es originario de cada aldea sino un equipo general para la línea asignado por la empresa encargada de la operación.

k. Incidentes de peligro con comunitarios en la infraestructura

Durante la entrevista no se obtuvo ningún argumento con respecto a incidentes de peligro en la comunidad. Cuando la empresa constructora realizo talleres informativos, genero un cuaderno con información acerca de las líneas de transmisión eléctrica de alta tensión para la propagación de la información en todas las edades.

Se realizaron jornadas de concientización del proyecto en el área de influencia pero no en todas las comunidades.

FOTOGRAFÍA 34 CUADERNO INFORMATIVO GENERAL



Fuente: *Estudio de evaluación de impacto ambiental del plan de expansión del sistema de transporte de energía eléctrica PET-01-2009, Lote C. Año 2008.*

Con respecto a los riesgos por la infraestructura, se especifican para el proyecto: Evaluación del impacto social, Análisis de riesgo y planes de contingencia, Plan de contingencia para contrarrestar posible riesgo por accidentes laborales, Plan de seguridad humana e industrial, Escenario ambiental modificado por el desarrollo del proyecto y Medidas de contingencia. El plan de seguridad laboral y salud ocupacional consiste en el desarrollo de: Programa de seguridad laboral en etapa de construcción y operación, y Programa de salud ocupacional en etapa de construcción y operación.

I. Incremento de riesgo de accidentabilidad

Las torres de transmisión eléctrica son estructuras que pueden ser escaladas, es por esto que las torres poseen ciertas salientes de metal que simulan barrera como se muestra en la Fotografía 37, no tienen protección o cerco, por lo que en la parte alta existe riesgo de electrocución o caída.

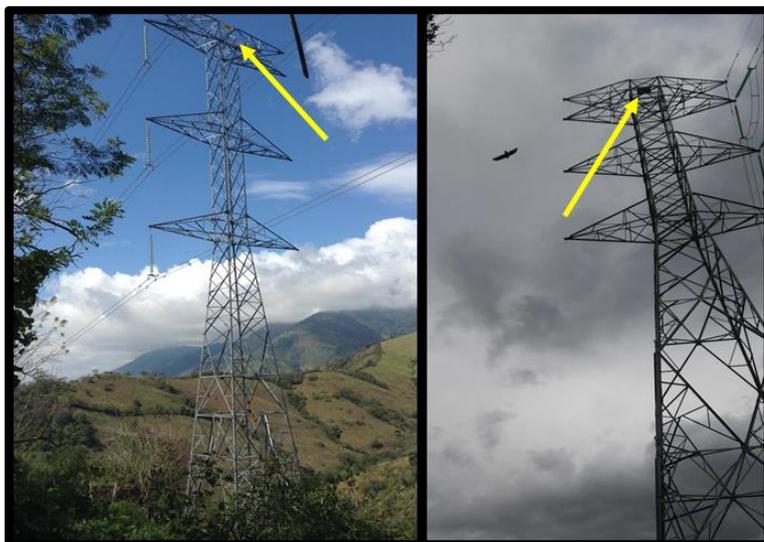
Las torres de transmisión eléctrica están señalizadas con el símbolo de riesgo de muerte por caída o electrocución y el número de cada torre según su ubicación, como puede observarse en la fotografía:

FOTOGRAFÍA 35 SEÑAL DE PELIGRO



Tomada por: Gustavo Adolfo Chiquín Calles. Año 2016

FOTOGRAFÍA 36 NUMERACIÓN DE TORRE



Tomada por: Gustavo Adolfo Chiquín Calles. Año 2016

En la Fotografía 36, se muestra la numeración de la torre, esta se encuentra a una altura que dificulta su observación.

FOTOGRAFÍA 37 BARRERAS DE PROTECCIÓN



Tomada por: Gustavo Adolfo Chiquín Calles. Año 2016

m. Temor de los asentamientos poblacionales cercanos a la línea de transmisión eléctrica de alta tensión asociados a los campos electromagnéticos

Se menciona en el Estudio de impacto ambiental del PET, Lote C con respecto a la radioactividad: Todos los habitantes del planeta están expuestos a radiaciones naturales, dicha exposición depende del lugar donde habiten y es mayor si se encuentran en zonas o suelos particularmente radiactivos.

Para conocer la perspectiva de la población humana se generó la Pregunta 23 con la cual se concluyó que hay población que confunde el concepto de radioactividad con electromagnetismo.

No se describe la radioactividad como un impacto potencial en una línea de transmisión eléctrica de alta tensión pues sus componentes no generan elementos que puedan causar daños radioactivos. Con respecto a parámetros técnico económicos:

“Accesos diseñados alejados de los asentamientos humanos; las restricciones por electromagnetismo y radio interferencia; el paralelismo de las líneas; las restricciones impuestas por los aeropuertos y poliductos; los cruces con las líneas de energía y de comunicaciones. Se evitó pasar cerca de estos campos en las zonas en donde sea evidente la existencia de éstos como lo son las antenas repetidoras de telecomunicaciones”.³⁷

³⁷ Transportadora de energía de Centroamérica -TRECOSA-. *Estudio de evaluación de impacto ambiental del plan de expansión del sistema de transporte de energía eléctrica PET-01-2009, Lote C, 65 -67.*

TABLA 53
MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES
DEL PROYECTO DURANTE LA ETAPA DE OPERACIÓN

LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN QUE ATRAVIESA EL MUNICIPIO DE GUALÁN, ZACAPA													
No.	DIMENSIÓN	INDICADOR	VALORACIÓN CUALITATIVA										VALOR
			Carácter Genérico	Enfoque	Impacto en el tiempo	Duración	Extensión	Posibilidad de retorno	Intensidad	Etapa de operación	Etapa de Construcción	Impacto presente en Etapa de operación	Bajo (1-4) Medio (5-6) Alto (7-10)
			Positivo (+) Negativo (-)	Directo (Di) Indirecto (In)	Inmediato (In) Mediato (Me)	Permanente (Per) Transitorio (Tra)	Local (Lo) Regional (Re)	Reversible (R) Irreversible (Ir)	Alta (A) Media (M) Baja (B)	Si (X) No (-)	Si (X) No (-)	Si No	No existe el impacto (0)
1	HIDROLOGÍA	Afectación a cuerpos de agua por arrastre de suelos removidos.	-	Di	In	Tra	Lo	Ir	B	-	-	No	0
2		Afectación a cuerpos de agua por derrame de insumos de mantenimiento.	-	Di	In	Tra	Lo	Ir	M	-	-	No	0
3		Afectación de nacimientos y/o sitios de captación de agua para la comunidad.	-	Di	In	Tra	Lo	Ir	M	-	-	No	0
4		Eliminación de especies de plancton presente en cuerpos de agua.	-	Di	In	Tra	Lo	Ir	M	-	-	No	0
5		Fragmentación de ecosistemas acuáticos en cuerpos de agua.	-	Di	In	Tra	Lo	Ir	M	-	-	No	0
6		Obras de drenaje de aguas pluviales en sitios de torres.	+	Di	In	Per	Lo	Re	B	-	X	Si	6
7	GEOLOGÍA	Áreas intervenidas por remoción de suelos durante operación.	-	Di	In	Tra	Lo	Re	B	-	X	No	0
8		Aumento de pastos para ganadería.	-	Di	In	Tra	Lo	Ir	B	-	-	No	0
9		Disminución de compactación del suelo en entorno del trazo de servidumbre de paso.	-	Di	In	Tra	Lo	Ir	M	-	-	No	0
10		Degradación del suelo por procesos erosivos.	-	Di	In	Tra	Lo	Ir	M	-	-	No	0
11		Desestabilización de laderas.	-	Di	In	Tra	Lo	Ir	M	-	-	No	0
12		Desestabilización de taludes.	-	Di	In	Tra	Lo	Ir	B	-	-	No	0
13		Disminución de permeabilidad del suelo.	-	Di	In	Tra	Lo	Ir	M	-	-	No	0
14		Evidencias de vertimientos líquidos al suelo asociados a proyecto.	-	Di	In	Tra	Lo	-	A	-	-	No	0
15		Generación de residuos sólidos y material inerte.	-	Di	In	Tra	Lo	Re	B	-	-	No	0
16		Modificación del patrón en uso del suelo.	-	Di	In	Tra	Lo	Re	B	-	-	Si	9
17		Modificación o destrucción del perfil edáfico al posicionar torres.	-	Di	In	Per	Lo	Ir	M	-	-	No	0
18		Modificaciones del relieve natural.	-	Di	In	Tra	Lo	Re	B	-	-	No	0
19	FLORA	Remoción de tierra en áreas no permitidas por la comunidad para creación de accesos secundarios.	-	Di	In	Tra	Lo	Re	B	-	-	No	0
20		Afectación de la cobertura vegetal.	-	Di	In	Tra	Lo	Re	B	-	X	No	0
21		Áreas seleccionadas para resiembra compensatoria.	+	Di	Me	Tra	Lo	Re	B	-	-	No	0
22		Barreras de protección natural.	+	Di	Me	Tra	Lo	Re	B	-	-	No	0
23		Daños a cultivos comunitarios debajo de la servidumbre de paso.	-	Di	In	Tra	Lo	Ir	B	-	X	No	0
24		Disposición de residuos vegetales durante limpieza de línea de transmisión.	+	Di	In	Tra	Lo	Re	B	X	X	Si	2
25	Evidencias de acumulaciones de aceites.	-	Di	In	Tra	Lo	Ir	B	-	-	No	0	
26	Eliminación de especies forestales amenazadas.	-	Di	In	Per	Lo	Ir	M	-	X	No	0	

CONTINÚA TABLA 53													
No.	DIMENSIÓN	INDICADOR	VALORACIÓN CUALITATIVA									VALOR	
			Carácter Genérico	Enfoque	Impacto en el tiempo	Duración	Extensión	Posibilidad de retorno	Intensidad	Etapas de operación	Etapas de Construcción	Impacto presente en Etapas de operación	Bajo (1-4) Medio (5-6) Alto (7-10)
			Positivo (+) Negativo (-)	Directo (Di) Indirecto (In)	Inmediato (In) Mediato (Me)	Permanente (Per) Transitorio (Tra)	Local (Lo) Regional (Re)	Reversible (R) Irreversible (Ir)	Alta (A) Media (M) Baja (B)	Si (X) No (-)	Si (X) No (-)	Si No	No existe el impacto (0)
27		Eliminación de especies forestales maderables	-	Di	In	Per	Lo	Re	B	-	X	Si	9
28		Fragmentación de ecosistemas terrestre.	-	Di	In	Per	Lo	Ir	M	X	X	Si	6
29		Perdida de cobertura vegetal de importancia para la comunidad.	-	Di	In	Tra	Lo	Re	B	-	-	No	0
30		Resiembra de especies locales de flora.	+	Di	Me	Tra	Lo	Re	B	-	X	Si	10
31		Resiembra de especies vegetales para conservación.	+	Di	Me	Tra	Lo	Re	B	-	-	No	0
32		Siembra en sitios de accesos temporales o instalación de postes.	+	Di	Me	Tra	Lo	Re	B	-	+	Si	10
33		Tala de bosques para creación de accesos secundarios.	-	Di	In	Tra	Lo	Re	B	-	X	No	0
34		Colisión de avifauna contra los conductores, hilos de guarda y torres.	-	Di	Me	Tra	Lo	Re	M	X	-	No	0
35		Desplazamiento de áreas de nidificación.	-	Di	In	Tra	Lo	Re	B	-	X	No	0
36		Desplazamiento de poblaciones faunísticas.	-	Di	In	Tra	Lo	Ir	M	-	X	No	0
37		Instalación de dispositivos que impidan que aves colisionen contra puntos de riesgo en la infraestructura.	+	Di	In	Tra	Lo	Re	M	-	X	Si	10
38		Migración de especies por tala de áreas boscosas en la servidumbre de paso.	-	Di	In	Tra	Lo	Ir	M	-	X	Si	6
39		Nidificación de avifauna en cuerpo de torres, los cuales deben ser limpiados durante mantenimiento.	+	Di	Me	Tra	Lo	Re	B	X	-	No	0
40		Rescate de especies faunísticas en migración por tala de bosque.	+	Di	In	Tra	Lo	Re	B	-	X	No	0
41		Revegetación de acuerdo a necesidades faunísticas.	+	Di	Me	Per	Lo	Re	B	X	X	No	0
42	PAISAJE	Afectación del paisaje visual para miembros de la comunidad.	-	Di	In	Per	Lo	Ir	M	X	X	Si	5
43		Alteración sonora durante el efecto Corona.	-	Di	Me	Tra	Lo	Re	B	X	-	No	0
44		Generación de radio interferencia.	-	Di	Me	Tra	Lo	Re	B	X	-	No	0
45		Inducciones eléctricas si se sobrepasa los límites de distanciamiento de seguridad.	-	Di	Me	Tra	Lo	Re	M	X	-	No	0
46		Ruido en cables de tensión eléctrica.	-	Di	Me	Tra	Lo	Re	M	X	-	No	0
47		Visualización de chispas o descargas eléctricas debido al efecto Corona.	-	Di	Me	Tra	Lo	Re	M	X	-	No	0
48		Afectación a la comunidad por accesos nuevos a la infraestructura.	-	Di	In	Tra	Lo	Re	B	-	X	No	0
49	SOCIAL ECONÓMICO	Afectación de áreas de prioridad comunitaria.	-	Di	In	Tra	Lo	Ir	A	-	X	No	0
50		Afectación de infraestructura pública.	-	Di	In	Tra	Lo	Ir	A	-	X	No	0
51		Afectación de sitios culturales o patrimoniales para la comunidad.	-	Di	In	Tra	Lo	Ir	A	-	X	No	0
52		Cambio en el valor económico de la tierra.	-	Di	In	Per	Lo	Ir	M	-	X	No	0
53		Cambio en la calidad de vida de las personas por molestias hacia el proyecto.	-	Di	In	Tra	Lo	Re	M	X	X	No	0
54		Desplazamiento de familias humanas.	-	Di	In Me	Per	Lo	Re	A	X	X	No	0
55		Generación de expectativas de las poblaciones comunitarias.	-	Di	In	Tra	Lo	Re	B	-	X	Si	8
56		Generación de molestias a los pobladores que no quieran poseer estructuras de la línea de transmisión eléctrica en sus propiedades.	-	Di	Me	Tra	Lo	Re	B	-	X	No	0

CONTINÚA Tabla 53													
No.	DIMENSIÓN	INDICADOR	VALORACIÓN CUALITATIVA										VALOR
			Carácter Genérico	Enfoque	Impacto en el tiempo	Duración	Extensión	Posibilidad de retorno	Intensidad	Etapas de operación	Etapas de Construcción	Impacto presente en Etapas de operación	Bajo (1-4) Medio (5-6) Alto (7-10)
			Positivo (+) Negativo (-)	Directo (Di) Indirecto (In)	Inmediato (In) Mediato (Me)	Permanente (Per) Transitorio (Tra)	Local (Lo) Regional (Re)	Reversible (R) Irreversible (Ir)	Alta (A) Media (M) Baja (B)	Si (X) No (-)	Si (X) No (-)	Si No	No existe el impacto (0)
57		Generación temporal de empleo.	-	Di	In	Tra	Lo	Re	M	-	X	Si	8
58		Incidentes de peligro con comunitarios en la infraestructura.	-	Di	Me	Tra	Lo	Re	A	X	X	No	3
59		Incremento de riesgo de accidentabilidad.	-	Di	In	Tra	Lo	Re	A	X	X	Si	5
60		Temor de los asentamientos poblacionales cercanos a la línea de transmisión eléctrica de alta tensión asociados a los campos electromagnéticos.	-	Di	Me	Tra	Lo	Re	M	X	X	No	0

Fuente: Investigación de campo. Año 2016.

TABLA 54
RESUMEN DE IMPACTOS DETECTADOS
EN MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS

IMPACTO DETECTADO	NECESIDAD DE IMPLEMENTAR BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES
Obras de drenaje de aguas pluviales en sitios de torres.	No
Modificación del patrón en uso del suelo.	Si
Disposición de residuos vegetales durante limpieza de línea de transmisión.	No
Eliminación de especies forestales maderables	Si
Fragmentación de ecosistema terrestre.	Si
Resiembra de especies locales de flora.	Si
Siembra en sitios de accesos temporales o instalación de postes.	No
Instalación de dispositivos que impidan que aves colisionen contra puntos de riesgo en la infraestructura.	Si
Migración de especies por tala de áreas boscosas en la servidumbre de paso.	Si
Afectación del paisaje visual para miembros de la comunidad.	Si
Generación de expectativas de las poblaciones comunitarias.	Si
Generación temporal de empleo.	Si
Incremento de riesgo de accidentabilidad.	Si

Fuente: Investigación de campo. Año 2016.

3.6 Lista de chequeo aplicada a medidas ambientales de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión

TABLA 55
LISTA DE CHEQUEO DE MEDIDAS
AMBIENTALES DEL PROYECTO

MEDIDAS AMBIENTALES ACTUALES EN LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN EN EL MUNICIPIO DE GUALÁN ZACAPA SEGÚN ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, PLAN DE APROVECHAMIENTO FORESTAL Y LA ETAPA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO.					
No.	DIMENSIÓN	INDICADOR	EXISTE EN LA ACTUALIDAD		VALOR DE NECESIDAD
			SI (X) No (X)	Alto (A) - Medio (M) Bajo (B) - Existe (E) No necesario (NN)	
1	MEDIDAS DE CORRECCIÓN AMBIENTAL	Aumentar la visibilidad del cable de guarda con dispositivos desviadores de vuelo donde se requieran.	X		M
2		Buscar yacimientos arqueológicos.	X		E
3		Cambiar trazados y rutas (Proyectos lineales).	X		E
4		Capacitar al personal con temas de separación y reciclaje de desechos.	X		E
5		Capacitar constantemente a personal.	X		E
6		Colocar letreros y señalización preventivos en el área para evitar situaciones de riesgo.	X		E
7		Conducir aguas de escorrentía o de flujo superficial.	X		E
8		Contar con un programa periódico de mantenimiento de líneas de transmisión y subestaciones.	X		E
9		Disponer de señales gráficas (No fumar; salida de emergencia, extinguidor, ruta de evacuación, peligro alto voltaje, botiquín).	X		E
10		Durante el mantenimiento, no derramar combustibles o lubricantes de vehículos para transporte del personal.	X		E
11		Evitar el derrame de residuos de grasas, aceite dieléctrico, solventes y sustancias peligrosas en el suelo; vertimiento en el drenaje o cuerpos de agua presentes en la zona.	X		E
12		Identificar riesgos y precauciones en el uso de insumos de limpieza.	X		E
13		Implementar un plan de seguridad industrial y salud ocupacional.	X		E
14		Implementar equipo de protección personal (EPP) y elementos de seguridad.	X		E

CONTINÚA TABLA 55					
No.	DIMENSIÓN	INDICADOR	EXISTE EN LA ACTUALIDAD		VALOR DE NECESIDAD
			Si (X)	No (X)	Alto (A) - Medio (M) Bajo (B) - Existe (E) No necesario (NN)
15		Instalar extinguidores en bodegas de almacenamiento y adiestrar a una persona responsable de su utilización.	X		E
16		Las inspecciones, mantenimiento preventivo y reparaciones del sistema de transmisión de electricidad deben ser realizados por técnicos capacitados.	X		E
17		Limitar el desbroce y corte de vegetación de especies forestales en área de servidumbre de paso.	X		E
18		Localización de botiquín de primeros auxilios y luces de emergencia.		X	B
19		Localización de extinguidores ABC.		X	B
20		Manejo de desechos sólidos y líquidos para transportarlos a localidad propuesta por la entidad ambiental pertinente.	X		E
21		Mantener el corte de vegetación al mínimo necesario para el mantenimiento de la servidumbre de la Línea de transmisión.	X		E
22		Mantenimiento continuo a sistemas contra incendios (cada seis meses mínimo).		X	B
23		Mantenimiento de la superficie de rodadura de los caminos de terracería.	X		B
24		Mantenimiento preventivo a vehículos.	X		E
25		Medidas para evitar la erosión y riesgo de deslizamiento.	X		E
26		Minimizar el corte de vegetación ribereña a efecto de proteger el curso de agua y la calidad del agua.		X	B
27		Permitir la existencia de vegetación arbustiva que no afecte el funcionamiento de las líneas de transmisión eléctrica.	X		E
28		Plan de manejo de tráfico.		X	B
29		Programación de inspecciones periódicas del sistema para identificar equipos defectuosos y dar mantenimiento oportuno.	X		E
30		Programas de reforestación para evitar erosión de suelos.		X	B
31		Prohibir el uso de radios a alto nivel de volumen.		X	NN
32		Prohibir lavar maquinaria y equipo utilizado en cuerpos de agua.	X		E
33		Realizar adecuaciones a los accesos existentes para evitar su deterioro y la contaminación de los cuerpos de agua.	X		B
34		Refuerzo de infraestructura física.	X		NN
35		Rescate de flora y fauna en el área de influencia a partir de estudio de especies.	X		B
36		Reubicación de estructuras en caso de impactos no mitigables.	X		NN
37		Se prohíbe la caza y extracción de flora y fauna silvestre en el área del proyecto y área de influencia y los caminos de acceso al área en todas las etapas del proyecto.	X		E
38		Señalización: medidas reglamentarias, informativas y preventivas.	X		M
39		Solicitar a contratistas el mantenimiento periódico preventivo de la maquinaria y vehículos.	X		E
40		Utilización racional del suelo.	X		E

CONTINÚA TABLA 55					
No.	DIMENSIÓN	INDICADOR	EXISTE EN LA ACTUALIDAD		VALOR DE NECESIDAD
			Si (X)	No (X)	Alto (A) - Medio (M) Bajo (B) - Existe (E) No necesario (NN)
41		Utilizar elementos de protección personal	X		E
42		Utilizar hojas de registro de seguridad de productos y materiales.	X		E
43		Verificar el funcionamiento de elementos que prevengan la colisión de aves y murciélagos.		X	M
	MEDIDAS DE MITIGACIÓN AMBIENTAL	Control de emisiones atmosféricas			
44		Reducir valores de concentración de sustancias nocivas, gases, combustibles y partículas disueltas en el aire.	X		NN
45		Selección de materias primas e insumos en base a legislación vigente.	X		E
46		Eliminación de riesgos contra la seguridad y salud de los colaboradores.	X		E
		Control de ruido			
47		Monitoreo de niveles de ruido establecidos en el diseño de la infraestructura.	X		E
48		Control de molestias sonoras mediante entrevistas a poblaciones humanas en el área de influencia del proyecto.		X	B
		Separación de redes de agua			
49		Separación de agua pluvial, doméstica e industrial si se generan impactos por alguna de estas.	X		NN
50		Aprovechamiento de agua pluvial.	X		NN
51		Identificación de nacimientos de agua.	X		B
52		Si hay disminución de caudal visible en cuerpos de agua, se recomienda realizar mediciones de caudal periódicos.	X		NN
53		Diseño y construcción de canales para desviar redes de agua pluvial que puedan afectar la infraestructura.	X		E
		Gestión integral de residuos sólidos y peligrosos			
54		Clasificación, generación, composición, recolección, transporte, almacenamiento temporal, manejo para aplicar minimización, reciclaje o reutilización y disposición final.	X		E
		Manejo de patios de almacenamiento temporal de material reciclable de excavación y materiales de construcción			
55		Estructura creada para almacenamiento y tener control de sedimentos.	X		NN
56		Estructuras cerradas para evitar contacto con la lluvia.	X		NN
57		Señalización de material reciclable y delimitación de rutas.		X	B
		Disposición de escombros			
58		Trazado de rutas mediante sistemas de información geográfico.	X		B
59		Control de partículas de polvo que puedan generarse.	X		NN

CONTINÚA TABLA 55					
No.	DIMENSIÓN	INDICADOR	EXISTE EN LA ACTUALIDAD		VALOR DE NECESIDAD
			Si (X)	No (X)	Alto (A) - Medio (M) Bajo (B) - Existe (E) No necesario (NN)
60		Cubrimiento de material particulado a transportar.	X		NN
		Traslado de vegetación			
61		Para especies de flora que deban ser removidas en el área de influencia, se deben buscar áreas de ecosistema similar para su conservación.	X		B
62		Disposición final de restos de material vegetal cortado durante la limpieza de servidumbre de paso.	X		E
63	MEDIDAS DE COMPENSACIÓN AMBIENTAL	Planes de conservación ambiental.	X		E
64		Compensación directa a las comunidades.	X		E
65		Proyectos de reducción de emisiones.	X		NN
66		Proyectos de reforestación.		X	B
67		Proyectos de restauración ecológica.	X		NN
68		Pago por servicios ambientales.	X		M
69		Proyecto de manejo de cuenca hidrográfica.	X		NN
70		Estudios de especies de fauna e invertebrados.	X		E
71		Estudios de especies de flora y fungi.	X		NN
72		Programas de cohesión social.	X		E

Fuente: Investigación de campo. Año 2016.

TABLA 56
BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES
NO APLICADAS SEGÚN LISTA DE CHEQUEO

No.	MEDIDA AMBIENTAL	JUSTIFICACIÓN (ETAPA DE OPERACIÓN)
1	Aumentar la visibilidad del cable de guarda con dispositivos desviadores de vuelo donde se requieran.	Aunque se menciona en el EIA, durante la etapa de campo en el municipio de Gualán, Zacapa, no se observaron dispositivos
2	Localización de botiquín de primeros auxilios y luces de emergencia.	Las torres de transmisión eléctrica no tienen luces ni señales con respuesta a la luz, ya que no es una medida que se requiera legalmente.
3	Localización de extinguidores ABC.	Debido al tipo de proyecto no es una medida que se requiera legalmente, sin embargo como colaboración a una comunidad, un extintor con la etiqueta de la empresa bajo el cargo de un comunitario generaría un buen resultado en cuanto a la confianza en la seguridad local.
4	Mantenimiento continuo a sistemas contra incendios (cada seis meses mínimo).	No se menciona de esta medida debido a que se busca minimizar el contacto con terrenos por lo que no se pague la Servidumbre de paso, de forma que no se afecte más área de la necesaria y tampoco sea necesario compensar o pagar por más a terrenos a los dueños de fincas por las que atraviesa la línea. Los sistemas contra incendios en áreas de bosque son medidas que los técnicos de la empresa constructora podría enseñar cómo parte los talleres y capacitaciones como una compensación de manera educativa y concientización.
5	Mantenimiento de la superficie de rodadura de los caminos de terracería.	Esta medida en el área de estudio no aplica ya que no se realizaron caminos de terracería, sin embargo es necesario realizar este mantenimiento en donde se utilicen caminos comunitarios.
6	Minimizar el corte de vegetación ribereña a efecto de proteger el curso de agua y la calidad del agua.	En el trayecto de este proyecto ubicado linealmente a través del municipio de Gualán, Zacapa no se cortaron especies de árboles que estuvieran cercanas a ribera del ríos o cuerpos de agua, la mayoría de estos se encuentran ubicados debajo del cableado por lo que no es necesario, tampoco se encontraron evidencias de árboles cortados en áreas con esta característica.
7	Plan de manejo de tráfico.	En este proyecto no se realizaron carreteras por lo que no es necesario señalar con un Plan de manejo de tráfico.

CONTINÚA TABLA 56		
No.	MEDIDA AMBIENTAL	JUSTIFICACIÓN (ETAPA DE OPERACIÓN)
8	Programas de reforestación para evitar erosión de suelos.	Cómo se establece en el Plan de aprovechamiento forestal, el tipo de corta permisible fue adquirida por cambio de uso de la tierra, por lo que se realizó como medida de compensación un pago al Fondo Forestal Privativo ante el INAB y un pago por las hectáreas que deberían de reforestar de acuerdo a la cantidad de árboles cortados, por lo que esta es la medida que se utilizó para remediar la deforestación.
9	Prohibir el uso de radios a alto nivel de volumen.	No es una medida necesaria con la tensión de 230 kV que tiene esta línea de transmisión eléctrica debido a la altura de las torres, sin embargo es una medida que se establece como recomendación de señalización para que los pobladores comprendan que no existe peligro de radio interferencia.
10	Realizar adecuaciones a los accesos existentes para evitar su deterioro y la contaminación de los cuerpos de agua.	Esta medida de compensación a la comunidad es una de las principales que los pobladores piden como proyecto comunitario debido a que durante la construcción de la línea de transmisión eléctrica, las piezas de las torres son de transporte pesado y también es necesaria maquinaria pesada para realizar el flechado de conductores (tensar el cableado) cuando las torres son construidas, sin embargo en la mayoría de comunidades hay áreas de terracería que los comunitarios buscan pavimentar y como un compensación este tipo de proyecto comunitario es bien aceptado.
11	Refuerzo de infraestructura física.	No es necesario, sin embargo si un técnico durante el muestreo lo considera necesario, actualmente la electricidad se corta en ese tramo durante el tiempo requerido para la mejora. Debido a que toda la estructura es nueva, no se han llevado a cabo mejoras en la línea de transmisión analizada.
12	Rescate de flora y fauna en el área de influencia a partir de estudio de especies.	No se menciona el rescate de especies como un proyecto, sin embargo para familiarizar a los comunitarios, este podría ser un proyecto de concientización durante los talleres previos a la construcción de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión para evitar que en la etapa de operación los pobladores tengan ideas negativas sobre el proyecto.
13	Reubicación de estructuras en caso de impactos no mitigables.	Si fuera necesario se deben presentar las modificaciones al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, sin embargo en el diseño de estas estructuras se toman en consideración las características técnicas de las estructuras de acuerdo área del proyecto por lo que no son estructuras que generen impactos negativos nuevos en su etapa de operación.
14	Señalización: medidas reglamentarias, informativas y preventivas.	A pesar que si existen señales de peligro y numeración de torres, estas estructuras no tienen una cerca de protección, por lo que sería muy recomendable que la señal de peligro fuera instalada en la base de concreto para apreciarla en las patas de la torre.

CONTINÚA TABLA 56		
No.	MEDIDA AMBIENTAL	JUSTIFICACIÓN (ETAPA DE OPERACIÓN)
15	Verificar el funcionamiento de elementos que prevengan la colisión de aves y murciélagos.	En este proyecto no se especifica qué tipo de dispositivos fueron instalados para evitar la colisión de especies de avifauna.
16	Si hay disminución de caudal visible en cuerpos de agua, se recomienda realizar mediciones de caudal periódicos.	Este proyecto no involucra riesgos para la disminución de caudal de cuerpos de agua, sin embargo durante la etapa de diseño se realizó esta medición, los resultados se establecieron en el Estudio de evaluación de impacto ambiental.
17	Estructura creada para almacenamiento y tener control de sedimentos.	No se requiere almacenamiento de materiales que puedan generar riesgo de esparcir sedimentos o partículas de polvo durante la etapa de operación.
18	Estructuras cerradas para evitar contacto con la lluvia.	Debido al material de las torres estas son aptas para adaptarse a la variabilidad del clima.
19	Señalización de material reciclable y delimitación de rutas.	Durante el transecto de esta investigación no se observó ninguna señalización con respecto a las rutas que llevan a las torres de transmisión eléctrica, esta no es una medida que se requiera legalmente, sin embargo es una recomendación señalar para generar más confianza en la población cercana.
20	Trazado de rutas mediante sistemas de información geográfico.	A pesar de que no es un requisito legal que deba presentarse en el Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental
21	Control de partículas de polvo que puedan generarse.	No es necesario en este proyecto ya que durante la etapa de operación no se realiza ninguna actividad que pueda generar partículas de polvo.
22	Cubrimiento de material particulado a transportar.	El movimiento de material sólo se realiza durante la etapa de construcción y no se transporta a grandes distancias sino que según el EIA, este material solo se mueve a espacios cercanos previstos para dejar el material aplanándolo o dejándolo en un espacio que no moleste al dueño del terreno. Este movimiento de material no se vuelve a realizar durante la etapa de operación.

CONTINÚA TABLA 56		
No.	MEDIDA AMBIENTAL	JUSTIFICACIÓN (ETAPA DE OPERACIÓN)
23	Para especies de flora que deban ser removidas en el área de influencia, se deben buscar áreas de ecosistema similar para su conservación.	Ya que no se menciona ninguna medida de compensación de especies vegetales en el área de influencia del proyecto, se recomienda esta medida para este tipo de proyectos, ya que durante la etapa de construcción las especies de flora removidas no tienen ningún sustento legal si no especies protegidas, por lo que esta medida puede ser trabajada como un taller de concientización con las comunidades dentro de influencia.
24	Proyectos de reducción de emisiones.	De acuerdo al EIA no se generan emisiones que alteren la calidad del ecosistema natural, por lo que no es necesario implementar más mediciones.
25	Proyectos de reforestación.	Cómo se establece en el Plan de aprovechamiento forestal, el tipo de corta permisible fue adquirida por cambio de uso de la tierra, por lo que se realizó como medida de compensación un pago al Fondo Forestal Privativo ante el INAB y un pago por las hectáreas que deberían de reforestar de acuerdo a la cantidad de árboles cortados, por lo que esta es la medida que se utilizó para remediar la deforestación, sin embargo debería de ser una medida generar proyectos de reforestación en áreas de compensación comunitaria o viveros comunitarios.
26	Proyectos de restauración ecológica.	No se mencionan proyectos de restauración ecológica para compensar las áreas en donde se realizó corte final, sólo los establecidos por el INAB con el pago por reforestación de especies cortadas, por lo tanto esta medida se propone como parte de proyectos de concientización ambiental comunitaria después de la corta final inicial.
27	Pago por servicios ambientales.	Durante la etapa de diseño y construcción se generan expectativas en las comunidades con respecto a la generación de empleo que tendrá el proyecto en las etapas de construcción y operación, sin embargo durante la etapa de operación no hay empleo para locales comunitarios ya que la limpieza del trazo está a cargo de técnicos de la empresa operativa, por lo que se genera conflicto en el componente socio económico.
28	Proyecto de manejo de cuenca hidrográfica.	Debido a que no es un proyecto que involucre el uso del recurso de agua, esta medida no puede aplicarse con respecto al uso del recurso agua como sería si fuera un proyecto de generación como una hidroeléctrica, pero sólo es un proyecto de transporte eléctrico, no necesita un recurso generador.
29	Estudios de especies de flora y fungi.	No existen estudios que respalden la necesidad de proteger las especies de fungi en este tipo de proyectos. Con respecto a la flora, como proyectos de concientización ambiental en la comunidad se recomienda realizar talleres que abarquen el tema de conservación de flora.

Fuente: Investigación de campo. Año 2016.

3.7 Formulación de líneas estratégicas durante la etapa de operación de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión en Gualán, Zacapa

3.7.1 Introducción

Durante el tiempo de análisis de la etapa de operación del proyecto se observaron e identificaron impactos ambientales en el área de influencia de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión en el Municipio de Gualán, Zacapa, por lo que se procedió a valorar los impactos mediante una Matriz de valoración de impactos y una lista de chequeo, herramientas con las cuales fue posible establecer una relación entre los impactos ambientales y la falta de buenas prácticas ambientales para mitigar dichos impactos.

A partir del establecimiento de la necesidad de generar acciones que mejoren las buenas prácticas ambientales que actualmente se aplican en el área de influencia se procedió a generar Líneas estratégicas, las cuales son lineamientos identificados para mejorar las condiciones actuales de los componentes afectados durante la etapa de operación del proyecto.

Debido a que el proyecto es concebido como beneficio nacional en algunas de las comunidades que atraviesa la servidumbre de paso, existe inconformidad durante la etapa de operación debido a la falta de proyectos de compensación.

3.7.2 Objetivo

Generar líneas estratégicas para la aplicación y cumplimiento de las buenas prácticas ambientales en los componentes ambientales afectados durante la etapa de operación del proyecto.

3.7.3 Justificación

La etapa de operación de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión en el municipio de Gualán, Zacapa, tiene como compromiso el cumplimiento de medidas para mitigar el impacto causado al ambiente y los recursos naturales en su área de influencia, lo cual se estipula con la presentación del Estudio de impacto ambiental y su autorización por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

Al efectuar el análisis y observaciones de campo en relación a la aplicación y cumplimiento de las buenas prácticas ambientales se procedió a determinar que existe en algunos casos, el incumplimiento de las mismas, razón por la cual se ven afectados los componentes hidrología, geología, fauna, flora y socio económico.

3.7.4 Diagnóstico y evaluación actual

a. Calidad ambiental del área de influencia presentado en el EIA del PET durante la etapa de operación del proyecto

1) Calidad del aire

El aire no sufre impacto durante la etapa de operación, ya que el transporte de energía eléctrica y las subestaciones de transformación eléctrica no producen ninguna afectación al aire, no posee olores, ni genera nuevos impactos directos que afecten la calidad del aire.

Durante las actividades de mantenimiento no se producen impactos al aire, la calidad del aire continúa tal como sería sin el proyecto.

2) Ruido o contaminación sonora

El transporte de energía eléctrica y las subestaciones no generan ningún ruido perceptible por el ser humano, de manera que no se genera ninguna variación a la calidad del ruido actual.

Durante la etapa de mantenimiento se producen algunas intervenciones que no afectan el ruido actual. Se considera que la calidad del factor sonoro no es afectada por el proyecto durante la etapa de operación.

3) Aguas subterráneas

Instaladas las torres y los tendidos, así como las subestaciones no se realizan nuevas actividades que modifiquen el ambiente, por lo que la calidad de las aguas subterráneas continúa tal como se encontraba sin el proyecto.

Durante la etapa de operación de una línea de transmisión eléctrica de alta tensión, no es necesario realizar excavaciones y tampoco existen acciones que contaminen el agua subterránea pues la infraestructura permanece en la superficie.

4) Aguas municipales

La operación y actividades del proyecto no tienen ningún impacto en las aguas municipales dado que no se requieren de las mismas para el desarrollo del transporte de energía ni en las subestaciones.

La calidad de las aguas municipales continúa en el estado natural que tenía antes del proyecto.

5) Aguas tratadas

Debido a que en la operación del proyecto no se generan aguas servidas, las existentes en las comunidades no son afectadas.

6) Biótico

La operación y actividades del proyecto no generan nuevos impactos en la calidad ambiental biótica con respecto a la actividad humana, a excepción del mantenimiento de la servidumbre de paso, por lo que la calidad ambiental del componente biótico no es alterada ni modificada. Sin embargo, es necesario cumplir con medidas de mitigación por el riesgo de colisión de avifauna en los cables de guarda de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión.

7) Socio económico y cultural

De acuerdo a los talleres de percepción local y entrevistas realizadas por el proyecto, existe buena aceptación, de manera que la calidad ambiental del proyecto continuaría sin alteraciones si se llevaran a cabo las medidas de mitigación y monitoreo planteados en el Estudio de impacto ambiental.

3.7.5 Identificación de valores sociales establecidos en el Proyecto Plan Expansión del Sistema de Transporte de Energía Eléctrica PET

En la presentación del proyecto PET no se definen los valores sociales, sin embargo la empresa constructora aplica los siguientes: Transparencia, respeto, integridad y equidad.

a. Situación ambiental del área previo a la construcción del proyecto según EIA del PET

El área designada del proyecto corresponde a una franja de 30 metros de ancho por una longitud de 102 kilómetros. Se desplaza paralela a la ruta CA-9 y al río Motagua. El área de influencia de la línea se ha caracterizado en 2 kilómetros, un kilómetro por cada lado. Esta área cuenta con un gran porcentaje de intervención humana. La ubicación y cercanía de la ruta CA-9 ha propiciado el desarrollo agrícola, ganadero y urbano. Esta ruta tiene asentamientos humanos en la ribera del río, conformado por los municipios de Río Hondo y Gualán de Zacapa, y Los Amates y Morales de Izabal.

En las encuestas del EIA del PET, Lote C, las personas consideran con respecto a las torres y tendidos eléctricos que en la intervención son pocos los bosques primarios y vegetación nativa que sufren impactos negativos, y que por comportamientos económicos en el área se han establecido fincas agrícolas o ganaderas, dando paso al monocultivo y a la urbanización.

El río Motagua no se recomienda para el uso de consumo humano. La mayoría de asentamientos humanos se

establecieron en busca de un río que les abasteciera de agua y también para la evacuación de las aguas servidas. Debido al crecimiento de las poblaciones los cuerpos hídricos soportan una descarga muy severa de drenajes de aguas servidas de estas poblaciones.

La flora se ha reducido a monocultivos y la fauna es en su mayoría aves y reptiles. Debido a la disminución de especies salvajes, en el área las especies animales más comunes se componen de especies ganaderas y avícolas.

b. Escenario ambiental de la etapa de operación según EIA del PET

“Una vez instaladas las torres y tendidos los cables, la operación se desarrolla de manera estática, o sea, la energía eléctrica empezará a fluir de una subestación a otra generando la actividad que se denomina: transporte de energía. Dicha operación implica actividades de monitoreo, mantenimiento y limpieza de las estructuras. Dado que las servidumbres de la franja de 30 metros pueden ser utilizadas otra vez para agricultura o ganadería, con las recomendaciones establecidas y que no afectan la productividad de los agricultores o ganaderos”.³⁸

³⁸ Transportadora de energía de Centroamérica -TRECASA-. *Estudio de evaluación de impacto ambiental del plan de expansión del sistema de transporte de energía eléctrica PET-01-2009, Lote C, 664.*

3.7.6 Estado actual del proyecto de la Línea de transmisión eléctrica de alta tensión en el municipio de Gualán, Zacapa

TABLA 57
CARACTERIZACIÓN DE PROBLEMAS ASOCIADOS A LA
LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN
POR COMUNIDAD

No.	COMUNIDAD	MEDIO	IMPACTO DURANTE LA ETAPA DE OPERACIÓN	SI NO
1	Tempisque	Hidrología	Afectación a cuerpos de agua.	No
		Geología	Afectación a la estructura o calidad de suelos.	No
		Fauna	Afectación a fauna terrestre.	Si
			Afectación a avifauna.	Si
			Afectación a fauna acuática.	No
		Flora	Afectación a bosques locales.	Si
			Afectación a especies de cultivos.	No
			Afectación a especies de flora protegida.	No
Socio económico	Afectación o conflicto con población humana.	No		
2	Santiago	Hidrología	Afectación a cuerpos de agua.	No
		Geología	Afectación a la estructura o calidad de suelos.	No
		Fauna	Afectación a fauna terrestre.	Si
			Afectación a avifauna.	Si
			Afectación a fauna acuática.	No
		Flora	Afectación a bosques locales.	Si
			Afectación a especies de cultivos.	No
			Afectación a especies de flora protegida.	No
Socio económico	Afectación o conflicto con población humana.	No		
3	Juan Ponce	Hidrología	Afectación a cuerpos de agua.	No
		Geología	Afectación a la estructura o	No

			calidad de suelos.	
		Fauna	Afectación a fauna terrestre.	Si
			Afectación a avifauna.	Si
			Afectación a fauna acuática.	No
		Flora	Afectación a bosques locales.	Si
			Afectación a especies de cultivos.	No
			Afectación a especies de flora protegida.	No
		Socio económico	Afectación o conflicto con población humana.	No
4	Los Achiotes	Hidrología	Afectación a cuerpos de agua.	No
		Geología	Afectación a la estructura o calidad de suelos.	No
		Fauna	Afectación a fauna terrestre.	Si
			Afectación a avifauna.	Si
			Afectación a fauna acuática.	No
		Flora	Afectación a bosques locales.	Si
			Afectación a especies de cultivos.	No
Afectación a especies de flora protegida.	No			
Socio económico	Afectación o conflicto con población humana.	Si		
5	El Arenal	Hidrología	Afectación a cuerpos de agua.	No
		Geología	Afectación a la estructura o calidad de suelos.	No
		Fauna	Afectación a fauna terrestre.	Si
			Afectación a avifauna.	Si
			Afectación a fauna acuática.	No
		Flora	Afectación a bosques locales.	Si
			Afectación a especies de cultivos.	No
Afectación a especies de flora protegida.	No			
Socio económico	Afectación o conflicto con población humana.	No		
6	Mayuelas	Hidrología	Afectación a cuerpos de agua.	No
		Geología	Afectación a la estructura o calidad de suelos.	No

		Fauna	Afectación a fauna terrestre.	Si
			Afectación a avifauna.	Si
			Afectación a fauna acuática.	No
		Flora	Afectación a bosques locales.	Si
			Afectación a especies de cultivos.	No
			Afectación a especies de flora protegida.	No
		Socio económico	Afectación o conflicto con población humana.	No
7	El Conacaste	Hidrología	Afectación a cuerpos de agua.	No
		Geología	Afectación a la estructura o calidad de suelos.	No
		Fauna	Afectación a fauna terrestre.	Si
			Afectación a avifauna.	Si
			Afectación a fauna acuática.	No
		Flora	Afectación a bosques locales.	Si
			Afectación a especies de cultivos.	No
Afectación a especies de flora protegida.	No			
Socio económico	Afectación o conflicto con población humana.	No		
8	El Zarzal	Hidrología	Afectación a cuerpos de agua.	No
		Geología	Afectación a la estructura o calidad de suelos.	No
		Fauna	Afectación a fauna terrestre.	Si
			Afectación a avifauna.	Si
			Afectación a fauna acuática.	No
		Flora	Afectación a bosques locales.	Si
			Afectación a especies de cultivos.	No
			Afectación a especies de flora protegida.	No
		Socio económico	Afectación o conflicto con población humana.	Si
9	El Lobo	Hidrología	Afectación a cuerpos de agua.	No
		Geología	Afectación a la estructura o calidad de suelos.	No
		Fauna	Afectación a fauna terrestre.	Si

			Afectación a avifauna.	Si
			Afectación a fauna acuática.	No
		Flora	Afectación a bosques locales.	Si
			Afectación a especies de cultivos.	No
			Afectación a especies de flora protegida.	No
Socio económico	Afectación o conflicto con población humana.	Si		
10	Llano Largo	Hidrología	Afectación a cuerpos de agua.	No
		Geología	Afectación a la estructura o calidad de suelos.	No
		Fauna	Afectación a fauna terrestre.	Si
			Afectación a avifauna.	Si
			Afectación a fauna acuática.	No
		Flora	Afectación a bosques locales.	Si
			Afectación a especies de cultivos.	No
			Afectación a especies de flora protegida.	No
		Socio económico	Afectación o conflicto con población humana.	Si
11	Doña María	Hidrología	Afectación a cuerpos de agua.	No
		Geología	Afectación a la estructura o calidad de suelos.	No
		Fauna	Afectación a fauna terrestre.	Si
			Afectación a avifauna.	Si
			Afectación a fauna acuática.	No
		Flora	Afectación a bosques locales.	Si
			Afectación a especies de cultivos.	No
			Afectación a especies de flora protegida.	No
		Socio económico	Afectación o conflicto con población humana.	No
12	Mestizo	Hidrología	Afectación a cuerpos de agua.	No
		Geología	Afectación a la estructura o calidad de suelos.	No
		Fauna	Afectación a fauna terrestre.	Si
			Afectación a avifauna.	Si

			Afectación a fauna acuática.	No
		Flora	Afectación a bosques locales.	Si
			Afectación a especies de cultivos.	No
		Flora	Afectación a especies de flora protegida.	No
			Socio económico	Afectación o conflicto con población humana.
13	García	Hidrología	Afectación a cuerpos de agua.	No
		Geología	Afectación a la estructura o calidad de suelos.	No
		Fauna	Afectación a fauna terrestre.	Si
			Afectación a avifauna.	Si
			Afectación a fauna acuática.	No
		Flora	Afectación a bosques locales.	Si
			Afectación a especies de cultivos.	No
			Afectación a especies de flora protegida.	No
		Socio económico	Afectación o conflicto con población humana.	No

Fuente: Investigación de campo. Año 2016.

3.7.7 Análisis FODA de estado actual de proyecto durante la etapa de operación de operación

TABLA 58
ANÁLISIS FODA DE SITUACIÓN ACTUAL

COMPONENTE	HIDROLOGÍA	GEOLOGÍA	FAUNA	FLORA	SOCIO ECONÓMICO
FORTALEZAS	<p>No existen impactos directos asociados a la etapa de operación.</p> <p>No existe generación de desechos líquidos o sólidos en cuerpos de agua.</p> <p>No se genera contaminación hacia los organismos acuáticos en el área de influencia.</p>	<p>No existen impactos directos durante la etapa de operación.</p> <p>No existe generación de desechos líquidos o sólidos que puedan comprometer la estructura de los suelos.</p> <p>Se realizaron obras de drenaje en algunas torres de transmisión de energía eléctrica por lo que durante la etapa de operación ya no es necesario realizar nuevas adaptaciones.</p>	<p>Durante la etapa de operación no se realiza tala de masa boscosa.</p> <p>No existen estudios sobre nuevos impactos directos asociados a la operación de las estructuras de la línea de transmisión eléctrica, a excepción del impacto a la avifauna.</p>	<p>No se encontraron evidencias de tala de especies protegidas, como se estipula en el Plan de aprovechamiento forestal.</p> <p>El área afectada es la misma de la servidumbre de paso por lo que no se afecta más del límite de 30 metros de ancho por el largo de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión en el municipio.</p>	<p>Las poblaciones comunitarias en el área de influencia, comprenden que el proyecto es de interés nacional y que contribuye al desarrollo de la red eléctrica del país.</p>
OPORTUNIDADES	<p>Existen impactos asociados a la tala de masa boscosa, por lo que en las comunidades se pueden realizar proyectos de reforestación para protección hídrica debido a la escasez de agua.</p>	<p>La empresa operativa tiene a su disposición equipo multidisciplinario relacionado a la geología y estudio de suelos por lo que estos pueden generar buenas prácticas ambientales para el uso del suelo de forma participativa con las comunidades.</p>	<p>Es posible habilitar nuevas áreas de reforestación para compensar las áreas boscosas taladas</p> <p>Se debe compensar la deforestación</p>	<p>La empresa operativa tiene un equipo multidisciplinario que puede contribuir al establecimiento de áreas para la conservación de la flora local, mediante actividades comunitarias participativas.</p> <p>Se estableció con las comunidades en el</p>	<p>Buena voluntad de los comunitarios para realizar proyectos participativos con la empresa operativa.</p> <p>Las poblaciones comunitarias están a</p>

				aunque no se estipule así en el Plan de aprovechamiento forestal.	área de influencia que se deben realizar campañas para erradicar la caza de especies de fauna local.	disposición de unirse a proyectos de pagos por servicios ambientales.
DEBILIDADES	<p>Durante la etapa de construcción se talaron algunas áreas forestales que contribuyen a la protección de cuerpos hidrológicos.</p> <p>No se menciona una medida de compensación en el EIA o el Plan de aprovechamiento forestal para este impacto.</p>	<p>Durante la etapa de construcción se utilizaron los accesos de las comunidades, en algunas aún se considera que el movimiento causado en las carreteras por el transporte pesado, debió ser compensado en cada comunidad.</p>	<p>Debido a la tala de masa boscosa se produjo un cambio en el hábitat natural de especies locales.</p> <p>El Estudio de impacto ambiental no menciona ninguna medida de mitigación para este impacto.</p>	<p>Durante la etapa de operación no se permite la regeneración natural de las áreas en donde se realizó corte final de las masas boscosas.</p> <p>No se permite el crecimiento de especies forestales o vegetación mayor a 2.5 metros.</p>	<p>Existen expectativas de empleo y proyectos comunitarios.</p>	
AMENAZAS	<p>La contribución a la disminución de especies forestales en zonas de recarga hídrica.</p> <p>Falta de buenas prácticas ambientales para la protección de zonas de recarga hídrica.</p>	<p>Al eliminar el material vegetal en la servidumbre de paso, debido a las condiciones climáticas, los suelos pueden sufrir alteraciones erosivas en la capa superficial.</p>	<p>Falta de buenas prácticas ambientales para compensar el cambio en el hábitat natural de las especies locales en las áreas taladas en el trazo de la servidumbre de paso.</p>	<p>Debido a la justificación del proyecto, no se realizaron buenas prácticas forestales para compensar las áreas taladas, sin embargo esto generó una alteración al estado natural del área donde se estableció la servidumbre de paso.</p>	<p>Cambio en el uso del suelo del área en la servidumbre de paso.</p> <p>Falta de proyectos comunitarios en algunas localidades del área de influencia.</p> <p>Incumplimiento de compromisos ambientales.</p>	

Fuente: Investigación de campo. Año 2016.

3.7.8 Contexto

Con el proceso de investigación se identificaron los siguientes factores que actualmente son el objeto de conflicto social con el proyecto:

TABLA 59
IDENTIFICACIÓN DE CONFLICTO ESPECÍFICO

No.	COMUNIDAD	CARÁCTER	DESCRIPCIÓN SEGÚN COMUNITARIOS
1	Tempisque	Percepción social	La empresa constructora sólo se comunicó con los dueños de terrenos, por lo que la comunidad considera que se les debió concientizar sobre el proyecto e involucrarlos en proyectos de desarrollo comunitario.
2	Santiago	No	No
3	Juan Ponce	Percepción social	Resentimiento porque no se involucró en proyectos a la comunidad. Se utilizó el hecho de que el proyecto es de interés del Estado y por lo tanto se debía participar para el desarrollo eléctrico del país. Acción que aún causa resentimiento.
4	Los Achiotes	Percepción social	Resentimiento porque no se involucró en proyectos a la comunidad. En la comunidad las torres se ubicaron en una finca de condueños por lo que ocurrió un conflicto por el pago en dicha organización.

CONTINÚA TABLA 59			
No.	COMUNIDAD	CARÁCTER	DESCRIPCIÓN SEGÚN COMUNITARIOS
			Atribuyen a la empresa constructora no haberse asegurado de que cada integrante obtuviera la compensación.
5	El Arenal	No	No
6	Mayuelas	No	No
7	El Conacaste	No	No
8	El Zarzal	Percepción social	Resentimiento porque no se involucró en proyectos a la comunidad.
9	El Lobo	Percepción social	Parte de la población aún cree que la transmisión de energía eléctrica está directamente relacionada a hidroeléctricas, por lo que aún se encuentra a la expectativa de nuevas construcciones.
10	Llano Largo	Percepción social	En la comunidad incluso pobladores que no son dueños de terrenos, conocen conflictos que se generaron durante la etapa de diseño y construcción, relacionados a papeleo y las cantidades de precios de terrenos en comparación a otras comunidades.
11	Doña María	No	No
12	Mestizo	No	No
13	García	No	No

Fuente: Investigación de campo. Año 2016.

3.7.9 Planteamiento del problema

Al realizar el análisis de campo, y el análisis de los documentos de diseño, construcción y operación del proyecto (Estudio de impacto ambiental y del Plan de aprovechamiento forestal) de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión se determinó que existen impactos sobre los componentes hidrología, geología, fauna, flora y socioeconómico los cuales se deben al incumplimiento de buenas prácticas ambientales en el área de influencia.

Por consiguiente se estableció; ¿Cuáles son las buenas prácticas ambientales que actualmente lleva a cabo la empresa operativa responsable del mantenimiento en la etapa de operación de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión en trece comunidades del municipio de Gualán, Zacapa para reducir el impacto ambiental?

3.7.10 Formulación de propuesta de objetivos y líneas estratégicas

TABLA 60
LÍNEAS ESTRATÉGICAS

DESARROLLO DE LÍNEAS ESTRATÉGICAS	
No.	1
DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO IDENTIFICADO EN LA MATRIZ DE VALORACIÓN	Fragmentación del ecosistema terrestre y resiembra de especies de flora.
IMPACTO EN COMPONENTE	FLORA Y FAUNA
FALTA DE BUENAS PRÁCTICAS SEGÚN LISTA DE CHEQUEO	Rescate de flora y fauna en el área de influencia a partir de estudio de especies.
DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL	Durante la etapa de construcción se generó una alteración irreversible al estado natural de las áreas en el trayecto de la servidumbre de paso.
OBJETIVO	Recuperar la biodiversidad en el área de influencia del proyecto.
LÍNEA ESTRATÉGICA	Incentivar y motivar a las comunidades en la elaboración e inserción en los programas de incentivos forestales con fines de protección.
JUSTIFICACIÓN	Existen actualmente listados de especies en peligro de extinción, algunos catalogados en listados rojos por lo que es determinante el desarrollo de proyectos para recuperar la biodiversidad.
PROYECTO DE EJEMPLO	Capacitaciones, talleres, etc, para mitigar la disminución y extinción de especies de fauna y flora. Asesoría técnica de instituciones gubernamentales y no gubernamentales en temas de conservación y protección de flora y fauna.
COLABORADORES	CONAP, INAB, MAGA, Defensores de la Naturaleza, Empresa operativa, Municipalidad de Gualán, COCODES, MARN, Congreso de la República de Guatemala, USAC.

CONTINÚA TABLA 60	
DESARROLLO DE LÍNEAS ESTRATÉGICAS	
No.	2
DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO IDENTIFICADO EN LA MATRIZ DE VALORACIÓN	Fragmentación del ecosistema terrestre y resiembra de especies de flora.
IMPACTO COMPONENTE EN	FLORA Y FAUNA
FALTA DE BUENAS PRÁCTICAS SEGÚN LISTA DE CHEQUEO	Proyectos de restauración ecológica.
DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL	No se observaron áreas reforestadas como medidas de mitigación, sólo se estableció un pago monetario a los dueños de terrenos deforestados.
OBJETIVO	Conservar y restablecer los ecosistemas de las áreas influenciadas por el proyecto.
LÍNEA ESTRATÉGICA	Dar cumplimiento a los compromisos de proyectos de deforestación o cambio de uso de suelo estipulado en la ley forestal.
JUSTIFICACIÓN	No se realizaron acciones de reforestación en las áreas que sufrieron cambio de uso de la tierra, únicamente se contempló como medida de compensación un pago único al fondo forestal privativo, lo cual provoca una alteración irreversible al hábitat natural.
PROYECTO EJEMPLO DE	Asesoría técnica de instituciones gubernamentales y no gubernamentales en temas de viveros forestales, reforestación, importancia de los bosques, etc.
COLABORADORES	CONAP, INAB, MAGA, Defensores de la Naturaleza, Empresa operativa, Municipalidad de Gualán, COCODES, MARN, Congreso de la República de Guatemala, USAC.

CONTINÚA TABLA 60	
DESARROLLO DE LÍNEAS ESTRATÉGICAS	
No.	3
DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO IDENTIFICADO EN LA MATRIZ DE VALORACIÓN	Fragmentación del ecosistema terrestre y resiembra de especies de flora.
IMPACTO COMPONENTE EN	FLORA Y FAUNA
FALTA DE BUENAS PRÁCTICAS SEGÚN LISTA DE CHEQUEO	Proyectos de restauración ecológica.
DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL	No se observaron áreas reforestadas como medidas de mitigación, sólo se estableció un pago monetario a los dueños de terrenos deforestados.
OBJETIVO	Desarrollar proyectos de reforestación con el propósito de recuperar los ecosistemas degradados.
LÍNEA ESTRATÉGICA	Revisión del acuerdo gubernativo 137-2011, lo cual permite una medida de compensación económica al fondo forestal privativo en lugar de desarrollar y ejecutar proyectos de reforestación.
JUSTIFICACIÓN	Debido a las características ambientales que hacen de la región semiárida un área única en el país, es necesario integrar un equipo multidisciplinario y hacer una propuesta a las instituciones y autoridades competentes.
PROYECTO DE EJEMPLO	Exponer el hallazgo de esta situación, producto de esta investigación a las autoridades competentes.
	Desarrollar y elaborar las propuestas necesarias y canalizarlas a los entes competentes.
	Formar un equipo multidisciplinario para el análisis del acuerdo gubernativo 137-2011.
COLABORADORES	CONAP, INAB, MAGA, Defensores de la Naturaleza, Empresa operativa, Municipalidad de Gualán, COCODES, MARN, Congreso de la República de Guatemala, USAC.

CONTINÚA TABLA 60	
DESARROLLO DE LÍNEAS ESTRATÉGICAS	
No.	4
DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO IDENTIFICADO EN LA MATRIZ DE VALORACIÓN	Incumplimiento en el compromiso de manejo y resiembra de especies de flora.
IMPACTO COMPONENTE EN	FLORA Y FAUNA
FALTA DE BUENAS PRÁCTICAS SEGÚN LISTA DE CHEQUEO	Programas de reforestación para protección de suelos.
DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL	Cómo se establece en el Plan de aprovechamiento forestal, el tipo de corta permisible fue adquirida por cambio de uso de la tierra, por lo que se realizó como medida de compensación un pago al Fondo Forestal Privativo ante el INAB y un pago por las hectáreas que deberían de reforestar de acuerdo a la cantidad de árboles cortados, por lo que esta es la medida que se utilizó para remediar la deforestación no compensa el daño irreversible en las áreas influenciadas.
OBJETIVO	Establecer áreas de reforestación como una medida de compensación al componente flora.
LÍNEA ESTRATÉGICA	Identificar áreas con riesgo de erosión y reforestar de acuerdo a las condiciones del suelo.
JUSTIFICACIÓN	Debido a las condiciones climáticas del municipio de Gualán, Zacapa, es necesario identificar áreas con riesgo de erosión debido a la falta de cobertura vegetal, este impacto debe ser detectado en el área de influencia de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión, a pesar de que este impacto no es generado directamente por el proyecto en su etapa de operación.
PROYECTO DE EJEMPLO	Reforestar áreas con riesgo de erosión de acuerdo a las especies forestales y vegetales locales.
COLABORADORES	INAB, Defensores de la Naturaleza, Empresa operativa, Municipalidad de Gualán, COCODES.

CONTINÚA TABLA 60	
DESARROLLO DE LÍNEAS ESTRATÉGICAS	
No.	5
DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO IDENTIFICADO EN LA MATRIZ DE VALORACIÓN	Incumplimiento en el compromiso de manejo y resiembra de especies de flora.
IMPACTO COMPONENTE EN	FLORA Y FAUNA
FALTA DE BUENAS PRÁCTICAS SEGÚN LISTA DE CHEQUEO	Para especies de flora que deban ser removidas en el área de influencia, se deben buscar áreas de ecosistema similar para su conservación.
DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL	En el análisis del EIA se contempla como medida de mitigación la resiembra de rebrotes de las especies forestales con el propósito de evitar la extinción de las especies, sin embargo esta medida no se observó.
OBJETIVO	Habilitar áreas para reproducción de especies de flora local de acuerdo a la identificación de las especies indicadoras.
LÍNEA ESTRATÉGICA	Desarrollar programas técnicos y científicos que permitan promover y recuperar la diversidad en el componente flora, haciendo participe a las comunidades.
JUSTIFICACIÓN	No se observó ni se menciona ninguna medida de compensación de especies vegetales en el área de influencia del proyecto a pesar de estar contemplado como compromiso en el EIA, lo cual repercute en la pérdida y extinción de especies de flora.
PROYECTO DE EJEMPLO	Promover y desarrollar capacitación técnica a las comunidades en los temas de: importancia de la flora local y creación de viveros. Coordinación con instituciones y COCODES para la reproducción y reforestación con especies de flora locales.
COLABORADORES	CONAP, INAB, Defensores de la Naturaleza, Empresa operativa, Municipalidad de Gualán, COCODES.

CONTINÚA TABLA 60	
DESARROLLO DE LÍNEAS ESTRATÉGICAS	
No.	6
DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO IDENTIFICADO EN LA MATRIZ DE VALORACIÓN	Instalación de dispositivos que impidan que avifauna colisionen contra puntos de riesgo en la infraestructura.
IMPACTO COMPONENTE EN	FAUNA
FALTA DE BUENAS PRÁCTICAS SEGÚN LISTA DE CHEQUEO	<p>Aumentar la visibilidad del cable de guarda con dispositivos desviadores de vuelo donde se requieran.</p> <p>Verificar el funcionamiento de elementos que prevengan la colisión de aves y murciélagos.</p>
DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL	Según las observaciones de campo no existen dispositivos desviadores de vuelo en los cables de guarda y no se verifica el funcionamiento de los elementos que prevengan la colisión de avifauna.
OBJETIVO	Evitar la pérdida de la avifauna debido a la colisión en los cables de guarda.
LÍNEA ESTRATÉGICA	Revisión de los compromisos ambientales y cumplimiento en la instalación de los dispositivos desviadores de vuelo.
JUSTIFICACIÓN	En el área de influencia del proyecto existen especies de aves y murciélagos indicadores de la Región semiárida del Valle del Motagua, los cuales se están viendo afectados por la falta de dispositivos desviadores de vuelo.
PROYECTO DE EJEMPLO	Instalar dispositivos desviadores de vuelo y agregar señalización fotosensible.
COLABORADORES	CONAP, INAB, MAGA, Defensores de la Naturaleza, Empresa operativa, Municipalidad de Gualán, COCODES, MARN, Congreso de la República de Guatemala, USAC.

CONTINÚA TABLA 60	
DESARROLLO DE LÍNEAS ESTRATÉGICAS	
No.	7
DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO IDENTIFICADO EN LA MATRIZ DE VALORACIÓN	Migración de especies por tala de áreas boscosas en la servidumbre de paso.
IMPACTO COMPONENTE EN	FLORA Y FAUNA
FALTA DE BUENAS PRÁCTICAS SEGÚN LISTA DE CHEQUEO	Proyectos de reforestación.
DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL	No se mencionan proyectos de reforestación para compensar las áreas de bosque deforestadas.
OBJETIVO	Generar proyectos de reforestación para compensar las áreas deforestadas.
LÍNEA ESTRATÉGICA	Reforestar de acuerdo a especies forestales que sirvan de sustento a especies de fauna local.
JUSTIFICACIÓN	Los comunitarios conocer las especies forestales que albergan vida silvestre debido a sus características.
PROYECTO DE EJEMPLO	Reforestar áreas con potencial de atracción de especies de fauna.
COLABORADORES	CONAP, INAB, MAGA, Defensores de la Naturaleza, Empresa operativa, Municipalidad de Gualán, COCODES.

CONTINÚA TABLA 60	
DESARROLLO DE LÍNEAS ESTRATÉGICAS	
No.	8
DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO IDENTIFICADO EN LA MATRIZ DE VALORACIÓN	Migración de especies por tala de áreas boscosas en la servidumbre de paso.
IMPACTO COMPONENTE EN	FLORA Y FAUNA
FALTA DE BUENAS PRÁCTICAS SEGÚN LISTA DE CHEQUEO	Proyecto de manejo de cuenca hidrográfica.
DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL	Las características socioeconómicas de las poblaciones reflejan el nivel de pobreza y su condición de vida, por tal razón es necesario plantear una alternativa que sustituya la fuente de ingreso de estas comunidades.
OBJETIVO	Generar un manejo integral de las micro cuencas en comunidades por donde atraviesa la línea de transmisión eléctrica.
LÍNEA ESTRATÉGICA	Involucramiento de las comunidades en programas o proyectos de pagos por servicios ambientales.
JUSTIFICACIÓN	De acuerdo a las condiciones naturales, las micro cuencas proporcionan servicios ambientales a las distintas poblaciones entre ellos la captación del flujo hídrico y los ecosistemas para albergar la biodiversidad.
PROYECTO DE EJEMPLO	Promover la protección y la conservación de las zonas de recarga hídrica.
COLABORADORES	CONAP, INAB, MAGA, Defensores de la Naturaleza, Empresa operativa, Municipalidad de Gualán, COCODES.

CONTINÚA TABLA 60	
DESARROLLO DE LÍNEAS ESTRATÉGICAS	
No.	9
DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO IDENTIFICADO EN LA MATRIZ DE VALORACIÓN	Migración de especies por tala de áreas boscosas en la servidumbre de paso.
IMPACTO COMPONENTE EN	FLORA Y FAUNA
FALTA DE BUENAS PRÁCTICAS SEGÚN LISTA DE CHEQUEO	Proyecto de manejo de cuenca hidrográfica.
DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL	La desprotección de las zonas de recarga hídrica afectan en el flujo del caudal y la biodiversidad, por tal razón es necesario promover e involucrar a las comunidades en proyectos de reforestación.
OBJETIVO	Generar un manejo integral de las micro cuencas en comunida-des por donde atraviesa la línea de transmisión eléctrica.
LÍNEA ESTRATÉGICA	Promover a través de asistencia técnica la formulación de proyectos forestales con fines de protección y programas de incentivos forestales.
JUSTIFICACIÓN	Existen actualmente listados de especies en peligro de extinción, algunos catalogados en listados rojos por lo que es determinante el desarrollo de proyectos para recuperar la biodiversidad.
PROYECTO EJEMPLO DE	Promover proyectos forestales de protección inmersos en los programas de incentivos forestales.
COLABORADORES	CONAP, INAB, MAGA, Defensores de la Naturaleza, Empresa operativa, Municipalidad de Gualán, COCODES, MARN, Congreso de la República de Guatemala, USAC.

CONTINÚA TABLA 60	
DESARROLLO DE LÍNEAS ESTRATÉGICAS	
No.	10
DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO IDENTIFICADO EN LA MATRIZ DE VALORACIÓN	Generación de expectativas de las poblaciones comunitarias.
IMPACTO COMPONENTE EN	SOCIO ECONÓMICO
FALTA DE BUENAS PRÁCTICAS SEGÚN LISTA DE CHEQUEO	Incumplimiento en el 100% de las comunidades de los compromisos adquiridos.
DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL	Existió un ofrecimiento de mejorar la calidad de vida de las personas a través de mantener una oferta laboral.
OBJETIVO	Dar cumplimiento a las expectativas generadas de empleo en las distintas comunidades.
LÍNEA ESTRATÉGICA	Generar un diagnóstico socioeconómico de las distintas comunidades de influencia en el proyecto.
JUSTIFICACIÓN	Los proyectos de transmisión de energía eléctrica, como todos los proyectos de desarrollo deben mejorar la calidad de vida de las personas.
PROYECTO DE EJEMPLO	Según las distintas actividades de la empresa, se debiera de ofertar la mano de obra local.
COLABORADORES	Empresa operativa, Municipalidad de Gualán, COCODES, MEM y Ministerio de trabajo.

CONTINÚA TABLA 60	
DESARROLLO DE LÍNEAS ESTRATÉGICAS	
No.	11
DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO IDENTIFICADO EN LA MATRIZ DE VALORACIÓN	Generación de expectativas de las poblaciones comunitarias.
IMPACTO COMPONENTE EN	SOCIO ECONÓMICO
FALTA DE BUENAS PRÁCTICAS SEGÚN LISTA DE CHEQUEO	Incumplimiento en el 100% de las comunidades de los compromisos adquiridos.
DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL	Existió un compromiso de compensar económica-mente todas aquellas áreas a habilitar y sujetas a cambio de uso de suelo.
OBJETIVO	Determinar qué porcentaje de familias fue afectadas y compensadas económicamente por el cambio de uso de suelo.
LÍNEA ESTRATÉGICA	Realizar un censo para determinar áreas por familias afectadas por el cambio de uso de suelo.
JUSTIFICACIÓN	Los proyectos de transmisión de energía eléctrica, como todos los proyectos de desarrollo deben mejorar la calidad de vida de las personas.
PROYECTO EJEMPLO DE	Retomar los compromisos adquiridos con todas las familias afectadas y proceder a la compensación económica respectiva según las áreas afectadas.
COLABORADORES	Empresa operativa, Municipalidad de Gualán, COCODES, MEM y Ministerio de trabajo.

CONTINÚA TABLA 60	
DESARROLLO DE LÍNEAS ESTRATÉGICAS	
No.	12
DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO IDENTIFICADO EN LA MATRIZ DE VALORACIÓN	Incremento de riesgo de accidentabilidad
IMPACTO COMPONENTE EN	SOCIO ECONÓMICO
FALTA DE BUENAS PRÁCTICAS SEGÚN LISTA DE CHEQUEO	Falta de mantenimiento continuo a sistemas contra incendios (cada seis meses mínimo).
DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL	La falta de control en las rozas o las condiciones de temperatura de la región pueden provocar incendios, lo cual altera los distintos ecosistemas.
OBJETIVO	Prevenir el riesgo de incendios forestales.
LÍNEA ESTRATÉGICA	Desarrollar un plan de mantenimiento al área de servidumbre de paso con el propósito de minimizar el riesgo por incendio.
JUSTIFICACIÓN	Los incendios forestales producto de la falta de control en las rozas y el aumento de temperatura pueden provocar impactos irreversibles al suelo, al aire y a las comunidades, y cuando por alguna razón se dan dentro del área de servidumbre de paso puede dañar la infraestructura del proyecto.
PROYECTO DE EJEMPLO	Conformación de brigadas contra incendios por parte de la empresa y a nivel de comunidades. Capacitar, fortalecer y equipar adecuadamente a las brigadas contra incendios.
COLABORADORES	Empresa operativa, COCODES, Centro de salud, DIGARN.

CONTINÚA TABLA	
DESARROLLO DE LÍNEAS ESTRATÉGICAS	
No.	13
DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO IDENTIFICADO EN LA MATRIZ DE VALORACIÓN	Señalización con medidas reglamentarias, informativas y preventivas.
IMPACTO COMPONENTE EN	FLORA Y FAUNA
FALTA DE BUENAS PRÁCTICAS SEGÚN LISTA DE CHEQUEO	Rescate de flora y fauna en el área de influencia a partir de estudio de especies.
DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL	Riesgo de accidentes a los operarios de la empresa y a los comunitarios.
OBJETIVO	Dar cumplimiento a los compromisos estipulados en el plan de seguridad humana en relación a la señalización preventiva en la infraestructura de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión.
LÍNEA ESTRATÉGICA	Replantear el plan de seguridad humana y desarrollar su respectivo monitoreo.
JUSTIFICACIÓN	Según la Constitución política de la República, se debe garantizar la salud y la vida de las personas. Según el decreto 68-86 Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente, todos los proyectos deben de presentar un instrumento ambiental específico en el que para este tipo de proyectos debe cumplirse con un plan de seguridad humana.
PROYECTO EJEMPLO DE	Desarrollar un plan de monitoreo para chequeo de la existencia de la señalización que evite accidentes a comunitarios y operarios de la empresa. Utilizar señales de buen tamaño y que sean sensibles a la luz.
COLABORADORES	CONAP, INAB, MAGA, Defensores de la Naturaleza, Empresa operativa, Municipalidad de Gualán, COCODES, MARN, Congreso de la República de Guatemala, USAC.

Fuente: Investigación de campo. Año 2017

CONCLUSIONES

Al finalizar la caracterización en el área del proyecto, se identificaron impactos provocados en la etapa de operación a los componentes flora y fauna, por la falta de aplicación de buenas prácticas en compensación a las alteraciones del ecosistema producto de la servidumbre de paso.

Existen conflictos sociales relacionados al componente económico debido al cambio de uso de suelo y expectativas de empleo por parte de las comunidades.

Se determinó mediante el transecto en 32 kilómetros lineales en el trayecto de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión que el impacto a los componentes flora y fauna se genera en mayor grado durante la etapa de construcción y en menor grado durante la etapa de operación.

Según observaciones, no se realizaron acciones de reforestación en las áreas que sufrieron cambio de uso de la tierra del Plan de expansión del sistema de transporte de energía eléctrica del Lote C en el municipio de Gualán, Zacapa, únicamente se contempla como medida de compensación, un pago único al fondo forestal privado, establecido en el Acuerdo gubernativo 137-2011, lo cual claramente, provoca una alteración irreversible en el hábitat natural.

Según la caracterización realizada durante la etapa de operación del proyecto, se determinó que no se generan desechos líquidos, gaseosos o sólidos, lo cual confirma lo analizado en el Estudio de evaluación de impacto ambiental, donde se califican los mismos como no significativos.

Durante la etapa de operación del presente estudio no se observaron nuevas modificaciones al relieve natural; de acuerdo a las características del proyecto no se tienen contempladas a excepción del mantenimiento de la servidumbre de paso.

A partir de la identificación de las medidas de mitigación y del análisis del plan de aprovechamiento forestal, se estableció que el proyecto debe implementar medidas de compensación ambiental a los componentes flora, fauna y socio económico debido a la alteración del estado natural que ocurrió durante la etapa de construcción del proyecto.

Debido a las falta de buenas prácticas ambientales y que afectan a los componentes flora y fauna, es necesaria la formulación de líneas estratégicas para corregir y compensar el impacto ambiental generado en la servidumbre de paso de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión.

RECOMENDACIONES

Generar la aplicación de metodologías estandarizadas para la evaluación de los componentes afectados mediante matrices de valoración de impactos ambientales y de identificación de buenas prácticas ambientales durante la etapa de operación.

Con el propósito de minimizar el conflicto social de desempleo y las expectativas comunitarias, es recomendable crear proyectos de pagos por servicios ambientales en el trazo de la servidumbre de paso.

Debido a que durante la etapa de campo, no se identificaron dispositivos, cuyo objetivo es desviar el vuelo de la avifauna, lo cual se establece en el EIA, es recomendable la implementación y aplicación de esta medida.

Con el propósito de cumplir con la normativa forestal vigente y mitigar el daño en las áreas donde se realizó cambio de uso del suelo, es recomendable que la empresa operativa considere la habilitación de áreas de reforestación que sean proporcionales a las áreas afectadas de acuerdo a las consideraciones técnicas forestales.

Promover la accesibilidad a la información relacionada al funcionamiento del proyecto durante la etapa de operación para conocer la implementación o fallas de medidas de mitigación con el objetivo de mantener informada a las poblaciones aledañas.

Establecer medidas de compensación que sean acordes a la sinergia que existe en el área con respecto al componente hídrico, fauna y flora; pues esta interdependencia genera cualidades únicas en el área de investigación.

Formular y aplicar líneas estratégicas integradas a las necesidades y características de las poblaciones aledañas al proyecto para minimizar los impactos sociales y la falta de aplicación o cumplimiento de las buenas prácticas ambientales.

BIBLIOGRAFÍA

- Arriaga de León, Pedro Guillermo. *Factores básicos a considerar previos a la construcción de líneas de transmisión de alta tensión en Guatemala*. http://www.biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3136_C.pdf (20 de abril de 2016).
- Asociación Nacional de Generadores de Guatemala -ANG-. *Sector eléctrico guatemalteco*. <http://www.ang.org.gt/sector-electrico-guatemalteco/> (25 de septiembre de 2016).
- Banco Interamericano de Desarrollo -BID- y Centro de Estudios para el Desarrollo -CED-. *Fundamentos de evaluación de impacto ambiental*. 2010. <http://www.myslide.org/fundamentos-de-evaluacion-del-impacto-ambiental-bidced> (26 de septiembre de 2016).
- Barandiaran, Xavier E. *Planificación estratégica y gestión de proyectos*. 2016. <http://www.xavier.barandiaran.net/2015/09/01/planificacion-estrategica-y-gestion-de-proyectos/> (5 de noviembre de 2016).
- Barragán Tolentino, Alejandro. *Análisis de una torre de transmisión eléctrica ante efectos de viento atmosférico y de tromba: Relación del costo de la torre en función de la velocidad del viento*. <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/3173> (20 de mayo de 2016).
- Bedoya, José Guillermo. *Notas sobre transitorios electromagnéticos*. Curso de altas tensiones. Ingeniería eléctrica. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala: Facultad de ingeniería, 2010.
- . *Red de tierras en líneas de transmisión*. Curso de altas tensiones. Ingeniería eléctrica. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala: Facultad de ingeniería, 2010.
- . *Tipos de aislamientos en red eléctrica*. Curso de altas tensiones. Ingeniería eléctrica. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala: Facultad de ingeniería, 2010.
- Behar, Moises y Otto Tinschert. *Guatemala y sus orquídeas*. Guatemala: Banco del café, 1998.

- Castañeda Salguero, Cesar. *Árboles y arbustos de los bosques secos de Guatemala*. Ingeniería forestal. Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala: Instituto Nacional de Bosques, 2004.
- Castellanos Puga, Mario Alberto. *Desarrollo de procedimientos para maniobras de mantenimiento en vivo en líneas de transmisión en 230 kV en ETCEE – INDE*. 2012. http://www.biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0801_EA.Pdf (20 de julio de 2016).
- Centro de Producción más limpia de Nicaragua –CPML-. *Producción más limpia*. Nicaragua. <http://www.pml.org.ni/> (18 de julio de 2016).
- Comisión Nacional de Energía Eléctrica –CNEE-. *Normas de Estudios de Acceso al Sistema de Transporte*. (Resolución CNEE No. 28–78). <http://www.cnee.gob.gt/estudioselectricos/Normas%20Tecnicas/01%20NEAST.pdf> (25 de mayo de 2016).
- . *Resumen del plan de expansión del sistema de transporte de energía eléctrica*. <http://www.cnee.gob.gt/pet/Docs/Resumen%20Ejecutivo%20PET-1-2009.pdf> (18 de agosto de 2016).
- Empresa de Energía de Bogotá -EEB- Et.AI. *Guía ambiental para proyectos de transmisión de energía eléctrica*. 1999. <http://www.es.scribd.com/document/79215291/GuiaAmbientalParaProyectosdeTransmision> (10 de septiembre de 2016).
- Estudio de impacto ambiental de la línea de transmisión eléctrica 230 kV del Proyecto SIEPAC-Tramo Panamá*. <http://www.crie.org.gt/wp/siepac/> (15 de septiembre de 2016).
- Fundación Defensores de la Naturaleza –FDN-. *Estrategias de conservación de los elementos prioritarios de la región semiárida del Valle del Motagua*. Río Hondo, Zacapa, Guatemala: The Nature conservancy, 2010.
- . *Guía de aves de la región semiárida del valle del Motagua*. Río Hondo, Zacapa, Guatemala: Fondo Nacional para la conservación de la naturaleza, 2012.
- Fundación para la conservación de los recursos naturales y ambiente en Guatemala. *Diagnóstico preliminar de situación de la cuenca del río Motagua*. 2012. <http://www.fcg.org.gt/documentos/Publicaciones/DiagnosticoPreliminarDeSituacionDeLaCuencaDelRioMotagua.pdf> (23 de agosto de 2016).

- Gestión en recursos naturales –GRN-. *Impacto ambiental de líneas de transmisión eléctrica de alta tensión*. <http://www.grn.cl/impacto-ambiental-linea-de-transmision-electrica.html> (10 de septiembre de 2016).
- Guía para agentes de empleo y desarrollo local de Cáceres, comunidad autónoma de Extremadura, España*. 2014. http://www.dl.dip-caceres.es/guias/guia_acogida/index.php?pagina=14 (16 de noviembre de 2016).
- Hernández Sampieri, Roberto Et.Al. *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill, 2014.
- Lux Álvarez, León Constantino. *Diagnóstico Socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión del municipio de Gualán, Zacapa*. 2008. http://www.biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03_0698_v1.pdf (2 de agosto de 2016).
- Marín Ardila, Edilvey. *Medidas de compensación ambiental*. 2016. <http://www.prezi.com/dv5dc9zyvvqv/metodologia-ad-hoc/> (29 de septiembre de 2016).
- Meza Hernández, Raúl Miguel. *Trabajos de mantenimiento a líneas de transmisión*. <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/7511/TRABAJOS%20DE%20MANTENIMIENTO%20A%20LINEAS%20DE%20TRANSMISI%C3%93N.pdf?sequence=1> (10 de septiembre de 2016).
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales –MARN-. *Monitoreo ambiental en PET-1-2009, Lote C. Oficio No. 113-2017/ DIGARN/DSVA/AMP/gv*. Guatemala: Unidad de Información Pública, 2017.
- *Monitoreo ambiental en PET-1-2009, Lote C. Oficio 0269-2017/rdor. Ref. Expediente: Form-MARN-UIP-0360-2017*. Guatemala: Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales, 2017.
- Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial de Colombia. *Sobre licencias ambientales*. (Decreto número 2820-2010). http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2010/dec_2820_2010.pdf (28 de septiembre de 2016).
- Ministerio de Energía y Minas –MEM-. *Monitoreo ambiental en PET-1-2009, Lote C. Oficio DGE-203-2017. Expediente UIPMEM No. 122-2017*. Guatemala: Unidad de Información Pública, 2017.
- Ministerio de medioambiente y medio rural y marino. *Guía de buenas prácticas ambientales*. http://www.ugt.es/Publicaciones/guiamambiente_UGT3_folleto.pdf (23 de septiembre de 2016).



Municipalidad de Gualán, Zacapa. *Historia del municipio de Gualán, Guatemala*. <http://www.inforpressca.com/gualan/historia.php> (25 de junio de 2016).

Pérez Porto, Julián y Ana Gardey. *Definición de medioambiente*. <http://definicion.de/medio-ambiente/> (10 de septiembre de 2016).

Programa de Naciones Unidas Para el Medio Ambiente -PNUMA-. *Producción más limpia*. <http://www.recpnet.org/wp-content/uploads/2016/08/10-años-RECPnet-LAC-report.pdf> (25 de septiembre de 2016).

Quezada Quezada, Jorge Edgardo. *Metodología de construcción de líneas de transmisión eléctrica*. 2005. <http://www.cache:ktyYYInJpTcJ:cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2005/bmfciq.5m/doc/bmfciq.5m.pdf> (10 de junio de 2016).

Regional Energy Integration Strategies. *Energy Sector Management Assistance Program*. <http://www.esmap.org/node/68> (5 de junio de 2016).

Secretaría de planificación y programación de la presidencia –SEGEPLAN-. *Plan de desarrollo de Gualán, Zacapa, período 2011-2025*. 2010. <http://www.segeplan.gob.gt> (15 de enero de 2016).

Transportadora de energía de Centroamérica –TRECOSA-. *Estudio de evaluación de impacto ambiental del plan de expansión del sistema de transporte de energía eléctrica PET-01-2009, Lote C*. Guatemala: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2008.

----- *Plan de aprovechamiento forestal del plan de expansión del sistema de transporte de energía eléctrica PET-01-2009, Lote C*. Guatemala: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2008.



Adán García Véliz
Licenciado en Pedagogía e Investigación Educativa
BIBLIOTECARIO



ANEXOS

ANEXO 1
LISTA DE UBICACIÓN DE TORRES

No. TORRE SEGÚN TRANSECTO	COORDENADAS WGS 1984 UTM ZONA 16N		No. TORRE SEGÚN TRECSA	ESTADO DE INFRAESTRUCTURA EN AÑO 2016
	X	Y		
1	610570.236	1669615.74	186	Montaje Completo
2	610873.106	1669746.55	185	Montaje Completo
3	611170.942	1669781.59	184	Montaje Completo
4	611447.615	1669814.15	183	Montaje Completo
5	611796.534	1669696.93	182	Montaje Completo
6	612167.038	1669572.46	181	Montaje Completo
7	612644.194	1669688.57	180	Montaje Completo
8	613105.987	1669800.94	179	Montaje Completo
9	613298.031	1669847.67	178	Montaje Completo
10	613497.956	1670018.11	177	Montaje Completo
11	613940.997	1670148	176	Montaje Completo
12	614322.83	1670593.17	175	Montaje Completo
13	614731.687	1671069.85	174	Montaje Completo
14	615255.068	1671516.04	173	Montaje Completo
15	615811.925	1671990.76	172	Montaje Completo
16	616171.972	1672297.7	171	Montaje Completo
17	616304.113	1672410.35	170	Montaje Completo
18	616546.261	1672478.73	169	Montaje Completo
19	617198.32	1672662.87	168	Montaje Completo
20	617782.67	1672827.89	167	Montaje Completo
21	618012.203	1672892.71	166	Montaje Completo
22	618331.391	1672982.85	165	Montaje Completo
23	619159.129	1673216.6	164	Montaje Completo
24	619725.775	1673376.62	163	Montaje Completo
25	620342.177	1673550.69	162	Montaje Completo
26	620676.49	1673645.1	161	Montaje Completo
27	620966.411	1673726.98	160	Montaje Completo
28	621475.602	1673870.77	159	Montaje Completo
29	621752.159	1673948.87	158	Montaje Completo

No. DE TORRE SEGÚN TRANSECTO	COORDENADAS WGS 1984 UTM ZONA 16N		No. TORRE SEGÚN TRECESA	ESTADO DE INFRAESTRUCTURA EN AÑO 2016
	X	Y		
30	622170.565	1674067.03	157	Montaje Completo
31	622446.897	1674145.06	156	Montaje Completo
32	622928.881	1674476.3	155	Montaje Completo
33	623345.66	1674762.72	154	Montaje Completo
34	623846.649	1675107.02	153	Montaje Completo
35	624012.644	1675221.1	152	Montaje Completo
36	624883.539	1675819.61	151	Montaje Completo
37	625320.907	1676120.18	150	Montaje Completo
38	625999.074	1676586.24	149	Montaje Completo
39	626967.629	1677251.87	148	Montaje Completo
40	627174.443	1677394	147	Montaje Completo
41	627413.02	1677764.58	146	Montaje Completo
42	627721.014	1678242.98	145	Montaje Completo
43	627890.741	1678506.62	144	Montaje Completo
44	628265.729	1679089.09	143	Montaje Completo
45	628405.589	1679306.33	142	Montaje Completo
46	628584.385	1679529.85	141	Montaje Completo
47	628832.611	1679840.16	140	Montaje Completo
48	629085.057	1679964.8	139	Montaje Completo
49	629492.286	1680165.85	138	Montaje Completo
50	630187.396	1680509.03	137	Montaje Completo
51	630529.527	1680677.95	136	Montaje Completo
52	630873.902	1680847.97	135	Montaje Completo
53	631287.467	1681052.15	134	Montaje Completo
54	631625.358	1681218.97	133	Montaje Completo
55	632115.489	1681460.95	132	Montaje Completo
56	632382.867	1681592.96	131	Montaje Completo
57	632499.434	1681683.82	130	Montaje Completo
58	632765.342	1681891.09	129	Montaje Completo
59	633030.638	1682097.89	128	Montaje Completo
60	633626.035	1682561.99	127	Montaje Completo
61	634045.305	1682888.8	126	Montaje Completo
62	634760.566	1683446.33	125	Montaje Completo
63	635207.838	1683794.97	124	Montaje Completo
64	635644.905	1684135.66	123	Montaje Completo
65	635757.404	1684191.78	122	Montaje Completo
66	636189.604	1684407.4	121	Montaje Completo

No. DE TORRE SEGÚN TRANSECTO	COORDENADAS WGS 1984 UTM ZONA 16N		No. TORRE SEGÚN TRECESA	ESTADO DE INFRAESTRUCTURA EN AÑO 2016
	X	Y		
67	637009.266	1684816.31	120	Montaje Completo
68	637289.295	1684956.01	119	Montaje Completo
69	637680.903	1685151.38	118	Montaje Completo
70	638094.266	1685357.6	117	Montaje Completo
71	638480.88	1685550.47	116	Montaje Completo
72	638799.839	1685709.59	115	Montaje Completo
73	639040.521	1685829.66	114	Montaje Completo
74	639462.561	1686040.21	113	Montaje Completo
75	639848.177	1686232.59	112	Montaje Completo

Fuente: Transportadora de energía Centroamericana –TRECESA-. Año 2016.

ANEXO 2

DOCUMENTOS DE GESTIÓN INSTITUCIONAL PARA CONOCER EL ESTADO ACTUAL DEL PROYECTO

a. Respuesta del Ministerio de Energía y Minas

Se procedió a consultar al MARN sobre el desarrollo de mantenimiento y operación de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión que atraviesa Gualán por parte de la empresa constructora, la consulta fue la siguiente:

“De acuerdo al expediente UIPMEM-122-2017, dando respuesta a la solicitud realizada por el Sr. Gustavo Chiquín Calles, donde solicita información sobre la empresa TRECSA, S.A. si cumple con el monitoreo ambiental y mantenimiento de las estructuras que conforman la línea de transmisión eléctrica en el municipio de Gualán, Zacapa en el Lote C”³⁹

“Al respecto me permito informarle que lo solicitado a esta Dirección General de Energía, por el Departamento de desarrollo energético, la entidad TRECSA S.A. presenta informes mensuales de avances de Obras del Proyecto de Expansión de Transmisión PET 1-2009; en el cual, dicho informe trata acerca de las obras y subestaciones eléctricas, de acuerdo a los lotes adjudicados”.⁴⁰

“La información que solicita es de carácter ambiental, por lo que el Ministerio competente para este tipo de información es el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales – MARN, ya que ese Ministerio es el que otorga la aprobación de Estudio de Impacto Ambiental y Licencias Ambientales para el Proyecto PET 1-2009”.⁴¹

Se establece que la empresa constructora cumple con informes mensuales de los avances del PET 1-2009.

³⁹ Ministerio de Energía y Minas –MEM-. *Monitoreo ambiental en PET-1-2009, Lote C. Oficio DGE-203-2017. Expediente UIPMEM No. 122-2017. Guatemala: Unidad de información pública, 2017.*

⁴⁰ *Ibídem.*

⁴¹ *Ibídem.*

b. Respuesta del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales

De acuerdo a la respuesta del Expediente UIPMEM No. 122-2017, Oficio DGE-203-2017, Unidad de Información Pública, Ministerio de Energía y Minas, el encargado de evaluar el monitoreo ambiental que la empresa constructora de la línea de transmisión eléctrica realiza es el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, para confirmar la información se consultó al MARN, la respuesta fue la siguiente:

“Por este medio le doy respuesta a su oficio No. UIP-0484-2017/RNAB/olm, en el cual requiere; el MARN es el encargado de confirmar el monitoreo que la empresa TRECSA realiza”⁴²

“En el departamento se reciben los monitoreos ambientales que la empresa TRECSA, y su proyecto Lote C, entregan como cumplimiento a los compromisos ambientales”.⁴³

No fue posible obtener un ejemplar de los documentos que la empresa constructora entrega al MARN, debido a la privacidad que se maneja con este proyecto de desarrollo eléctrico nacional.

c. Respuesta de la Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales

A través de la Unidad de Información Pública también se consultó al DIGARN, para conocer el estado actual del seguimiento y vigilancia ambiental del Proyecto PET 1-2009, la respuesta a la consulta es la siguiente:

⁴² Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales –MARN-. *Monitoreo ambiental en PET-1-2009, Lote C. Oficio No. 113-2017/ DIGARN/DSVA/AMP/gv.* Guatemala: Unidad de Información Pública. 2017.

⁴³ *Ibídem.*

“Al respecto le informo que el MARN, cuenta con la información presentada en el Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental, que se consignó en el expediente ingresado. Y la Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales –DIGARN- a través del Departamento de Seguimiento y Vigilancia Ambiental, se encargan de realizar el monitoreo, para verificar el cumplimiento de los compromisos ambientales establecidos en la resolución aprobatoria del expediente”.⁴⁴

La consulta Oficio 0269-2017/rdor, responde con las firmas de la Unidad de Información Pública (Msc. Licda. Ruth Noemí Álvarez Baltazar) y la Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales DIGARN (Msc. Arq. Otoniel Barrios Toledo) y Oficina de Seguimiento y Vigilancia Ambiental (Gloria Villatoro).

⁴⁴ Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales –MARN-. *Monitoreo ambiental en PET-1-2009, Lote C. Oficio 0269-2017/rdor. Ref. Expediente: Form-MARN-UIP-0360-2017*. Guatemala: Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales. 2017.

ANEXO 3 GUÍA DE ENTREVISTA

Esta entrevista fue elaborada para la obtención de información acerca de los impactos ambientales percibidos por la población humana en 13 comunidades ubicadas en el trayecto de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión en el municipio de Gualán, Zacapa.

HIDROLOGÍA					
1. ¿Conoce nacimientos de agua en la comunidad cercanos a estructuras de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión?					
Si	No	No sabe			
2. ¿Durante la construcción de la línea de transmisión eléctrica, existió arrastre de material particulado (arenas) hacia cuerpos de agua?					
Si	No	No sabe			
3. ¿Actualmente considera que el agua sufre de contaminación a causa de las estructuras de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión?					
Si	No	No sabe			
4. ¿Cuándo llueve hay arrastre de material particulado en alguna área de la comunidad cercana a la línea de transmisión eléctrica de alta tensión?					
GEOLOGÍA					
5. ¿Conoce áreas donde haya erosión de suelos cercanos a la línea de transmisión eléctrica?					
Si	No	No sabe			
6. ¿Durante la instalación de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión, surgieron conflictos con respecto al movimiento de tierra o excavaciones?					
Si	No	No sabe			
7. ¿Considera que han sufrido cambios los suelos debajo la línea de transmisión eléctrica?					
Si	No	No sabe			
8. ¿Se crearon accesos secundarios para la infraestructura de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión en la comunidad?					
Si	No	No sabe			
FLORA					
9. Lista de chequeo de especies más comunes de flora acorde a la Fundación Defensores de la Naturaleza. ¿Conoce otros nombres de especies?					
NOMBRE COMÚN	Si	No	NOMBRE COMÚN	Si	No
Guachipilín			Zacate Cola de Armado		
Brasil			Tuno de zorro		
Guayacán			Tamarindillo		
Palo Hediondo			Subín		
Chiltepe			Sereno		
Yuca cimarrona			Roble		
Orégano			Palo de la Cruz		
Jocote de Mico			Palo de jiote		

NOMBRE COMÚN	Si	No	NOMBRE COMÚN	Si	No
Cortés			Orotoguaje		
Aripín			Morro		
Loroco			Madreflecho		
Roble			Guayacán		
Cedrillo			Frijolillo		
Zarza			Diente de chucho		
Orotoguaje			Chile		
Chaparro			Chichicaste		
Quebracho			Cerote		
Frutillo			Ceibillo		
Fruta de cabro			Barreto		
Yaje			Arpón		

10. ¿Conoce áreas donde haya sido dañado cultivo de comunitarios a causa de la instalación de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión?

Si

No

No sabe

FAUNA

11. Lista de chequeo de especies más comunes de flora acorde a la Fundación Defensores de la Naturaleza. ¿Conoce otros nombres de especies?

NOMBRE COMÚN	Si	No
Alacrán		
Armadillo		
Chorcha		
Escorpión		
Garrobo (<i>Heloderma</i>)		
Ranas		
Salamandra		
Tacuazín de agua		
Tarántula		
Zorrillo		
Murciélagos		

12. ¿Considera que han desaparecido especies de animales en la comunidad en los últimos 5 años?

Si

No

No sabe

13. ¿Considera que hubo migración de animales debido a la tala de bosque durante la etapa de instalación de las torres?

Si

No

No sabe

14. ¿Ha visto animales voladores morir a causa de colisión o electrocución debido a las torres y cableado?

Si

No

No sabe

15. ¿Conoce áreas cercanas a las torres de transmisión eléctrica en donde las aves hagan nidos o bien sea en la estructura de las patas?

Si

No

No sabe

16. ¿Ha escuchado sonidos provenientes del funcionamiento del cableado y torres de transmisión eléctrica de alta tensión?

Si

No

No sabe

17. ¿Ha visto alguno de los siguientes efectos en el cableado y torres de la línea de transmisión eléctrica de alta tensión?

LUCES O CHISPAS

NO

NO SABE

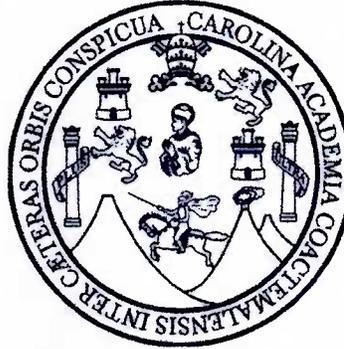
SOCIO ECONÓMICO		
18.	¿Se ha generado miedo en la comunidad por descargas eléctricas como rayos, muy cerca de la infraestructura de la línea de transmisión eléctrica?	
	Si	No
		No sabe
19.	¿Existe un cambio en el precio de los terrenos de la comunidad (plusvalía) debido a la instalación de las torres?	
	DEPRECIACIÓN	AUMENTO
		NO SABE
20.	¿Conoce comunitarios que estén molestos por las torres de transmisión eléctrica de alta tensión?	
	Si	No
		No sabe
21.	¿Alguna familia ha tenido que migrar de la comunidad debido a las estructuras de la línea de transmisión eléctrica?	
	Si	No
		No sabe
22.	¿Existió mejoramiento para la calidad de vida (economía, salud, educación, vivienda) de los comunitarios al obtener trabajo por parte de la empresa constructora y operativa de la línea de transmisión eléctrica?	
	Si	No
		No sabe
23.	¿Considera que existen impactos al medioambiente debido a la línea de transmisión eléctrica de alta tensión?	
	Si	No
		No sabe
24.	Si la respuesta fue si en la pregunta 22 ¿Que considera que debe hacer la empresa operativa para mitigar o minimizar dichos impacto al medioambiente?	
25.	¿Considera que la empresa operativa debe trabajar en mejorar la relación con los pobladores cercanos a la línea de transmisión eléctrica de alta tensión?	
	Si	No
		No sabe

Fuente: Investigación de campo. Año 2016.

No. 259-2017

**USAC
CUNOR**

Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario del Norte



El Director del Centro Universitario del Norte de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer los dictámenes de la Comisión de Trabajos de Graduación de la carrera de:

INGENIERIA EN GESTIÓN AMBIENTAL LOCAL

Al trabajo titulado:

TESIS

PROPUESTA DE LÍNEAS ESTRATÉGICAS PARA MEJORAR LAS BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES Y MINIMIZAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES DURANTE LA OPERACIÓN DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN EN EL MUNICIPIO DE GUALÁN, ZACAPA

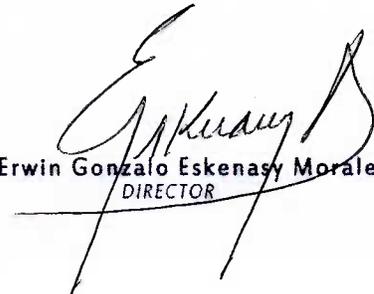
Presentado por el (la) estudiante:

GUSTAVO ADOLFO CHIQUÍN CALLES

Autoriza el

IMPRIMASE

Cobán, Alta Verapaz 25 de Octubre de 2017.


Lic. Erwin Gonzalo Eskenasy Morales
DIRECTOR



